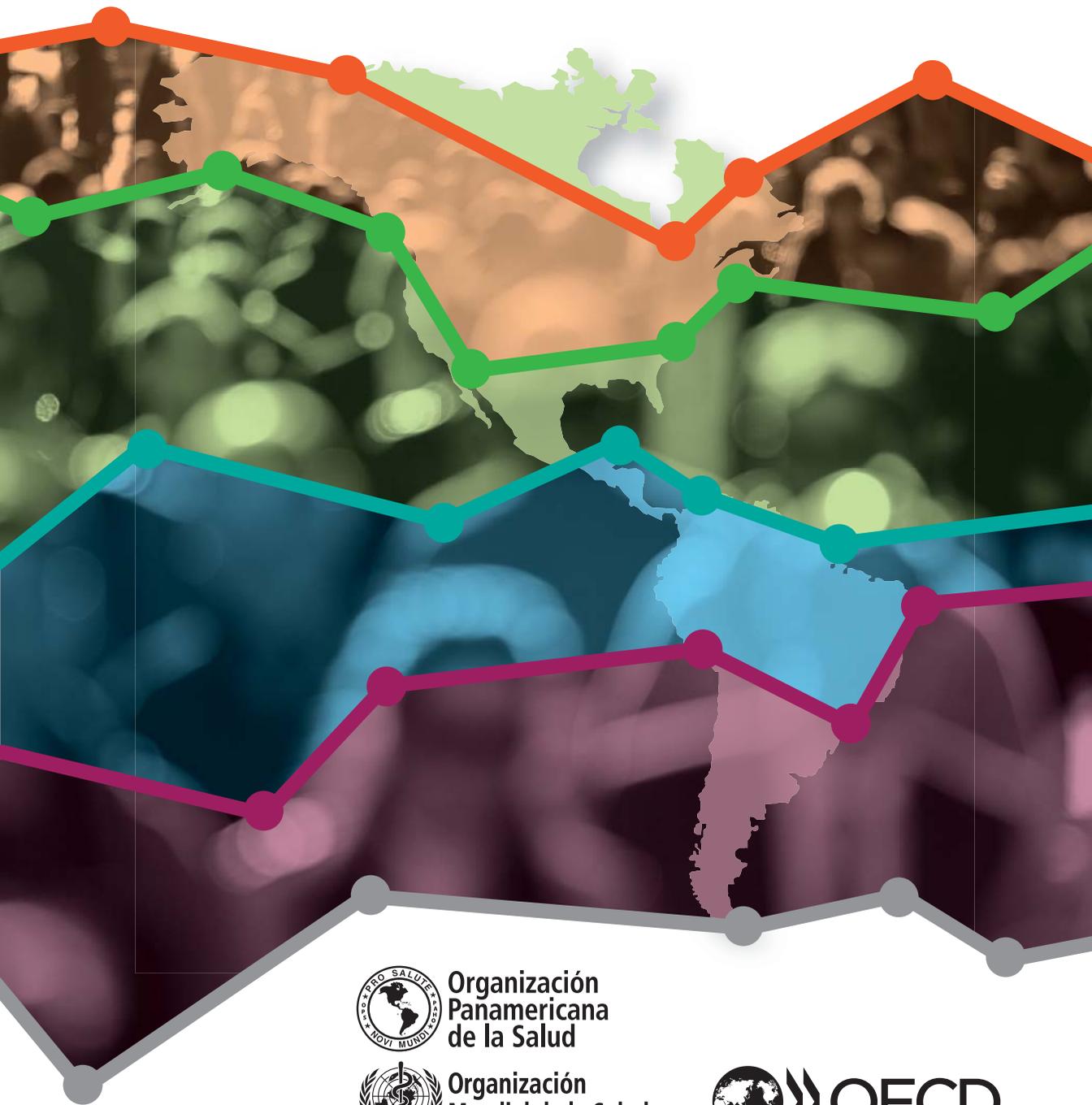


Aplicación de modelos para mejorar las decisiones en materia de política sanitaria y económica en las Américas: el caso de las enfermedades no transmisibles

Editado por Branka Legetic y Michele Cecchini



Organización
Panamericana
de la Salud



Organización
Mundial de la Salud

OFICINA REGIONAL PARA LAS **Américas**

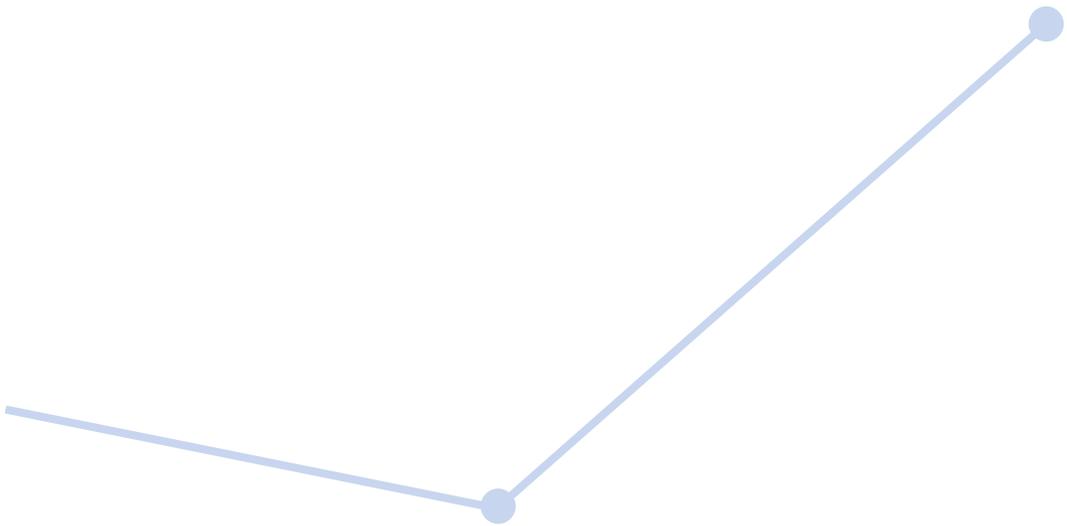


OECD

BETTER POLICIES FOR BETTER LIVES

Aplicación de modelos para mejorar las decisiones en materia de política sanitaria y económica en las Américas: el caso de las enfermedades no transmisibles

Editado por Branka Legetic y Michele Cecchini



Se publica también en inglés:
*Applying Modeling to Improve Health and Economic Policy Decisions in the Americas:
The Case of Noncommunicable Diseases*
ISBN: 978-92-75-11865-8

Catalogación en la Fuente, Biblioteca Sede de la OPS

Organización Panamericana de la Salud

Aplicación de modelos para mejorar las decisiones en materia de política sanitaria y económica en las Américas: el caso de las enfermedades no transmisibles. Washington, DC : OPS, 2016.

1. Enfermedad Crónica. 2. Economía de la Salud. 3. Políticas Públicas de Salud.
4. Toma de Decisiones. 5. América Latina. I. Legetic, Branka (ed.). II. Cecchini, Michele (ed.).
III. OECD. IV. Título.

ISBN: 978-92-75-31865-2

(Clasificación NLM: WT500)

© Organización Panamericana de la Salud 2016. Todos los derechos reservados.

Las solicitudes de autorización para reproducir o traducir, íntegramente o en parte, alguna de sus publicaciones, deberán dirigirse al Departamento de Comunicaciones a través de su sitio web (www.paho.org/permissions). El Departamento de Enfermedades no Transmisibles y Salud Mental podrá proporcionar información sobre cambios introducidos en la obra, planes de reedición, y reimpressiones y traducciones ya disponibles.

Las publicaciones de la Organización Panamericana de la Salud están acogidas a la protección prevista por las disposiciones sobre reproducción de originales del Protocolo 2 de la Convención Universal sobre Derecho de Autor. Reservados todos los derechos.

Las denominaciones empleadas en esta publicación y la forma en que aparecen presentados los datos que contiene no implican, por parte de la Secretaría de la Organización Panamericana de la Salud, juicio alguno sobre la condición jurídica de países, territorios, ciudades o zonas, o de sus autoridades, ni respecto del trazado de sus fronteras o límites. Las líneas discontinuas en los mapas representan de manera aproximada fronteras respecto de las cuales puede que no haya pleno acuerdo.

La mención de determinadas sociedades mercantiles o de nombres comerciales de ciertos productos no implica que la Organización Panamericana de la Salud los apruebe o recomiende con preferencia a otros análogos. Salvo error u omisión, las denominaciones de productos patentados llevan en las publicaciones de la OPS letra inicial mayúscula.

La Organización Panamericana de la Salud ha adoptado todas las precauciones razonables para verificar la información que figura en la presente publicación, no obstante lo cual, el material publicado se distribuye sin garantía de ningún tipo, ni explícita ni implícita. El lector es responsable de la interpretación y el uso que haga de ese material, y en ningún caso la Organización Panamericana de la Salud podrá ser considerada responsable de daño alguno causado por su utilización.

Índice

PREFACIO	V
INTRODUCCIÓN	
Modelar un futuro mejor para el sector de la salud	
<i>Michele Cecchini</i>	1
CAPÍTULO 1	
El modelo de prevención de enfermedades crónicas de la OCDE/OMS: herramienta para seleccionar estrategias efectivas y eficientes para prevenir las ENT	
<i>Michele Cecchini, Jeremy A Lauer and Franco Sassi</i>	7
Estudio de caso: Eficacia y rentabilidad de las políticas de prevención de Brasil, Canadá y México	20
CAPÍTULO 2	
Estimación de los efectos macroeconómicos con el modelo computacional de equilibrio general	
<i>Kakali Mukhopadhyay and Paul J. Thomassin</i>	37
Estudio de caso 1: Efecto de la adopción de una dieta más saludable en Canadá	46
Estudio de caso 2: Efecto de las enfermedades no transmisibles relacionadas con la nutrición en el ausentismo de los trabajadores y la productividad laboral en Canadá	50
CAPÍTULO 3	
Modelo de política para las enfermedades cardiovasculares: uso de un modelo nacional de simulación de enfermedades cardiovasculares para proyectar el efecto de programas nacionales de reducción de la sal alimentaria	
<i>Andrew E. Moran, Pamela Coxson, Daniel Ferrante, Jonatan Konfino, Raul Mejia, Alicia Fernandez, Simon Barquera, Branka Legetic, Norman Campbell, and Kirsten Bibbins-Domingo</i>	63
Estudio de caso: Proyección del impacto sanitario y económico de la reducción de la sal alimentaria en Estados Unidos y Argentina	73
LIST OF CONTRIBUTORS AND ACKNOWLEDGMENTS	80

PREFACIO

En la Región de las Américas, las enfermedades no transmisibles son una amenaza clara no solo para la salud humana, sino también para el desarrollo y crecimiento económicos de los países. Los datos probatorios correspondientes a esas dos cuestiones son irrefutables. En el 2012, las enfermedades cardiovasculares, la diabetes, el cáncer, las enfermedades respiratorias crónicas, incluido el asma, y otras enfermedades no transmisibles fueron la causa de 4,5 millones de defunciones en las Américas. De esta cifra total, 1,5 millones fueron muertes prematuras que afectaron a personas de 30 a 69 años de edad.

La repercusión financiera de las enfermedades no transmisibles en las Américas es igualmente desalentadora, pues las enfermedades crónicas plantean una amenaza creciente a la estabilidad económica de muchas naciones. Según un artículo publicado en el 2007 en *Lancet*, sin esfuerzos redoblados de prevención de las enfermedades no transmisibles es previsible que el producto interno bruto (PIB) de los países de todo el mundo se vea reducido en miles de millones de dólares. En el período 2006-2015, como consecuencia de tan solo tres enfermedades crónicas —cardiopatías, accidente cerebrovascular y diabetes— Argentina, Brasil, Colombia y México juntos podrían sufrir una pérdida acumulativa combinada del PIB de US\$13,5 mil millones.

Estas pérdidas en salud y financieras no son inevitables. En la actualidad los gobiernos, la sociedad civil y el sector privado tienen la posibilidad de adoptar medidas para reducir sustancialmente estos costos. No obstante, elegir las mejores políticas sanitarias y económicas puede ser una tarea difícil. Desde el 2011, tanto la Organización Panamericana de la Salud (OPS) como la Organización Mundial de la Salud (OMS) han colaborado con los gobiernos y con otros asociados como la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), el Organismo de Salud Pública del Canadá y la Comisión Económica para América Latina y el Caribe para fortalecer la capacidad de los países de obtener y usar datos económicos con miras a desarrollar intervenciones relacionadas con las enfermedades no transmisibles, a fin de reducir la mortalidad causada por esas enfermedades.

La presente publicación, *Aplicación de modelos para mejorar las decisiones en materia de política sanitaria y económica en las Américas: el caso de las enfermedades no transmisibles*, es el producto de esta colaboración. El texto es el primero en presentar exclusivamente diferentes modelos económicos e ilustrar su aplicación a las enfermedades no transmisibles en la Región de las Américas. Procura alentar el uso de modelos económicos como una herramienta para apoyar el proceso decisorio en las intervenciones relativas a las enfermedades no transmisibles, y asimismo promover la inversión en estrategias eficaces en función de los costos para una vida saludable y la prevención de las enfermedades no transmisibles en la Región.

El documento presenta distintos modelos para evaluar las políticas sanitarias y económicas relacionadas con las enfermedades no transmisibles, expone cómo esos modelos pueden usarse para diferentes enfermedades o factores de riesgo, y proporciona estudios de casos de su aplicación en diversos países de las Américas. Su objetivo último es ayudar a los responsables de formular las políticas a que encuentren las mejores estrategias para las intervenciones relacionadas con las enfermedades no transmisibles que sean eficaces en función de los costos y estén basadas en datos probatorios.

El tipo de modelo presentado en esta publicación puede ser un complemento útil para la labor tradicional de los economistas de la salud en todo el mundo. Las anteriores iniciativas económicas para luchar contra las enfermedades no transmisibles estaban centradas principalmente en la repercusión microeconómica y la evaluación económica, primordialmente mediante análisis de la costoeficacia llevados a cabo en un número limitado de países con abundantes datos disponibles. El modelo económico presentado aquí puede complementar esos análisis económicos tradicionales, simulando las repercusiones económicas de las intervenciones relacionadas con las enfermedades no transmisibles a lo largo del tiempo y en toda una serie de poblaciones y estrategias.

Una población saludable es un factor importante para el crecimiento económico sostenible. Todas las personas que comparten esta visión —incluidos los profesionales de la salud pública, los investigadores, los estudiantes y los funcionarios que elaboran y aplican las políticas sanitarias en los sectores privado y público— podrán beneficiarse del presente documento.

Para que los sistemas de salud de la Región satisfagan las necesidades en evolución de sus poblaciones, en particular lo que respecta a la prevención y control de las enfermedades no transmisibles, es fundamental asignar los recursos existentes y canalizar los nuevos. Estamos convencidos de que esta publicación podrá ayudar a las naciones de las Américas a afrontar ese reto.

Carissa Etienne

Directora
Organización Panamericana de la Salud

Stefan Kapferer

Secretario General Adjunto
*Organización de Cooperación
y Desarrollo Económicos*

INTRODUCCIÓN

Modelar un futuro mejor para el sector de la salud

Michele Cecchini

Cualquiera que se arriesgue a hacer una proyección o que imagine cómo se desarrollará un proceso dinámico está aplicando algún modelo. Pero normalmente se tratará de un modelo implícito, en el cual los supuestos están escondidos, su uniformidad interna no está comprobada, sus consecuencias lógicas no se investigan y su relación con los datos se desconoce. Es un modelo implícito que no está escrito.

En su sentido más amplio, el término “modelado” puede usarse para incluir algo que va más allá de la aplicación directa de los datos observados. Sin embargo, en el contexto de la evaluación económica, en general el término se refiere a los estudios que “emplean una metodología analítica para explicar los eventos que se dan con el transcurso del tiempo” (Mandelblatt et al., 1996).

En el sector de la salud, la finalidad de la elaboración de modelos es estructurar los datos probatorios sobre los resultados clínicos y económicos de una forma tal que puedan fundamentar las decisiones acerca de las prácticas clínicas y las asignaciones de recursos para la atención de salud. Los modelos sintetizan los datos sobre las consecuencias y los costos para la salud obtenidos de muchas fuentes diferentes, incluidos los ensayos clínicos, los estudios de observación, las bases de datos de reclamaciones de seguros, los registros de casos, las estadísticas de salud pública y las encuestas de preferencias. Un marco lógico y matemático de modelo permite la integración de los hechos y valores y vincula estos datos a los resultados que son de interés para los encargados de adoptar las decisiones sobre la atención de salud.

Uso amplio y de largo plazo en otros ámbitos

A lo largo de unos 60 años, el modelado y la simulación se han aplicado en muchos sectores, desde las matemáticas puras y las ciencias físicas hasta la ingeniería, la economía y las ciencias sociales. El modelado representa una parte vital de cualquier proyecto planificado en los campos militar y aeronáutico y en el de la fabricación (Robinson, 2002). Los expertos coinciden en que el uso amplio del modelado en esos dos ámbitos se explica por qué los modelos computadorizados ofrecen una información significativa sobre el trabajo para un cambio de estrategia. Esta característica es particularmente útil cuando los siste-

mas tienen un nivel muy alto de complejidad intrínseca, como en las esferas aeronáuticas y militares. Esto también es válido para la actividad comercial e industrial, cuando se producen muchas situaciones posibles. Y representa una ventaja cuando el ensayo empírico no es factible.

Según muchos autores (véase, por ejemplo, Compton, Gholston, Hyatt y Simmons, 2003), las crecientes presiones presupuestarias son otra razón del mayor interés que despertan el modelado y la simulación, así como su mayor uso. Gordon (2001) considera que, en comparación con las circunstancias actuales, el uso del análisis de simulaciones podría reducir hasta 10 veces el costo de los nuevos proyectos. La utilización de esos enfoques está tan bien incorporada en algunas esferas que, por ejemplo, la Armada de los Estados Unidos confía más en el modelado y la simulación que en los ensayos reales sobre el terreno de las pruebas de aceptación y demostración de sistemas nuevos o mejorados (Dockery, 1998). Asimismo, Rabelo y otros (2006) aportan pruebas convincentes de que el modelado es un mecanismo de apoyo esencial para los administradores de la NASA en la resolución de problemas aeronáuticos y la adopción de decisiones acerca de la seguridad y la construcción de futuras naves espaciales.

Uso limitado en la salud

La salud y los sistemas de atención de la salud son el resultado de complejas interacciones entre elementos polifacéticos (Oderkirk, Sassi, Cecchini y Astolfi, 2012). La salud está determinada en gran parte por las interacciones entre los entornos social, económico y físico que, en combinación con las características heredadas, afectan las exposiciones y los comportamientos. Por el contrario, el funcionamiento de los sistemas de atención de la salud se basa en cientos de servicios, cada uno de los cuales requiere una combinación intensificada de recursos aportados para funcionar. A un nivel superior, esos servicios están relacionados entre sí, y tienen que interactuar con un buen nivel de coordinación. Los cambios en la estructura demográfica y las características epidemiológicas de las enfermedades, así como las crecientes expectativas públicas, contribuyen a modificar con el transcurso del tiempo la manera como se prestan los servicios de salud, y de esa forma mantener dichas estructuras en un estado de transición constante.

Dadas estas circunstancias, el sector de la salud sería un candidato adecuado para el uso del modelado y la simulación computarizados como una herramienta útil para generar datos probatorios sólidos. Sin embargo, el modelado y la simulación han tenido una duración menor y un uso mucho más limitado en el campo de la salud en comparación con otros sectores.

El modelado se introdujo por primera vez en la atención de salud hace cerca de 30 años, pero sólo en fechas muy recientes ha comenzado a reconocerse la conclusión como un enfoque esencial de la planificación (Fone et al., 2003), como en la formulación de políticas en algunos países de la OCDE (Glied y Tilipman, 2010). Por otro lado, en comparación con otras disciplinas, el uso de la simulación en los establecimientos de salud se ha extendido mucho más lentamente. En una revisión llevada a cabo por Jun y otros en 1999 se observó que solamente ocho estudios de simulación realizados entre 1973 y 1977 consideraban tales establecimientos como dispensarios de salud y hospitales; lo mismo puede

decirse para tan solo 28 estudios realizados entre 1993 y 1997. Una investigación más reciente (Royston, 2005) encontró que el número de citas sobre el trabajo de modelado de simulación en el campo de la salud solo experimentó un aumento considerable a partir del año 2000.

Elevado potencial para el sector de la salud

En los últimos años se ha observado una creciente aceptación y un mayor uso de los modelos de simulación en el sector de la salud. Al mismo tiempo, un mayor número de responsables de formular las políticas han reconocido las ventajas de costo, tiempo y éticas del modelado de simulación con respecto a la experimentación directa. Para las organizaciones de salud con recursos limitados, el modelado puede ayudar a obtener datos probatorios de buena calidad, especialmente en intervenciones no relacionadas con la atención de salud (por ejemplo, los programas de prevención de la población general) en que dichas organizaciones son renuentes a invertir sin contar con información sólida sobre la eficacia y la costoeficacia. Además, el modelado puede reducir los costos y el tiempo necesarios para llevar a cabo ensayos clínicos aleatorios amplios.

Más específicamente, el modelado de simulación tiene otras tres ventajas clave. En primer lugar, las tecnologías de simulación permiten analizar y evaluar situaciones del tipo “¿qué pasaría si...?”. En términos prácticos, esto significa establecer una reproducción simulada del entorno y luego predecir los resultados probables obtenidos al cambiar cualquier parámetro aportado o al modificar el proceso del sistema en estudio. En otras palabras, el modelado nos permite formular, validar y poner en práctica nuevas ideas sin alterar los procesos de producción. Esto se hace manipulando un entorno que no es real (simulado) pero que imita (representa) el mundo real, con datos reales y sucesos reales. Los ejemplos de simulación presentados en la presente publicación aprovechan esta característica específica de los modelos. Tales ejemplos predicen lo que sucedería, por ejemplo, en una variedad de países si ejecutaran políticas innovadoras de prevención para abordar una dieta poco saludable, la falta de actividad física y otros factores de riesgo clave que están asociados con las enfermedades crónicas comunes.

Otra ventaja es que al agrupar información de diversas fuentes, el modelado de simulación puede ayudar a los encargados de adoptar las decisiones a evaluar y comparar los resultados de diferentes estrategias y a examinar las consecuencias de diferentes cambios en el sistema. Los ensayos clínicos aleatorios son y seguirán siendo beneficios para el proceso de probar la eficacia de una política o una intervención. Sin embargo, por sí solos pueden producir datos engañosos si sus resultados no se traducen en resultados que son apreciados por los pacientes y, en términos más generales, por la sociedad. Por ejemplo, supongamos que un ensayo clínico aleatorio llega a la conclusión de que una intervención reduce en un 50% la incidencia de una enfermedad relativamente rara mientras otro ensayo clínico aleatorio determina que una intervención distinta reduce en un 20% la incidencia de una enfermedad más común. Basándose en esos dos estudios, un responsable de formular las políticas no sabría qué intervención es la mejor inversión. El modelado de simulación permite sintetizar los datos obtenidos en los dos ensayos clínicos aleatorios y comparar las dos intervenciones sobre la misma base (por ejemplo, aumento de la esperanza de vida de

la población, número de defunciones evitadas, o costoeficacia de la intervención). De esta forma, los responsables de formular las políticas contarán con todos los datos pertinentes necesarios para tomar una decisión fundamentada.

Por último, el valor de un modelo reside no solo en los resultados que genera, sino también en su capacidad de mostrar las conexiones lógicas que existen entre los diferentes insumos (es decir, datos y supuestos) y también entre los insumos y los resultados (por ejemplo, consecuencias y costos). Por ejemplo, los modelos que simulan el funcionamiento de un sistema de atención de la salud podrían proporcionar nuevas apreciaciones sobre cómo los diferentes servicios de salud, desde la prevención al tratamiento y atención a largo plazo, interactúan entre sí. Un modelo de simulación elaborado para estudiar los efectos de ampliar una estrategia nacional de detección de una enfermedad crónica podría aclarar cómo los servicios de detección interactúan con los servicios curativos a lo largo de la vía clínica (por ejemplo, los servicios curativos de pacientes ambulatorios y enfermos hospitalizados). Dicho modelo también podría dilucidar cómo la ampliación del programa de detección puede afectar el uso y, en consecuencia, los recursos usados por los otros servicios de salud.

La elaboración de enfoques metodológicos nuevos y asequibles para generar datos de alta calidad es un reto crucial para la comunidad de la salud pública. Este documento es un ejemplo de cómo la OPS y la OCDE han unido sus fuerzas para ayudar a sus Estados Miembros a avanzar en esta cuestión fundamental.

Lista de referencias

1. Compton, P. J., Gholston, S. E., Hyatt, L. A., & Simmons, B. B. (2003). Benefits of modeling and simulation in implementing a shared component build strategy. *Systems Engineering*, 6(2), 63–75.
2. Dockery, G. D. (1998). Development and use of electromagnetic parabolic equation propagation models for U. S. Navy applications. *Johns Hopkins APL Technical Digest*, 19(3), 283-292.
3. Fone, D., Hollinghurst, S., Temple, M., Round, A., Lester, N., Weightman, A., ... & Palmer, S. (2003). Systematic review of the use and value of computer simulation modelling in population health and health care delivery. *Journal of Public Health*, 25(4), 325-335.
4. Glied, S. & Tilipman, N. (2010). Simulation modeling of health care policy. *Annual Review of Public Health*, 31, 439-455.
5. Gordon, S.C. (2001). Economics of simulation task force. In A. F. Sisti & D. A. Trevisani (Eds.), *Proceedings of SPIE: Vol. 4367. Enabling Technology for Simulation Science V* (pp. 281-287). doi:10.1117/12.440031
6. Jun, J. B., Jacobson, S. H., & Swisher, J. R. (1999). Application of discrete-event simulation in health care clinics: A survey. *Journal of the Operational Research Society*, 50, 109-123.
7. Mandelblatt, J. S., Fryback, D. G., Weinstein, M. C., Russell, L. B., Gold, M. R., & Hadorn, D. C. (1996). Assessing the effectiveness of health interventions. In M.R. Gold, J. E. Siegel, L B. Russell, & M. C. Weinstein (Eds.), *Cost-effectiveness in health and medicine* (pp. 135-175). New York: Oxford University Press.
8. Oderkirk, J., Sassi, F., Cecchini, M., & Astolfi, R. (2012). *Toward a new comprehensive international health and health care policy decision support tool*. Paris: Organisation for Economic Co-operation and Development.
9. Rabelo, L. C., Sepulveda, J., Compton, J., & Turner, R. (2006). Simulation of range safety for the NASA space shuttle. *Aircraft Engineering and Aerospace Technology*, 78(2), 98-106.
10. Robinson, S. (2002). Modes of simulation practice: Approaches to business and military simulation. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 10(8), 513-523.
11. Royston, G. (2005, September). *Modelling and simulation in health - Potential, achievement and challenge*. Paper presented at MASHnet launch day event, Warwick University Business School, Coventry, United Kingdom.

El modelo de prevención de enfermedades crónicas de la OCDE/OMS: herramienta para seleccionar estrategias efectivas y eficientes para prevenir las ENT

Michele Cecchini, Jeremy A Lauer y Franco Sassi

El valor del análisis de la rentabilidad en la prevención

Para determinar si las intervenciones preventivas aumentarán el bienestar social, hay que comparar sus costos y beneficios con las de otras líneas de acción. Cada vez más, la evaluación de la eficiencia distributiva de las intervenciones y los programas se basa en un análisis de la rentabilidad. En el análisis de la rentabilidad se trata de no asignar valores monetarios a los resultados en materia de salud; en cambio, se usan los años de vida ajustados en función de la calidad (AVAC), los años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD) o sencillamente los años de vida ganados (AVG) para expresar la medición de los resultados comunes en materia de salud. Sin embargo, el uso del análisis de la rentabilidad en el área de la prevención plantea varias dificultades. Las intervenciones preventivas de índole médica o de salud pública no se encuadran fácilmente en un marco amplio para asignar recursos de atención de salud a la par de las intervenciones curativas, de diagnóstico y paliativas. Eso se debe a la naturaleza un tanto incierta y a largo plazo de los resultados de las intervenciones preventivas, que las coloca en una liga propia y a menudo hace que los gobiernos (y, en verdad, las organizaciones de seguro de enfermedad) se sientan incómodos con el desvío de recursos de usos que tienen un rendimiento más inmediato y seguro, en particular en un sistema de atención de salud con recursos muy limitados donde ni siquiera se pueden financiar todas las intervenciones curativas que podrían efectuarse.

Cuando comienzan a surgir iniciativas para prevenir enfermedades, como mejorar las comidas escolares, en otros sectores que no son el de la salud o en dependencias del gobierno, el análisis de la rentabilidad es aún más problemático porque las mediciones de los resultados en los cuales normalmente se basa no permiten realizar comparaciones con intervenciones que compiten por los mismos recursos. Por ejemplo, si un programa de comidas escolares se financia con recursos del presupuesto para la educación, competirá con otras intervenciones educativas cuyos efectos generales difícilmente podrían expresarse en AVAC o en mortalidad evitada. Por consiguiente, el análisis de la rentabilidad puede formar parte de la evaluación de las políticas del gobierno con respecto a la prevención primaria de enfermedades, pero no será el único enfoque, ni el principal, en el proceso de evaluación. En vista de las grandes limitaciones de los fondos públicos, el punto de partida de toda evaluación de políticas de prevención debe ser una evaluación exhaustiva de las implicaciones financieras a largo plazo.

Estas implicaciones comprenden desde los costos estimados de la intervención (incluidos los costos externos de la recaudación de ingresos fiscales, en los casos en que corresponda) hasta los cambios en el gasto en atención de salud y en la productividad.

En el 2007, la OCDE inició un proyecto sobre la economía de la prevención de enfermedades crónicas (Sassi y Hurst, 2008; Sassi, Devaux, Cecchini y Rusticelli, 2009; Sassi, Devaux, Church, Cecchini y Borgonovi, 2009). El componente de modelado de la rentabilidad se está llevando a cabo en colaboración con la Organización Mundial de la Salud (OMS). El objetivo primordial de este componente es elaborar un modelo económico del impacto de las intervenciones para enfrentar el sobrepeso, la obesidad y los factores de riesgo asociados (alimentación muy poco saludable e inactividad física) a nivel de la población. El modelo de análisis económico, así como el modelo epidemiológico que lo sustenta, han sido concebidos de forma tal que puedan aplicarse ampliamente al mayor número posible de países. El modelo está usándose para evaluar una variedad de intervenciones en cuanto a su eficiencia y su efecto distributivo en distintas etapas de la vida y condiciones socioeconómicas. El propósito del trabajo de modelado es buscar medios eficientes y equitativos para mejorar la salud de la población mediante combinaciones apropiadas de prevención y tratamiento de enfermedades crónicas.

El enfoque WHO-CHOICE

Con el análisis de la rentabilidad se procura aprovechar de la mejor manera posible los escasos recursos para la salud. En la abundante y creciente bibliografía sobre el tema predomina la comparación de intervenciones dirigidas a una enfermedad, factor de riesgo o problema de salud particular, que suministra información pertinente a los directores de programas o a los profesionales que se ocupan de esa enfermedad en particular. En la práctica, sin embargo, los distintos grupos de autoridades normativas y profesionales necesitan cosas diferentes. Los gerentes de formularios de medicamentos de hospitales deben decidir de qué productos farmacéuticos de una vasta gama deben mantener reservas, teniendo en cuenta el presupuesto disponible. Los países donde la atención de salud se financia predominantemente con fondos públicos tienen que decidir qué tipo de productos farmacéuticos o tecnologías pueden financiarse o subsidiarse con fondos públicos. Todos los tipos de seguro de enfermedad (social, comunitario privado) deben seleccionar los servicios que se prestarán. Estos tipos de decisiones requieren una gama más amplia de información, con comparaciones de diferentes tipos de intervenciones en todo el sector de la salud, ya sea para las intervenciones que tengan como finalidad tratar la diabetes, reducir el riesgo de accidentes cerebrovasculares o hacer trasplantes de riñón. Este tipo de análisis puede denominarse “análisis de la rentabilidad sectorial”.

Aunque el número de estudios publicados sobre la rentabilidad es enorme, hay una serie de problemas prácticos al usarlos para tomar decisiones sectoriales (Hutubessy, Chisholm y Tann-Torres Edejer, 2003). El primero es que la mayoría de los estudios publicados adoptan un enfoque gradual, abordando preguntas tales como cuál es la mejor manera de asignar cambios pequeños (casi siempre aumentos) en los recursos o si una tecnología nueva es más eficaz en función del costo que la tecnología anterior que reemplazaría. El análisis tradicional no se ha usado para determinar si los recursos actuales para la salud se asignan de manera eficiente, a pesar de las pruebas de que, en muchos entornos, con los recursos actuales no se logra tanto como se podría (Tengs et al., 1995). Otro proble-

ma es que la mayoría de los estudios dependen mucho del contexto. La eficiencia de las inversiones adicionales en una intervención orientada a una enfermedad dada depende en parte del nivel y la calidad de la infraestructura sanitaria (incluidos los recursos humanos). Eso varía mucho de un entorno a otro y está relacionado con un tercer problema: que las intervenciones individuales casi siempre se evalúan de manera aislada, a pesar de que la eficacia y los costos de la mayoría de las intervenciones variarán si se están realizando otras intervenciones conexas o si es probable que se introduzcan más adelante.

