

Costo-efectividad de políticas para el tamizaje de cáncer de mama en México

Atanacio Valencia-Mendoza, MCES,⁽¹⁾ Gilberto Sánchez-González, MCF,⁽¹⁾ Sergio Bautista-Arredondo, MCES,⁽¹⁾ Gabriela Torres-Mejía, MCES,⁽²⁾ Stefano M Bertozzi, MD, PhD.^(3,4)

Valencia-Mendoza A, Sánchez-González G, Bautista-Arredondo S, Torres-Mejía G, Bertozzi SM. Costo-efectividad de políticas para el tamizaje de cáncer de mama en México. *Salud Publica Mex* 2009;51 suppl 2:S296-S304.

Valencia-Mendoza A, Sánchez-González G, Bautista-Arredondo S, Torres-Mejía G, Bertozzi SM. Cost-effectiveness of breast cancer screening policies in Mexico. *Salud Publica Mex* 2009;51 suppl 2:S296-S304

Resumen

Objetivo. Generar información de costo-efectividad para optimizar las políticas para el cáncer de mama (CaMa) en México. **Material y métodos.** Se construyó un modelo Markov que incorpora cuatro procesos interrelacionados del CaMa: la evolución natural, la detección con mamografía, el tratamiento y la dinámica de mortalidad por otras causas, a partir del cual se modelaron 13 estrategias. **Resultados.** Las estrategias (edad de inicio, porcentaje de cobertura, periodicidad en años)= (48, 25, 2), (40, 50, 2) y (40, 50, 1) representan la ruta óptima de expansión del programa, con un costo por año de vida ganado de 75.3, 116.4 y 171.1 (miles de pesos), respectivamente. **Conclusiones.** Las estrategias sobre la vía óptima de expansión del programa producen una razón de costo por año de vida ganado menor a dos veces el PIB per cápita, por lo que se encuentran dentro de lo que se considera una intervención costo-efectiva según los criterios de la OMS.

Palabras clave: neoplasias de mama; diagnóstico; evaluación de costo-efectividad; México

Abstract

Objective. Generate cost-effectiveness information to allow policy makers optimize breast cancer (BC) policy in Mexico. **Material and methods.** We constructed a Markov model that incorporates four interrelated processes of the disease: the natural history; detection using mammography; treatment; and other competing-causes mortality, according to which 13 different strategies were modeled. **Results.** Strategies (starting age, % of coverage, frequency in years)= (48, 25, 2), (40, 50, 2) and (40, 50, 1) constituted the optimal method for expanding the BC program, yielding 75.3, 116.4 and 171.1 thousand pesos per life-year saved, respectively. **Conclusions:** The strategies included in the optimal method for expanding the program produce a cost per life-year saved of less than two times the GNP per capita and hence are cost-effective according to WHO Commission on Macroeconomics and Health criteria.

Key words: breast neoplasms; diagnosis; cost-effectiveness evaluation; Mexico

(1) Dirección de Economía de la Salud, Instituto Nacional de Salud Pública.

(2) Dirección de Investigación en Enfermedades Cardiovasculares, Diabetes Mellitus y Cáncer, Instituto Nacional de Salud Pública.

(3) Centro de Investigación en Evaluación y Encuestas, Instituto Nacional de Salud Pública.

(4) Centro de Investigación y Docencia Económicas, Haas School of Business, UC Berkeley.

Fecha de recibido: 11 de noviembre de 2008 • Fecha de aprobado: 13 de enero de 2009

Solicitud de sobretiros: Atanacio Valencia-Mendoza. Av. Universidad 655, col. Santa María Ahuacatlán. 62508 Cuernavaca, Morelos, México
Correo electrónico: avalencia@correo.insp.mx

En el ámbito mundial, el cáncer de mama (CaMa) es el tumor maligno más frecuente en las mujeres (23% del total de los tumores malignos).¹ Representa cerca de 10.6% de los 10.9 millones de tumores que se diagnostican cada año entre ambos sexos¹ y es la principal causa de muerte por cáncer entre las mujeres (14% del total de muertes por cáncer en las mujeres).² Desde 1990 se ha observado un incremento en las tasas de incidencia de casi 0.5% anual. A este ritmo de crecimiento, se espera que para el año 2010 habrá cerca de 1.4 millones de nuevos casos en el mundo.¹