Para responder a estas inquietudes, la OMS ha adoptado un enfoque más generalizado del análisis de la rentabilidad a fin de que los responsables de la política puedan evaluar la eficiencia de la combinación de intervenciones de salud actualmente disponibles y maximizar la posibilidad de generalizar los resultados en distintos entornos. Este análisis generalizado de la rentabilidad permite explorar todas las intervenciones y combinaciones gradualmente con respecto a un caso hipotético sin intervención (Murray, Evans, Acharya y Baltussen, 2000; Tan-Torres Edejer et al., 2003; véase también www.who.int/choice). Desde el punto de vista operacional, el caso hipotético sin intervención que se ha adoptado en los estudios aplicados es lo que sucedería con la salud de la población si se suspendieran todas las intervenciones de interés que están proporcionándose ahora.

La OMS ha realizado un análisis generalizado de la rentabilidad por medio del proyecto de selección de intervenciones rentables (WHO-CHOICE). En el contexto más amplio de este proyecto, se ha elaborado un modelo de microsimulación de prevención de enfermedades crónicas. El modelo epidemiológico de prevención de enfermedades crónicas puede simular la dinámica demográfica de los factores de riesgo de enfermedades crónicas seleccionadas relacionados con el modo de vida.

Muchas intervenciones de salud interactúan en cuanto a los costos o los efectos a nivel de la población, y se realizan intervenciones interrelacionadas en diferentes combinaciones y en diferentes entornos. Ni el efecto en la salud de intervenciones combinadas ni los costos de su realización conjunta son necesariamente aditivos. Para comprender si las intervenciones representan usos eficaces de los recursos independientemente o en combinación hay que determinar sus costos y sus efectos en la salud independientemente y en combinación. Solo entonces se podrán tener en cuenta las no linealidades en los costos y efectos.

El análisis generalizado de la rentabilidad procura aumentar al máximo la posibilidad de generalización en todos los entornos. La mayoría de los estudios de la rentabilidad se han realizado en países desarrollados, pero ni siquiera los países más ricos han podido evaluar el conjunto completo de las intervenciones necesarias para efectuar un análisis sectorial específicamente de su propio entorno. Por lo tanto, todos los países tienen que tomar prestados los resultados de estudios de costos o de la eficacia de otros entornos, pero eso es difícil porque la mayoría de los estudios publicados corresponden específicamente a un contexto particular. Para abordar esta necesidad, WHO-CHOICE presenta los resultados para 14 subregiones mundiales (es decir, conjuntos de países similares) y ha creado herramientas que permiten hacer análisis a nivel de país.

El análisis generalizado de la rentabilidad ahora se ha aplicado a una amplia gama de enfermedades específicas (entre ellas la malaria, la tuberculosis, el cáncer y trastornos

mentales), así como a factores de riesgo (por ejemplo, desnutrición infantil, comportamiento sexual peligroso, agua contaminada, higiene y saneamiento, hipertensión y tabaquismo) (véanse, por ejemplo, Chisholm, Rehm et al., 2004; Chisholm, Sanderson et al., 2004; Groot, Baltussen, Uyl-de Groot, Anderson y Hortobágyi, 2006; Murray, Lauer et al., 2003; Shibuya et al., 2003; y Organización Mundial de la Salud, 2002). Igual que todos los análisis de la rentabilidad, el análisis generalizado de la rentabilidad se centra en solo un resultado: la salud de la población. Hay muchos otros resultados posibles que le interesan a la gente, como las desigualdades en la salud, la capacidad de respuesta y la justicia del financiamiento (Murray y Evans, 2003). En consecuencia, los resultados del análisis generalizado de la rentabilidad no pueden usarse por sí solos para establecer prioridades sino que deben introducirse en el debate de las políticas a considerar junto con el impacto de diferentes combinaciones de políticas e intervenciones en otros resultados.

El modelo de prevención de enfermedades crónicas

En esta sección se muestran los métodos y los datos de entrada usados en el modelo de prevención de enfermedades crónicas para evaluar la eficiencia y el efecto distributivo de las intervenciones con objeto de prevenir enfermedades crónicas vinculadas a la alimentación poco saludable y los modos de vida sedentarios. Como parte del análisis se elaboró un modelo de microsimulación de los resultados en materia de salud surgidos de factores de riesgo relacionados con el modo de vida que normalmente están asociados con la obesidad. El modelo se describe en la sección siguiente y después se analizan los supuestos fundamentales en los cuales se basa. Hay más detalles acerca de la estructura y las características del modelo epidemiológico en otras fuentes (Cecchini et al., 2010; Sassi, Cecchini, Lauer y Chisholm, 2009).

El modelo epidemiológico

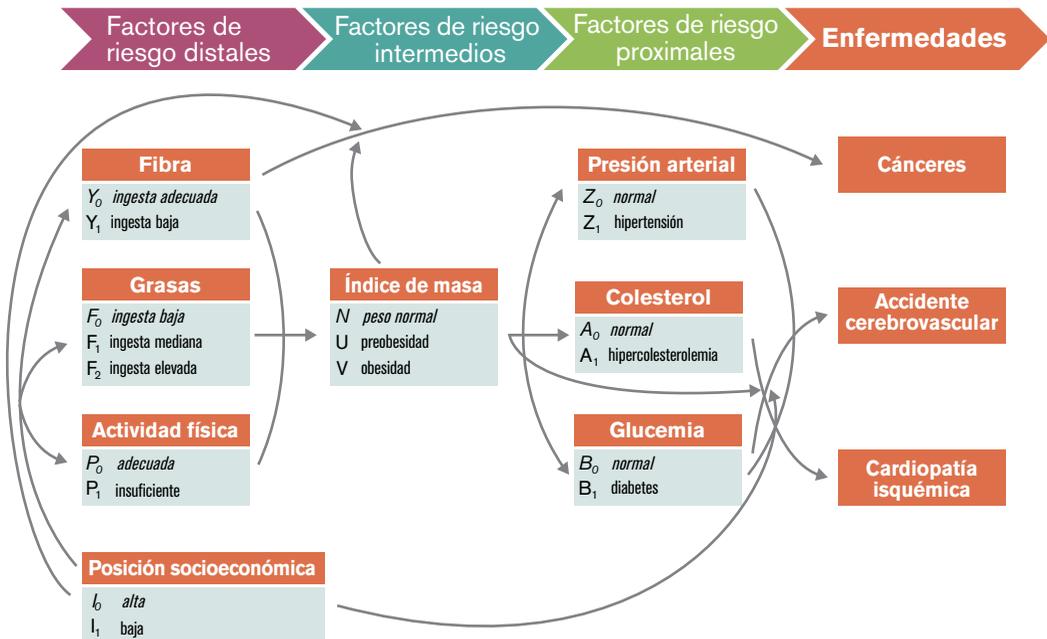
El modelo epidemiológico de prevención de enfermedades crónicas usado en el análisis económico toma como punto de partida una “trama causal” de factores de riesgo derivados del modo de vida que conducen a enfermedades crónicas seleccionadas en los adultos. El concepto de trama causal incluye la idea de que los factores de riesgo varían en cuanto a la inmediatez de su efecto en eventos de enfermedad: van de una exposición más distante (“factores de riesgo distales”), que están alejados varios pasos de los eventos de enfermedad en la cadena de causas, a una exposición más próxima (“factores de riesgo proximales”), que están conectados de una manera más inmediata a los eventos de enfermedad. El concepto de trama causal también incluye normalmente la posibilidad, que se aplica aquí también, de que algunos factores de riesgo influyan en otros. Por lo tanto, en una trama causal, los eventos de enfermedad son influenciados por factores de riesgo de forma tanto directa como indirecta. La definición de los factores de riesgo, así como de los umbrales para detectar a las personas en riesgo, se basa en gran medida en datos de la *Cuantificación Comparativa de los Riesgos de la Salud* (Ezzati, Lopez, Rodgers y Murray, 2004), publicada por la OMS.

El modelo de prevención de enfermedades crónicas (figura 1) abarca explícitamente tres grupos de enfermedades crónicas: accidente cerebrovascular, cardiopatías isquémicas y cáncer

(de pulmón, colorrectal y de mama). En el modelo, los factores de riesgo proximales, como la hipertensión, el colesterol alto y la glucemia alta, tienen una influencia directa en la probabilidad de tener estas enfermedades crónicas. Eso se debe al efecto de mecanismos fisiopatológicos conocidos. En cambio, los factores de riesgo distales, como el consumo de pocas frutas y hortalizas y de muchas grasas y la actividad física insuficiente, tienen una influencia indirecta en las enfermedades crónicas. El efecto indirecto es mediado por el índice de masa corporal (IMC), que actúa sobre los factores de riesgo proximales, así como directamente sobre eventos de enfermedad. El modelo tiene en cuenta la mortalidad por todas las causas y parte del supuesto de que la mortalidad asociada con enfermedades que no están incluidas explícitamente en el modelo permanece estable en las tasas observadas actualmente en las poblaciones pertinentes.

El modelo de prevención de enfermedades crónicas es un modelo de microsimulación estocástico. El término “microsimulación” se refiere al hecho de que el modelo representa la vida de muchas personas por separado. Las características emergentes de la población se obtienen “sumando” las historias individuales. El término “estocástico” se refiere al hecho de que el modelo emplea la variación aleatoria. Por ejemplo, se asigna aleatoriamente a las personas un estado relacionado con factores de riesgo, así como el tiempo que tardarán en sufrir eventos de enfermedad y mortalidad. El programa asegura que el número de personas con un estado dado relacionado con factores de riesgo, por ejemplo, se aproxime a la prevalencia observada del factor de riesgo en la población modelada a medida que el número de personas simuladas va aumentando. En el mismo sentido, el programa asegura que la tasa anual de enfermedad de la población simulada en el modelo coincida, en promedio, con las tasas de enfermedad observadas en la población modelada.

FIGURA 1. Estructura del modelo de prevención de enfermedades crónicas



Nota: Los estados escritos en letra *cursiva* se consideran como el estado de referencia (es decir, el riesgo relativo es igual a 1) en la evaluación de los riesgos relativos.

Modgen y el modelo de prevención de enfermedades crónicas

El modelo epidemiológico de prevención de enfermedades crónicas es un modelo de microsimulación estocástico capaz de simular la dinámica de la población. Se escribió en un precompilador C++ llamado Modgen (<http://www.statcan.gc.ca/eng/microsimulation/modgen/modgen>), lenguaje genérico “generador de modelos” creado por la Dirección General de Estadísticas de Canadá para el desarrollo y el uso de modelos de microsimulación. El modelo de prevención de enfermedades crónicas se basa en un modelo anterior de la salud del niño creado originalmente por la Dirección General de Estadísticas de Canadá sobre la base de un diseño proporcionado por la Organización Mundial de la Salud. Debido a que ese modelo de la salud del niño también se usó una versión de una trama causal, proporcionó un punto útil de partida para elaborar el modelo de prevención de enfermedades crónicas.

El modelo es dinámico en el sentido de que los efectos se miden en relación con la historia de vida individual, con puntos únicos de comienzo y fin en la cronología del modelo. Los efectos se manifiestan en forma de peligro (riesgo) de padecer enfermedades o estados relacionados con factores de riesgo. Por lo tanto, la estructura del modelo está diseñada intrínsecamente para manifestar efectos que dependen del tiempo. Al comienzo de la simulación, la población inicial del modelo reproduce, en un corte transversal, las características demográficas de la población modelada en un punto arbitrario en el tiempo. Normalmente, la posición inicial del modelo se fija de manera tal que corresponda al “momento actual” para la población de interés, aunque es posible usar otras situaciones. El modelo incorpora una representación completa de la edad, el período y la cohorte de la población simulada. Las variables características de la tabla de vida, como el tiempo de permanencia en diversos estados, pueden recopilarse y notificarse para medir los efectos en la salud o informar sobre otras características epidemiológicas de interés.

Alcance del modelo, supuestos fundamentales y limitaciones

Las situaciones hipotéticas actuales de prevención de enfermedades crónicas fueron ideadas para simular la dinámica de varias regiones del mundo y de países tales como Brasil, Canadá, China, la Federación de Rusia, Inglaterra, India, Italia, Japón, México y Sudáfrica. Su punto de partida común es el año 2000. La población se simula representando su distribución por sexo, edad (de 0 a 100 años) y clase social (alta o baja). Sin embargo, la clase social se ha usado solo para los análisis de las economías desarrolladas. Técnicamente es posible agregar más países o subregiones siempre que se cuente con los datos epidemiológicos necesarios. En la sección siguiente, sobre los parámetros del modelo y los datos necesarios, se proporciona orientación con respecto a los parámetros necesarios y algunas posibles fuentes de datos. Además de simular otros países, con los cambios apropiados, el modelo de prevención de enfermedades crónicas puede adaptarse para simular, con algunas salvedades, otros conjuntos de factores de riesgo y enfermedades crónicas.

Al igual que ocurre con cualquier trabajo analítico, los resultados dependen de varios supuestos. No obstante, todos los supuestos básicamente pueden modificarse para reflejar

mejor las características dependientes del contexto. A continuación se describen los supuestos del modelo:

- Hay una perspectiva temporal de 100 años para que todas las intervenciones puedan llegar a un “estado estacionario” y mostrar su pleno potencial en cuanto a su eficacia.
- Se supone que las intervenciones influyen en el comportamiento individual de acuerdo con los datos probatorios existentes mientras están efectuándose pero no surten efecto una vez concluidas, excepto por las intervenciones dirigidas a niños para influir en sus preferencias a largo plazo (intervenciones en la escuela, reglamentación y autorreglamentación de la publicidad de alimentos), que se supone que conservan 50% de su eficacia original una vez terminadas.
- De acuerdo con lo que se acostumbra hacer en la mayoría de los análisis de la rentabilidad, descontamos tanto los costos futuros como los efectos a una tasa de 3%.
- El impacto de las enfermedades consideradas en la discapacidad y la muerte prematura se expresa en años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD). No se usa la ponderación por edad.
- El impacto de las intervenciones en el gasto en salud corresponde solamente a las enfermedades y los factores de riesgo incluidos explícitamente en el modelo: hipertensión, hipercolesterolemia, diabetes (incluidas complicaciones graves tales como insuficiencia renal crónica, retinopatía y neuropatía), cáncer, cardiopatía isquémica y accidente cerebrovascular.

El enfoque de modelado es el medio más accesible para evaluar las intervenciones de salud que no se prestan a pruebas en entornos experimentales. Sin embargo, las ventajas ofrecidas por un modelo están asociadas inevitablemente con ciertas limitaciones. Entre los inconvenientes se encuentra la necesidad de combinar los datos de entrada provenientes de fuentes heterogéneas y la necesidad de expresar todas las relaciones entre factores de riesgo, enfermedades y resultados en materia de salud en una forma matemática, con simplificaciones obvias. Fue necesario simplificar aún más los supuestos debido a la naturaleza de los datos de entrada. En particular, se supuso que la eficacia de las intervenciones evaluadas en el modelo era constante en personas de diferentes edades, sexo y condiciones socioeconómicas. Debido a la falta de datos de seguimiento a largo plazo, fue necesario formular supuestos cruciales con respecto a los cambios en el comportamiento tras la conclusión de las intervenciones.

Parámetros del modelo y datos necesarios

Como ya se ha dicho, el modelo de prevención de enfermedades crónicas requiere una serie de datos epidemiológicos por sexo (hombres y mujeres), edad (de 0 a 100 años) y, en algunos casos, posición socioeconómica (alta o baja). Un primer grupo de parámetros permite al software modelar los cambios demográficos con el transcurso del tiempo, como la mortalidad, la fecundidad y la prevalencia de personas por sexo y edad.

Otro grupo de parámetros abarca aquellos que son pertinentes para las tres clases de factores de riesgo (distales, intermedios y proximales). En este grupo pueden distinguirse cuatro tipos de parámetros epidemiológicos: prevalencia, incidencia de casos nuevos, tasas de remisión y riesgos relativos. Los tres primeros reflejan las características epidemiológicas de la población en conjunto. Por ejemplo, la incidencia de preobesidad indica la fracción

de la población en general que se vuelve preobesa en un período dado. Los riesgos relativos, por otro lado, reflejan la probabilidad de que una persona pertenezca a una categoría de riesgo, dada la presencia de otro factor de riesgo específico, o la probabilidad de que alguien con un factor de riesgo dado pase al segmento siguiente de la trama, en comparación con alguien del mismo sexo y edad que no tenga ese factor de riesgo.

El último grupo de parámetros consiste en aquellos que son pertinentes para modelar las enfermedades. Al igual que en el caso anterior, comprende parámetros de prevalencia, tasas de incidencia, tasas de remisión y riesgos relativos, pero ahora hay otro parámetro llamado “riesgo de letalidad”, que corresponde al riesgo de morir debido a una enfermedad para las personas que tienen esa enfermedad. Los riesgos relativos relacionados con enfermedades pueden dividirse en tres categorías: riesgos relativos de letalidad, riesgos relativos de incidencia y riesgos relativos de remisión de la enfermedad. En el último caso, el valor se sitúa en la gama de 0 a 1, ya que la presencia de un factor de riesgo tiene un efecto negativo en la probabilidad de recuperarse de una enfermedad. Por ejemplo, las personas diabéticas tienen menores probabilidades de recuperarse de un accidente cerebrovascular que las personas que no tienen diabetes.

Como último grupo de parámetros, hay que especificar los valores que se asignarán a cada año de vida pasado con plena salud, con una enfermedad o con varias enfermedades. La asignación de valores ponderados a los años pasados en una situación que no es de plena salud permite incluir el impacto tanto cualitativo como cuantitativo de la enfermedad en la historia de vida.

En análisis anteriores, usamos las mejores fuentes de información posibles sobre la epidemiología de los factores de riesgo y las enfermedades crónicas para poblar el modelo de microsimulación. En el cuadro 1 se presenta una lista de referencias de los datos epidemiológicos (y de posibles fuentes para estos parámetros si no hay datos de los países) utilizada para adaptar el modelo de prevención de enfermedades crónicas al entorno propio de un país. En general, la mayoría de los datos utilizados provienen de conjuntos de datos de la OMS, mientras que los riesgos relativos se obtienen de publicaciones revisada por pares. Cuando no es posible encontrar datos de entrada de esta forma, los parámetros faltantes se calculan con el software DisMod II de la OMS (Barendregt, Van Oortmarsen, Vos y Murray, 2003) o se obtienen directamente de encuestas nacionales de salud. Al seleccionar los datos se deben observar dos criterios principales: 1) aumentar al máximo la representatividad de la población; y 2) utilizar datos obtenidos en un período homogéneo.

Análisis de los costos

A nivel conceptual, el beneficio de una intervención es el aumento del bienestar asociado con la mejora de la salud, mientras que el costo es la pérdida de bienestar asociada con el consumo no relacionado con la salud al cual se renuncia (debido a que los recursos se usan para la intervención). En consecuencia, los costos deben medirse desde la perspectiva de la sociedad en conjunto, a fin de comprender cuál es la mejor manera de usar los recursos independientemente de quién los paga o, de hecho, si se pagan. En términos prácticos, sin embargo, hay varios costos que son difíciles de cuantificar debido a la falta de los datos disponibles. Eso ocurre, por ejemplo, con los gastos realizados para tener acceso a servicios (por ejemplo, gastos de viaje) o los costos sufragados por cuidadores informales. El impacto de las intervenciones en el tiempo y los ingresos potenciales de los pacientes y los cuidadores no remunerados, o sea, el tiempo de trabajo perdido, es una cuestión desconcertante en el

CUADRO 1. Datos epidemiológicos básicos necesarios para adaptar el modelo de prevención de enfermedades crónicas al entorno de un país

Grupo de parámetros	Parámetros	Dimensiones	Posible fuente
Distribución de la población	Distribución de la población por clase social	Por sexo y edad	División de Estadísticas de las Naciones Unidas
	Peligro total de mortalidad	Por sexo y edad	Base de datos de mortalidad de la OMS
Factores de riesgo distales	Prevalencia de actividad física baja	Por sexo y edad	Encuesta mundial de salud
	Prevalencia de poco consumo de fibra	Por sexo y edad	Cuantificación comparativa de los riesgos para la salud, de la OMS
	Prevalencia de consumo elevado de grasas	Por sexo y edad	FAOSTAT
	Prevalencia de consumo mediano de grasas	Por sexo y edad	FAOSTAT
Factores de riesgo intermedios	Prevalencia de preobesidad	Por sexo y edad	InfoBase de la OMS
	Prevalencia de obesidad	Por sexo y edad	InfoBase de la OMS
Factores de riesgo proximales	Incidencia de diabetes	Por sexo y edad	DisMod II
	Prevalencia de diabetes	Por sexo y edad	Atlas de la Diabetes de la FID
	Incidencia de presión sistólica alta	Por sexo y edad	DisMod II
	Prevalencia de presión sistólica alta	Por sexo y edad	Cuantificación comparativa de los riesgos para la salud, de la OMS
	Incidencia de colesterol alto	Por sexo y edad	DisMod II
	Prevalencia de colesterol alto	Por sexo y edad	Cuantificación comparativa de los riesgos para la salud, de la OMS
	Enfermedades	Incidencia de cáncer	Por sexo y edad
Peligro de letalidad o tasa de mortalidad para el cáncer (cualquiera de los dos)		Por sexo y edad	Base de datos de mortalidad de la OMS
Incidencia de cardiopatía isquémica		Por sexo y edad	Carga global de la morbilidad, de la OMS
Peligro de letalidad o tasa de mortalidad para la cardiopatía isquémica (cualquiera de los dos)		Por sexo y edad	Carga global de la morbilidad, de la OMS
Incidencia de accidente cerebrovascular		Por sexo y edad	Carga global de la morbilidad, de la OMS
Peligro de letalidad o tasa de mortalidad para accidente cerebrovascular (cualquiera de los dos)		Por sexo y edad	Carga global de la morbilidad, de la OMS

análisis de la rentabilidad. Sin embargo, a menudo se lo pasa por alto por razones de ética, ya que su inclusión daría prioridad a la prolongación de la vida de las personas que ganan más. Por lo general, los impuestos internos tampoco se tienen en cuenta, ya que son sencillamente transferencias que no consumen un recurso físico, como capital o trabajo. Los fundamentos conceptuales y la determinación de los costos en la práctica, en un marco de análisis generalizado de la rentabilidad, se tratan de manera más pormenorizada en otras fuentes (Evans, Edejer, Adam y Lim, 2005; Tan-Torres Edejer et al., 2003).

Al realizar un análisis generalizado de la rentabilidad por medio del proyecto WHO-CHOICE, los costos se dividen en costos a nivel de paciente y costos a nivel de programa. Los costos a nivel de paciente se producen cuando un proveedor de servicios de salud (definido en un sentido amplio) efectúa la intervención en persona para un receptor; por ejemplo, suministro de medicamentos, consultas ambulatorias, hospitalizaciones y mensajes de educación sanitaria individuales. Los costos a nivel de programa comprenden todos los recursos necesarios para iniciar y mantener una intervención, como administración, publicidad, capacitación y entrega de suministros. Las intervenciones tales como la radiodifusión de mensajes de educación sanitaria implican en gran medida costos a nivel de programa, mientras que el tratamiento en centros de salud implica en gran medida costos a nivel de paciente. Los costos se elaboran por medio de un enfoque estandarizado de ingredientes, con el cual se cataloga información sobre las cantidades de insumos físicos necesarios y su costo unitario (es decir, los costos totales son las cantidades de insumos multiplicadas por los costos unitarios). Para los costos a nivel de programa, los insumos físicos (como recursos humanos, oficinas, vehículos, electricidad, otros servicios y una variedad de bienes consumibles) necesarios para introducir y administrar un programa se basan en estimaciones encargadas con este fin, realizadas por expertos en determinación de costos usando una plantilla estándar (Johns, Adam y Evans, 2006; Johns, Baltussen y Hutubessy, 2003). Estas estimaciones de los recursos constituyen un elemento fundamental para la estimación de los costos de las estrategias de intervención basadas en la población, tales como el control del tabaquismo y los programas de reducción del consumo de sal.

Para los costos a nivel de paciente, las cantidades se toman de diversas fuentes. En los casos en que había estudios publicados de los cuales pueden obtenerse estimaciones de la rentabilidad, se determinaron los recursos necesarios para asegurar el nivel observado de eficacia. En otros casos, se calcularon los recursos que implican las actividades descritas en las directrices de la OMS para el tratamiento. Como no siempre se pueden determinar las cantidades exactas de insumos primarios (recursos humanos, bienes consumibles) necesarios para los costos a nivel de paciente, ciertas cantidades y precios se calculan a un nivel intermedio para varios insumos, como los días de hospitalización en hospitales de diferentes niveles, las consultas ambulatorias y las visitas a centros de salud (Tan-Torres Edejer et al., 2003).

Los costos unitarios de cada insumo se obtuvieron por medio de una extensa búsqueda en obras inéditas y publicadas y en bases de datos, junto con consultas con expertos en determinación de costos. Para los productos que se comercian en el plano internacional, se usó el precio internacional más competitivo que se encontró. Por ejemplo, las estimaciones de los precios de los medicamentos se basaron en el precio medio de oferta publicado en la Guía Internacional de Indicadores de Precios de Medicamentos, aplicándosele un recargo para tener en cuenta los costos de transporte y distribución. En cuanto a los productos que se consiguen solo localmente (por ejemplo, recursos humanos y días de hospitalización), los costos unita-

rios varían mucho de un país a otro, aunque en comparaciones internacionales se encontraron esquemas similares en el costo de la enfermedad en varios países de la OCDE (Heijink, Noethen, Renaud, Koopmanschap y Polder, 2008). En consecuencia, se hicieron regresiones entre países, teniendo en cuenta principalmente el PIB del país y las características locales del suministro de atención de salud, usando los datos recopilados para estimar el costo promedio (con ajustes en concepto de utilización de la capacidad) para cada entorno (Adam y Evans, 2006; Adam, Evans y Murray, 2003).

Los costos se presentan en dólares internacionales, es decir, la paridad del poder adquisitivo del dólar (en vez de dólares de Estados Unidos), con el 2005 como año de referencia. Un dólar internacional tiene el mismo poder adquisitivo que el dólar de Estados Unidos en Estados Unidos y, por consiguiente, proporciona una base más apropiada para comparar los resultados de costos entre países o regiones del mundo. Los costos futuros se descuentan usando una tasa de descuento de 3%.

Modelado de intervenciones

Se ha empleado el modelo de prevención de enfermedades crónicas para evaluar una amplia gama de intervenciones aisladas y paquetes de prevención a fin de abordar los comportamientos relacionados con la obesidad (por ejemplo, inactividad física y alimentación poco saludable) y las enfermedades crónicas asociadas. La lista de políticas de prevención evaluadas abarca campañas mediáticas, intervenciones en la escuela, intervenciones en el lugar de trabajo, medidas fiscales, reglamentación de la publicidad de los alimentos dirigida a niños y etiquetado obligatorio de los alimentos. La elección, el diseño y la cuantificación de los posibles efectos generalmente se basan en un examen de los estudios acerca de la eficacia de las intervenciones para mejorar la alimentación y la actividad física.

El primer paso para modelar una intervención consiste en un amplio examen de la evidencia. Esto proporciona una base sólida para determinar las características y los efectos probables de las intervenciones evaluadas a nivel de la población en el modelo de prevención de enfermedades crónicas. En exámenes anteriores se encontró un número considerable de estudios en un área: intervenciones en la escuela. Por el contrario, se encontraron muchas menos pruebas científicas en otras áreas, como intervenciones en el lugar de trabajo, en el sector de atención de salud, en el entorno físico y el sistema de transporte, y en el medio social y económico en general.

Del cúmulo de pruebas científicas obtenidas, se da prioridad a los estudios que parecen ser particularmente fuertes debido al tamaño de la muestra, la duración del estudio y la robustez del diseño experimental. En los casos en que hay varios estudios homogéneos y comparables en relación con las mismas intervenciones (por ejemplo, en la escuela y en el lugar de trabajo), es aconsejable combinar los resultados usando los métodos de metanálisis para llegar a una cuantificación más robusta de la eficacia de las intervenciones.

En el modelo de prevención de enfermedades crónicas, la eficacia de las intervenciones se modela con respecto a tres dimensiones: 1) cobertura (es decir, proporción de la población cubierta por la intervención); 2) eficacia en lo que se refiere al cambio de comportamientos y factores de riesgo a nivel individual; y 3) tiempo que se tarda en alcanzar el estado estacionario. Los datos sobre las dos primeras dimensiones se obtienen de la bibliografía utilizando el

método descrito en los párrafos anteriores y explicado con más detalles en otras fuentes (Sassi, Cecchini et al., 2009). Por ejemplo, en el caso de las intervenciones en la escuela, los datos probatorios indican un mayor consumo de fruta y verduras y una disminución del consumo de grasas y del índice de masa corporal. Estos cambios se aplican a todos los niños cubiertos por la intervención (de 8 o 9 años de edad). La tercera dimensión (el tiempo que se tarda en alcanzar el estado estacionario) es un reflejo directo de los grupos etarios abarcados por la intervención. Durante el primer año de una intervención en la escuela (período 1), solo los niños de 8 y 9 años de edad están expuestos a la intervención. El año siguiente (período 2), la intervención abarcará a los niños de 8 y 9 años de edad (que tenían 7 y 8 años, respectivamente, en el período 1), mientras que los niños de 10 años (que tenían 9 años en el período 1) retendrán la mitad de la eficacia de la intervención. Se llega al estado estacionario cuando la intervención afecta a la mayor proporción posible de la población. Para la intervención en la escuela, eso sucede cuando los escolares que tenían 9 años de edad en el período 1 cumplen 100 años, es decir, 91 años después de la primera intervención. En el cuadro 2 se resumen los datos usados para modelar las intervenciones a fin de abordar las ENT (Enfermedades No Transmisibles) vinculadas a la obesidad y los hábitos nocivos conexos en el modelo de prevención de enfermedades crónicas.

Los costos de las intervenciones se evalúan usando el método estándar de los “ingredientes” de WHO-CHOICE descrito en la sección anterior sobre análisis de los costos. El costo total de una intervención se calcula como la suma de tres componentes: 1) el costo a nivel de meta (por ejemplo, horas de trabajo del personal de salud y equipo); 2) los costos del programa (por ejemplo, planificación y aplicación de la normativa a nivel central); y 3) los gastos en capacitación (es decir, formación del personal que realiza la intervención). Los datos sobre el consumo de recursos se obtienen directamente de los documentos fuente, mientras que el costo de cada componente estándar es proporcionado por la OMS en una serie de cuadros de precios de bienes y servicios locales (es decir, nacionales), a fin de que se puedan hacer comparaciones entre países. Los costos se expresan en dólares internacionales del 2005.

Resultados generados por el modelo de prevención de enfermedades crónicas

Usando los métodos y los datos descritos en las secciones anteriores, se ejecuta el modelo de prevención de enfermedades crónicas para computar los resultados en materia de salud y los gastos en atención de salud asociados a una situación hipotética de referencia que refleja las características epidemiológicas de los factores de riesgo pertinentes y las enfermedades crónicas de no mediar ninguna de las intervenciones preventivas que el investigador quiere evaluar. Luego se plantean esas situaciones con una intervención, y sus resultados en materia de salud y gastos en atención de salud se comparan con aquellos de la situación hipotética de referencia. Los resultados de tales comparaciones (o sea, la diferencia entre los resultados en materia de salud y los gastos en salud de la situación de referencia y los de la situación con una intervención) indican el efecto neto de la nueva política de prevención.

El modelo de prevención de enfermedades crónicas puede evaluar las políticas de prevención en lo que se refiere a los siguientes aspectos: 1) cambios en la prevalencia y la incidencia de los factores de riesgo considerados y las enfermedades crónicas; 2) resultados en materia de salud, expresados tanto en años de vida ganados como en años de vida ajustados en función de la calidad de vida; 3) costo de las intervenciones e impacto de las intervenciones en el gasto en salud; y 4) rentabilidad de las intervenciones en cuanto al costo por

CUADRO 2. Datos de entrada clave utilizados para modelar las intervenciones en el modelo de prevención de enfermedades crónicas

	Intervención en la escuela	Intervención en el lugar de trabajo	Campaña mediática	Medidas fiscales	Consejos del médico	Reglamentación de la publicidad de los alimentos	Etiquetado de los alimentos
Cobertura							
Gama de edades (años)	8-9	18-65	18+	0+	22-65	2-18	0+
Restricciones	Escolares solamente	Grandes empleadores	Ninguna	Ninguna	IMC ≥ 25 o colesterol o presión arterial altos o diabetes	Ninguna	Solo para los usuarios
Meta como porcentaje de la población	2,3%	5,8%	79,4%	100%	7,22%	19,7%	67,9%
Porcentaje de la población afectada en estado estacionario	91,3%	7,2%	79,4%	100%	9,71%	97,9%	67,9%
Eficacia a nivel individual							
Frutas y hortalizas (g/día)	+37,6	+45,6	+18,4	+8,6	-	-	+9,87
Grasas (porcentaje de la energía total proveniente de grasas)	-1,64	-2,2	-	-0,77	-1,6	0,39	-0,36
Proporción de la población físicamente activa	-	+11,9	+2,4	-	-	-	-
Índice de masa corporal (kg/m ²)	-0,2	-0,5	-	-	-0,83	-0,12 a -0,18	-0,02
Colesterol (mmol/l)	-	-	-	-	-0,12	-	-
Presión arterial sistólica (mmHg)	-	-	-	-	-2,3	-	-
Tiempo que se tarda en alcanzar el estado estacionario							
Duración de la intervención (años)	91	35	0	0	35	82	0

año de vida ganado y al costo por año de vida ajustados en función de la calidad de vida. Cada uno de estos resultados puede evaluarse en relación con la población modelada en conjunto o con subgrupos específicos. En particular, la versión actual del modelo de prevención de enfermedades crónicas puede utilizar cualquier combinación de las siguientes dimensiones: edad, grupos etarios y posición socioeconómica (si se han proporcionado los datos correspondientes). Por consiguiente, el modelo de prevención de enfermedades crónicas puede evaluar el efecto distributivo de una política de prevención considerada e incluso determinar si la política disminuiría o aumentaría las desigualdades en materia de salud entre los diferentes subgrupos de la población.

Del mismo modo que ocurre con otros modelos de análisis epidemiológicos y económicos, las estimaciones obtenidas por medio del modelo de prevención de enfermedades crónicas presentan incertidumbres en relación con varios factores, entre ellos la variabilidad y heterogeneidad de los parámetros de entrada, el seguimiento limitado en la evaluación de la eficacia de las políticas de prevención, las ponderaciones de la discapacidad basadas en la opinión de expertos en la Carga Mundial de Morbilidad (Murray y López, 1996) y los costos basados en listas ordinarias de los recursos necesarios obtenidas de protocolos de tratamientos y estudios experimentales. Además, el modelo de prevención de enfermedades crónicas genera estimaciones basadas en un proceso estocástico que consiste en simular un gran número de vidas individuales. A medida que el número de vidas va aumentando, las estimaciones del modelo tienden a converger en valores centrales. Para abordar adecuadamente estas posibles inquietudes, entre otras, se ha elaborado explícitamente el modelo de prevención de enfermedades crónicas a fin de posibilitar el análisis de sensibilidad de una sola dimensión o de varias dimensiones. Además de la variación sencilla de los parámetros, los análisis se integran con el análisis de sensibilidad probabilístico que emplea el software MCLeague de la OMS.

Estudio de caso: Eficacia y rentabilidad de las políticas de prevención de Brasil, Canadá y México

En esta sección se presentarán los posibles efectos que las intervenciones aisladas y una combinación de intervenciones para abordar factores de riesgo perjudiciales para la salud (por ejemplo, alimentación poco saludable e inactividad física, obesidad y factores de riesgo conexos) podrían tener en Brasil y México, de acuerdo con el modelo de prevención de enfermedades crónicas. Siguiendo los procedimientos descritos en la primera parte de este artículo, el modelado de esos resultados comenzó con la elaboración de un modelo de microsimulación (es decir, el modelo de prevención de enfermedades crónicas) que reproduce las características epidemiológicas de un país dado. El modelo reproduce tanto los principales factores de riesgo asociados a la obesidad (es decir, alimentación y nivel de actividad física) como ENT clave (por ejemplo, cáncer, diabetes y enfermedades cardiovasculares) causadas por tales factores de riesgo. Luego se usa la población simulada para evaluar los efectos a nivel de la población del conjunto de intervenciones de prevención enumeradas en el cuadro 2. En el cuadro 2 se indican también las principales características de cada intervención y su efecto a nivel individual (por ejemplo, la disminución prevista del consumo de grasas). En esta sección se presentan también los resultados correspondientes a Canadá, a fin de poner de relieve las semejanzas y diferencias entre los entornos con disimilitudes en el nivel de ingresos, la distribución de factores de riesgo, las características del sistema de salud y los costos.

Efectos de las intervenciones en la obesidad, la salud y la esperanza de vida

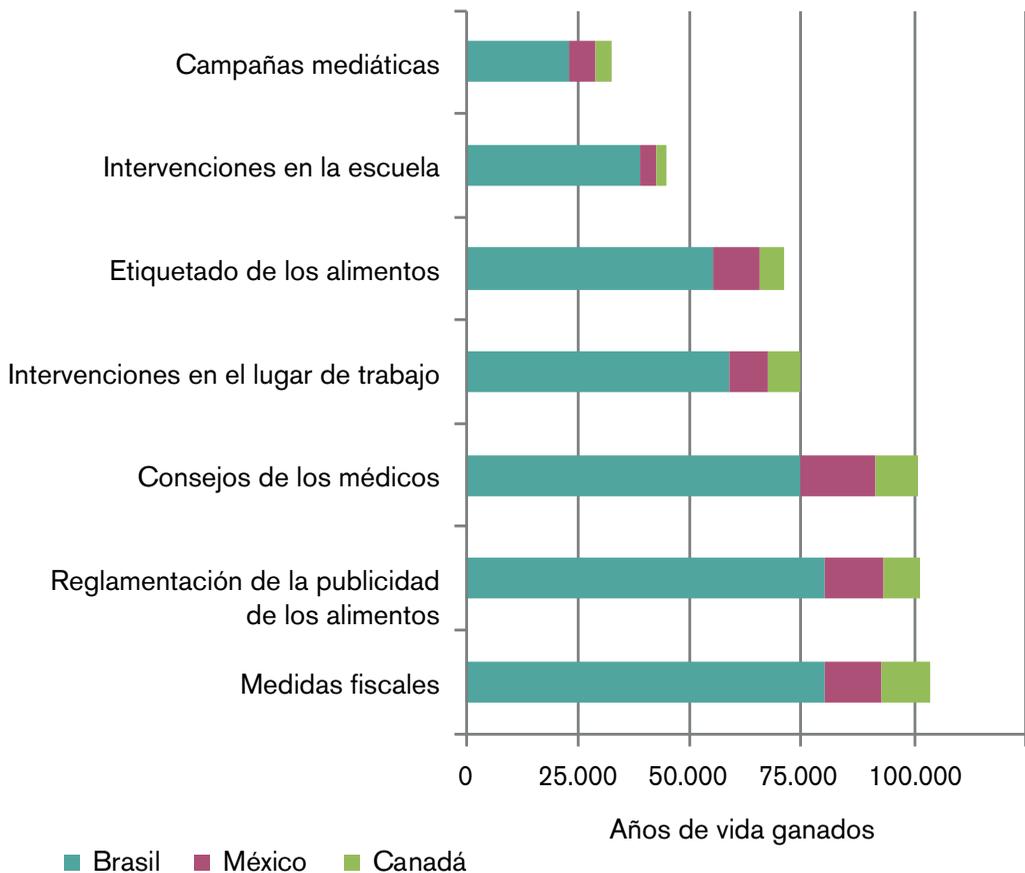
Las intervenciones para mejorar la alimentación y aumentar la actividad física pueden reducir las tasas de obesidad y disminuir la incidencia de cardiopatías isquémicas, accidentes cerebrovasculares y, en menor grado, por lo menos tres formas de cáncer. El impacto de las intervenciones en la morbilidad asociada a estas enfermedades crónicas generalmente es mayor que su efecto en la mortalidad. La prevención en muchos casos demora la aparición de enfermedades crónicas, en vez de prevenirlas por completo.

La intervención promedio por sí sola generaría una reducción del número de personas obesas del orden de 3% a 4% en Canadá y de 6% a 7% en Brasil, aunque la mayoría de las intervenciones (por ejemplo, campañas mediáticas e intervenciones en los lugares de trabajo y en la escuela) tendrían efectos mucho más pequeños. Esto puede parecer un logro moderado, pero de hecho medir los cambios en las tasas de obesidad es una manera bastante inadecuada de estimar el valor de tales intervenciones. Gracias a esas intervenciones, muchas más personas se benefician de la prevención que aquellas que en realidad cruzan el umbral que separa formalmente la obesidad de la no obesidad. La mejora del modo de vida y la pérdida de peso tendrán efectos beneficiosos para la salud independientemente de la categoría de IMC en la cual se clasifica una persona.

Los resultados que más importan al evaluar el impacto de la prevención son la mortalidad y la aparición de enfermedades crónicas o morbilidad. En consecuencia, los resultados en materia de salud se miden en este análisis en forma de años de vida ganados (AVG) con la prevención (lo cual refleja mejoras en la mortalidad) y años de vida ajustados en función de la discapacidad (AVAD). Estos resultados captan integralmente los efectos fundamentales de la prevención en la salud y la longevidad, aunque no llegan a reflejar algunos de los efectos más sutiles de una mejora del modo de vida en la calidad de vida, en particular en lo que se refiere al bienestar psicológico y el funcionamiento social.

El aumento anual promedio de los resultados en materia de salud para todas las intervenciones en comparación con la situación de referencia se muestra en la figura 2 (años de vida ganados) y en la figura 3 (años de vida ajustados en función de la discapacidad). Se presentan los resultados para toda la población de cada uno de los tres países. Con todas las intervenciones, el aumento de los años de vida ajustados en función de la discapacidad es mayor que los años de vida ganados. En la práctica, eso significa que las intervenciones son más eficaces para reducir la morbilidad (al retardar la aparición de enfermedades crónicas) que la mortalidad. En los tres países, los consejos proporcionados en el marco de la atención primaria son la intervención que redundan en mayores beneficios en lo que se refiere a años de vida ajustados en función de la discapacidad, mientras que, las medidas fiscales producen los mayores beneficios en cuanto a años de vida ganados. Por otro lado, las campañas mediáticas se clasifican en último lugar, con unos 26.000 años de vida ganados y alrededor de 37.000 años de vida ajustados en función de la discapacidad en los tres países estudiados. Brasil muestra sistemáticamente mejores resultados que los otros dos países. Por ejemplo, en el caso de las campañas mediáticas, la población brasileña se beneficiaría de un total de 18.200 AVG; México, de 4.800; y Canadá, de 2.900. Sin duda, este efecto es en parte atribuible al tamaño diferente de la población de los tres países.

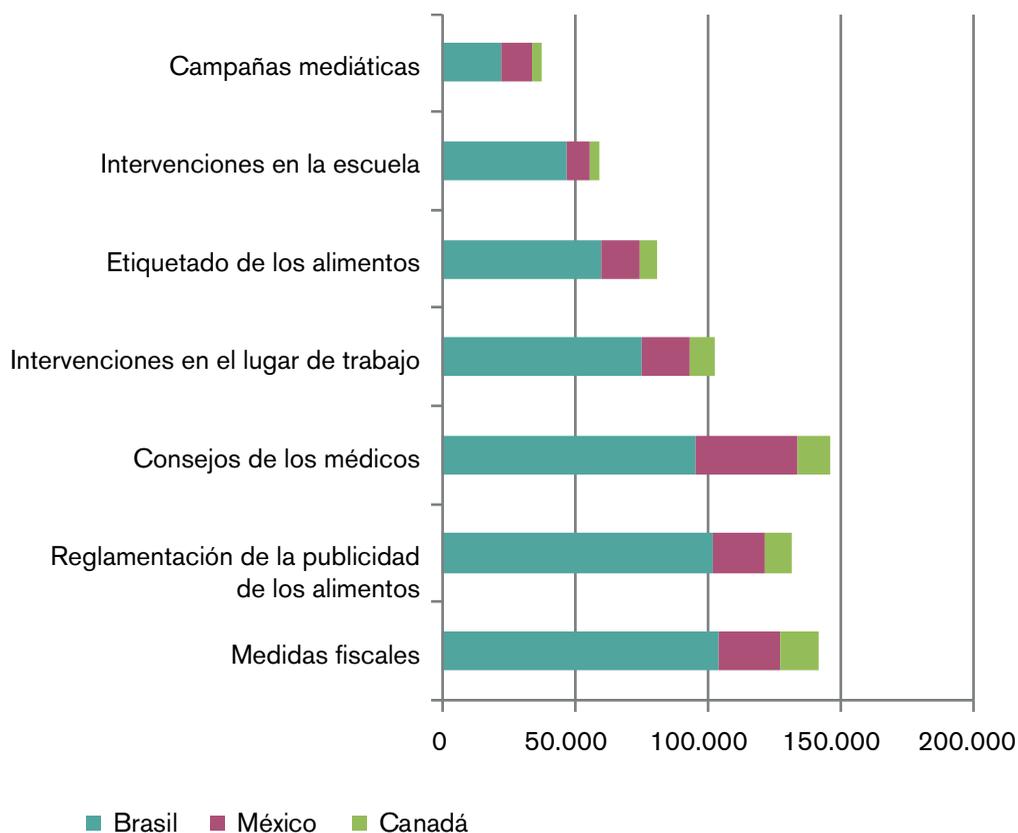
FIGURA 2. Resultados en materia de salud a nivel de la población (efectos promedio por año, en años de vida ganados) de las intervenciones en Brasil, México y Canadá



En las figuras 4 y 5 se presentan los beneficios en años de vida ganados y años de vida ajustados en función de la discapacidad, por edad, correspondientes a intervenciones en la escuela en Brasil y a consejos de los médicos en Canadá. Aunque tienen diferentes órdenes de magnitud, los esquemas son razonablemente similares para ambos países. Tal como se preveía, estas intervenciones en Brasil y Canadá no muestran casi ningún efecto en las personas menores de 40 años. Nuestro modelo incorpora las enfermedades crónicas que afectan normalmente a personas de edad madura o a los ancianos. Por consiguiente, aunque algunas intervenciones reducen la prevalencia de factores de riesgo intermedios (es decir, IMC) y proximales (por ejemplo, hipertensión) en los jóvenes, los efectos en las enfermedades no se ven de inmediato. Eso se debe a que los factores de riesgo necesitan tiempo para causar la enfermedad y, de todas maneras, la incidencia de las enfermedades es tan baja que el efecto no es apreciable.

Las figuras 4 y 5 son dos ejemplos de esquemas muy similares, con los mayores beneficios en los AVAD en el grupo de 41 a 80 años y con más años de vida ganados en el grupo de 81 a 100 años. Estos esquemas se observan sistemáticamente con todas las intervenciones y países estudiados (no se muestran los resultados). Esto se debe a la naturaleza de las enfermedades crónicas, que en general siguen un curso lento hasta llegar a la muerte, y a

FIGURA 3. Resultados en materia de salud a nivel de la población (efectos promedio por año, en años de vida ajustados en función de la discapacidad) de las intervenciones en Brasil, México y Canadá



los efectos de las intervenciones preventivas que retrasan la aparición de enfermedades. En consecuencia, en el grupo de 41 a 80 años, la disminución de casos nuevos produce un beneficio mayor en los años de vida ajustados en función de la discapacidad (es decir, sin enfermedades crónicas). A medida que la población envejece, la incidencia de las enfermedades aumenta y, en consecuencia, el efecto en los años de vida ajustados en función de la discapacidad disminuye. Al mismo tiempo, en la situación sin intervenciones, las personas que ahora tienen 80 años de edad y que enfermaron cuando eran más jóvenes comienzan a morir, pero en la situación con una intervención recién comienzan a enfermar. En consecuencia, hay un aumento en los años de vida ganados y una disminución relativa de los años de vida ajustados en función de la discapacidad.

La figura 6 muestra la eficacia acumulativa de diversas intervenciones con el transcurso del tiempo en el contexto específico de México. El eje vertical muestra el número de años de vida ajustados en función de la discapacidad y el eje horizontal muestra la cronología de nuestro análisis. Los años de vida ajustados en función de la discapacidad se descuentan a una tasa de 3%. Los consejos proporcionados en el marco de la atención primaria son, con mucho, la intervención más eficaz. Las otras dos intervenciones que mejores resultados producen, es decir, las medidas fiscales y las intervenciones en el lugar de trabajo, tienen en conjunto un efecto total

FIGURA 4. Resultados en materia de salud de las intervenciones en la escuela en el Brasil (efectos promedio por año en años de vida ganados y años de vida ajustados en función de la discapacidad) a nivel de la población, por grupo etario.

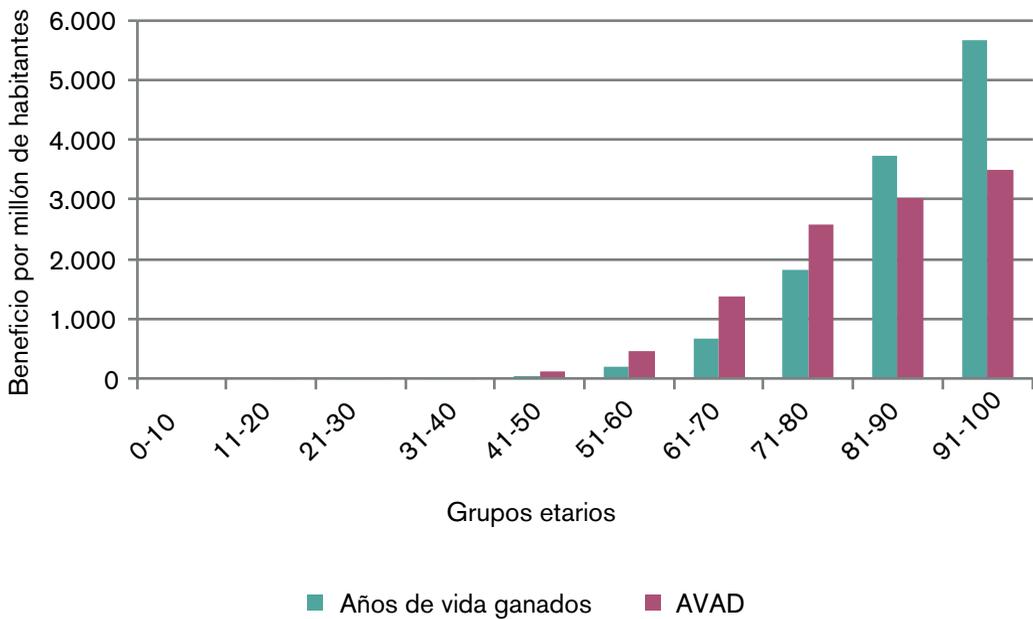


FIGURA 5. Resultados en materia de salud de los consejos de los médicos en Canadá (efectos promedio por año, en años de vida ganados y años de vida ajustados en función de la discapacidad) a nivel de la población, por grupo etario.

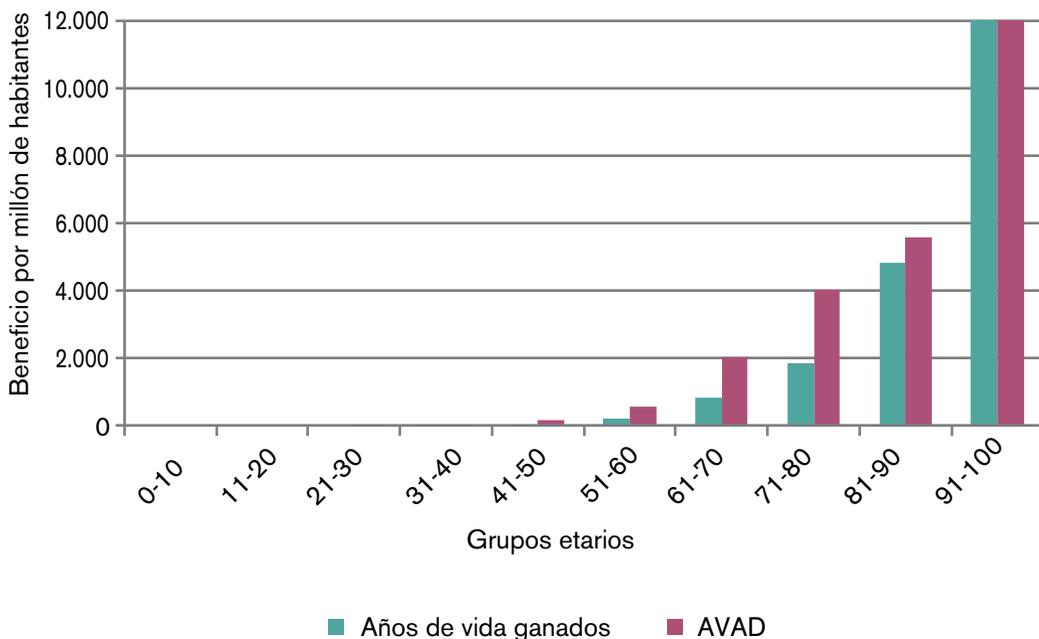
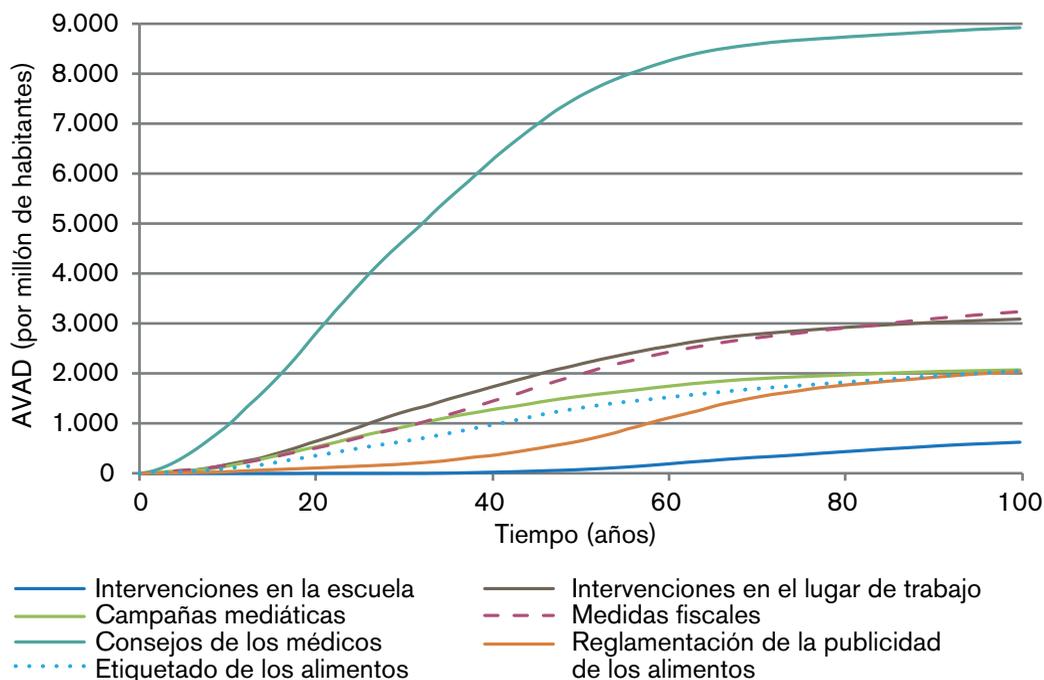


FIGURA 6. Años de vida acumulativos ajustados en función de la discapacidad (AVAD) preservados con el transcurso del tiempo en México con diversas intervenciones.



que es casi un tercio menor que el de los consejos de los médicos. El etiquetado de los alimentos, las campañas mediáticas y la reglamentación de la publicidad de los alimentos presentan una eficacia acumulativa similar a la larga, pero, durante los primeros años de la simulación, las campañas mediáticas y el etiquetado de los alimentos tienen un impacto mayor. Tal como se señaló en relación con figuras anteriores, las intervenciones dirigidas a los niños (es decir, intervenciones en la escuela y reglamentación de la publicidad de los alimentos) producen resultados significativos solo al cabo de unos 40 o 50 años.

Costo de las intervenciones e impacto en el gasto en salud

La prevención produce varios efectos que a veces ejercen una influencia recíproca y son difíciles de predecir. Por ejemplo, ciertas formas de prevención pueden reducir sustancialmente los gastos futuros en atención de salud, pero a menudo eso no ocurrirá. La prevención puede reducir las tasas de letalidad asociadas con ciertas enfermedades crónicas y prolongar la vida con esas enfermedades, lo cual podría aumentar el gasto general en atención de salud a la larga. Las personas que viven más tiempo como resultado de la prevención también padecerán enfermedades diferentes de aquellas a las cuales están dirigidas las intervenciones de prevención, lo cual podría requerir tratamiento y aumentar el gasto en salud.

Las intervenciones preventivas evaluadas en este análisis reflejan una amplia gama de enfoques y se basan en entornos diversos. Los costos asociados con esas intervenciones pueden surgir en diferentes campos. Algunos de los costos se pagan normalmente como parte del gasto público (por ejemplo, los costos asociados con las medidas normativas) y otros no (por ejemplo, la mayoría de los costos asociados con intervenciones en el lugar

de trabajo). Algunos de los costos surgen dentro del sector de la salud (por ejemplo, los gastos en atención de salud) y otros se dan en otros sectores de la intervención del gobierno (por ejemplo, la mayoría de los costos asociados con las intervenciones en la escuela).

Las figuras 7, 8 y 9 presentan el impacto económico per cápita anual promedio de las intervenciones en Canadá, México y Brasil, respectivamente. El promedio abarca un período de 100 años. Las cifras muestran tanto los costos de las intervenciones como sus efectos en el gasto en salud. Todas las intervenciones, excepto la reglamentación de la publicidad de los alimentos en México y Canadá, reducen los gastos en salud correspondientes a los trastornos comprendido explícitamente en el modelo (cáncer, cardiopatía isquémica, accidente cerebrovascular, diabetes, colesterol alto y presión arterial sistólica alta). Los efectos en el gasto se indican con un signo menos en la parte inferior de cada figura. Los costos presentados en las figuras 7, 8 y 9 se expresan en paridad del poder adquisitivo del dólar de Estados Unidos (PPA\$).

Los consejos de los médicos son, sistemáticamente en todos países, la intervención más costosa, con costos anuales per cápita previstos de cerca de PPA\$ 7,73 en Canadá, PPA\$ 9,32 en México y PPA\$ 1,70 en Brasil. Por el contrario, la reglamentación de la publicidad es la intervención menos costosa, situándose en PPA\$ 0,51 en Canadá, PPA\$ 0,19 en México y PPA\$ 0,04 en Brasil por persona al año.

Las medidas fiscales generan sistemáticamente reducciones del gasto en salud que compensan con creces los costos de la intervención. A nivel de la población, cabe prever que las medidas fiscales redunden en un ahorro anual de cerca de PPA\$ 54,1 millones en Canadá, PPA\$

FIGURA 7. Efectos económicos (PPA\$) a nivel de la población (efectos promedio per cápita al año durante un período de 100 años) de las intervenciones en Canadá.

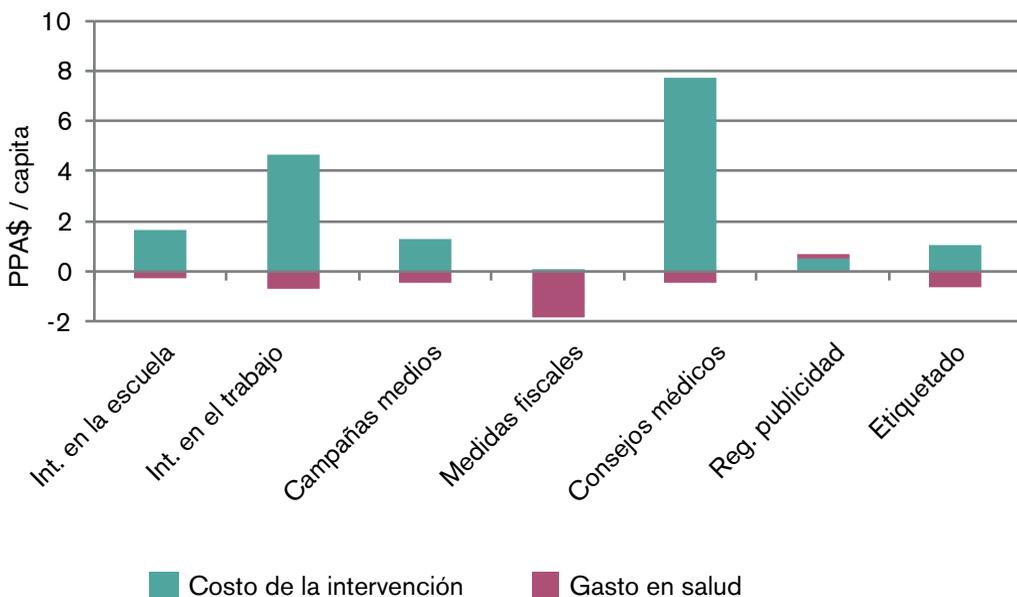


FIGURA 8. Efectos económicos (PPA\$) a nivel de la población (efectos promedio per cápita al año durante un período de 100 años) de las intervenciones en México.

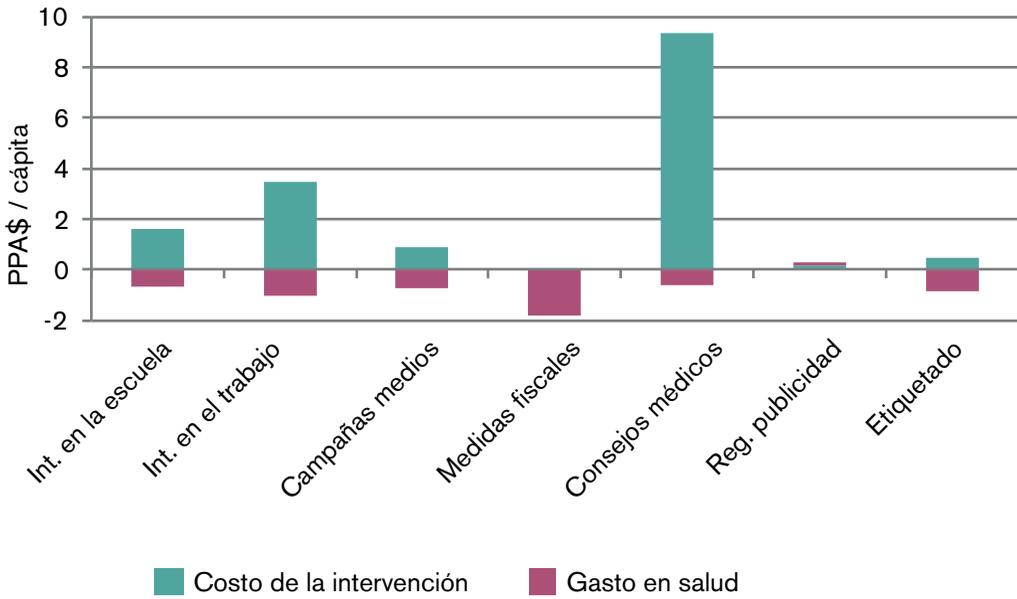
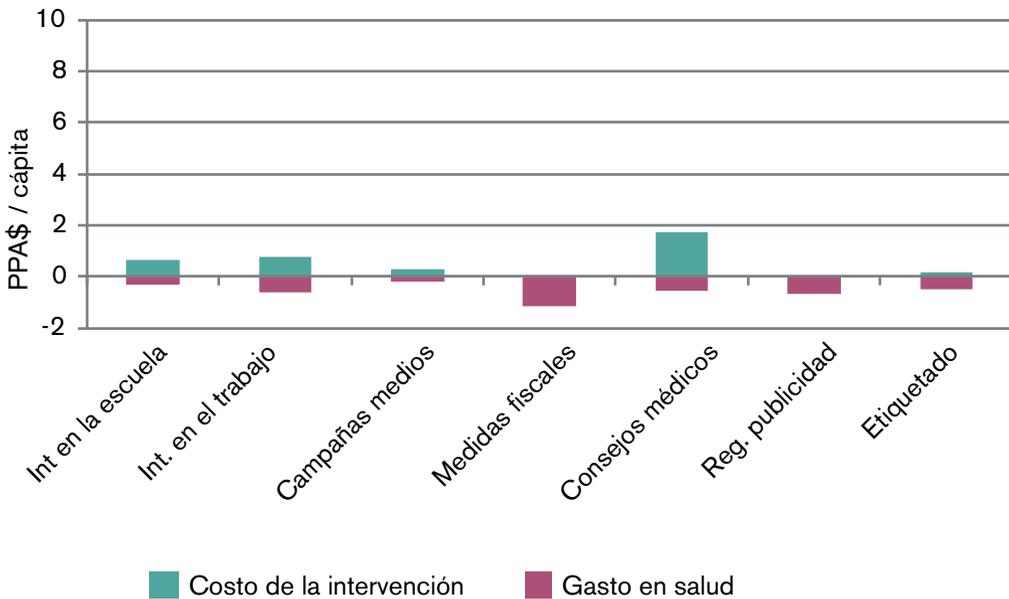


FIGURA 9. Efectos económicos (PPA\$) a nivel de la población (efectos promedio per cápita al año durante un período de 100 años) de las intervenciones en Brasil.



189 millones en México y PPA\$ 211 millones en Brasil. Además, en Brasil y México, pero no en Canadá, el etiquetado de los alimentos también produciría ahorros netos.

Las figuras 10 y 11 muestran lo que se podría ahorrar con las intervenciones, por grupo etario. Del mismo modo que en el caso de las figuras 4 y 5, se seleccionaron las intervenciones en la escuela en Brasil y los consejos de los médicos en Canadá como ejemplos. En general, las intervenciones generan ahorros en la mayoría de los grupos etarios, tal como lo indican los valores negativos en la parte inferior de cada figura. Sin embargo, las intervenciones se vuelven sistemáticamente más costosas en los grupos de mayor edad que en el punto de comparación. La principal causa de esto es la mayor esperanza de vida de la población. El número de personas y, en consecuencia, el número de personas con una enfermedad es mayor en la situación con una intervención. En consecuencia, los costos del tratamiento de las personas con enfermedades también aumentan. Es importante destacar que los costos que se presentan en las figuras 10 y 11 reflejan recursos de la atención de salud dedicados al tratamiento de las enfermedades y factores de riesgo explícitamente incluidos en el modelo. Si se hubiera usado una definición más amplia de gastos en atención de salud, que abarcara el tratamiento de todas las enfermedades, es posible que el ahorro general hubiera sido más pequeño.

Evaluación de la rentabilidad de las intervenciones

En los primeros 20 a 30 años de su ejecución, las razones de rentabilidad de algunas de las intervenciones examinadas son extremadamente altas. En general, la escala del impacto de las intervenciones aisladas se ve limitada por las dificultades para llegar a una proporción mayor de la población nacional. Esto se debe a que la intervención está dirigida solo a ciertos grupos etarios (en cuyo caso se puede tardar muchos años hasta que gran parte de la población esté expuesta a la intervención) o a que las tasas de cumplimiento son bajas (como ocurre normalmente con varias de las intervenciones examinadas, sobre la base de la evidencia).

Las figuras 12 y 13 muestran, en relación con Brasil y México, respectivamente, las razones de rentabilidad de cada una de las intervenciones preventivas en diferentes momentos durante los 100 años de la simulación. Las figuras 12 y 13 solo muestran las intervenciones que tienen una razón de rentabilidad positiva (es decir, las intervenciones que no generan ahorros en los costos). O sea, las intervenciones mostradas mejoran la calidad de vida (es decir, aumentan los AVAD) de la población a un costo neto por AVAD igual a lo que se muestra en las figuras 12 y 13. Las intervenciones que generan ahorros en los costos tienen una razón de rentabilidad negativa, y su razón de rentabilidad cae por debajo del eje horizontal. Tanto los costos como la eficacia se descuentan a una tasa de 3%.

El etiquetado de los alimentos, las campañas mediáticas y la reglamentación de la publicidad de los alimentos parecen tener razones de rentabilidad favorables desde los primeros años de ejecución. El etiquetado de los alimentos, en particular, genera ahorros en los costos a mediano plazo. Las tres intervenciones se caracterizan por un costo de ejecución relativamente pequeño y por efectos que influyen en una gran proporción de la población. Otro grupo de intervenciones, entre ellas los consejos de los médicos y las intervenciones en los lugares de trabajo, alcanzan una rentabilidad de PPA\$ 20.000 al cabo de 50 años en México y de 10 años en Brasil, aproximadamente, tras su ejecución inicial. Las intervenciones en la escuela necesitan alrededor de 60 años en Brasil para alcanzar valores similares. Las medidas fiscales generan ahorros netos poco después de su ejecución.

FIGURA 10. Efectos de las intervenciones en la escuela en Brasil en los gastos en atención de salud, por grupo etario (efectos promedio per cápita al año, en PPA\$).

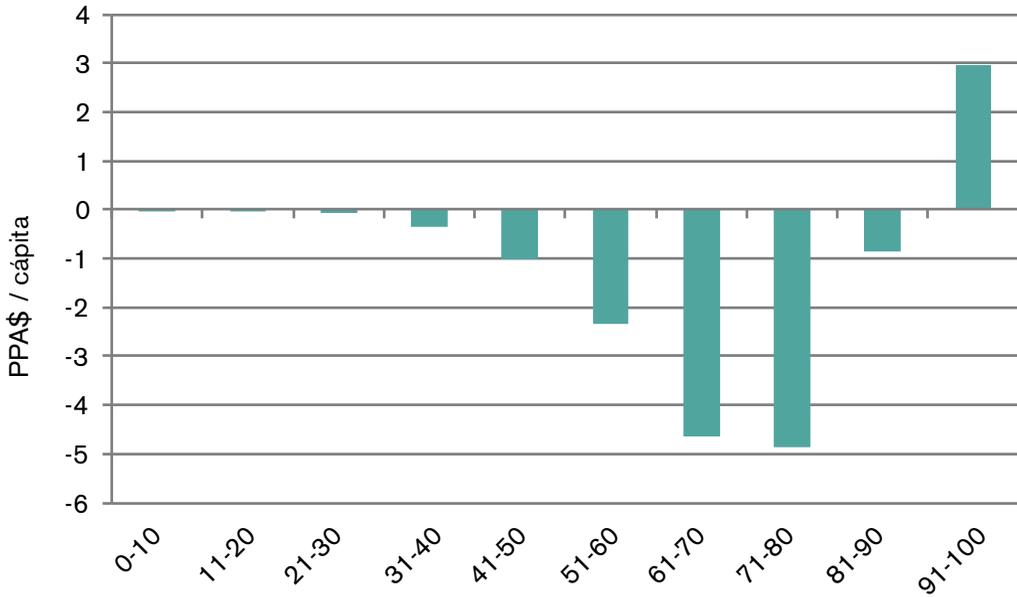


FIGURA 11. Efectos de los consejos de los médicos en Canadá en los gastos en atención de salud, por grupo etario (efectos promedio per cápita al año, en PPA\$).

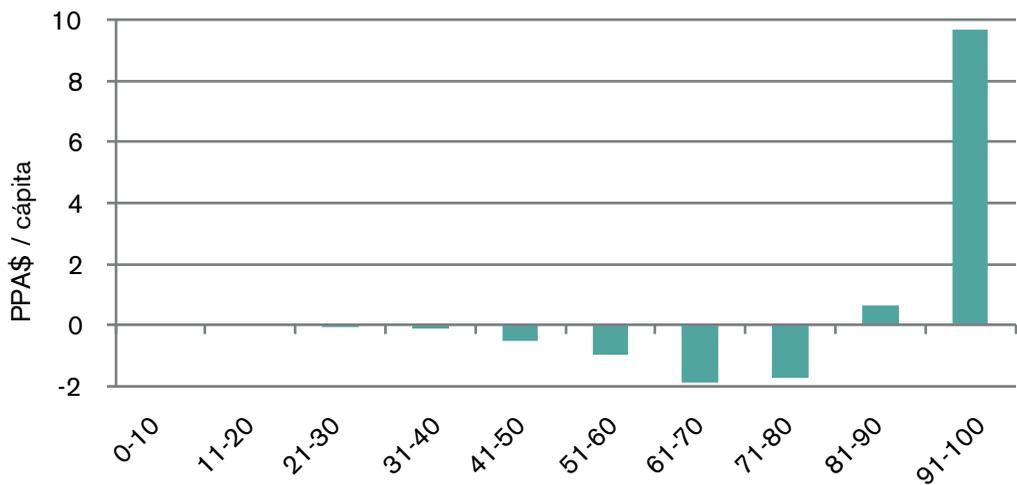
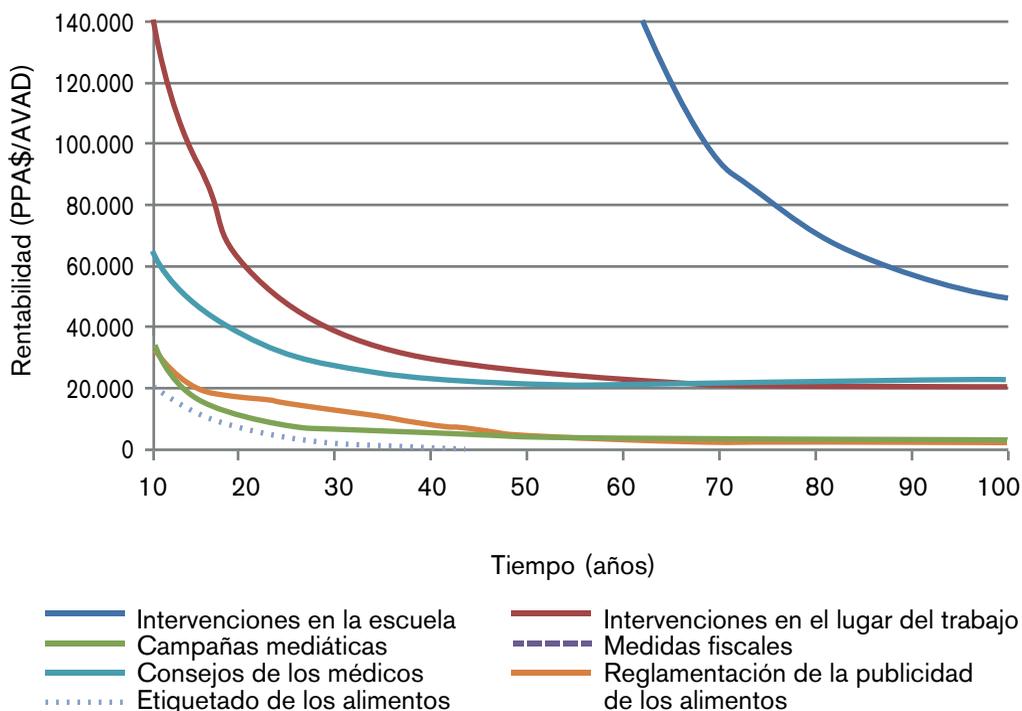


FIGURA 12. Rentabilidad de las intervenciones con el transcurso del tiempo en Brasil, en PPA\$, por año de vida ajustado en función de la discapacidad.

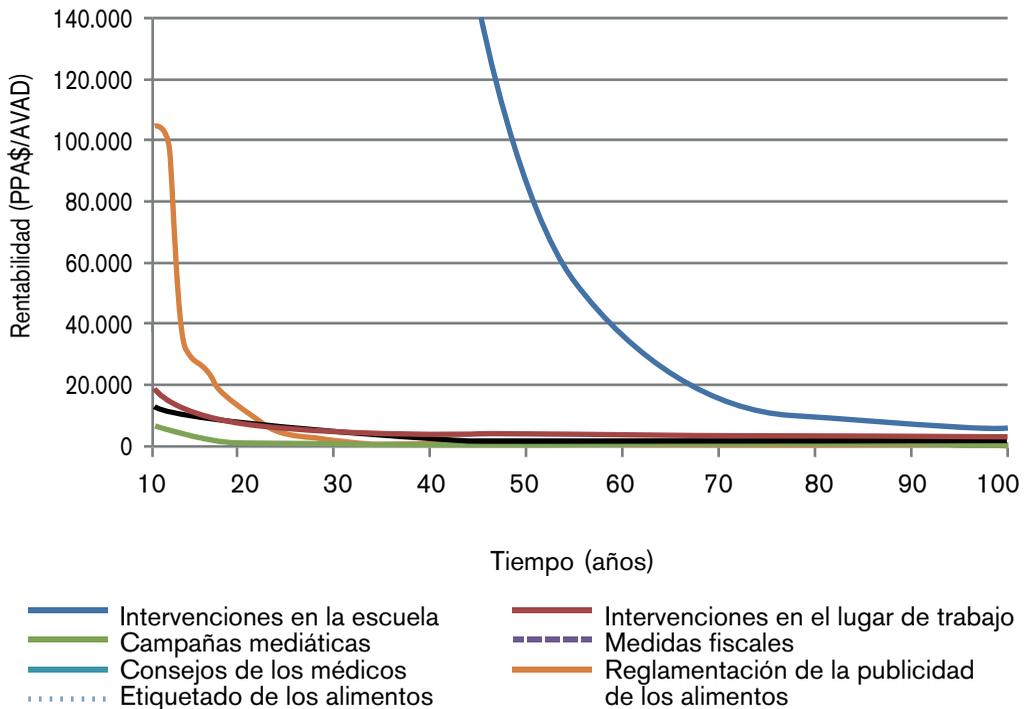


Estrategias que abarcan varias intervenciones

Si los datos probatorios de la eficacia de las intervenciones aisladas no son abundantes, los datos probatorios de la eficacia combinada de varias intervenciones ejecutadas simultáneamente son prácticamente inexistentes. Es difícil predecir si con combinaciones de intervenciones se crearían sinergias que se traducirían en un efecto general mayor que la suma de intervenciones aisladas. Lo contrario podría ser cierto, con la adición de intervenciones a una estrategia de prevención que genere rendimientos incrementales decrecientes. Sin embargo, puede usarse un modelo de microsimulación como la prevención de enfermedades crónicas para evaluar por lo menos algunos de los efectos que cabe esperar de la combinación de varias intervenciones en una estrategia de prevención dirigida a diferentes grupos de la población. Para los grupos expuestos a más de una intervención al mismo tiempo, se necesita un supuesto con respecto al efecto combinado de las intervenciones. El supuesto utilizado en este análisis es un supuesto prudencial: que el efecto general de las intervenciones es menos que aditivo en relación con los efectos de las intervenciones aisladas.

En el caso de México y Canadá, exploramos el posible impacto de una combinación de cinco medidas: intervenciones reglamentarias de etiquetado obligatorio de los alimentos y autorreglamentación de la industria de la publicidad de los alimentos dirigida a los niños, programas de promoción de la salud en el lugar de trabajo y en la escuela, y orientación intensiva de personas en riesgo en el marco de la atención primaria. Esta combinación de

FIGURA 13. Rentabilidad de las intervenciones con el transcurso del tiempo en México, en PPA\$, por año de vida ajustado en función de la discapacidad.



intervenciones proporciona una cobertura equilibrada de diferentes grupos etarios (niños y adultos) y usa tanto la reglamentación como los métodos de promoción de la salud. Además, está dirigida a las personas de alto riesgo con una intervención más focalizada que en análisis anteriores se comprobó que es particularmente eficaz.

En el caso de Brasil, el paquete propuesto de medidas prevención consiste en intervenciones a nivel de la población, con campañas mediáticas, medidas fiscales, reglamentación de la publicidad de los alimentos y el cumplimiento de las normas relativas al etiquetado de los alimentos. El paquete tiene un costo de PPA\$ 0,40 per cápita al año.

La figura 14 muestra los resultados promedio anuales en materia de salud de las estrategias basadas en varias intervenciones en los tres países.

La figura 15 muestra el impacto previsto del paquete de intervenciones de prevención en Brasil, en lo que se refiere a los gastos netos acumulativos correspondientes al paquete durante un período de 30 años, con los costos y los ahorros futuros descontados a una tasa de 3%. El paquete de prevención requiere una primera fase de cinco años en los cuales los costos de ejecución son mayores que los ahorros producidos en los gastos en salud. Sin embargo, después de esa primera fase el ahorro es mayor que los costos de ejecución. En un período de 10 años, el paquete de prevención se paga por sí solo y la reducción del gasto total en atención de salud continúa posteriormente.

FIGURA 14. Resultados en materia de salud de las estrategias basadas en varias intervenciones en Canadá, México y Brasil (efecto promedio al año, en AVAD y en años de vida ganados).

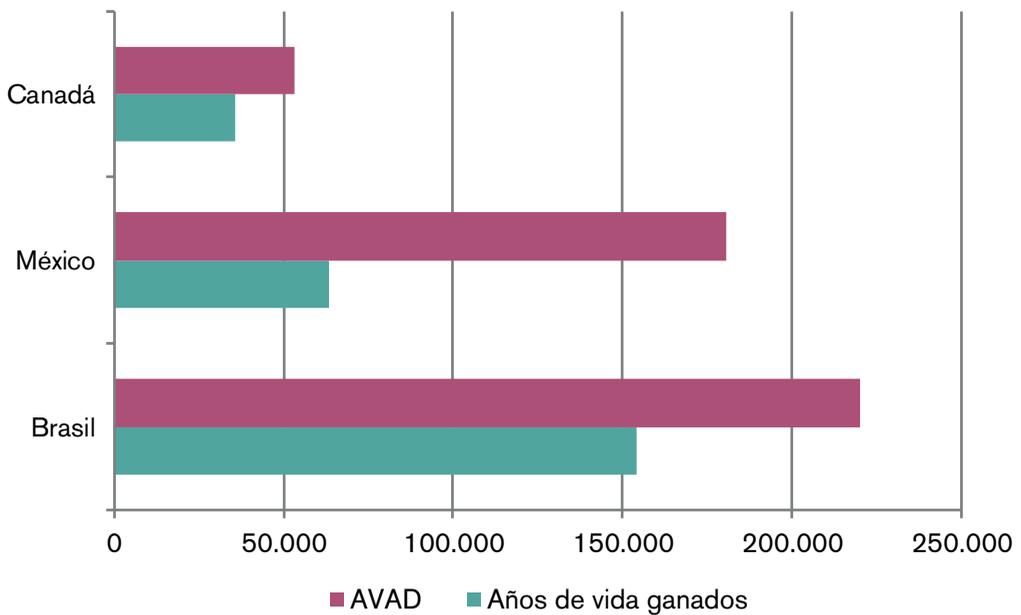
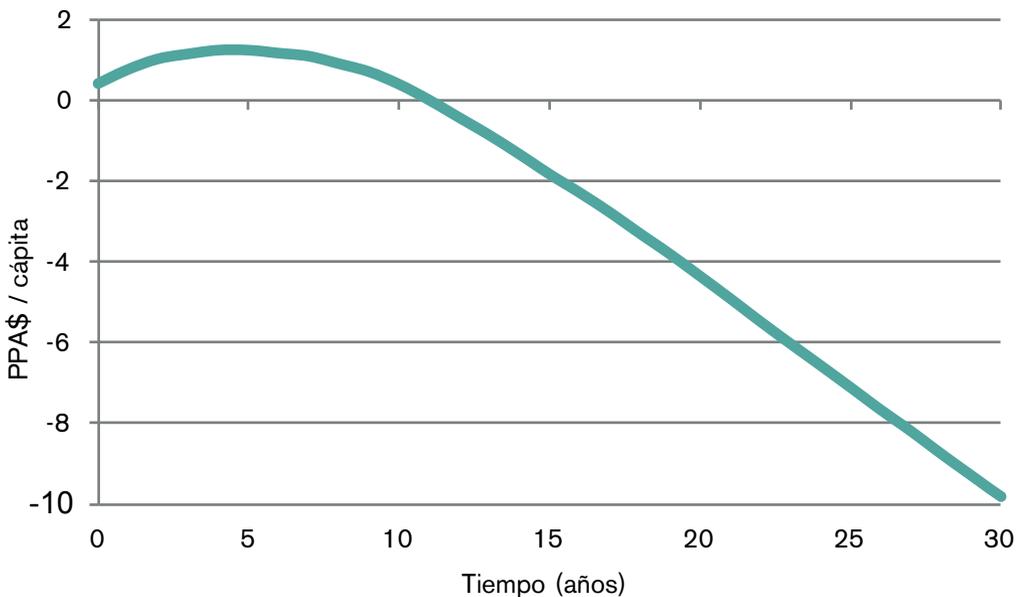


FIGURA 15. Gastos acumulativos en salud (PPA\$ per cápita) correspondientes a un paquete de prevención basado en varias intervenciones en Brasil durante un periodo de 30 años.



Los resultados presentados en este capítulo son el resultado de una extensa labor analítica, encaminada a reunir los mejores datos probatorios sobre las características epidemiológicas de los factores de riesgo y las enfermedades crónicas en los tres países pertinentes junto con los mejores datos probatorios de la eficacia de las intervenciones preventivas. Los análisis se hicieron con un modelo de microsimulación dinámica, el modelo de prevención de enfermedades crónicas, que simula la dinámica demográfica de factores de riesgo basados en el modo de vida (como una alimentación poco saludable y la inactividad física) de enfermedades crónicas seleccionadas. Los efectos sanitarios y económicos de las intervenciones aisladas son considerables, pero en términos generales son relativamente limitados en comparación con la carga total de las ENT en Brasil, Canadá y México. Sin embargo, cuando las intervenciones aisladas se agrupan en estrategias basadas en varias intervenciones, el impacto general mejora notablemente. Por ejemplo, en el caso de Brasil, una estrategia basada en varias intervenciones se pagaría por sí sola en un período de 10 años, tras lo cual el gasto en atención de salud seguiría disminuyendo. Las intervenciones con los perfiles de rentabilidad más favorables (por ejemplo, medidas fiscales y etiquetado de los alimentos) están fuera del sector de la atención de salud y pueden contribuir mucho a la salud de la población sin colocar una carga adicional en los sistemas de atención de salud.

DESCARGO DE RESPONSABILIDAD: Este capítulo se basa en el documento de trabajo sobre la salud, de la OCDE, titulado “Improving Lifestyles, Tackling Obesity: The Health and Economic Impact of Prevention Strategies” [Cómo mejorar los modos de vida y enfrentar la obesidad: Los efectos sanitarios y económicos de las estrategias de prevención]. Las opiniones vertidas y los argumentos empleados en el presente capítulo son exclusivamente de los autores y no reflejan necesariamente los criterios oficiales de la OCDE o sus países miembros.

Lista de referencias

1. Adam, T., and Evans, D. B. (2006). Determinants of variation in the cost of inpatient stays versus outpatient visits in hospitals: A multi-country analysis. *Social Science and Medicine*, 63(7), 1700-1710.
2. Adam, T., Evans, D. B., and Murray, C. J. (2003). Econometric estimation of country-specific hospital costs. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 1(1), 3.
3. Barendregt, J. J., Van Oortmarsen, G. J., Vos, T., and Murray, C. J. (2003). A generic model for the assessment of disease epidemiology: The computational basis of DisMod II. *Population Health Metrics*, 1(1), 4.
4. Cecchini, M., Sassi, F., Lauer, J. A., Lee, Y. Y., Guajardo-Barron, V., and Chisholm, D. (2010). Tackling of unhealthy diets, physical inactivity, and obesity: Health effects and cost-effectiveness. *The Lancet*, 376(9754), 1775-1784
5. Chisholm, D., Rehm, J., Van Ommeren, M., and Monteiro, M. (2004). Reducing the global burden of hazardous alcohol use: a comparative cost-effectiveness analysis. *Journal of Studies on Alcohol*, 65(6), 782-793.
6. Chisholm, D., Sanderson, K., Ayuso-Mateos, J. L., and Saxena, S. (2004). Reducing the global burden of depression: Population-level analysis of intervention cost-effectiveness in 14 world regions. *The British Journal of Psychiatry*, 184(5), 393-403.
7. Evans, D. B., Edejer, T. T., Adam, T., and Lim, S. S. (2005). Methods to assess the costs and health effects of interventions for improving health in developing countries. *British Medical Journal (Clinical Research Ed.)*, 331(7525), 1137-1140.
8. Ezzati, M., Lopez, A., Rodgers, A., and Murray, C. (Eds.). (2004). *Comparative quantification of health risk: Global and regional burden of diseases attributable to selected major risk factors*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
9. Groot, M. T., Baltussen, R., Uyl-de Groot, C. A., Anderson, B. O., and Hortobágyi, G. N. (2006). Costs and health effects of breast cancer interventions in epidemiologically different regions of Africa, North America, and Asia. *The Breast Journal*, 12(s1), S81-S90.
10. Heijink, R., Noethen, M., Renaud, T., Koopmanschap, M., and Polder, J. (2008). Cost of illness: An international comparison: Australia, Canada, France, Germany and the Netherlands. *Health Policy*, 88(1), 49-61.
11. Hutubessy, R., Chisholm, D., and Tann-Torres Edejer, T. (2003). Generalized cost-effectiveness analysis for national-level priority-setting in the health sector. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 1(1), 8. <http://www.resource-allocation.com/content/1/1/8>.
12. Johns, B., Adam, T., and Evans, D. B. (2006). Enhancing the comparability of costing methods: cross-country variability in the prices of non-traded inputs to health programmes. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 4(1), 8.
13. Johns, B., Baltussen, R., and Hutubessy, R. (2003). Programme costs in the economic evaluation of health interventions. *Cost Effectiveness and Resource Allocation*, 1(1), 1.
14. Murray, C. L., and Evans, D. B. (2003). Health Systems Performance Assessment: Goals, Framework and Overview. En C. L. Murray y D. B. Evans (editores.), *Health system performance assessment: Debates, methods and empiricism* (pp.

3-18). Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

15. Murray, C., Evans, D., Acharya, A., and Baltussen, R. (2000). Development of WHO guidelines on generalized cost-effectiveness analysis. *Health Economics*, 9(3), 235-251.
16. Murray, C. L., Lauer, J. A., Hutubessy, R. W., Niessen, L., Tomijima, N., Rodgers, A., and Evans, D. B. (2003b). Effectiveness and costs of interventions to lower systolic blood pressure and cholesterol: A global and regional analysis on reduction of cardiovascular-disease risk. *Lancet*, 361(9359), 717-725.
17. Murray, C. L. and Lopez, A. D. (1996). *Global burden of disease: A comprehensive assessment of mortality and disability from diseases, injuries, and risk factors in 1990 and projected to 2020*. (Global Burden of Disease and Injury Series). Cambridge: Harvard University Press.
18. Sassi, F., Cecchini, M., Lauer, J., and Chisholm, D. (2009). Improving lifestyles, tackling obesity: the health and economic impact of prevention strategies (OECD Health Working Papers, No. 48). París, Francia: OECD Publishing.
19. Sassi, F., Devaux, M., Cecchini, M., and Rusticelli, E. (2009). The obesity epidemic: analysis of past and projected future trends in selected OECD countries (OECD Health Working Papers, No. 45). París, Francia: OECD Publishing.
20. Sassi, F., Devaux, M., Church, J., Cecchini, M., and Borgonovi, F. (2009). Education and obesity in four OECD countries (OECD Health Working Papers, No. 46). París, Francia: OECD Publishing.
21. Sassi, F., and Hurst, J. (2008). The prevention of lifestyle-related chronic diseases: an economic framework. (OECD Health Working Papers, No. 32). París, Francia: OECD Publishing.
22. Shibuya, K., Ciecierski, C., Guindon, E., Bettcher, D. W., Evans, D. B., and Murray, C. J. (2003). WHO Framework Convention on Tobacco Control: Development of an evidence based global public health treaty. *British Medical Journal*, 327(7407), 154.
23. Tann-Torres Edejer, T., Baltussen, R., Adam, T., Hutubessy, R. C. W., Acharya, A., Evans, D. B., and Murray, C. J. L. (2003). *Making choices in health: WHO guide to cost-effectiveness analysis*. Ginebra: Organización Mundial de la Salud.
24. Tengs, T. O., Adams, M. E., Pliskin, J. S., Safran, D. G., Siegel, J. E., Weinstein, M. C., and Graham, J. D. (1995). Five-hundred life-saving interventions and their cost-effectiveness. *Risk Analysis*, 15(3), 369-390.
25. World Health Organization (2002). Some strategies to reduce risk. En World Health Organization (editores). *World health report 2002: Reducing risks, promoting health life* (pp. 101-144). Ginebra: Organización Mundial de la Salud.

Estimación de los efectos macroeconómicos con el modelo computacional de equilibrio general

Kakali Mukhopadhyay y Paul J. Thomassin

Hay muchas formas de proyectar los efectos que pueden tener las políticas sanitarias y económicas, y también hay muchas maneras de clasificar y organizar los diversos métodos de modelización. Una forma de clasificar los modelos de política es considerar la unidad de análisis en la cual se centran: personas (“modelos micro”), grupos (“modelos basados en componentes”) o la comunidad en su totalidad (“modelos de nivel macro”). Dentro del grupo de modelos macroeconómicos hay una categoría denominada “modelos computables de equilibrio general”. Estos modelos proyectan las tendencias futuras del gasto en el contexto de la economía global (Oderkirk, Sassi, Cecchini y Astolfi, 2012).

En los dos últimos decenios, la elaboración de modelos computables de equilibrio general se ha convertido en una herramienta aceptada del análisis económico empírico. Recientemente, los adelantos en la calibración de modelos, la disponibilidad de datos y la informática han reducido el costo del análisis de políticas basado en modelos computables de equilibrio general. Estos modelos son de uso generalizado porque combinan la teoría económica y la investigación de política aplicada (Lofgren, Harris y Robinson, 2002).

Se han elaborado modelos computables de equilibrio general que son walrasianos y multisectoriales pero que también incorporan macrovariables y mecanismos para lograr un equilibrio entre los agregados. Estos modelos dependen del marco de cuentas sociales y la matriz de contabilidad social para captar información sobre los ingresos nacionales y el producto, así como información sobre entradas y salidas. El advenimiento de estos modelos ha intensificado el estudio de la conciliación de las perspectivas macroeconómicas y multisectoriales.

Un modelo computable de equilibrio general de uso generalizado es el modelo del Proyecto de análisis del comercio mundial (GTAP) (<http://www.gtap.agecon.purdue.edu/models/current.asp>), en el cual se usan múltiples productos y varios países para facilitar el análisis de todos los sectores de la economía. El modelo del GTAP funciona junto con la base de datos del GTAP, que es una base de datos mundial de buena calidad, internamente uniforme, con revisores externos. El modelo del GTAP recurre a un conjunto de cuentas económicas para cada país o región, con vínculos detallados entre las industrias. El uso de un modelo computable de equilibrio general mundial como el GTAP permite captar las interacciones entre regiones y sectores en un marco plenamente uniforme.

Si bien el modelo del GTAP se ha usado con mayor frecuencia para estudiar el comercio internacional bilateral, también se ha aplicado en muchos otros campos (véase el recuadro 1), entre

ellos la salud. Por ejemplo, con el modelo del GTAP pueden estimarse los efectos macroeconómicos de las enfermedades no transmisibles (ENT) en una economía particular y en otras economías del mundo (Mukhopadhyay y Thomassin, 2015). En los dos estudios de casos que se presentan más adelante en este capítulo, que corresponden a Canadá, se examina el impacto macroeconómico de una alimentación saludable y el efecto de las ENT relacionadas con la nutrición en el ausentismo de los trabajadores y la productividad laboral.

Recuadro 1. Modelo del GTAP usado en múltiples campos

Son numerosos los estudios que usan el método del GTAP. A continuación se presenta una lista de muchas de las esferas en las que se ha aplicado el modelo, junto con citas de ejemplos de investigaciones.

Integración económica y acuerdos comerciales regionales: Fukase y Martín, 1999; Nakajima, 2002; Organización de Comercio Exterior del Japón, 2003; Cheong, 2003; Cheong, 2005; Lee y Park, 2005; Igawa y Kim, 2005; Park, 2006; Jensen, Baltzer, Babula y Frandsen, 2007; Thierfelder, Robinson y McDonald, 2007; Strutt y Rae, 2007; Kinnman y Lodefalk, 2008; Antimiani, Mitaritonna, Salvatici y Santuccio, 2008; Lochindaratn, 2008; Mukhopadhyay y Thomassin, 2008; Mukhopadhyay y Thomassin, 2010; Gumilang, Mukhopadhyay y Thomassin, 2011.

Pobreza: Evans, 2001; Gilbert, 2007; Gerard y Piketty, 2007; Go y Quijada, 2012.

Migración: Walmsley, 2002; Winters, Walmsley, Wang y Grynberg, 2003; Walmsley y Winters, 2005; Walmsley, Winters, Ahmed y Parsons, 2007; Walmsley, Ahmed y Parsons, 2009; Aguiar y Walmsley, 2010.

Cambios tecnológicos: Meiji y Tongeren, 1999; Burniaux y Lee, 2003; Klopper, 2008; Schmitz, Dietrich, Lotze-Campen, Moleta y Popp, 2010; Vitoria, 2012.

Mercados de trabajo: Ahmed, 2007; Valin y Mitaritonna, 2007; Stone y Bottini, 2012.

Envejecimiento de la población: Oyamada, Someya e Itakura, 2012; McDonald, 2012.

Cambio climático: Roson, 2003; Calzadilla, Rehdanz, Betts, Falloon, Wiltshire y Tol, 2010; Truong, 2010; Rose, Golub, Hertel y Sohngen, 2012; Henderson, Golub, Pambudi, Hertel y Gerber, 2012.

Fugas de carbono: Kuik y Gerlagh, 2003; Gerlagh y Kuik, 2007; Rutherford, 2010; Antimiani, Costantini, Martini, Salvatici y Tommasino, 2011.

Energía no renovable: Burniaux y Truong, 2002; Golub, Hertel y Rose, 2012.

Energía renovable y biocombustibles: Taheripour, Birur, Hertel y Tyner, 2007; Hertel, Tyner y Birur, 2008; Tyner, Hertel, Taheripour y Birur, 2009; Calzadilla y Ruth, 2012; Pavel, Kancs y Rajcaniova, 2012; Taheripour y Tyner, 2012.

Seguridad alimentaria: Organización para la Alimentación y la Agricultura, 2003; Ford, Aquila y Conforti, 2007; Ferreira, Bento y Horridge, 2012; Steinbuks y Hertel, 2012.

Historia del GTAP

El origen del modelo del GTAP se remonta al modelo ORANI (Dixon, Parmenter, Sutton y Vincent, 1982), modelo de equilibrio general de un solo país elaborado primeramente para

la economía australiana por Peter Dixon y otros. Dixon dirigió el equipo de elaboración del modelo de equilibrio general aplicado en el marco del proyecto IMPACT, de la Universidad de Melbourne. Asimismo, diseñó los modelos ORANI de Australia en los años setenta y ochenta, el modelo MONASH de Australia en los años noventa y el modelo USAGE tipo MONASH de Estados Unidos de América a partir del año 2000 (Powell, 2007).

La teoría del modelo ORANI (Plummer, Cheong y Hamanaka, 2010) se ha ampliado para permitir el comercio internacional entre los diferentes países de la economía mundial por medio del sector del transporte mundial y el ahorro (Mukhopadhyay y Thomassin, 2010).

Desde mediados de los años noventa, el panorama analítico ha cambiado extraordinariamente con el advenimiento del modelo del GTAP (Hertel, 1997). Este modelo fue elaborado por el Centro para el Análisis del Comercio Mundial, establecido en 1992 por un grupo de la Universidad de Purdue, en Estados Unidos, para evaluar el impacto del comercio internacional en las economías mundiales. Actualmente, casi todas las personas y los organismos que analizan las implicaciones mundiales de la liberalización del comercio usan la base de datos del GTAP y el modelo de equilibrio general mundial aplicado del GTAP.

La estructura básica del modelo del GTAP abarca diversos sectores industriales, familias, gobiernos y sectores globales de todos los países. Los países y las regiones de la economía mundial se vinculan por medio del comercio. El modelo del GTAP incorpora en sus especificaciones tanto la demanda como la oferta (Hertel, 1997).

Por lo que se refiere a la demanda, el modelo se basa en una función de utilidad agregada de Cobb Douglas. Esa función distribuye los gastos domésticos regionales entre gastos privados, gastos públicos y ahorros, junto con una proporción constante del presupuesto que proporcionar un indicador del bienestar económico de los hogares a nivel regional. En cada región, un hogar representativo maximiza una función de gasto de acuerdo con la diferencia constante de elasticidad que está calibrada a un nivel de ingresos y a una elasticidad de la demanda que varían según el nivel de desarrollo y las pautas de consumo de la región. Los gastos públicos actuales se colocan en la función de utilidad doméstica regional como sustituto del suministro de bienes y servicios públicos por el gobierno (Gumilang et al., 2011).

Con respecto a la oferta, las empresas reducen al mínimo los costos de los insumos en función de su nivel de producción y tecnología fija. Eso significa que la relación entre los insumos intermedios es fija. De manera análoga, la relación entre la cantidad de insumos intermedios y la producción también es fija. Las empresas combinan factores primarios y bienes intermedios usando la estructura de producción de Leontief y una tecnología de rendimientos constantes a escala para producir productos finales en un entorno perfectamente competitivo. Después, los productos finales producidos se venden tanto a hogares privados como al gobierno. Los precios y las cantidades se determinan simultáneamente en mercados de factores y en mercados de productos básicos. En el modelo se incluyen cinco factores de producción principales: mano de obra calificada, mano de obra no calificada, capital, recursos naturales y tierra. Se supone que la cantidad total de mano de obra y de tierra disponible es fija.

El modelo del GTAP usa la tecnología de rendimientos constantes a escala y las funciones anidadas de elasticidad constante de sustitución para estimar la demanda de insumos

primarios e intermedios de las empresas (Mukhopadhyay y Thomassin, 2009). Asimismo, utiliza el enfoque de Armington para los bienes y servicios. Con este enfoque, los bienes y servicios se diferencian por región de origen y son sustitutos imperfectos. Con este método se puede calcular una combinación óptima de bienes importados y nacionales para usar en la producción. En el modelo, todos los sectores producen un solo producto y las empresas se enfrentan con un supuesto de beneficios nulos. Las empresas pueden comprar insumos intermedios localmente o importarlos de otros países. También se supone que los bienes producidos en el país y las importaciones son sustitutos imperfectos.

El modelo abarca dos sectores mundiales: 1) el sector bancario mundial, que se ocupa de los ahorros y las inversiones mundiales; y 2) el sector del transporte mundial, que tiene en cuenta la diferencia entre los valores FOB y CIF. El sector bancario mundial equilibra los ahorros y las inversiones en el modelo. El sector del transporte toma en consideración la diferencia en el precio de un producto básico como resultado de su transporte entre países. Además, la ayuda interna y las barreras comerciales (arancelarias y no arancelarias) se miden en equivalentes ad valorem (Mukhopadhyay y Thomassin, 2009).

La base de datos y el modelo del GTAP siguen la identidad contable básica. El modelo del GTAP por sí solo no tiene en cuenta las políticas macroeconómicas o los fenómenos monetarios. Debido a la naturaleza estática del modelo, el impacto de las inversiones en la producción y el comercio se capta por medio de sus efectos en la demanda final (Gumilang et al., 2011).

El cierre macroeconómico puede hacerse de dos maneras. En la primera se ajustan los ahorros o inversiones nacionales fijando la balanza comercial en cero. En la segunda se usa el sector bancario mundial, que ajusta sus compras de acciones en bienes de inversión regionales para dar cuenta de los cambios en los ahorros mundiales. Esta segunda manera permite que los modelizadores indigenicen ambas caras de la identidad antedicha. Ambos métodos son de naturaleza neoclásica (Gumilang et al., 2011).

El cierre macro es muy importante en la elaboración del modelo del GTAP, en el cual las variables se clasifican como endógenas o exógenas. La clasificación de las variables puede identificarse por el cierre. Las variables endógenas se calculan dentro del modelo, mientras que las exógenas están predeterminadas fuera del modelo. Por consiguiente, las variables exógenas pueden sufrir choques. El cierre puede usarse para captar regímenes de política y rigideces estructurales (Mukhopadhyay y Thomassin, 2009).

Los elementos de cierre del modelo del GTAP pueden incluir el crecimiento demográfico, la acumulación de capital (incluida la inversión extranjera directa), la capacidad industrial, el cambio técnico y las variables de política (por ejemplo, impuestos y subsidios). Con arreglo al cierre por defecto del modelo del GTAP, la oferta de mano de obra, capital, tierra y recursos es fija, en tanto que los precios de los factores (es decir, los salarios y el rendimiento del capital y la tierra) se ajustan para restablecer el pleno empleo de los factores de producción en el equilibrio posterior al choque.

Para que se produzca el cierre, el número de variables endógenas consideradas tiene que ser igual al número de ecuaciones usadas. Esta es una condición necesaria, pero no suficiente. La elección de las variables exógenas ayudará a determinar si el modelo está en

equilibrio general o parcial. Por último, en una situación de equilibrio, todas las empresas tienen beneficios reales nulos, todos los hogares se mantienen dentro de los límites de su presupuesto y la inversión mundial es igual al ahorro mundial. Si se cambian los parámetros del modelo, se puede estimar el impacto del paso de un país o región de su posición de equilibrio original a una posición de equilibrio nueva.

Los aspectos económicos de los efectos de la eliminación de aranceles en el bienestar se modelizan en forma de un aumento de la eficiencia en la asignación derivada de la reasignación de recursos productivos en los diversos sectores. Por el contrario, la modelización de barreras reglamentarias tales como las barreras al comercio de servicios es menos sencilla. Las barreras reglamentarias requieren el uso de recursos reales para cumplir los requisitos reglamentarios. Eso no es una parte necesaria del proceso de producción y entrega, sino una carga adicional o discrecional de costos añadida por el gobierno. Una reducción de las barreras de carácter reglamentario representa un ahorro de recursos reales. En general, la reducción de las barreras no arancelarias redundaría en mayores beneficios que la reducción de aranceles para el precio de los productos comercializados. Los aranceles representan una transferencia de ingresos al país o región recaudador, de modo que el bienestar se desplaza de forma proporcional del país o región que paga al país o región receptor (Federal Affairs, Trade and Development Canada, 2013).

El modelo dinámico del GTAP (GTAPDyn) es el resultado de la investigación continua con el fin de ampliar el marco estándar del modelo del GTAP para incorporar un comportamiento dinámico. El GTAPDyn es un modelo de equilibrio general aplicado, recursivamente dinámico, de la economía mundial. Amplía el modelo estándar del GTAP (Hertel, 1997) para incluir la movilidad del capital internacional, la acumulación de capital y una teoría de expectativas adaptativas de la inversión.

El modelo estándar del GTAP (Hertel y Tsigas, 1997) es un modelo de equilibrio general aplicado, estático y comparativo, de la economía mundial, cuyo fin es enseñar a elaborar modelos de equilibrio general aplicado de varios países y complementar la base de datos del GTAP para tales modelos (Gehlhar et al., 1997). Proporciona técnicas básicas de elaboración de modelos de equilibrio general aplicado que incluyen algunas características especiales, en particular un amplio desglose de los resultados en materia de bienestar. Por otro lado, el modelo GTAPDyn capta el comportamiento a largo plazo en el marco del modelo del GTAP. En el modelo estándar del GTAP, el capital puede pasar de una industria a otra dentro de una región, pero no entre regiones. Eso obstaculiza el análisis de los choques políticos y otros sucesos que afectan a los incentivos para invertir en diferentes regiones (Ianchovichina y McDougall, 2000). Por consiguiente, para un tratamiento correcto del largo plazo se necesita la movilidad del capital internacional.

Bases de datos del GTAP

En el centro del Proyecto de análisis del comercio mundial se encuentra la base de datos del GTAP. Se trata de una base de datos mundial plenamente documentada que está a disposición del público y reúne amplia información sobre el comercio bilateral, el transporte y los nexos de protección. El conjunto de datos sobre protección de la base de datos

del GTAP abarca elementos tales como tasas arancelarias para la importación, derechos antidumping, tasas de subsidio a las exportaciones, tasas de ayuda interna total, participación porcentual de los subsidios a la producción y subsidios de insumos intermedios (Dimaranan, 2006). La base de datos del GTAP se utiliza ampliamente y es una aportación importante para el análisis contemporáneo de asuntos económicos mundiales basado en el equilibrio general aplicado (<http://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/default.asp>).

La versión 7 del modelo y la base de datos del GTAP incluye 57 productos básicos (sectores) y 113 países y regiones, con el 2004 como año de referencia. Los 57 sectores del modelo proporcionan un amplio desglose de los sectores en cada país y región. La base de datos GTAP 7 consiste en datos regionales de entradas y salidas, datos macroeconómicos, flujos del comercio bilateral, datos sobre protección y datos sobre la energía para el año de referencia 2004. En su versión actual, la base de datos GTAP 9 (<http://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/v9/>) abarca tres años de referencia (2004, 2007 y 2011) y 140 regiones para los 57 productos básicos del modelo del GTAP (Narayanan, Aguiar y McDougall, 2015).

La base de datos satelitales y los programas utilitarios del GTAP se pueden comprar para usar con la base de datos GTAP 8. La base de datos satelitales abarca la base de datos mundial de migración bilateral (GMig2) (Walmsley, Aguiar y Ahmed, 2013) y la base de datos de uso del suelo y cobertura terrestre (Baldos y Hertel, 2013). Además, la base de datos GMig2 incluye la mano de obra cualificada, los salarios y las remesas. Con estos materiales, los usuarios pueden usar y adaptar fácilmente el conjunto completo de modelos del GTAP para el análisis de asuntos comerciales y ambientales mundiales.

Ventajas y desventajas del GTAP

Ventajas

El modelo computable de equilibrio general es una herramienta muy potente que permite a los economistas examinar numéricamente una amplia gama de asuntos que no podrían analizarse con estimaciones econométricas. Este modelo es particularmente útil para proyectar los efectos de cambios futuros en las políticas.

El modelo computable de equilibrio general ha facilitado nuestra comprensión del comercio mundial. El marco del GTAP ha mejorado la calidad de los datos que pueden usarse como base de los modelos y ha proporcionado un conjunto de herramientas para la modelización y el análisis. Además, el marco del GTAP ha permitido la reproducción generalizada de los resultados. Esta funcionalidad, que en gran parte no existía en la modelización mundial antes del GTAP, ha ayudado a evaluar situaciones hipotéticas y a promover el diálogo entre los investigadores. Thierfelder y otros (2007) han subrayado la importancia de tener un modelo que se base en la teoría pero se calcule con datos reales: “La ventaja del modelo computable de equilibrio general para varios países radica en que incorpora de manera elegante las características del equilibrio general neoclásico y los modelos reales del comercio internacional en un marco empírico”.

La cobertura mundial de la base de datos es el elemento central del GTAP. El modelo se basa en una base de datos de entradas y salidas de un país particular junto con los nexos

económicos entre regiones por medio de los datos sobre el comercio bilateral, el transporte y la protección. La base de datos de entradas y salidas da cuenta de los vínculos entre las industrias e ilustra los flujos entre las ventas y las compras de productos de la industria u otros productos.

Se puede abordar una gran variedad de asuntos, entre ellos la reforma de la política comercial, la integración regional, la política energética, el cambio climático mundial, el progreso tecnológico y las relaciones entre crecimiento económico y comercio (Hertel, 1997).

Con respecto al comercio en particular, el paso a la modelización de equilibrio general ha tenido muchas ventajas. Una de ellas es la mayor uniformidad teórica. Los modelos del GTAP son una simplificación estilizada de la realidad, en la cual el comportamiento se representa con variables y con supuestos de la forma en que tales variables se determinan e interactúan. El modelo identifica los problemas complejos, a fin de determinar la importancia de los cambios en un sistema económico y (a veces) pronosticar los resultados económicos (Hertel, 1997).

Otra ventaja es la mejora del análisis del bienestar. En un modelo del GTAP, el bienestar se computa directamente en términos de la utilidad doméstica y no por una suma abstracta de superávits del productor, el consumidor y el contribuyente. El desglose del bienestar en el modelo del GTAP incluye la eficiencia en la asignación, el efecto de la relación de intercambio, el efecto del impuesto sobre la dotación, el efecto del cambio técnico y factores explicativos tales como los efectos del ahorro para inversión.

Los rendimientos conexos de los factores también pueden calcularse endógenamente a partir del modelo. También se tiene en cuenta el papel de los precios en la asignación de recursos. El rendimiento de los factores abarca los recursos limitados y la coherencia contable recurriendo a matrices de contabilidad social. Eso permite captar los vínculos interindustriales entre los sectores agropecuario y no agropecuario de la economía y proporciona una perspectiva del conjunto de la economía para cualquier tipo de análisis.

Otra ventaja del GTAP es que se basa en un software fácil de usar. Este software hace simulaciones del modelo estándar, con macrovariables (como la población, el PIB, la mano de obra calificada, la mano de obra no calificada y el capital) y variables de política (como el cambio tecnológico, las barreras arancelarias y las barreras no arancelarias). El usuario puede identificar las variables exógenas y endógenas usando el cierre del modelo.

También pueden alterarse los parámetros del comportamiento. Los productos incluyen una matriz completa del comercio bilateral y los flujos de actividad (con los cambios porcentuales) por sector y región, el consumo privado y público, el bienestar regional y una variedad de variables resumidas. Los usuarios que tienen acceso al software GEMPACK también pueden modificar la teoría del modelo (Hertel 1997).

El modelo del GTAP ha reducido sustancialmente los costos asociados a la construcción de bases de datos, su mantenimiento y la elaboración de modelos. Otras ventajas del uso de paquetes de software del GTAP como GAMS, GEMPACK o GAUSS son la transferibilidad, la reproducibilidad (y, por consiguiente, la verificación cruzada) de los modelos y la facilidad de mantenimiento (Hertel, 1997).

El marco del GTAP capta los nexos entre todos los sectores y agentes de la economía y los flujos del comercio bilateral mundial. Estas características son inherentes a los modelos computables de equilibrio general para varios países y están suficientemente modelizadas como para permitir un análisis complejo de asuntos mundiales.

La ventaja del uso de un marco de equilibrio general incluye la posibilidad de simular flujos de factores intersectoriales (principalmente mano de obra y capital) y de incorporar y calcular los efectos en los ingresos. Las aplicaciones existentes del modelo del GTAP han abarcado una amplia gama de análisis económicos de las consecuencias de la integración de diversas economías en el plano internacional. Los puntos fuertes del marco de modelización del GTAP son indudablemente la atención especial que presta tanto al sector agropecuario como a los sectores no agropecuarios y las interrelaciones entre sectores.

Una razón importante del éxito del GTAP es que el modelo genera resultados útiles y fiables sobre cuestiones pertinentes de política. El modelo del GTAP puede predecir las implicaciones económicas de cambios en las políticas económicas. La información obtenida es especialmente apropiada para considerar la orientación futura de las políticas regionales. Por consiguiente, esa información es útil para los responsables de la formulación de políticas que necesitan orientación sobre los cambios de política (Nielsen, Stæhr, Frandsen, Jensen, Ratering y Thomson, 2000).

En relación con las ventajas mencionadas, la representación de las políticas es una característica importante del GTAP. Una representación adecuada de los instrumentos normativos es esencial en los modelos de comercio aplicados. Los aranceles y las restricciones cuantitativas, como los cupos, son importantes instrumentos normativos del comercio. Los aranceles pueden introducirse de una manera directa y casi siempre se expresan como tasas arancelarias ad valorem. Además, los aranceles específicos (por unidad) se traducen posteriormente en tasas ad valorem.

El modelo del GTAP es una herramienta útil para analizar asuntos relacionados con la Organización Mundial del Comercio (OMC). Sin embargo, el marco del GTAP tiene algunas limitaciones importantes, ya que en ciertos aspectos todavía es bastante simple.

Desventajas

A pesar de sus puntos fuertes, los modelos computables de equilibrio general también tienen sus deficiencias.

Primero, no siempre son predicciones apropiadas sino que son más bien experimentos normativos ex ante en las circunstancias y el año supuestos. La probabilidad de obtener resultados provisionales es siempre un punto débil de este modelo (Hertel et al., 2008).

Segundo, si bien los modelos computables de equilibrio general son cuantitativos, no son empíricos en el sentido del modelo econométrico. Por el contrario, son básicamente teóricos, con pocas posibilidades de comparar rigurosamente sus resultados con la experiencia.

Tercero, las conclusiones acerca de la política comercial son muy sensibles a los niveles supuestos para las restricciones al comercio en la base de datos. Pueden hacerse fácilmente

análisis de sensibilidad de los valores de los parámetros supuestos para el comportamiento económico, pero no tanto con los datos. Eso se debe a que, para modificar un elemento de la base de datos, hay que hacer cambios compensatorios en otro sitio a fin de mantener equilibradas las cuentas nacionales y la matriz de contabilidad social.

Por supuesto, muchas de estas críticas se aplican también a otros tipos de modelos económicos. Por consiguiente, a pesar de ser imperfectos, los modelos computables de equilibrio general siguen siendo la herramienta preferida para el análisis de asuntos relacionados con la política comercial mundial.

Se ha señalado que los modelos del GTAP no captan muchas características importantes de la economía y que se necesitan bases econométricas sólidas para los parámetros del GTAP (Keeney y Hertel, 2005). Además, no se puede pasar por alto la posibilidad de inestabilidad o incertidumbre en este tipo de modelo económico (Palatnik y Roson, 2009). Otra limitación es el problema técnico del software. Para que el modelo funcione bien y se obtengan mejores resultados, el software tiene que trabajar con regiones y sectores más agregados.

Recuadro 2. Resultados del modelo

Los modelos estáticos y dinámicos del GTAP pueden generar numerosos resultados, con las dimensiones temporales y espaciales conexas. Estas variables son el PIB; la producción sectorial; las exportaciones e importaciones sectoriales; la desagregación del bienestar; los ingresos familiares regionales; los gastos públicos y privados regionales de consumo; la tasa normal de crecimiento del capital; la tasa de rendimiento de los factores; el efecto del capital; los ingresos familiares derivados de capital en el exterior; el precio de los bienes de inversión; el índice de precios de los productos comercializables; la tasa bruta de rendimiento real, proyectada y prevista; la tasa normal de crecimiento del capital; la tasa de rendimiento del capital perteneciente a extranjeros en una región; la tasa de rendimiento del capital extranjero que posee una región; la participación de las familias regionales en el capital de las empresas nacionales; y los ingresos familiares regionales provenientes del capital.

Implicaciones para la política

El modelo del GTAP puede usarse para diversos análisis de política. Por ejemplo, al tratar la liberalización del comercio, que es un cambio de política con repercusiones mundiales, como un choque exógeno, el GTAP puede usarse para evaluar cuantitativamente su impacto en aspectos tales como la estructura industrial, la asignación de recursos y la distribución de los ingresos. El GTAP lo hace teniendo en cuenta las fluctuaciones de los precios relativos y la forma en que las entidades económicas cambian su manera de proceder basándose en tales fluctuaciones. El modelo del GTAP puede utilizarse para estimar cambios de precios y la dimensión temporal del análisis. A fin de estimar el impacto macroeconómico se pueden aplicar diversas políticas individualmente o combinadas.

Con el modelo del GTAP se pueden hacer diversos ejercicios de simulación para analizar los beneficios macroeconómicos de la reducción de la prevalencia de las enfermedades crónicas en un país. Con este modelo se pueden poner a prueba diversas situaciones hipotéticas relacionadas con las ENT, entre ellas 1) el efecto del aumento o la disminución de los costos directos de la atención de salud para la economía; 2) el efecto del aumento o la disminución de los gastos domésticos en la economía como resultado de menores o mayores gastos en servicios y productos relacionados con la atención de salud; 3) el efecto de la disminución del ausentismo de los trabajadores; y 4) el efecto del aumento o la disminución de la productividad de los sectores industriales. También se podrían ejecutar varias situaciones hipotéticas con diversas combinaciones de efectos.

Antecedentes de los estudios de casos

Los cambios mundiales en la alimentación están causando preocupación en el ámbito de la salud pública porque las pautas de consumo de alimentos es un importante factor de riesgo modificable de las ENT más comunes en el mundo. Qué hacer es un motivo central de preocupación para los responsables de las políticas en todo el mundo. De acuerdo con las directrices de la Organización Mundial de la Salud (OMS), uno de los enfoques para abordar este desafío consiste en fomentar una alimentación saludable. Si se adoptaran “dietas más saludables”, se reduciría la prevalencia de enfermedades crónicas relacionadas con la alimentación. Eso influiría en la salud y el bienestar de las personas y las familias, reduciría la carga financiera para el sistema de salud y aumentaría la productividad gracias a una mayor eficiencia de la mano de obra. Sin embargo, estos cambios en la demanda de alimentos y productos básicos conexos tendrán efectos mucho mayores y más profundos en la economía mundial. La adopción de una “dieta más saludable” incidiría en las pautas de producción agrícola y en la balanza comercial de estos productos básicos y tendría repercusiones en industrias y sectores conexos y en la productividad de la fuerza laboral. Comprender los efectos y los *quid pro quo* en todos los sectores y países es un reto fundamental para las comunidades académicas y decisorias en un mundo globalizado. Los dos estudios de casos de Canadá que se presentan a continuación apuntan en esa dirección.

Estudio de caso 1: Efecto de la adopción de una dieta más saludable en Canadá

Usando un modelo computable de equilibrio general mundial, este estudio de caso tenía por objeto estimar los efectos macroeconómicos de la adopción de una dieta más saludable en Canadá.

Desde que la OMS publicó sus directrices sobre la alimentación, la actividad física y la salud (2003), diversos investigadores han estimado los efectos que tendría su cumplimiento en el consumo en los países de la OCDE (Shankar, Srinivasan e Irz, 2008; Srinivasan, 2007; Srinivasan, Irz y Shankar, 2006). Algunos países tienen sus propias directrices (Murphy, 2007), como el Reino Unido (<http://www.nhs.uk/Livewell/Goodfood/Pages/eatwellplate.aspx>), Estados Unidos (Departamento de Salud y Servicios Sociales y De-

partamento de Agricultura, 2005), Australia (<https://www.nhmrc.gov.au/>) y Japón (Yoshiike, Hayashi, Takemi, Mizoguchi y Seino, 2007). En el 2004, Health Canada anunció la publicación de la guía alimentaria de Canadá, que se puso a disposición del público en el 2007 (<http://www.hcsc.gc.ca/fnan/foodguidealiment/indexeng.php>). Esta guía abarca los grupos de alimentos esenciales, como frutas y verduras, granos, leche y sucedáneos, y carne y sucedáneos. Las raciones recomendadas se basan en estimaciones de la cantidad necesaria de vitaminas, minerales y otros nutrientes para reducir el riesgo de ENT y contribuir a la salud y la vitalidad general.

En este estudio de caso se aplicó una estrategia de dieta combinada, con tres categorías de alimentos (frutas y verduras, leche y sucedáneos, y carne y sucedáneos), para analizar el efecto de una alimentación saludable. El análisis tuvo en cuenta el efecto de este cambio de la demanda de dichos productos básicos en la agricultura y los sectores agroalimentarios. Este efecto se sentirá previsiblemente en la economía canadiense y también en las economías de los socios comerciales de Canadá, entre ellos Estados Unidos, México, Brasil y Chile.

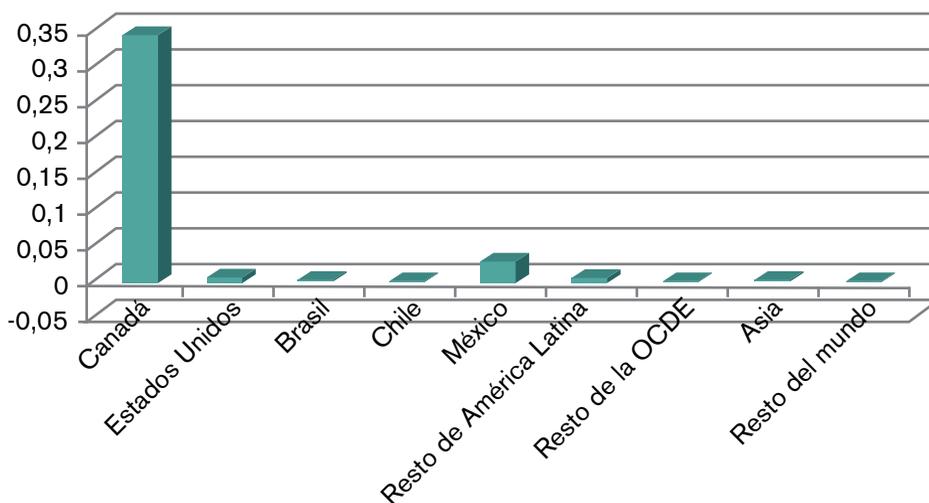
Para este análisis se usó la versión 7 del modelo y la base de datos del GTAP. La base de datos fue construida con el 2004 como año de referencia. Este conjunto de datos incluía 57 productos básicos (sectores) y 113 países o regiones. Los 57 sectores del modelo proporcionaron un desglose amplio de los sectores industriales de cada país y región. Para reforzar los sectores agrícola, agroalimentario y de la salud, combinamos 57 sectores en 32. Los 113 países se agruparon en cinco países y cuatro regiones: Canadá, Estados Unidos, Brasil, Chile y México, y las regiones del resto de América Latina y el Caribe, Asia, el resto de la OCDE y el resto del mundo. Por lo tanto, el modelo se centró en último término en cinco países y cuatro regiones, junto con 32 sectores.

La brecha entre el consumo doméstico real de alimentos y el consumo recomendado se estimó usando fuentes de datos proporcionadas por Statistics Canada (2010) y la guía alimentaria canadiense del 2007. De acuerdo con la estrategia canadiense para una alimentación saludable, el consumo de frutas, verduras y productos lácteos aumentaría, mientras que el consumo de carne y productos cárnicos disminuiría. En el estudio se estimó que el consumo doméstico de frutas y verduras, así como de leche y productos lácteos, aumentaría 50% y 41%, respectivamente. Por el contrario, el consumo de carne y productos cárnicos disminuiría en un 20%.

Los resultados de nuestro análisis indican que la adopción de una dieta más saludable por las familias canadienses conduciría a un aumento del PIB de Canadá y también, aunque en un grado mucho menor, de los otros países del mundo incluidos en el estudio (figura 1). Eso indica que la adopción de una alimentación saludable por las familias canadienses es buena no solo para la salud de los ciudadanos, sino también para la economía de Canadá.

Los cambios en las pautas de consumo de alimentos de los hogares canadienses, con la adopción de una alimentación más saludable, han repercutido en los sectores industriales del país. Como cabría esperar, los sectores con el mayor aumento de la producción industrial son los productos lácteos, las frutas, las verduras, los frutos secos, la leche cruda y la lana. Los sectores que presentaron la mayor disminución de la producción industrial son la ganadería y los productos cárnicos, el ganado bovino y ovino, y los productos de origen animal no clasificados en otro lugar.

FIGURA 1. Cambios en el PIB (%) de Canadá debidos a la adopción de una dieta saludable



Cabe prever que los cambios en el consumo doméstico canadiense, con la adopción de una alimentación más saludable, afecten a las exportaciones e importaciones entre los diversos países y regiones (figura 2). Las pautas comerciales indican que Estados Unidos y varios países latinoamericanos (excepto México ¹) registrarían aumentos en sus exportaciones. Las importaciones de Canadá aumentarán mucho más que las de cualquier otro país o región. Esto podría deberse al aumento del consumo de frutas y verduras. Como Canadá importa alrededor de 57% de las frutas y verduras que consume, la mayor demanda de estos productos se satisfará en parte importándolos de otros países y regiones.

Entre los sectores agropecuarios de Canadá que presentan una disminución en sus exportaciones se encuentran el trigo, granos no clasificados en otro lugar, semillas oleaginosas, cultivos no clasificados en otro lugar, carne y otros productos básicos conexos. Los sectores de Canadá que registran aumentos en las exportaciones son las frutas y verduras, el azúcar (caña y remolacha), los productos lácteos, la fabricación ligera y la fabricación pesada. El aumento de la producción de frutas y verduras también tiende a dar lugar a un aumento de las exportaciones de esos sectores.² La adopción de una alimentación saludable por los hogares canadienses no solo repercute en la producción, el PIB, las exportaciones y las importaciones, sino que también afecta al bienestar. Se ha observado un efecto positivo en el bienestar en casi todos los países, entre ellos Canadá (figura 3).

1 En México se ha observado cierta reducción del total de las exportaciones e importaciones, que podría deberse a diversas razones. México tiene otros socios comerciales además de Canadá. Como consecuencia del aumento de la demanda de frutas y verduras en Canadá, es probable que México desvíe exportaciones destinadas a otros países a Canadá, lo que podría tener un impacto negativo en el total de las exportaciones de México.

2 Se prevé que el aumento de la producción de frutas y verduras dé lugar a un cierto crecimiento de las exportaciones. Las principales exportaciones de frutas de Canadá consisten en arándanos, arándanos americanos y manzanas, mientras que sus principales importaciones de frutas son las uvas, las bananas, las fresas y los cítricos. Estados Unidos es el principal destino de sus exportaciones, absorbiendo 75% de las exportaciones de frutas de Canadá, seguido de Alemania (4%), Japón (3%), Países Bajos (3%) y Reino Unido (2%) (Agriculture and AgriFood Canada, 2010).

FIGURA 2. Cambios en el total de las exportaciones e importaciones (%) debidos a la adopción de una dieta saludable en Canadá

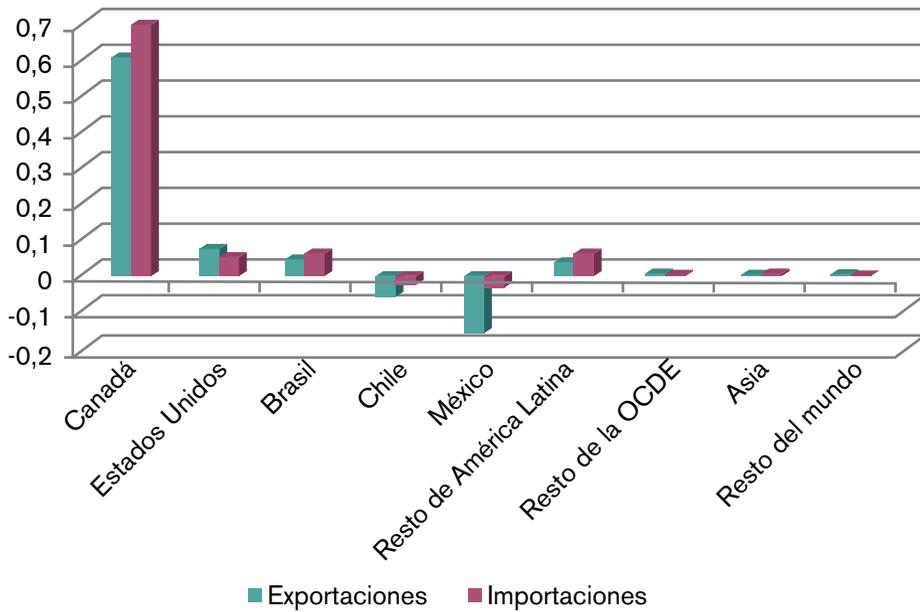
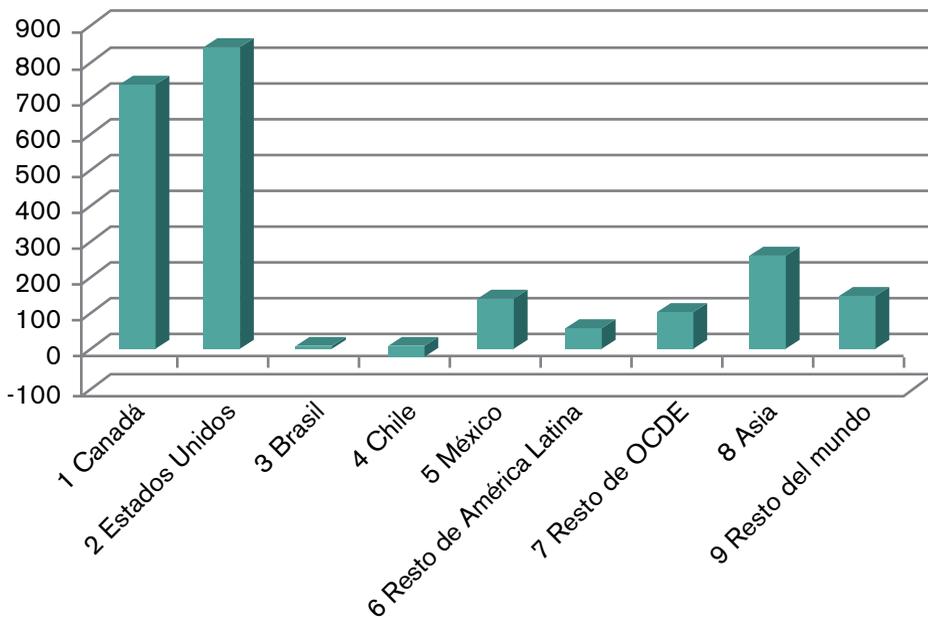


FIGURA 3. Implicaciones para el bienestar de la adopción de una dieta saludable en Canadá (en millones de dólares de Estados Unidos)



Para adoptar una alimentación saludable, los canadienses tendrían que aumentar su consumo de frutas y verduras, así como de leche y sucedáneos, y reducir su consumo de carne y sucedáneos. En términos generales, el estudio muestra que la adopción de una dieta más saludable aumentaría el PIB de Canadá en un 0,34%, la producción industrial en un 0,11% y el bienestar en US\$748 millones. Estos cambios en la alimentación tienen algunos efectos en las pautas de producción agropecuaria y en la balanza comercial, así como repercusiones en las industrias conexas en Canadá.

Estudio de caso 2: Efecto de las enfermedades no transmisibles relacionadas con la nutrición en el ausentismo de los trabajadores y la productividad laboral en Canadá

Una fuerza laboral saludable es uno de los recursos económicos más importantes de una nación. Es bien sabido que una alimentación sana, la actividad física y otros modos de vida saludables reducen las ENT y, por consiguiente, la mortalidad y la morbilidad. Esto, a su vez, da lugar a un aumento en la productividad de la fuerza laboral de un país.

Usando un modelo computable de equilibrio general mundial, en este segundo estudio de caso se estiman los efectos macroeconómicos de una fuerza laboral más sana como resultado de una reducción de las ENT relacionadas con la nutrición en Canadá. En el análisis de este estudio se usó el conjunto de datos de la Encuesta de Salud Comunitaria de Canadá correspondiente al 2010 (<http://www.statcan.gc.ca/eng/survey/household/3226>), a la cual respondieron 49.897 hogares. En la encuesta se entrevistó a una persona de cada hogar representativo.

Los hogares comprendidos en la encuesta se dividieron en tres grupos según los ingresos. El grupo de ingresos altos (más de Can\$ 70.000 al año) representaba la mayor proporción, con 40,2% de los hogares. El número de hogares del grupo de bajos ingresos (menos de Can\$ 40.000) fue el segundo en tamaño, con 33,1% de los hogares de la muestra. El grupo de ingresos medianos (entre Can\$ 40.000 y Can\$ 70.000) tenía el menor número de hogares: solo 27%. La muestra de hogares de la encuesta no proporciona una distribución igualitaria de los hogares en cada categoría de ingresos. De los hogares encuestados, 30.220 personas habían estado empleadas durante los 12 meses anteriores. En los tres meses anteriores a la encuesta, el número de personas empleadas había sido 27.297. Los datos de la encuesta incluían 1) consumo diario de frutas y verduras en los hogares de cada nivel de ingresos; 2) número de personas que perdieron días de trabajo como consecuencia de diferentes tipos de ENT en los tres meses anteriores (cuadro 1); y 3) situación laboral de la familia (Mukhopadhyay y Thomassin, 2015). Las personas encuestadas se dividieron en las que tenían un empleo de jornada completa y las que estaban empleadas a tiempo parcial. Las personas empleadas a tiempo completo eran casi el quintuple de las que tenían un empleo a tiempo parcial. El grupo de ingresos altos presentaba la mayor proporción de personas que trabajaban a tiempo completo, mientras que el grupo de bajos ingresos tenía la mayor proporción de personas que trabajaban a tiempo parcial. La mayoría de las personas (58%) consumían menos de cinco raciones diarias de frutas y verduras. El grupo de ingresos altos tenía la mayor proporción de

personas que consumían más de 10 raciones diarias de frutas y verduras (5%), seguido del grupo de ingresos medianos (4%). Solo 3% del grupo de bajos ingresos consumía más de 10 raciones diarias de frutas y verduras.

Cuadro 1. Número de personas, por grupo de ingresos, que perdieron días de trabajo como consecuencia de una enfermedad crónica en los tres meses anteriores

	Grupo de ingresos altos	Grupo de ingresos medianos	Grupo de bajos ingresos	Total
Número total de personas empleadas	14.502	7.574	5.221	27.297
Número de personas que perdieron días de trabajo	904	708	1.740	3.352
Porcentaje de personas que perdieron días de trabajo	6,24	9,34	33,32	12,27

Calculado por los autores a partir de la Encuesta de Salud Comunitaria de Canadá.

La encuesta informa sobre la frecuencia con que las personas tienen problemas de salud que reducen sus días de trabajo. Este conjunto de datos se usó para calcular el porcentaje de personas de los tres grupos de ingresos que se ausentaron en el trabajo como consecuencia de una ENT.

El número de personas que habían perdido días de trabajo debido a una enfermedad crónica en los tres meses anteriores fue de 3.352, o 12,27% de las personas empleadas en ese período (cuadro 1). Esto indica que las enfermedades crónicas son un motivo notable de ausentismo laboral, así como de la disminución de la producción en el país.

La reducción de la prevalencia de las ENT podría disminuir la carga financiera para la sociedad e impulsar la productividad de la economía gracias a una mayor oferta de mano de obra, es decir, personas que pierden menos días de trabajo.

Sobre la base de esta estimación de tres meses, extrapolamos el número de personas de los diferentes niveles de ingresos que perdieron días de trabajo en un período de 12 meses. Para nuestro análisis usamos la base de datos GTAP 8, que abarca 57 sectores y 129 regiones. Dado que el estudio se centraba en Canadá y sus principales socios comerciales, los 129 países y regiones de la base de datos inicial se combinaron en 10 países y regiones, haciendo hincapié en los países que tenían relaciones comerciales con Canadá. Esos 10 países y regiones eran Canadá, Estados Unidos, México, Brasil, 27 países de la Unión Europea (EU27), China, India, Japón, el resto de la OCDE y el resto del mundo. Los 57 sectores se agruparon en 23 sectores.

La reducción del porcentaje de la fuerza laboral como consecuencia de ENT (conjunto de datos de la encuesta canadiense) se aplicó al modelo computable de equilibrio general mundial. El impacto macroeconómico de una reducción de las ENT en la economía canadiense se estimó aumentando la fuerza laboral en función del ausentismo resultante de los diversos tipos de ENT. En el cuadro 2 se presentan las reducciones de la mano de obra en la economía canadiense como consecuencia de las diversas situaciones hipotéticas relacionadas con ENT.

Cuadro 2. Número de personas de la muestra de la Encuesta de Salud Comunitaria de Canadá que perdieron días de trabajo debido a diferentes tipos de ENT durante un período de 12 meses

Tipos de ENT	Número de personas que perdieron días de trabajo	Porcentaje de personas que perdieron días de trabajo
ENT relacionadas con alimentos ^a	952	3,11
ENT relacionadas con alimentos más enfermedad mental	1.383	4,52
Todas las ENT excepto "otras" ^b	2.386	7,79

Fuente: Encuesta de Salud Comunitaria de Canadá.

a ENT relacionadas con alimentos: enfermedades cardiovasculares, nefropatías, asma, bronquitis crónica más enfisema o enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diabetes, migraña, cáncer, enfermedades digestivas, fibromialgia y síndrome de fatiga crónica, y sensibilidad a varias sustancias químicas.

b Otras: problemas de espalda, artritis, osteoporosis y enfermedades neurológicas.

Estas reducciones de la fuerza laboral fueron asignadas a la mano de obra calificada y a la mano de obra no calificada en la economía (cuadro 3). Las estimaciones de las proporciones de mano de obra calificada y no calificada se tomaron del conjunto de datos del GTAP (Mukhopadhyay y Thomassin, 2015).

Cuadro 3. Ausentismo de la mano obra calificada y no calificada en Canadá debido a distintos tipos de ENT

Tipos de ENT	Porcentaje de la mano de obra calificada que perdió días de trabajo debido a diferentes tipos de ENT	Porcentaje de la mano de obra no calificada que perdió días de trabajo debido a diferentes tipos de ENT
ENT relacionadas con alimentos ^a	2,18	0,93
ENT relacionadas con alimentos más enfermedad mental	3,16	1,36
Todas las ENT excepto "otras" ^b	5,46	2,34

Fuente: Encuesta de Salud Comunitaria de Canadá y conjunto de datos del GTAP.

a ENT relacionadas con alimentos: enfermedades cardiovasculares, nefropatías, asma, bronquitis crónica más enfisema o enfermedad pulmonar obstructiva crónica, diabetes, migraña, cáncer, enfermedades digestivas, fibromialgia y síndrome de fatiga crónica, y sensibilidad a varias sustancias químicas.

b Otras: problemas de espalda, artritis, osteoporosis y enfermedades neurológicas.

A fin de estimar el impacto macroeconómico, se usaron estos porcentajes de la mano de obra calificada y no calificada que perdió días de trabajo como consecuencia de ENT para introducir un choque en el modelo del GTAP (o sea, suponer que la fuerza laboral enferma sanó debido a una reducción de las ENT).

Nuestro análisis indica que el impacto de una reducción de las ENT relacionadas con la nutrición y la reducción resultante del ausentismo tienen un efecto positivo en el PIB de Canadá. El crecimiento del PIB se debe a un aumento de la fuerza laboral. Una reducción de las ENT, principalmente como resultado de un modo de vida saludable, dio lugar a un aumento de 0,83% del PIB de Canadá. Los ingresos familiares regionales crecieron un 0,71%. Asimismo, la producción industrial aumentó gracias al mejoramiento de la salud de la mano de obra. La producción industrial aumentó en US\$17.450 millones (0,68%).

Un análisis sectorial ulterior muestra que la reducción de las ENT tiene un efecto mayor en el sector de los servicios porque este sector emplea más mano de obra calificada que mano de obra no calificada.³ Otro efecto positivo se da en el sector de la “industria pesada”, con un incremento de la producción de US\$2.220 millones (Mukhopadhyay y Thomassin, 2015).

En Canadá se observa un efecto positivo de la reducción de las ENT y el aumento resultante de la fuerza laboral en los ingresos familiares. En Estados Unidos, los ingresos familiares también presentan un aumento marginal. En otros países el efecto es mínimo.

Con el aumento de los ingresos familiares regionales en Canadá, se prevé que también aumente el gasto en consumo privado. No todos los sectores de la economía se ven afectados por igual por el incremento del gasto de los consumidores. Los mayores aumentos de la producción se observan en el sector de los servicios y los sectores industriales. En el sector de los servicios, los “servicios financieros” y “otros servicios públicos” son importantes. En lo que se refiere a los sectores industriales, el aumento de la demanda doméstica privada es mayor para el sector de la “industria pesada”, con un incremento de 0,80%. Le siguen el sector de “alto consumo de energía” (0,78%) y el sector de la “fabricación ligera” (0,77%) (Mukhopadhyay y Thomassin, 2015).

El aumento de la oferta de mano de obra debido a una reducción de las ENT ha dado lugar a un incremento tanto de las exportaciones como de las importaciones en Canadá. Las exportaciones canadienses aumentaron en US\$1.160 millones (0,28%). El análisis sectorial de las exportaciones muestra que el sector de los servicios y los sectores industriales son los más afectados. Eso puede atribuirse al hecho de que gran parte de las exportaciones canadienses corresponde a esos sectores, los cuales, por consiguiente, es probable que experimenten mayores cambios de valor. En los sectores industriales, el sector de la “industria pesada” registró el mayor crecimiento, con un aumento de las exportaciones de 0,61%. En la categoría de servicios, “otros servicios” tuvieron un incremento de 0,94%, mientras que los “servicios financieros” crecieron un 0,57% (Mukhopadhyay y Thomassin, 2015).

Asimismo, hicimos un análisis del bienestar resultante de una reducción de las ENT en Canadá, con respecto a la eficiencia en la asignación, la relación de intercambio y el impacto del ahorro para la inversión. La reducción de las ENT incrementó la oferta de mano de obra y dio lugar a un aumento significativo del bienestar en Canadá. Cuanto mayor es el incremento de la oferta de mano de obra como resultado de una fuerza laboral más sana, mayor es el aumento del bienestar para el país. El aumento total del bienestar en Canadá ascendió a US\$12.030 millones. Estas estimaciones indican que Canadá podría lograr beneficios sustanciales en materia de bienestar social si ejecutara políticas para reducir las ENT (Mukhopadhyay y Thomassin, 2015).

En resumen, es probable que el aumento de la oferta de mano de obra que resultaría de una disminución de las ENT relacionadas con la nutrición tenga un impacto positivo en la

3 La Encuesta de Salud Comunitaria de Canadá indica que se produce una reducción de 15,43% en la mano de obra debido a diversos tipos de ENT. De esa cifra, 10,8% corresponde a la mano de obra calificada y 4,63% corresponde a la mano de obra no calificada. Es bien sabido que tres cuartas partes de los canadienses trabajan en el sector de los servicios. Por tanto, lo más probable es que la reducción de las ENT tenga una gran incidencia en los servicios.

economía canadiense. Se prevé que ese aumento de la oferta de mano de obra impulsará el PIB en Canadá, junto con otras variables económicas tales como los ingresos familiares, el consumo doméstico privado, la producción industrial, las exportaciones, las importaciones y el bienestar. El impacto sectorial en cuanto a la producción industrial, las exportaciones y las importaciones varía según el sector. Se prevé que los mayores efectos se produzcan en el sector de los servicios y el sector de la industria pesada. En esta situación, todos salen ganando. El efecto de la reducción de las ENT en Canadá también tiene algunas consecuencias positivas para Estados Unidos. En otros países, su efecto con respecto al PIB, los ingresos y el bienestar es muy marginal (Mukhopadhyay y Thomassin, 2015).

Lista de referencias

1. Agriculture and AgriFood Canada. *A snapshot of the Canadian fruit industry 2009*. (2010). Se encuentra en http://www5.agr.gc.ca/resources/prod/doc/horticulture/brochurecdnfruitind2009_eng.pdf//
2. Aguiar A, Walmsley T L. *A dynamic general equilibrium model of international migration*. Ponencia presentada en la XIII Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, celebrada en Penang, Malasia, en junio de 2010.
3. Ahmed S A, Walmsley T L. Gains from the liberalization of temporary Migration. *South Asia Economic Journal*, 2009;10(1), 6180.
4. Antimiani A, Costantini V, Martini C, Salvatici L, Tommasino MC. *Cooperative and noncooperative solutions to carbon leakage* (Working Paper No. 136), 2011. Extraído del sitio web del Departamento de Economía de la Universidad de Roma Tres: <http://dipeco.uniroma3.it/public/WP%20136%20settembre%202011.pdf>.
5. Antimiani A, Mitaritonna C, Salvatici L, Santuccio F. *Regionalism vs. Multilateralism: Assessing the impact of free trade agreements between EU and Asian countries*. Ponencia presentada en la XI Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, celebrada en Helsinki, Finlandia, en junio de 2008.
6. Baldos U L, Hertel T. *Development of a GTAP 8 Land Use and Land Cover Data Base for Years 2004 and 2007* (GTAP Resources No. 3967). West Lafayette, Indiana: Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue; 2013.
7. Burniaux J M, Lee H L. *Modelling land use changes in GTAP*. Ponencia presentada en la VI Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, celebrada en La Haya, Países Bajos, en junio de 2003.
8. Burniaux J M, Truong T. *GTAPE: An energyenvironmental version of the GTAP model* (GTAP Technical Paper No. 16). West Lafayette, Indiana: Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue; 2002.
9. Calzadilla A, Delzeit R. *Biofuels targets and mandates around the world: Impacts on energy and agricultural market*. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza en junio de 2012.
10. Calzadilla A, Rehdanz K, Betts R, Falloon, Wiltshire A, Tol, R S J. *Climate change impacts on global agriculture* (Working Paper FNU185). Kiel, Alemania: Instituto de Economía Mundial de Kiel; 2010.
11. Cheong I. *Regional integration in Northeast Asia: Present and future* (Working Paper Series No. 200335). Seúl, Corea: Instituto de Política Económico Mundial de Corea; 2003.
12. Cheong I. Estimation of economic effects of FTAs in East Asia: CGE approach. En: C Y Ahn, R Baldwin e I Cheong (eds.). *East Asian Economic Regionalism: Feasibilities and Challenges*. Dordrecht, Países Bajos: Springer; 2005 (págs. 139-155).
13. BV Dimaranan (ed.). *Global trade, assistance, and production: The GTAP 6 Data Base*. West Lafayette, Indiana: Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue; 2006.
14. Dixon P, Parmenter P, Sutton J, Vincent D. *ORANI: A multisectoral model of the Australian economy*. Amsterdam, Países Bajos: NorthHolland Publishing Company; 1982.

15. Evans D. *Identifying the winners and losers in southern Africa from globalization* (Working Paper IDS No. 140). Sussex, Reino Unido: Instituto de Estudios sobre el Desarrollo; 2001.
16. Federal Affairs, Trade and Development Canada. Canada-India joint study group report: Exploring the feasibility of a comprehensive economic partnership agreement. (2013). Se encuentra en http://www.international.gc.ca/tradeagreement-saccordscommerciaux/agracc/indiainde/chapterchapitre6.aspx?lang=eng&_ga=1.15387766.1765932821.1438563286
17. Ferreira F, Bento J, Horrigan M. Endogenous land use and supply, and food security in Brazil. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
18. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). *Trade and food security conceptualizing the linkage, commodities and trade division*. Roma: FAO; 2003.
19. Ford J R, Aquila C, Conforti P. *Agricultural trade policy and food security in the Caribbean: Structural issues, multilateral negotiations and competitiveness*. Roma, Italia: División de Comercio y Mercados, FAO; 2007.
20. Fukase E, Martin W. *A quantitative evaluation of Vietnam's accession to the ASEAN Free Trade Area (AFTA)* (Working Paper Series No. 2220). Washington, DC: Grupo de Investigación sobre el Desarrollo, Banco Mundial; 1999.
21. Gehlhar M, Gray D, Hertel T W, Huff K, Ianchovichina E, McDonald B J, Wigle R, et al. Overview of the GTAP Data Base. En: T. W. Hertel (ed.). *Global trade analysis modeling and applications*. Cambridge: Cambridge University Press; 1997. (págs. 74-124).
22. Gerard F, Picketty M G. Impact of agricultural trade liberalization on poverty: Sensitivity of results to factors mobility among sectors Ponencia presentada en el 106° seminario de la Asociación Europea de Economistas Agrícolas, celebrado en Montpellier, Francia, en octubre de 2007.
23. Gerlagh R, Kuik O. *Carbon leakage with international technology spillovers* (FEEM Working Paper No. 33); 2007. Disponible en el sitio web de la Red de Investigaciones sobre Ciencias Sociales: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=979915
24. Gilbert J. Assessing the impact of trade policy changes on poverty using CGE. Ponencia presentada en el Seminario de la Comisión Económica y Social para Asia y el Pacífico/Organización Mundial de Comercio de investigación sobre cuestiones comerciales emergentes en los países en desarrollo de la Región de Asia y el Pacífico, celebrado en Bangkok, Tailandia, en 2007.
25. Go DS, Quijada JA. The odds of achieving of MDGs. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development”, celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
26. Golub A, Hertel T, Rose S. Effects of environmental and energy policies on long run patterns of land use. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
27. Gumilang H, Mukhopadhyay K, Thomassin P J. Economic and environmental im-

- pacts of trade liberalization: The case of Indonesia. *Economic Modelling*, 2011; 28(3), 1030-1041.
28. Henderson B, Golub A, Pambudi D, Hertel T W, Gerber P, A global assessment of livestock mitigation from reducing emissions and enhancing soil carbon stocks. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
 29. Hertel T W. *Global trade analysis: Modeling and applications*. Cambridge: Cambridge University Press; 1997.
 30. Hertel T W, Tsigas M E. Structure of GTAP. En: T W Hertel (ed.). *Global trade analysis modeling and applications*. Cambridge: Cambridge University Press; 1997 (págs. 13-73).
 31. Hertel T W, Tyner W E, Birur D K. *Biofuels for all? Understanding the global impacts of multinational mandates* (GTAP Working Paper No. 51). (2008). Extraído del sitio web del Proyecto de análisis del comercio mundial de la Universidad de Purdue: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/4146.pdf>
 32. Ianchovichina E, McDougall R. *Theoretical structure of dynamic GTAP* (GTAP Technical Paper No. 17). West Lafayette, Indiana: Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue; 2000.
 33. Ianchovichina E, Walmsley T (eds.). *Dynamic modeling and applications in global economic analysis*. Cambridge: Cambridge University Press; 2012.
 34. Igawa K, Kim B. East Asian free trade agreement: Strategic aspects for Japan. En: C Y Ahn, R E Baldwin, I Cheong (eds.). *East Asian economic regionalism: Feasibilities and challenges*. Nueva York, NY: Springer; 2005 (págs. 21-36).
 35. Organización de Comercio Exterior del Japón (JETRO). *Prospects for free trade agreements in East Asia*. (2003). Extraído del sitio web del Departamento de Investigación de Ultramar de la JETRO: www.jetro.go.jp/ec/e/stat/
 36. Jensen H G, Baltzer K, Babula R A, Frandsen S E. The economywide impact of multilateral NAMA tariff reductions: A global and Danish perspective. Ponencia presentada en la XVI Conferencia Internacional Anual InputOutput, celebrada en Estambul, Turquía, en julio de 2007.
 37. Keeney R, Hertel T W. *A framework for assessing the implications of multilateral changes in agricultural policies* (GTAP Technical Paper No. 24). West Lafayette, Indiana: Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue; 2005.
 38. Kinnman S, Lodefalk M. A global Baltic potential gains from trade liberalization in the Baltic Sea states. Ponencia presentada en la XI Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, celebrada en Helsinki, Finlandia, en junio de 2008.
 39. Kloverpris J. Modelling indirect land use change with the GTAP model. Ponencia presentada en el Seminario sobre Biofuel y Cambio de Uso del Suelo, celebrado en Sao Paulo, Brasil, en noviembre de 2008.
 40. Kuik O, Gerlagh R. The effect of trade liberalization on carbon leakage under the Kyoto Protocol. *The Energy Journal*, 2003;24(3), 97-120.
 41. Lee J W, Park I. Free trade areas in East Asia: Discriminatory or nondiscriminatory? *The World Economy*, 2005;28(1), 2148.
 42. Lochindaratn P. The evaluation of Thailand’s preferential trading arrangements with Australia, New Zealand, Japan, China, and India – The CGE approach. Ponencia

- presentada en la XI Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, celebrada en Helsinki, Finlandia, en junio de 2008.
43. Lofgren H, Harris R L, Robinson S. *A standard Computable General Equilibrium (CGE) model in GAMS*. Washington, DC: International Food Policy Research Institute; 2002. Se encuentra en <http://www.rri.wvu.edu/CGECourse/Std%20CGE%20Model.pdf>
 44. McDonald S. *Labour market clearing conditions and the second theorem of welfare economics*. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
 45. Meiji H V, Tongeren F V. *Endogenous international technology spillovers and biased, technical change in the GTAP Model* (GTAP Technical Paper No. 15). West Lafayette, Indiana: Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue; 1999.
 46. Mukhopadhyay K, Thomassin P J. Economic impact of East and SouthEast Asian free trade agreements. *AsiaPacific Trade Investment Review*, 2008;4(1), 57-81.
 47. Mukhopadhyay K, Thomassin P J. *Economic and environmental impact of free trade in East and South East Asia*. Amsterdam, Netherlands: Springer; 2010.
 48. Mukhopadhyay K, Thomassin P J. Economic impact of adopting a healthy diet in Canada. *Journal of Public Health*, 2012;20(6), 639-652.
 49. Mukhopadhyay K, Thomassin P J. Impact of NCD reduction on workforce productivity in Canada. Ponencia presentada en la 23ª Conferencia Internacional InputOutput, celebrada en México en junio de 2015.
 50. Murphy S P, Barr S I. Food guides reflect similarities and differences in dietary guidance in three countries (Japan, Canada, and the United States). *Nutrition Reviews*, 2007;65(4), 141-148.
 51. Nakajima T. *An analysis of the economic effects of a JapanRepublic of Korea FTA: Sectoral aspects* (ERINA Discussion Paper No. 0202e). Nigata, Japón: Instituto de Investigación Económica de Asia Nororiental; 2002.
 52. Narayanan B G, Aguiar A, McDougall R (eds.). *Global trade, assistance, and production: The GTAP 9 Data Base*. West Lafayette, Indiana: Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue; 2015.
 53. Narayanan B G, Walmsley T L. *Global trade, assistance, and production: The GTAP 7 Data Base* (GTAP Resource No. 134). West Lafayette, Indiana: Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue; 2008.
 54. Nielsen C P, Stæhr M H J, Frandsen S E, Jensen H G, Ratering T, Thomson K J. Assessment of the usefulness of GTAP for analysing the EU enlargement. En: S E Frandsen, M H J Stæhr (eds.). *Assessment of the GTAP modelling framework for policy analyses from a European perspective*. Copenhagen: Statens Jordbrugs og Fiskeriøkonomiske Institut. (Rapport/ Statens Jordbrugs og Fiskeriøkonomiske Institut; No. 116); 2000 (págs. 65-90).
 55. Oderkirk J, Sassi F, Cecchini M, Astolfi R. *Toward a new comprehensive international health and health care policy decision support tool*. (2012). Extraído del sitio web de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos: http://ec.europa.eu/health/projects/docs/2010_health_healthcare_policy_fr_en.pdf
 56. Oyamada K, Someya M, Itakura K. Population aging in the interdependent global economy: A computational approach with a prototype overlapping generations model of global trade. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Aná-

lisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.

57. Palatnik R R, Roson R. *Climate change assessment and agriculture in general equilibrium models: Alternative modeling strategies* (Working Papers No. 08). Venecia, Italia: Departamento de Economía, Universidad Ca’ Foscari de Venecia; 2009.
58. Park I. East Asian regional trade agreements: Do they promote global free trade? *Pacific Economic Review*. 2006;11(4), 547–568.
59. Pavel C, Kancs DA, Rajcaniova M. Bioenergy and land use change. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
60. Plummer M G, Cheong D, Hamanaka S. *Methodology for impact assessment of free trade agreements*. Mandaluyong City, Filipinas: Banco Asiático de Desarrollo; 2010. Extraído de: http://aric.adb.org/pdf/FTA_Impact_Assessment.pdf
61. Powell A A. *Why, how and when did GTAP happen? What has it achieved? Where is it heading?* (GTAP Working Paper No. 38); 2007. Extraído del sitio web del Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/3573.pdf>
62. Rose S, Golub A, Hertel T, Sohngen B. Relative agricultural productivity and tropical deforestation. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
63. Roson R. *Modelling the economic impact of climate change* (EEE Working Papers Series No. 9). Roma, Italia: Experiential Educators Europe; 2003.
64. Rutherford T F. Thinking ahead on international trade – documento de antecedentes escrito para la Mesa redonda 4 sobre cálculo del contenido de carbono. Ponencia presentada en la segunda Conferencia sobre Cambio Climático, Comercio y Competitividad: Cuestiones para la OMC, celebrada en Washington D.C., EUA en junio de 2010.
65. Schmitz C, Dietrich J P, LotzeCampen H, Muller T, Popp C A. Implementing endogenous technological change in a global landuse model. Ponencia presentada en la XIII Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, celebrada en Penang, Malasia, en septiembre de 2010.
66. Shankar B, Srinivasan C S, Irz X. World Health Organization dietary norms: A quantitative evaluation of potential consumption impacts in the United States, United Kingdom and France. *Review of Agricultural Economics*, 2008;30(1), 151-175.
67. Srinivasan C S. Food consumption impacts of adherence to dietary norms in the United States: A quantitative assessment. *Agricultural Economics*, 2007;37(23), 249-256.
68. Srinivasan C S, Irz X, Shankar B. An assessment of the potential consumption impacts of WHO dietary norms in OECD countries. *Food Policy*, 2006;31(1), 53-77.
69. Oficina de Estadística del Canadá. *Food statistics 2009* (Catalogue No. 21020X). (2010). Extraído de http://publications.gc.ca/collections/collection_2010/stat-can/21020X/21020x2009001eng.pdf
70. Steinbuks J, Hertel T. Confronting the foodenergyenvironment trilemma: Global land use in the long run. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.

71. Stone S, Bottini N. Global production networks: Labour market implications and policy challenges. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
72. Strutt A, Rae A. Interacting preferential trade agreements: Illustrations from AsiaPacific. Ponencia presentada en la X Conferencia Anual sobre Análisis de la Economía Mundial, celebrada en la Universidad de Purdue, West Lafayette, Indiana, en junio de 2007.
73. Taheripour F, Birur D K, Hertel T W, Tyner W E. *Introducing liquid biofuels into the GTAP Database* (GTAP Research Memorandum No. 11). West Lafayette, Indiana: Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue; 2007.
74. Taheripour F, Tyner W. Renewable fuel standards: Efficiency vs. rebound effect. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
75. Thierfelder K, Robinson S, McDonald S. Asian growth poles: Implications of trade liberalization and economic integration by China and India for other developing countries. Ponencia presentada en la X Conferencia Anual sobre Análisis de la Economía Mundial, celebrada en la Universidad de Purdue, West Lafayette, Indiana, en junio de 2007.
76. Truong T P. *Review of analytical tools for assessing trade and climate change linkages* (Working Paper Series No. 81). Sydney, Australia: AsiaPacific Research and Training Network on Trade; 2010.
77. Tyner W, Hertel T W, Taheripour F, Birur D K. Analysis of global economic and environmental impacts of a substantial increase in bioenergy production. [Resumen]. *Genomic Science*, 2009;191-192. Extraído de: <http://genomicscience.energy.gov/pubs/2009abstracts/elsi.pdf>
78. Departamento de Salud y Servicios Humanos y Departamento de Agricultura de los Estados Unidos. *Dietary guidelines for Americans*, 2005. Sexta edición. Washington, DC: U.S. Government Printing Office; 2005. Extraído de: <http://www.health.gov/dietaryguidelines/dga2005/document/pdf/DGA2005.pdf>
79. Valin H, Mitaritonna C. Modelling labour market in CGE: MIRAGE prospective. Ponencia presentada en la reunión FP6 MODELS, celebrada en Bruselas, Bélgica, en septiembre de 2007.
80. Villoria N. Spatiallyexplicit modeling of the intensive and extensive margins of land use in agriculture. Ponencia presentada en la XV Conferencia Anual de Análisis de la Economía Mundial, “New Challenges for Global Trade and Sustainable Development,” celebrada en Ginebra, Suiza, en junio de 2012.
81. Walmsley T L. *Modelling the movement of natural persons* (GTAP Resource No. 1870); 2002. Extraído del sitio web del Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/2312.pdf>
82. Walmsley T L, Aguiar A, Ahmed S. *Labor migration and economic growth in East and Southeast Asia*. (World Bank Policy Research Working Paper No. 6643); 2013. Extraído del sitio web de la Red de Investigaciones sobre Ciencias Sociales: http://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=2337260

83. Walmsley T L, Aguiar A, Hussein Z, Parsons C R. The GMig2 Data Base: *Extending GTAP 8 to include global bilateral migration, wages and remittances* (GTAP Resource No. 4044). West Lafayette, Indiana, 2013. Extraído del sitio web del Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/6490.pdf>
84. Walmsley T L, Ahmed S A, Parsons C R. *The impact of liberalizing labor mobility in the Pacific region* (GTAP Working Papers No.31), 2005. Extraído del sitio web del Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue: <http://docs.lib.purdue.edu/gtapwp/30/>
85. Walmsley T L, Ahmed S A, Parsons C R. The impact of liberalizing labour mobility in the Pacific region. En: M A Razzaque (ed.). *Trade, migration and labour mobility*. Reino Unido: Secretaría del Commonwealth; 2009.
86. Walmsley T L, Winters L A. Relaxing the restrictions on the temporary movement of natural persons: A simulation analysis. *Journal of Economic Integration*, 2005; 20(4), 688-726.
87. Walmsley T L, Winters L A, Ahmed S A, Parsons C R. *Measuring the impact of the movement of labor using a model of bilateral migration flows*. (GTAP Technical Paper No. 28), 2007. Extraído del sitio web del Centro de Análisis del Comercio Mundial, Universidad de Purdue: <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/resources/download/4635.pdf>
88. Winters L A, Walmsley T L, Wang Z K, Grynberg R. Liberalising temporary movement of natural persons: An agenda for the development round. *World Economy*, 2003;26(8), 1137-1161.
89. Organización Mundial de la salud. World Health Organization: process for a global strategy on diet, physical activity and health, 2003. Extraído de: <http://www.who.int/iris/handle/10665/67433#sthash.PadMxBoN.dpuf>
90. Yoshiike N, Hayashi F, Takemi Y, Mizoguchi K, Seino F. A new food guide in Japan: The Japanese food guide spinning top. *Nutrition Reviews*, 2007;65(4), 149-154. doi: 10.1111/j.17534887.2007.tb00294.x

Modelo de política para las enfermedades cardiovasculares: uso de un modelo nacional de simulación de enfermedades cardiovasculares para proyectar el efecto de programas nacionales de reducción de la sal alimentaria

Andrew E. Moran, Pamela Coxson, Daniel Ferrante, Jonatan Konfino, Raúl Mejía, Alicia Fernández, Simón Barquera, Branka Legetic, Norman Campbell y Kirsten Bibbins-Domingo

Introducción: El papel de los modelos de simulación en el análisis de políticas sanitarias y económicas para las enfermedades cardiovasculares

En la investigación de las enfermedades cardiovasculares, los ensayos clínicos controlados aleatorizados se sitúan en la cúspide de la jerarquía de la evidencia. Sin embargo, en los ensayos clínicos tradicionales se estudia una cohorte seleccionada, mientras que las directrices nacionales y subnacionales para las políticas y la práctica clínica en materia de alimentos, productos farmacéuticos y tabaco están orientadas a toda la población. Recientemente han comenzado a verse ensayos clínicos “pragmáticos”, en los cuales se estudia una cohorte más parecida a la del “mundo real” insertada en la práctica clínica, pero incluso estos ensayos generalmente son de corta duración, se hacen a pequeña escala y proporcionan poca información a los responsables de la política que buscan información sobre los posibles efectos a largo plazo de una intervención o sobre los costos financieros de un programa en gran escala.

Además, las intervenciones en toda la población son muy difíciles de probar con un diseño experimental estándar. Desde el punto de vista logístico, es difícil comparar grupos de intervención y grupos de control a nivel de la población (por ejemplo, comparar estados o provincias de un país), y tales estudios son especialmente propensos a los sesgos. En dos intervenciones en gran escala en la alimentación y el modo de vida (el Proyecto Stanford en Cinco Ciudades, en Estados Unidos de América, y el Estudio del Norte de Karelia, en Finlandia), los problemas de “contaminación” (por ejemplo, se adoptaron medidas de intervención en zonas testigo) y las tendencias de fondo a muy largo plazo complicaron la interpretación de los resultados (Ebrahim y Smith, 2001).

La simulación por computadora de políticas de prevención de las enfermedades cardiovasculares puede llenar algunas de estas lagunas en los conocimientos de los responsables de la política y el público general (Garnett, Cousens, Hallett, Steketee y Walker, 2011).

Entre las maneras en que la simulación de políticas puede ayudar cabe señalar las siguientes:

- aplicar en la práctica la evidencia obtenida de ensayos clínicos; por ejemplo, ¿beneficiaría el tratamiento con un medicamento a una población de mayor edad que la gama de edades representada en el ensayo?;
- extrapolar los resultados a un período más prolongado; por ejemplo, ¿qué pasaría si se pudieran mantener los efectos de la intervención durante 15 años más?;
- ampliar la escala de los resultados a fin de abarcar una población mayor; por ejemplo, ¿qué beneficios y costos para los contribuyentes cabría esperar a escala nacional?, ¿cómo operaría la intervención en diversas regiones geográficas y subgrupos de la población?;
- comparar la misma intervención en diferentes poblaciones; y
- una vez aplicada una intervención de política a toda una población, estimar los beneficios comparándolos con un caso hipotético simulado sin ninguna intervención.

Los resultados de casos hipotéticos (“¿Qué pasaría si...?”) obtenidos con modelos de simulación se encaran, con toda razón, con cautela. Por más detallado que sea, cada modelo es solo una versión del mundo, y los resultados del modelo son solo tan exactos y precisos como los supuestos relativos a las variables de entrada. La incertidumbre acerca de las variables del modelo debe propagarse hacia adelante en los resultados en forma de análisis de sensibilidad e intervalos de incertidumbre. La confianza en los resultados del modelo de simulación también aumenta cuando los efectos simulados (predicciones) se aproximan a los efectos observados (datos reales). Esta clase de validación del modelo puede realizarse comparando resultados simulados con tendencias históricas a muy largo plazo o sucesos registrados en estudios de observación de cohortes o en ensayos clínicos. Lo ideal es probar la validez de un modelo de simulación usando una comparación antes y después de la intervención.

En este capítulo mostramos la forma en que se usó el modelo de política para las enfermedades cardiovasculares, modelo de simulación por computadora desarrollado y validado para Estados Unidos, con el fin de proyectar el posible impacto sanitario y económico de la reducción del consumo de sal alimentaria en toda la población de Estados Unidos. También describimos la forma en que se adaptó el modelo y se reorientó el enfoque de la política a fin de proyectar el impacto de una política específica de reducción de la sal alimentaria en Argentina. Además, en el capítulo se describe la forma en que investigadores de Chile, México y otros países compartieron el software y los métodos del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares a fin de proyectar el impacto de las políticas de reducción de la sal alimentaria en sus países.

La sal alimentaria, la presión arterial y las enfermedades cardiovasculares

El sodio es necesario para la vida humana, pero durante miles de años los seres humanos consumieron menos de un gramo de sal al día. La mayoría de las sociedades contemporáneas consumen en promedio de cuatro a cinco gramos de sodio al día. Aunque en el ámbito de la salud pública se debate cuál es la mejor meta para la ingesta diaria individual, en muchos países la mayoría de la población consume a diario una cantidad de sodio mayor que las metas propuestas por diferentes directrices, que se sitúan entre 1,5 y 2,3 g al día (Yaktine, Oria y Strom, 2013). Una ingesta menor de sal alimentaria está asociada con una probabilidad mayor de tener la presión arterial en una gama normal en estudios de obser-

vación, y en ensayos clínicos controlados aleatorizados se comprobó que la reducción de la sal alimentaria lleva a una disminución de la presión arterial tanto en las personas con presión arterial normal como en las hipertensas (Hel, Li y MacGregor, 2013).

Hace más de un siglo que se conoce la relación entre la hipertensión y el riesgo de enfermedades cardiovasculares. La conclusión lógica es que la reducción de la sal alimentaria debe llevar a una disminución del riesgo de enfermedades cardiovasculares (al reducir la presión arterial), pero son muy pocos los datos probatorios obtenidos de ensayos aleatorizados con respecto a sus beneficios en términos de prevención de enfermedades cardiovasculares. Algunos investigadores y proponentes de políticas afirman que es mejor esperar hasta que se cuente con mejores pruebas provenientes de ensayos para adoptar políticas de reducción de la sal alimentaria (O'Donnell, Mente y Yusuf, 2014). Sin embargo, otros argumentan que los problemas de logística que plantearía una prueba de ese tipo son abrumadores, que el consumo contemporáneo de sal es relativamente alto en comparación con los niveles históricos y que la necesidad de programas de prevención eficaces y de bajo costo es tan acuciante que es necesario llevar a cabo programas de reducción de la sal alimentaria, particularmente en vista de la gran carga de hipertensión y enfermedades relacionadas con la hipertensión en todo el mundo.

Importancia del contexto de las políticas para reducir la sal alimentaria en poblaciones

Los estudios de simulación aportaron datos probatorios tempranos que respaldaban los posibles beneficios para la salud de la reducción de la sal alimentaria en toda la población (Murray et al., 2003; Asaria, Chisholm, Mathers, Ezzati y Beaglehole, 2007). En los análisis económicos realizados para la Reunión de Alto Nivel de las Naciones Unidas sobre Enfermedades no Transmisibles en el 2012 se señaló la reducción de la sal alimentaria en la población como una de las “mejores inversiones” para prevenir las enfermedades no transmisibles (Hayward, 2014). Los datos probatorios epidemiológicos y económicos que respaldan la reducción de la sal alimentaria convencieron a una masa crítica de responsables de la política sanitaria sobre la necesidad de actuar. Para el 2010, por lo menos 32 países habían adoptado programas de reducción del consumo de sal, usando diversos enfoques (Webster, Dunford, Hawkes y Neal, 2011). Cinco de estos países han observado que sus programas de reducción de la sal alimentaria han influido en el consumo individual de sal (medido sobre la base de la concentración de sodio en la orina) y en el comportamiento de la industria alimentaria.

Algunas de las pruebas más notables de la eficacia de los programas provienen del Reino Unido, donde una política adoptada en el 2003 mejoró el etiquetado del contenido de sal en los alimentos procesados, aumentó la conciencia del público respecto de los riesgos de una alimentación con un alto contenido de sal y condujo a acuerdos con la industria alimentaria para utilizar formulaciones con menos sal. Un análisis de la Encuesta de Salud de Inglaterra reveló que el consumo medio de sodio en la población general de Inglaterra bajó unos cinco gramos al día entre el 2003 y el 2007, a pesar de que el consumo cambió poco en los subgrupos con la ingesta más alta (Millett, Laverty, Stylianou, Bibbins-Domingo y Pape, 2012).

Los resultados iniciales de experimentos nacionales con políticas de reducción de la sal alimentaria son alentadores. Sin embargo, no hay un enfoque único de política que se adapte a las necesidades de cada uno de los países que está considerando la reducción del consumo de sodio. Una razón es que las pautas de consumo de sal varían de un país a otro y entre comuni-

dades de un mismo país debido a diferentes tradiciones culinarias, diferentes hábitos alimentarios y diferencias en la producción y distribución de alimentos. En Estados Unidos, más de tres cuartas partes de la sal alimentaria proviene de alimentos procesados comprados por los consumidores (Mattes y Donnelly, 2012). Estos alimentos procesados suelen ser producidos por empresas que los distribuyen en grandes zonas geográficas y en numerosas jurisdicciones políticas locales. En Argentina, cerca de dos terceras partes de la sal alimentaria proviene de alimentos procesados y un cuarto proviene de la sal en el pan elaborado principalmente por empresas locales (Ferrante et al., 2011). En otros países, la mayor parte de la sal alimentaria se agrega al cocinar o en la mesa, en forma de sal de mesa o de otros condimentos que contienen sodio, como salsa de soja. Las políticas para reducir la sal alimentaria tienen mayores probabilidades de tener éxito cuando se tienen en cuenta estas diferencias.

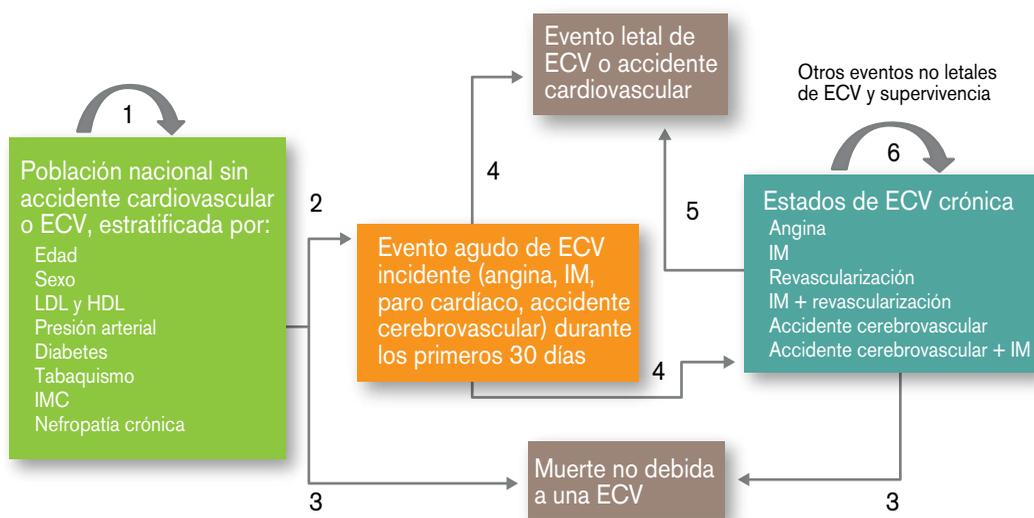
Además, el impacto de las políticas de reducción del sodio en los resultados cardiovasculares de la población general probablemente dependa de otros aspectos de las características epidemiológicas de las enfermedades cardiovasculares determinadas por el contexto. Por ejemplo, las tasas de hipertensión varían de un país a otro. Las intervenciones para reducir el consumo de sodio surten más efecto en las personas con hipertensión que en las personas que no son hipertensas, de manera que el beneficio para la población general de la reducción del consumo de sodio depende de la prevalencia de hipertensión en cada contexto nacional. Aunque en la mayoría de los países se consume en promedio mucho más sodio de lo que se recomienda, el nivel real de consumo de sodio varía considerablemente. La relación entre la reducción del consumo de sodio y la disminución de la presión arterial parece ser lineal en todos los niveles elevados de consumo de sodio. Sin embargo, es posible que la disminución de la presión arterial sea menor cuando los niveles de consumo de sodio comienzan a acercarse a los valores recomendados. Este fenómeno conduciría a resultados variables al realizar la misma intervención en diferentes países. Por último, el impacto general de las intervenciones para reducir el consumo de sodio depende en gran medida de la prevalencia de otros factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares que se sabe que varían de un país a otro (como consumo de tabaco, obesidad y diabetes) y de la importancia relativa de ciertos tipos de resultados cardiovasculares que son sensibles a la hipertensión (como los accidentes cerebrovasculares) en ese país.

El modelo de política para las enfermedades cardiovasculares

El modelo de política para las enfermedades cardiovasculares (ECV) es un modelo matemático, derivado de una simulación por computadora de transición de estados (cohorte de Markov), de la incidencia, la prevalencia, la mortalidad y los costos relacionados con cardiopatías coronarias y accidentes cerebrovasculares en la población de Estados Unidos mayor de 35 años (Bibbins-Domingo, Coxson, Pletcher, Lightwood y Goldman, 2007; Hunink et al., 1997; Weinstein et al., 1987). El modelo simula las enfermedades cardiovasculares anualmente y las características demográficas de la población simulada cambian con el transcurso del tiempo de acuerdo con las proyecciones censales. Cada adulto vivo en un año dado de la simulación debe estar sano o enfermo (figura 1). El modelo de política para las enfermedades cardiovasculares puede adaptarse a los análisis de políticas en cualquier país que cuente con suficientes datos de entrada.

La versión estadounidense del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares predice la incidencia de cardiopatía coronaria y accidente cerebrovascular y la mortalidad

FIGURA 1. Estructura del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares (ECV)*



* El modelo de política para las enfermedades cardiovasculares es un modelo de simulación de transición de estados de las ECV en los adultos. Las transiciones de estados se enumeran en el diagrama: transición 1 = permanencia en un estado sin ECV; transición 2 = ECV incidente; transición 3 = muerte no debida a una ECV; transiciones 4 y 5 = supervivencia o letalidad; transición 6 = supervivencia con o sin repetición de evento de ECV en pacientes con ECV crónica; LDL = colesterol de lipoproteínas de baja densidad; HDL = colesterol de lipoproteínas de alta densidad; IMC = índice de masa corporal; IM = infarto del miocardio.

por causas que no sean ECV en adultos sin ECV, estratificada por edad, sexo, presión arterial y hasta siete factores de riesgo adicionales categorizados. Los factores de riesgo se calculan a partir de datos de las Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición de Estados Unidos del 2007 al 2010, combinadas y ponderadas en función del diseño. Los coeficientes beta de la función de riesgo y los factores de riesgo se calcularon por separado para el riesgo de eventos de cardiopatía coronaria incidente, eventos de accidente cerebrovascular incidente y muerte no debida a ECV, usando los exámenes 1 a 8 de la cohorte de descendientes de Framingham (Feinleib, Kannel, Guarnerer, McNamara y Castelli, 1975). Los coeficientes de Framingham han sido útiles en relación con muchas poblaciones (Brindle et al., 2003; D'Agostino Sr, Grundy, Sullivan y Wilson, 2001; Liu et al., 2004; Wilson et al., 1998). También se predicen eventos de ECV, procedimientos de revascularización coronaria y la mortalidad por ECV y por causas que no sean ECV en adultos con ECV crónica sobre la base de estudios clínicos. Las categorías generales de ECV crónicas son cardiopatía coronaria sola, accidente cerebrovascular solo y combinación de cardiopatía coronaria anterior y accidente cerebrovascular anterior. Cada estado y evento tiene un ajuste anual en concepto de costos y calidad de vida y una probabilidad anual de repetición del evento o de transición a un estado de ECV diferente. Todas las distribuciones de población, niveles de factor de riesgo, coeficientes, tasas de eventos, tasas de letalidad, costos y ajustes en concepto de calidad de vida pueden modificarse para las simulaciones con fines de predicción. Las variables de entrada del modelo estadounidense figuran en la lista del cuadro 1 (junto con las variables de entrada del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares de Argentina; véase el párrafo siguiente).

CUADRO 1. Fuentes de las variables para las versiones estadounidense y argentina del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares

Variable	Fuente
Argentina	
Población, adultos de 35 a 94 años de edad en el 2010 y grupo entrante previsto de personas de 35 años, 2010-2050 *	Estados Unidos Oficina de Censos de Estados Unidos
Incidencia	
Cardiopatía coronaria	Estudio del corazón de Framingham y encuesta nacional de altas hospitalarias
Total de accidente cerebrovascular	Incidencia de infarto agudo del miocardio, con hospitalización (Caccavo et al., 2007) Incidencia de accidente cerebrovascular: estadísticas vitales nacionales y registro de hospitalizaciones, Ministerio de Salud, Argentina (comunicación personal, Dr. Daniel Ferrante)
Prevalencia de cardiopatía coronaria en el 2005	Encuesta Nacional de Entrevistas de Salud
Mortalidad total y por causa, 2010	
Total	Estadísticas vitales nacionales, http://wonder.cdc.gov/ , todas las defunciones de adultos de 35 a 84 años
Cardiopatía coronaria	Estadísticas vitales; se usaron los códigos I20-25 de la CIE-10 para las cardiopatías coronarias y dos terceras partes de los códigos I49, I50 e I51.
Accidente cerebrovascular	Estadísticas vitales; se usaron los códigos I60-69 de la CIE-10 para accidentes cerebrovasculares.
Medias y distribuciones conjuntas de los factores de riesgo de cardiopatía coronaria, 2005	Encuestas Nacionales de Salud y Nutrición de Estados Unidos del 2007 al 2010, combinadas y ponderadas en función del diseño

Cont. Cuadro 1

Variable	Fuente	
	Argentina	Estados Unidos
Peligros de factores de riesgo de cardiopatía coronaria y accidente cerebrovascular	Estudio del corazón de Framingham (EUA) (Muntwyler, Abetel, Gruner y Follath, 2002; (Wolf, D'Agostino, Belanger y Kannel, 1991)	Estudio del corazón de Framingham (EUA) (Muntwyler et al., 2002; Wolf et al., 1991)
Letalidad de la cardiopatía coronaria al cabo de un día y de 28 días		
Cardiopatía coronaria Con hospitalización	<i>Encuestas de la Sociedad Argentina de Cardiología (Encuestas SAC) (Blanco et al., 2007)</i>	Encuesta nacional de altas hospitalarias
Accidente cerebrovascular Con hospitalización	Registro Nacional de Accidentes Cerebrovasculares (ReNACer) (Sposato et al., 2008)	Encuesta nacional de altas hospitalarias
Letalidad al cabo de 28 días	Proyecto Investigación de Stroke en Chile: Iquique Stroke Study (PISCIS) (Lavados et al., 2005)	Riesgo de aterosclerosis en estudio de comunidades (Rosamond et al., 1999)

La versión argentina del modelo se elaboró en colaboración con investigadores del Ministerio de Salud de Argentina y la Universidad de Buenos Aires. Las encuestas nacionales sobre factores de riesgo realizadas en Argentina no incluyeron exploraciones físicas o análisis de sangre para fundamentar los datos relativos a la exposición a factores de riesgo correspondientes a Argentina en el 2010. Por consiguiente, se usaron las mediciones basadas en pruebas de laboratorio y exploraciones físicas de la Evaluación Múltiple de Factores de Riesgo Cardiovascular en América Latina (conocida como “estudio CARMELA”) (Schargrodsky et al., 2008) para complementar los datos autonotificados de la Encuesta Nacional de Factores de Riesgo realizada en Argentina (Ferrante y Virgolini, 2007). Como no había datos de estudios locales de cohortes con enfermedades cardiovasculares, en la versión argentina del modelo se usaron estimaciones del riesgo relativo de factores de riesgo tomadas del Estudio del Corazón de Framingham en Estados Unidos. Las funciones de predicción de las cardiopatías coronarias y los accidentes cerebrovasculares basadas en el estudio de Framingham fueron recalibradas para Argentina, introduciendo la incidencia de cardiopatías coronarias y accidentes cerebrovasculares por edades y por sexo como ordenada en el origen para la función de predicción. La versión argentina del modelo fue calibrada para asegurar que la mortalidad simulada por cardiopatía coronaria y por accidente cerebrovascular se adaptara a la mortalidad observada en las estadísticas nacionales de Argentina notificadas por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (Moran et al., 2011).

Se usaron las versiones estadounidense y argentina del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares con el fin de proyectar el posible impacto de las políticas de reducción de la sal alimentaria en cada país. Más adelante en este capítulo, en la sección de estudios de casos, se informa sobre ese trabajo.

Difusión y adaptación de los métodos del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares como parte de la iniciativa de la OPS de reducción de la sal alimentaria: notas de un taller de una universidad de California y el Instituto Nacional de Salud Pública de México

En el 2009, la Organización Panamericana de la Salud (OPS) lanzó la iniciativa de prevención de enfermedades cardiovasculares mediante la reducción de la sal alimentaria. Se formó un grupo regional de expertos, integrado por 18 especialistas en nutrición y enfermedades crónicas adscritos a universidades, dependencias gubernamentales e instituciones de investigación de América del Norte, Central y del Sur, así como del Caribe y Europa. El modelo de simulación de ECV y el análisis económico de las políticas de reducción de la sal alimentaria se consideran como componentes esenciales de la iniciativa. Expertos en políticas de Argentina, Chile, México y Estados Unidos comenzaron a colaborar en la investigación usando el marco de trabajo común del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares. Como se usaron los mismos métodos y la estructura modelo, los participantes pudieron comparar el efecto de diferentes métodos de reducción de la sal alimentaria en distintos contextos epidemiológicos, sociales y culturales.

Los investigadores del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares de la Universidad de California en San Francisco y la Universidad de Columbia han colaborado estrechamente con investigadores de Argentina, Chile, China, México y Nueva Zelandia para elaborar modelos adaptados a cada país y capacitar a los investigadores locales en el diseño y la ejecución de simulaciones de modelos pertinentes para el contexto de cada país. Los investigadores visitantes recopilaron los datos nacionales necesarios para poblar el modelo de simulación antes de visitar estas dos universidades en Estados Unidos. En un período de tres a cuatro meses en promedio, se enseñó a investigadores auxiliares con competencia en análisis de datos e investigaciones de salud a adaptar y ejecutar simulaciones por computadora con una versión nueva del modelo de política nacional para las enfermedades cardiovasculares. El equipo de investigadores del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares sigue proporcionando apoyo para el software y el trabajo de investigación de los investigadores colaboradores a los cuales capacitaron.

A fin de extender el alcance del modelo en América Latina y mejorar la capacidad de la región para realizar investigaciones sobre la política sanitaria, los investigadores de la Universidad de California en San Francisco y de la Universidad de Columbia, en colaboración con investigadores de Argentina y México, crearon un programa de estudios con objeto de enseñar a estudiantes de posgrado e investigadores auxiliares los principios básicos de la investigación orientada a la formulación de políticas para las enfermedades cardiovasculares. El curso de una semana, titulado “Investigación orientada a la formulación de políticas para la prevención y el tratamiento de la obesidad, la diabetes y las ECV”, se realizó con una subvención del Centro Internacional Fogarty de los Institutos Nacionales de Salud de Estados Unidos. El curso tuvo lugar en el Instituto Nacional de Salud Pública de México en agosto del 2014 y contó con la asistencia de 30 estudiantes de México y de otros países de América Latina. Por medio de sesiones didácticas, así como ejercicios prácticos con el modelo de política para las enfermedades cardiovasculares, los estudiantes aprendieron sobre la función de la investigación en la elaboración de políticas, cómo formular preguntas pertinentes para la formulación de políticas y sobre cómo usar modelos de simulación para abordar estas preguntas. En otras sesiones se abordaron temas relacionados con las aptitudes profesionales, como obtención y uso de datos nacionales, redacción de textos originales, búsqueda de interesados directos y colaboración con los medios para difundir los resultados de la investigación. Además de clases formales, el curso incluyó mesas redondas sobre temas de relevancia particular para la prevención de las ECV en América Latina y en el resto del mundo, incluidas políticas sobre la sal alimentaria y el consumo de bebidas azucaradas. La meta principal del curso fue aumentar la capacidad de los jóvenes investigadores para formular y llevar a cabo proyectos de investigación sobre políticas en sus propias áreas de interés. Con este fin, los estudiantes elaboraron propuestas de investigación individuales basándose en discusiones en grupos pequeños y reuniones personales con profesores a lo largo de la semana. La mayoría de los estudiantes se proponen seguir trabajando en sus propuestas después del curso, entre ellos un subconjunto de investigadores que están realizando proyectos con el modelo de política para las enfermedades cardiovasculares.

Orientación futura de los modelos de simulación en los análisis sanitarios y económicos de las enfermedades cardiovasculares

La experiencia del modelado de simulación por computadora de enfermedades cardiovasculares usando el modelo de política para las enfermedades cardiovasculares en diferentes contextos nacionales ha puesto de relieve varias características importantes que son prometedoras para el trabajo futuro:

- 1. Uso de una plataforma común de modelado para abordar cuestiones relacionadas con la prevención y el tratamiento de enfermedades cardiovasculares propias de cada contexto nacional.** La meta del trabajo colaborativo con el modelo de política para las enfermedades cardiovasculares es crear simulaciones adaptadas a cada contexto nacional que los investigadores luego puedan usar para abordar cuestiones pertinentes para sus propios países. En las Américas, se están elaborando modelos para Argentina, Canadá, Chile y México, y se planea elaborar otros. Todos los investigadores se convierten en parte de la “comunidad” del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares a fin de intercambiar información y actualizaciones técnicas del modelo, pero cada grupo de investigadores procura abordar cuestiones de relevancia para su país. En Argentina, por ejemplo, el trabajo actual consiste en examinar los efectos de cambios en las políticas nacionales con respecto a la compra y las indicaciones de las estatinas de alta potencia en comparación con las estatinas de baja potencia. En México, la tasa elevada de diabetes ha llevado a la formulación de planes para evaluar las políticas de prevención y tratamiento de este trastorno. Los modelos de simulación por computadora permiten comparar una intervención con otras intervenciones hipotéticas o planeadas (por ejemplo, control del tabaco o prevención de la obesidad). Por consiguiente, el modelo puede convertirse en una herramienta importante que los responsables de la política, los estudiosos y los promotores de la salud pueden usar para examinar y comparar los efectos de las intervenciones propuestas en sus países en la salud de la población.
- 2. Uso de una plataforma común de modelado para abordar la prevención de las enfermedades cardiovasculares a escala regional.** Este trabajo colaborativo tiene un gran potencial para el examen de políticas similares de prevención de enfermedades cardiovasculares en las Américas. La política de reducción del consumo de sodio es un ejemplo importante, y el estudio de caso que está al final de este capítulo pone de relieve tanto las diferencias propias de cada país (enfoques orientados a la reglamentación de la industria de los alimentos en Estados Unidos y focalización en las panaderías locales en Argentina) como las similitudes (necesidad de trabajar con grandes fabricantes multinacionales de alimentos por medios voluntarios o reglamentarios). El uso de impuestos y de la reglamentación para controlar el consumo elevado de bebidas azucaradas es otra intervención de ese tipo que están considerando muchos países del continente americano y que actualmente está siendo modelada por investigadores usando el modelo de política para las enfermedades cardiovasculares. El modelo comparativo posibilita las discusiones oportunas sobre políticas en relación con esos asuntos y podría ser otro vehículo para promover el intercambio de información en estos contextos. Además, como muchas de estas intervenciones

y políticas de salud pública están dirigidas a industrias multinacionales que operan en más de un país, el enfoque de modelos comparativos realizados en colaboración puede promover y apoyar soluciones regionales para estos problemas.

- 3. Uso de una plataforma común de modelado a fin de promover la formación continua de capacidad para la investigación sobre enfermedades cardiovasculares y la evaluación de políticas en las Américas.** Nuestra experiencia con el curso en el Instituto Nacional de Salud Pública de México se centró en la prevención de enfermedades cardiovasculares mediante iniciativas de política. El uso de ejemplos de la investigación con el modelo de política para las enfermedades cardiovasculares destacó el potencial para una rica discusión y colaboración en las Américas sobre estos asuntos, así como la importancia de seguir capacitando a estudiantes e investigadores para proseguir esta investigación. El curso fomentó las discusiones sobre las soluciones para prevenir las enfermedades cardiovasculares en los contextos nacionales y en las Américas, y promovió el interés en continuar ofreciendo oportunidades similares de capacitación a nivel regional en otros lugares.

Innovación continua y adaptación del modelo de simulación

En este capítulo hemos destacado el potencial de una plataforma común, adaptada a cada contexto nacional, para evaluar y abordar importantes temas relacionados con la salud cardiovascular en las Américas. Sin embargo, para que este modelo siga siendo relevante, hay que abordar continuamente varios desafíos técnicos. Entre ellos está la necesidad de tener en cuenta los subgrupos en cada país y zonas geográficas más pequeñas que también presentan variaciones en lo que se refiere a los factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares y los resultados. Para muchos países de las Américas no hay datos sobre los factores de riesgo, la ingesta alimentaria y la incidencia y prevalencia de enfermedades. En lo que se refiere a datos de buena calidad sobre la mortalidad, si los hay, son escasos. En consecuencia, hay que usar métodos para imputar o modelar estimaciones utilizando datos de países similares. Además, hay una conciencia creciente de la necesidad de examinar los determinantes sociales más amplios del contexto de la salud al modelar determinadas enfermedades y de considerar la perspectiva del ciclo de vida en este trabajo. Por último, aunque una mayor complejidad suele ser buena, no puede darse a expensas de la adaptabilidad y la facilidad de uso. Los modelos demasiado complejos y técnicamente intimidantes no pueden ponerse fácilmente en manos de múltiples usuarios locales en una variedad de contextos.

Estudio de caso: Proyección del impacto sanitario y económico de la reducción de la sal alimentaria en Estados Unidos y Argentina

Para proyectar el posible impacto de las políticas de reducción de la sal alimentaria en cada país se usaron las versiones estadounidense y argentina del modelo de política para las enfermedades cardiovasculares. En ambos estudios se supuso que el efecto de la reducción de la sal en la disminución de la presión arterial era lineal en la gama de cero a

tres gramos de sal (cloruro de sodio) al día. De metanálisis de estudios de observación y ensayos clínicos se obtuvieron estimaciones de la magnitud de la disminución de la presión arterial. Se supuso que la magnitud de la reducción del riesgo de cardiopatía coronaria y accidente cerebrovascular con la reducción de la presión arterial como consecuencia de la restricción de la ingesta de sal correspondía a la relación positiva entre una presión arterial más alta y un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares observada en estudios de cohortes.

Simulaciones de políticas de reducción de la sal alimentaria en Estados Unidos

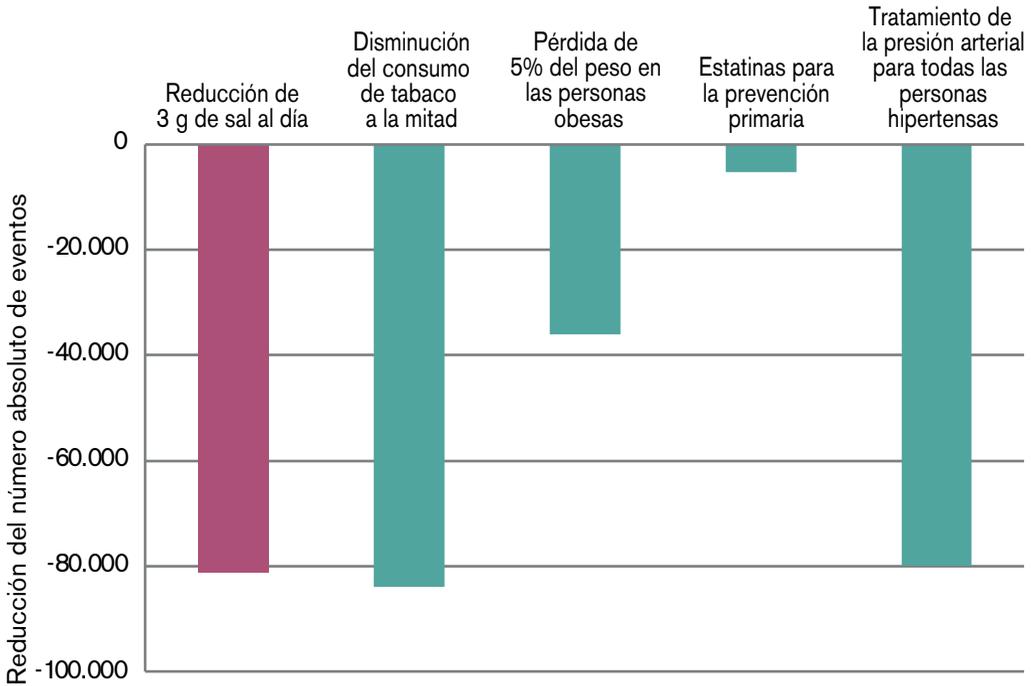
En Estados Unidos, el análisis de las políticas en materia de sal alimentaria se inició a raíz del debate público sobre la acción a escala nacional de la Administración de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos y la Iniciativa Nacional para la Reducción del Consumo de Sal para reglamentar el sodio en los alimentos procesados. En el estudio de Estados Unidos se simuló el posible efecto de una reducción de uno, tres o seis gramos de sal alimentaria al día, sobre la base de lo que se consideraba factible partiendo de un consumo promedio de 10,4 g al día entre los hombres y de 7,3 g al día entre las mujeres. Teniendo en cuenta la evidencia obtenida en ensayos clínicos de la respuesta de la presión arterial a la reducción de la ingesta de sal, se supuso que habría una respuesta acentuada entre los afroestadounidenses, las personas con hipertensión y las personas mayores de 65 años. Para colocar en contexto los beneficios proyectados de la reducción de la sal alimentaria, se compararon otras intervenciones de salud pública, como la reducción del tabaquismo, la reducción del peso y la reducción de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares con el tratamiento con mevastatínicos, con los beneficios proyectados de la reducción de la sal alimentaria.

El análisis de Estados Unidos llevó a la proyección de que las reducciones de la sal alimentaria conducirían a evitar muertes provocadas por ECV y por otras causas (evitándose de ese modo las muertes prematuras y agregando años de vida) y a ahorros en los costos debido a que se evitarían gastos de atención de casos agudos y crónicos de ECV. Según el modelo, en un período de 10 años se podrían ganar más de 800.000 años de vida por cada gramo de sal alimentaria que se redujera en la población, generando al mismo tiempo un ahorro neto en los costos. Los afroestadounidenses, las mujeres y los adultos jóvenes son quienes más se beneficiarían de una política nacional para reducir la sal alimentaria. Los beneficios de una reducción de tres gramos de sal alimentaria al día, aunque estaban distribuidos en toda la población, independientemente del riesgo de enfermedades cardiovasculares, eran comparables a los posibles beneficios para la salud pública de otras intervenciones de salud pública estudiadas (figura 2) (Bibbins-Domingo et al., 2010).

Simulaciones de políticas de reducción de la sal alimentaria en Argentina

El modelo argentino de política para las enfermedades cardiovasculares se usó para proyectar los beneficios para la salud de una reducción de 10% del sodio en los alimentos procesados comprendidos en la iniciativa del gobierno nacional “Menos Sal, Más Vida”, simulando un efecto a corto plazo (reducción de 8% en un período de dos años) y el impacto de una reducción acumulativa de 40% si la política se mantuviera durante 10 años.

FIGURA 2. Reducciones anuales proyectadas de las defunciones por cualquier causa con una reducción de tres gramos al día de la media del consumo de sal alimentaria en comparación con otras intervenciones clínicas y de salud pública hipotéticas en Estados Unidos, 2010-2019, según el modelo de política para las enfermedades cardiovasculares (Bibbins-Domingo et al., 2010)



El análisis de Argentina comenzó con el consumo de sodio alimentario medido por medio de análisis de orina al azar para determinar la concentración de sodio en el estudio piloto de La Pampa. En el análisis se proyectó que, incluso con una intervención de dos años, se evitarían unas 19.000 muertes (cuadro 2). Si la política se mantuviera durante 10 años, se podrían evitar alrededor de 55.000 muertes. Los investigadores de Argentina (Ferrante et al., 2011) también han publicado los resultados de las intervenciones que realizaron trabajando directamente con panaderías locales para reducir la sal agregada al pan y otros productos horneados, un punto de intervención primaria que es apropiado para Argentina y para las pautas de consumo de sodio en el país.

CUADRO 2. Posible efecto proyectado de la reducción de la sal alimentaria a corto plazo (política aplicada durante dos años) y a más largo plazo (política aplicada durante 10 años) en la disminución de los eventos cardiovasculares y el total de las defunciones en Argentina, 2013-2023, según el modelo de política para las enfermedades cardiovasculares (Konfino, Mekonnen, Coxson, Ferrante y Bibbins-Domingo, 2013).

	Total de defunciones			Muertes por cardiopatía coronaria			Infarto del miocardio			Accidente cerebrovascular		
	Punto de comparación	Casos evitados	Punto de comparación	Casos evitados	Punto de comparación	Casos evitados	Punto de comparación	Casos evitados	Punto de comparación	Casos evitados	Punto de comparación	Casos evitados
Efecto de la política aplicada durante dos años (disminución general de 8%, 4% de la cual se produce en los años 1 y 2)												
Hombres	1.555.000	-12.000	318.000	-4.500	488.000	-8.000	515.000	-5.500				
Mujeres	1.550.000	-7.000	275.000	-1.500	376.000	-5.000	495.000	-4.500				
Total	3.100.000	-19.000	593.000	-6.000	864.000	-13.000	1.010.000	-10.000				
Efecto de la política aplicada durante 10 años (iniciativa mantenida durante 10 años, reduciendo el sodio 40% gradualmente, 4% cada año)												
Hombres	1.555.000	-35.000	318.000	-11.500	488.000	-25.500	515.000	-15.000				
Mujeres	1.550.000	-20.000	275.000	-4.500	376.000	-12.500	495.000	-12.000				
Total	3.100.000	-55.000	593.000	-16.000	864.000	-38.000	1.010.000	-27.000				

Lista de referencias

1. Asaria, P., Chisholm, D., Mathers, C., Ezzati, M., and Beaglehole, R. (2007). Chronic disease prevention: health effects and financial costs of strategies to reduce salt intake and control tobacco use. *The Lancet*, 370(9604), 2044-2053.
2. Bibbins-Domingo, K., Chertow, G. M., Coxson, P. G., Moran, A., Lightwood, J. M., Pletcher, M. J., and Goldman, L. (2010). Projected effect of dietary salt reductions on future cardiovascular disease. *New England Journal of Medicine*, 362(7), 590-599.
3. Bibbins-Domingo, K., Coxson, P., Pletcher, M. J., Lightwood, J., and Goldman, L. (2007). Adolescent overweight and future adult coronary heart disease. *New England Journal of Medicine*, 357(23), 2371-2379.
4. Blanco, P., Gagliardi, J., Higa, C., Dini, A., Guetaa, J., Di Toro, D. y Sarmiento, R. A. (2007). Infarto agudo de miocardio en la República Argentina: Análisis comparativo en los últimos 18 años. Resultados de las Encuestas SAC. *Revista Argentina de Cardiología*, 75(3), 171-178.
5. Brindle, P., Jonathan, E., Lampe, F., Walker, M., Whincup, P., Fahey, T., and Ebrahim, S. (2003). Predictive accuracy of the Framingham coronary risk score in British men: prospective cohort study. *British Medical Journal*, 327(7426), 1267.
6. Caccavo, A., Álvarez, A., Facundo, H. B., Ferrari, A. E., Carrique, A. M., Lasdica, S. A. y Esandi, M. E. (2007). Incidencia poblacional del infarto con elevación del ST o bloqueo de rama izquierda a lo largo de 11 años en una comunidad de la provincia de Buenos Aires. *Revista Argentina de Cardiología*, 75(3), 185-188.
7. D'Agostino Sr., R. B., Grundy, S., Sullivan, L. M., and Wilson, P. (2001). Validation of the Framingham coronary heart disease prediction scores: results of a multiple ethnic groups investigation. *The Journal of the American Medical Association*, 286(2), 180-187.
8. Ebrahim, S., and Smith, G. D. (2001). Exporting failure? Coronary heart disease and stroke in developing countries. *International Journal Of Epidemiology*, 30(2), 201-205.
9. Feinleib, M., Kannel, W. B., Garrison, R. J., McNamara, P. M., and Castelli, W. P. (1975). The Framingham offspring study. Design and preliminary data. *Preventive Medicine*, 4(4), 518-525.
10. Ferrante, D., Apro, N., Ferreira, V., Virgolini, M., Aguilar, V., Sosa, M. y Casas, J. (2011). Factibilidad de reducir el contenido de sal de los alimentos procesados en la Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 29(2), 69-75.
11. Ferrante, D., Konfino, J., Mejía, R., Coxson, P., Moran, A., Goldman, L. y Pérez-Stable, E. J. (2012). Relación costo-utilidad de la disminución del consumo de sal y su efecto en la incidencia de enfermedades cardiovasculares en Argentina. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 32(4), 274-280.
12. Ferrante, D. y Virgolini, M. (2007). Encuesta Nacional de Factores de Riesgo 2005: resultados principales: Prevalencia de factores de riesgo de enfermedades cardiovasculares en la Argentina. *Revista Argentina de Cardiología*, 75(1), 20-29.
13. Garnett, G. P., Cousens, S., Hallett, T. B., Steketee, R., and Walker, N. (2011). Mathematical models in the evaluation of health programmes. *The Lancet*, 378(9790), 515-525.
14. Hayward, R. A. (2014). Moneyball, gambling, and the new cholesterol guidelines. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, 7(2), 311-314.

15. He, F. J., Li, J., and MacGregor, G. A. (2013). Effect of longer term modest salt reduction on blood pressure: Cochrane systematic review and meta-analysis of randomised trials. *British Medical Journal*, 346(1). f1325.
16. Hunink, M. G., Goldman, L., Tosteson, A. N., Mittleman, M. A., Goldman, P. A., Williams, L. W., and Weinstein, M. C. (1997). The recent decline in mortality from coronary heart disease, 1980-1990: the effect of secular trends in risk factors and treatment. *The Journal of the American Medical Association*, 277(7), 535-542.
17. Konfino, J., Mekonnen, T. A., Coxson, P. G., Ferrante, D., and Bibbins-Domingo, K. (2013). Projected impact of a sodium consumption reduction initiative in Argentina: An analysis from the CVD Policy Model–Argentina. *PloS ONE*, 8(9), 2013. DOI: 10.1371/journal.pone.0073824.
18. Liu, J., Hong, Y., D'Agostino Sr, R. B., Wu, Z., Wang, W., Sun, J., and Zhao, D. (2004). Predictive value for the Chinese population of the Framingham CHD risk assessment tool compared with the Chinese Multi-Provincial Cohort Study. *The Journal of the American Medical Association*, 291(21), 2591-2599.
19. Lavados, P. M., Sacks, C., Prina, L., Escobar, A., Tossi, C., Araya, F., and Alvarez, G. (2005). Incidence, 30-day case-fatality rate, and prognosis of stroke in Iquique, Chile: a 2-year community-based prospective study (PISCIS project). *The Lancet*, 365(9478), 2206-2215.
20. Mattes, R. D., and Donnelly, D. (1991). Relative contributions of dietary sodium sources. *Journal of the American College of Nutrition*, 10(4), 383-393.
21. Millett, C., Laverty, A. A., Stylianou, N., Bibbins-Domingo, K., and Pape, U. J. (2012). Impacts of a national strategy to reduce population salt intake in England: serial cross sectional study. *PLoS One*, 7(1), e29836.
22. Moran, A., DeGennaro, V., Ferrante, D., Coxson, P. G., Palmas, W., Mejia, R., and Goldman, L. (2011). Coronary heart disease and stroke attributable to major risk factors is similar in Argentina and the United States: the Coronary Heart Disease Policy Model. *International Journal of Cardiology*, 150(3), 332-337.
23. Muntwyler, J., Abetel, G., Gruner, C., and Follath, F. (2002). One-year mortality among unselected outpatients with heart failure. *European Heart Journal*, 23(23), 1861-1866.
24. Murray, C. J., Lauer, J. A., Hutubessy, R. C., Niessen, L., Tomijima, N., Rodgers, A., and Evans, D. B. (2003). Effectiveness and costs of interventions to lower systolic blood pressure and cholesterol: a global and regional analysis on reduction of cardiovascular-disease risk. *The Lancet*, 361(9359), 717-725.
25. O'Donnell, M., Mente, A., and Yusuf, S. (2014). Evidence relating sodium intake to blood pressure and CVD. *Current Cardiology Reports*, 16(10), 1-8.
26. Rosamond, W. D., Folsom, A. R., Chambless, L. E., Wang, C. H., McGovern, P. G., Howard, G., . . . and Shahar, E. (1999). Stroke incidence and survival among middle-aged adults 9-year follow-up of the atherosclerosis risk in communities (ARIC) cohort. *Stroke*, 30(4), 736-743.
27. Schargrodsky, H., Hernández-Hernández, R., Champagne, B. M., Silva, H., Vinueza, R., Ayçaguer, L. C. S., and CARMELA Study Investigators. (2008). CARMELA: assessment of cardiovascular risk in seven Latin American cities. *The American Journal of Medicine*, 121(1), 58-65.
28. Sposato, L. A., Esnaola, M. M., Zamora, R., Zurrú, M. C., Fustinoni, O., and Sapos-

- nik, G. (2008). Quality of ischemic stroke care in emerging countries the Argentinian National Stroke Registry (ReNACer). *Stroke*, 39(11), 3036-3041.
29. Webster, J. L., Dunford, E. K., Hawkes, C., and Neal, B. C. (2011). Salt reduction initiatives around the world. *Journal of Hypertension*, 29(6), 1043-1050.
 30. Weinstein, M. C., Coxson, P. G., Williams, L. W., Pass, T. M., Stason, W. B., and Goldman, L. (1987). Forecasting coronary heart disease incidence, mortality, and cost: the Coronary Heart Disease Policy Model. *American Journal of Public Health*, 77(11), 1417-1426.
 31. Wilson, P. W., D'Agostino, R. B., Levy, D., Belanger, A. M., Silbershatz, H., and Kannel, W. B. (1998). Prediction of coronary heart disease using risk factor categories. *Circulation*, 97(18), 1837-1847.
 32. Wolf, P. A., D'Agostino, R. B., Belanger, A. J., and Kannel, W. B. (1991). Probability of stroke: a risk profile from the Framingham Study. *Stroke*, 22(3), 312-318.
 33. Yaktine, A. L., Oria, M., and Strom, B. L. (Eds.). (2013). Sodium intake in Populations: Assessment of evidence. Washington, DC: The National Academies Press.

LISTA DE CONTRIBUYENTES

El doctor Simón Barquera es un médico (UAM, ciudad de México) licenciado en ciencias y doctorado por la Universidad de Tufts (Boston, Massachusetts, Estados Unidos). Ha sido consultor para la OMS, la OPS, el UNICEF, el Banco Mundial y la Asociación Internacional de Economistas Agrícolas, en los campos de la nutrición, la obesidad y las enfermedades crónicas. El doctor Barquera es coautor de diversos libros, artículos e informes científicos, entre los que figuran el Tercer Informe sobre la Situación de la Nutrición en el Mundo, de las Naciones Unidas, la Encuesta Nutricional Mexicana (1999), la Encuesta de Salud en México (2000) y la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición en México (2006, 2012).

Actualmente, el doctor Barquera es presidente de la Junta de Profesores de Nutrición de la Escuela Mexicana de Salud Pública, director de la División de Investigación de Programas y Políticas Nutricionales del Centro de Investigación Nutricional y de Salud, y líder de la investigación sobre el riesgo de obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares en el Instituto Nacional de Salud Pública. Es profesor visitante en la Escuela de Kinesiología en la Universidad de Queen (Canadá), miembro de la junta asesora sobre enfermedades crónicas y alimentación para la Secretaría de Salud de México, miembro de la Sociedad de la Obesidad, miembro del grupo de expertos de la OPS sobre reducción de la ingesta de la sal alimentaria y miembro de la Junta Asesora Científica de la Federación Mundial de la Obesidad. El doctor Barquera ha sido reconocido como investigador nacional por el Consejo Nacional Mexicano de Ciencia y Tecnología, y como miembro de la Academia Nacional de Medicina y de la Academia Mexicana de la Ciencia.

Kirsten Bibbins-Domingo es profesora de medicina, epidemiología y bioestadística en la Universidad de California, San Francisco (UCSF), y es directora del Centro de la UCSF para las Poblaciones Vulnerables en el Hospital General de San Francisco. Como epidemióloga cardiovascular, la doctora Bibbins-Domingo ha publicado ampliamente sobre el desarrollo de la cardiopatía en adultos jóvenes y sobre las diferencias de raza/étnicas y de ingresos en las manifestaciones y el tratamiento de las cardiopatías y sus factores de riesgo. Sus numerosas publicaciones incluyen estudios en *New England Journal of Medicine*, *Journal of the American Medical Association* y *Circulation*. Su trabajo actual se centra en estudiar la interacción entre los factores sociales, conductuales y biológicos que exponen a los grupos vulnerables al riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares en la niñez y las intervenciones para el conjunto de la población en materia de políticas que pueden prevenir la enfermedad en esos grupos.

Norman Campbell es profesor de medicina, ciencias de la salud de la comunidad, fisiología y farmacología en la Universidad de Calgary y miembro del Instituto Cardiovascular Libin de Alberta y del Instituto O'Brien de Salud Pública. Como presidente de HSF del Instituto Canadiense de Investigaciones sobre Salud (CIHR) el doctor Campbell está al frente de la iniciativa para prevenir y controlar la hipertensión en el Canadá. Asimismo, preside la Liga Mundial de Hipertensión y copreside el Grupo Consultivo Técnico sobre reducción de la ingesta de sal alimentaria, de la OPS.

Michele Cecchini es economista de salud y analista de política en la División de Salud de la OCDE, donde ha estado trabajando en el programa Economía de la Prevención desde el 2007. Sus campos de investigación incluyen el establecimiento de prioridades y la evaluación de programas en el sector de la salud, en particular con respecto a la salud y la evaluación económica de las políticas que influyen en los determinantes no médicos de la salud (por ejemplo, la nutrición, la actividad física y el consumo de alcohol). Michele ocupa un puesto de profesor adjunto de economía aplicada de la salud en la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Siena, y ha sido profesor visitante en el Centro de Investigación de Sistemas y Servicios de Salud de la Escuela de Medicina de Duke-NUS, en Singapur. También ha sido asesor temporero de varios gobiernos y organismos internacionales, incluidos la OMS y el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (CIIC), acerca de una variedad de temas relacionados con la dieta y la actividad física. Después de obtener el título de medicina y cirugía por la Universidad de Génova, Michele completó su capacitación de especialista en la salud pública en la Universidad de Siena. También obtuvo una maestría en política, planificación y financiamiento de la salud en la Escuela de Economía de Londres y la Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres.

Pamela Coxson es una matemática especialista del proyecto de elaboración de modelos para cardiopatías coronarias de la Universidad de California, San Francisco. Es licenciada en matemáticas por la Universidad de California del Sur (USC) y ha trabajado en la aplicación de las matemáticas a la farmacocinética, el craqueo catalítico del gasóleo, el procesamiento de imágenes de satélite, y las imágenes médicas. Como estudiante de segundo año en la USC, creó un día de actividades matemáticas para las escuelas de una zona urbana deprimida de Los Angeles. Posteriormente, como miembro del Instituto Mary Ingraham Bunting de Boston, inició el programa Day Math Kovalevsky Sonia, de la Asociación de Mujeres Matemáticas.

Alicia Fernandez, licenciada en ciencias médicas, es profesora de medicina clínica en la Universidad de California, San Francisco (UCSF) y médico responsable en el Dispensario Clínico General y las salas médicas del Hospital General de San Francisco. Su investigación principalmente se centra en la salud y las disparidades en la atención de la salud, y está particularmente interesada en las poblaciones vulnerables, la salud de los latinos, la salud de los inmigrantes y las barreras del idioma. Ha recibido varias distinciones y premios, incluido el Arnold P. Gold Professorship por el Humanismo en la Medicina. Ha ejercido de asesora para la Fundación Robert Wood Johnson, la Fundación California, el Foro Nacional de Calidad, el Fondo de la Commonwealth, la Asociación Médica Estadounidense, el Consejo Estadounidense de Medicina Interna y otras organizaciones y proyectos centrados en las disparidades en la atención de la salud, la salud de los latinos y las poblaciones con un dominio limitado del inglés. Ha sido miembro permanente de la sección de estudios sobre la eficacia y calidad de la asistencia sanitaria del Organismo de Investigación y Calidad de la Atención de la Salud (2006-2010) y actualmente es miembro de la Organización de los Servicios de Salud y de la sección de estudios sobre el parto de los Institutos Nacionales de Salud (NIH).

Daniel Ferrante es médico y coordinador del Programa de Control y Prevención de Enfermedades Cardiovasculares, del Ministerio de Salud en la Argentina. Sus áreas de trabajo incluyen la vigilancia de los factores de riesgo, la promoción de la salud (control del tabaco, alimentación saludable), la prevención en la atención primaria y la

gestión de las enfermedades cardiovasculares (cuidado agudo y crónico). Ha coordinado varias encuestas nacionales de salud en la Argentina, la iniciativa nacional de reducción de la ingesta de sal, y aplicación de las directrices de prevención cardiovasculares en la atención primaria. Con financiación argentina e internacional, ha participado en diversas iniciativas de investigación sobre la epidemiología cardiovascular y la salud. El doctor Ferrante es cardiólogo, licenciado en salud pública y eficacia clínica por la Universidad de Harvard, y también ha seguido estudios sobre bioestadística en la Universidad de Buenos Aires y sobre ensayos clínicos y epidemiología en la Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres. Anteriormente fue coordinador de epidemiología del tabaco en la Organización Mundial de la Salud en Ginebra. Actualmente Imparte la enseñanza en la Universidad de Buenos Aires, forma parte del Grupo Cochrane de Colaboración sobre el Corazón y es miembro del grupo de consulta de la OPS sobre la prevención de enfermedades cardiovasculares mediante la reducción de la ingesta de sal alimentaria.

Jonathan Konfino, licenciado en ciencias médicas, trabaja en temas de vigilancia como miembro del Departamento de Promoción de la Salud y Control de Enfermedades no Transmisibles del Ministerio de Salud de la Argentina. Anteriormente su investigación se centró en el consumo de tabaco en adolescentes y en las repercusiones previstas de la reducción de la sal alimentaria. Ha escrito documentos sobre muchos temas, incluidos los gradientes socioeconómicos estratificados por sexo en la inactividad física, la obesidad y la diabetes, y ha colaborado en otras publicaciones. El doctor Konfino ha presentado en la Universidad de California, San Francisco, los resultados de su investigación sobre la repercusión que tienen las intervenciones en el sodio y el tabaco en las enfermedades cardiovasculares en la Argentina, como parte del Centro de Investigaciones sobre la Eficacia Médica para Poblaciones Diversas (MERC) y el Centro para el Envejecimiento en Diversas Comunidades (CADC).

El doctor Jeremy Lauer es un economista que trabaja en el Departamento de Gobernanza y Financiación de Sistemas de Salud, de la OMS en Ginebra. Posee el título de bachiller universitario en matemáticas y filosofía por el St. John's College (Annapolis, Maryland, Estados Unidos), una maestría en economía y una licenciatura en economía agrícola y aplicada por la Universidad de Wisconsin en Madison (Estados Unidos), así como el doctorado en salud pública por la Universidad Erasmus (Rotterdam). El doctor Lauer empezó a trabajar en la OMS como editor técnico en 1995, y en 1998 pasó a trabajar como economista en el recién creado Programa Mundial sobre Pruebas Científicas para las Políticas de Salud. Formó parte del equipo que elaboró métodos de estimación del desempeño del sistema de salud para el Informe sobre la salud en el mundo 2000: Mejorar el desempeño de los sistemas de salud.

Desde 2003, ha trabajado principalmente en el uso e interpretación de modelos matemáticos para el análisis de la relación costoeficacia. Ha contribuido asimismo a una serie de trabajos sobre la evaluación económica de las intervenciones relacionadas con los factores de riesgo de enfermedad cardiovascular, las enfermedades respiratorias, el cáncer, la salud maternoinfantil, la infección por el VIH/sida, la tuberculosis y la prevención de enfermedades crónicas, así como sobre investigaciones de los sistemas de salud y sobre epidemiología y estadística. El doctor Lauer ha dirigido equipos interdisciplinarios en distintos países de América Latina y África para adaptar los resultados del análisis económico a los entornos nacionales. Actualmente trabaja con algunos colegas en la ac-

tualización de la base de conocimientos de la OMS sobre la costoeficacia de más de 500 intervenciones que cubren 22 áreas diferenciadas de enfermedades, lesiones y factores de riesgo. También está estudiando cómo lograr que la asistencia técnica sobre el análisis económico sea más estratégica y eficaz para los países, en consonancia con las recientes resoluciones de la Asamblea Mundial de la Salud sobre la evaluación de las tecnologías de la salud y la cobertura universal de salud.

La doctora Branka Legetic es la asesora regional en materia de prevención y control de enfermedades no transmisibles en el Departamento de Enfermedades no Transmisibles y Salud Mental de la OPS. Posee una licenciatura en prevención de enfermedades no transmisibles y una maestría en prevención integrada de enfermedades cardiovasculares. Se especializó en medicina comunitaria y en la organización de los servicios de salud, con campos de especialización que incluyen la planificación y evaluación de la salud, la promoción de la salud, la prevención de enfermedades no transmisibles, la creación de capacidad, la economía de la salud y epidemiología de enfermedades no transmisibles. Anteriormente fue responsable del desarrollo e impulso del proceso de consultas sobre el Plan de Acción para la Prevención y el Control de las Enfermedades no Transmisibles en las Américas 2013-2019, que sirve de documento de referencia para la política regional relacionada con esas enfermedades en la Región. Actualmente, su trabajo se centra en los aspectos económicos de las enfermedades no transmisibles, los programas de prevención de las enfermedades cardiovasculares basados en la población con atención especial a reducir el consumo de sal de la población, y la vigilancia de las enfermedades no transmisibles y los factores de riesgo.

Raúl Mejía es un experto en epidemiología y factores de riesgo de enfermedad cardiovascular en la Argentina y otros países de América Latina. Es el investigador principal de un proyecto sobre el tabaco y el cine en América del Sur, financiado por el Centro Internacional Fogarty de los Institutos Nacionales de Salud de los Estados Unidos. Fue también el investigador principal en un proyecto de información a los responsables de formular las políticas y otros interesados sobre la repercusión de las políticas nacionales de reducción de la sal y los ácidos grasos trans en la Argentina, financiado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo del Canadá. En el Centro de Estudio de Estado y Sociedad (CEDE) de la Argentina, es el investigador principal, cuyo trabajo se centra en la epidemiología cardiovascular y los factores de riesgo. Con un equipo de investigación de la Universidad de California, San Francisco (UCSF), está aplicando el Modelo de Política de Cardiopatía Coronaria para analizar la costoeficacia de intervenciones tales como las leyes de control del tabaco y la reducción de la sal en los alimentos procesados, con la intención de mitigar los riesgos de enfermedades cardiovasculares en la Argentina. El doctor Mejía es el director del programa de becas de medicina interna general en el Hospital de Clínicas, Universidad de Buenos Aires.

Andrew E. Moran, de la División de Medicina General, Departamento de Medicina, Universidad de Columbia, Nueva York, obtuvo el título de bachiller universitario por la Universidad de Brown y la licenciatura y la maestría en salud pública por la Universidad de Columbia. Completó una residencia en medicina interna en el Centro Médico Universitario de Columbia y obtuvo una beca de medicina interna general en la Universidad de California, San Francisco. Sus principales intereses de investigación son la epide-

miología y la prevención de las enfermedades cardiovasculares y otras enfermedades crónicas no transmisibles en los Estados Unidos y en los países de ingresos bajos y medianos. Patrocinado por el Instituto Nacional de los Estados Unidos del Corazón, los Pulmones y la Sangre (NHLBI), el doctor Moran está dirigiendo la evaluación de las políticas de los Estados Unidos y China para el control de la hipertensión. Gracias a una asignación del NHLBI para el desarrollo profesional está llevando a cabo una investigación sobre las políticas de prevención de enfermedades cardiovasculares en China, Argentina, México y otros países. Asimismo, la Fundación Bill y Melinda Gates apoyó el liderazgo del doctor Moran en el estudio de las cardiopatías isquémicas para el Estudio sobre la Carga Mundial de Morbilidad.

Kakali Mukhopadhyay es una asociada superior (académica e investigadora) en el Departamento de Ciencias sobre Recursos Naturales (programa de Economía Agrícola) de la Universidad McGill (Montreal, Canadá). Obtuvo la maestría en economía por la Universidad de Kanpur (India), y la maestría y el doctorado en ciencias económicas con una especialización en la energía y el medio ambiente por la Universidad de Jadavpur (Calcuta, India). Antes de colaborar con McGill en el 2007, fue becaria de investigación postdoctoral y posteriormente pasó a ser miembro del profesorado en el Centro de Políticas de Desarrollo y Ambientales, del Instituto Indio de Administración (Calcuta), y en la Escuela de Economía de Madrás (Chennai, India).

Su investigación se ha centrado en la energía y el medio ambiente, el comercio y el medio ambiente, la contaminación del aire y la salud, la economía de la salud, la integración económica regional, y la investigación y el desarrollo. Ha recibido varias becas y premios internacionales del Banco Mundial, el Banco Asiático de Desarrollo, el programa indo-holandés y la Fundación Ford, entre otros. Fue becaria postdoctoral/visitante en la Universidad de Oulu (Finlandia); el Instituto del Medio Ambiente de Estocolmo (Suecia); el Instituto de Investigación SOM, de la Universidad de Groninga (Países Bajos); UNU-MÉRITO, de la Universidad del Maastricht (Países Bajos); y la Escuela del Medio Ambiente, Recursos y Desarrollo, del Instituto Asiático de Tecnología (Tailandia). Fue también profesora visitante distinguida en la Universidad De La Salle (Manila, Filipinas).

La doctora Mukhopadhyay ha publicado numerosos trabajos en revistas arbitradas de prestigio internacional. Ha escrito cinco libros sobre cuestiones que incluyen la energía, la contaminación del aire y la salud, y el comercio y el medio ambiente. Ha realizado estudios para el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, el Instituto Indo-canadiense Shastri, el Organismo de Salud Pública del Canadá, el organismo Agricultura y Agroalimentación del Canadá, BioFuelNet, el Organismo de Bengala Occidental de Desarrollo de la Energía Renovable, el Consejo Indio de Investigaciones Sociales y la Red del Asia Meridional para el Desarrollo y la Economía Ambiental.

Franco Sassi, un economista principal de la salud perteneciente a la División de Salud de la OCDE, está a cargo del Programa de Salud Pública de la OCDE. Es el autor principal de *Obesity and the Economics of Prevention: Fit not Fat* (2010) y de un gran número de publicaciones sobre economía de la prevención de enfermedades crónicas. Anteriormente, fue profesor titular de política sanitaria en la Escuela de Ciencias Económicas y Políticas de Londres (LSE), y durante ocho años dirigió el programa de posgrado de política sanitaria, planificación, y financiación, organizado conjuntamente por la LSE y la Escuela de Higiene y Medicina Tropical de Londres. Franco posee una licenciatura por

la Universidad Bocconi (Milán) y obtuvo su doctorado en economía de la salud por la Universidad de Londres. A lo largo de su carrera, el tema principal de su investigación y sus publicaciones ha sido la evaluación de las intervenciones de salud. Ha ocupado puestos de profesor adjunto y visitante en varias universidades de los Estados Unidos, incluidas la Universidad de California en Berkeley, la Universidad de Harvard, la Universidad de California en San Francisco y la Universidad de Duke, así como la Universidad de Montreal en el Canadá y la Universidad Católica de Roma. En el 2000-2001 recibió la beca Harkness del Fondo de la Commonwealth en política de salud.

Paul J. Thomassin es profesor adjunto del Programa de Economía Agrícola en la Universidad McGill, y ocupa un puesto de investigador docente en el Centro de Investigación y Análisis Interuniversitarios de las Organizaciones. Obtuvo una licenciatura y un doctorado en economía agrícola y de recursos por la Universidad de Hawai. Thomassin ha sido presidente del Departamento de Economía Agrícola en la Universidad McGill y profesor honorario de la División de Ciencia y Tecnología en la Universidad de Auckland (Nueva Zelanda). Sus intereses de investigación incluyen la adaptación y vulnerabilidad de la agricultura y las comunidades al cambio climático y la variabilidad, los modelos agrícolas, el análisis económico de las prácticas óptimas de gestión, y el suministro de productos y servicios ecológicos del medio agrícola a través de mecanismos de subasta.

AGRADECIMIENTOS

Nos complace agradecer a un gran número de personas por la ayuda que han prestado para hacer realidad esta publicación. Michele Cecchini, Branka Legetic, Jeremy Lauer, Franco Sassi, Paul Thomassin y Claudia Pescetto iniciaron este proceso y lo llevaron adelante..

Huelga decir que todos los autores principales y sus coautores merecen nuestra gratitud por sus contribuciones intelectuales. Cabe destacar especialmente Kakali Mukhopadhyay, que se incorporó a última hora para revisar a fondo el capítulo 2 y escribir dos estudios de casos informativos pertinentes. Kirsten Bibbins-Domingo y Andrew Moran compartieron el modelo que elaboraron para los Estados Unidos y la experiencia en su adaptación y aplicación en forma conjunta con los investigadores de América Latina, así como las enseñanzas extraídas mediante esfuerzos de difusión en la Región de las Américas.

Diversos funcionarios de la OPS y la OCDE colaboraron en diferentes etapas del proceso. En la OPS, Merle Lewis y Anselm Hennis reconocieron la importancia del tema abordado en la publicación y aseguraron apoyo al proyecto. En la OCDE, Pearson Mark y Francesca Colombo desempeñaron un papel similar. Cabe encomiar el trabajo intenso y de alta calidad que llevó a cabo Katri Kontio, de la OPS, junto con el editor técnico del texto, al igual que el que realizó Arantxa Cayon con el diseñador gráfico y la unidad de comunicaciones de la OPS. En la OCDE, Laurence Gerrer-Thomas brindó asistencia administrativa.

Deseamos dar las gracias también al editor técnico, Bill Black, por su revisión minuciosa del texto, las figuras y los cuadros del libro, así como por sus útiles sugerencias para el diseño gráfico de la publicación. Bill recibió la asistencia de dos pasantes de la OPS, Jared Huffman y Robin Mowson, en las referencias y las citas.

La publicación de este documento ha sido posible gracias al apoyo financiero de la Organización Panamericana de la Salud.



**Organización
Panamericana
de la Salud**



**Organización
Mundial de la Salud**

OFICINA REGIONAL PARA LAS **Américas**



OECD

BETTER POLICIES FOR BETTER LIVES



9789275318652