En México, el cáncer de mama representa ya la primera causa de muerte por cáncer entre las mujeres de 25 y más años. La tasa de mortalidad del cáncer de mama ha superado a la del cáncer cervicouterino y se ha incrementado en los últimos años, desde una tasa ajustada por edad de 5.9 por 100 000 mujeres de 25 años y mayores en 1980 hasta casi 9 a mediados del decenio de 1990 (Globocan 2008).

La detección temprana mediante el tamizaje con mamografía ha mostrado disminuir las tasas de mortalidad por esta enfermedad.³⁻⁵ Una revisión de siete estudios mostró una reducción de la tasa de mortalidad de 28 a 65% con una media de 46%.⁶ Un programa de tamizaje para mujeres entre 50 y 69 años en Estados Unidos registró un incremento de la esperanza de vida de 12 días a un costo de 704 dólares por mujer; extender este programa a mujeres de 40 a 49 años incrementaría la esperanza de vida por 2.5 días a un costo de 676 dólares por mujer.⁷ En Francia se realizó un estudio de costo-efectividad que comparó un programa de tamizaje nacional con la ausencia de dicho programa y se encontró que en un periodo de 20 años se salvarían 92 vidas y un total de 1 522 años de vida ganados con una reducción de la mortalidad de 12.6%.⁸

En 2002, la Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (AIIC) concluyó que existía suficiente evidencia proveniente de ensayos clínicos sobre el efecto del tamizaje mediante mamografía para la reducción de la mortalidad por CaMa en mujeres de 50 a 69 años.⁹ Se notificó una reducción de 25% de la mortalidad por esta neoplasia debido al uso de la mamografía de tamizaje; con base en la intención de tratamiento, la reducción fue de 35% en aquellas mujeres que se practicaron la mamografía de manera regular.¹⁰ Sin embargo, la efectividad de la prueba ha mostrado ser mayor en el grupo de mujeres de 50 a 69 años de edad que en las de 40 a 49, con una disminución de la tasa de mortalidad de 16 a 35% y 15 a 20%, respectivamente.³⁻⁵

En cuanto a la frecuencia de tamizaje, en países como Inglaterra que tienen un programa de tamizaje organizado desde 1988, la mamografía se realiza ya no cada tres sino cada dos años. La frecuencia de los

cánceres de intervalo, que son las tumoraciones que se detectan entre los periodos de tamizaje, es indicativa en parte de la calidad del tamizaje, ya que tumores que debieron diagnosticarse durante el tamizaje se reconocen durante el periodo entre dos tamizajes consecutivos.¹¹

Son muchos los factores a considerar en el proceso de tomar decisiones en torno de la selección de la estrategia de tamizaje más apropiada en un contexto determinado, como lo son la edad de inicio, edad de término, cobertura y frecuencia, así como la epidemiología, los costos de la enfermedad y el programa de tamizaje. Los estudios de costo-efectividad son una herramienta que sirve para generar información sobre los beneficios en salud y costos de diferentes estrategias de detección de CaMa para ayudar a los tomadores de decisiones a seleccionar la medida que maximice las mejoras en salud en relación con un cierto nivel de recursos.¹²

Las estimaciones de la razón costo-efectividad de programas de tamizaje, expresadas en costo por año de vida ganado (QALY, del inglés *quality-adjusted life year*), que puede o no ajustarse por calidad de vida, han fluctuado de manera amplia: de casi 2 884 a 114 300 dólares por QALY.¹³ Entre los factores más importantes como determinantes de la variabilidad en los costos por QALY figuran los costos del programa de tamizaje; los costos de atención y tratamiento; y la epidemiología de la enfermedad.¹² Otra posible fuente de variabilidad en las estimaciones del costo por QALY proviene de diferencias en los modelos usados para predecir la razón de costo-efectividad.^{14,15}

El objetivo de este trabajo es contribuir al corpus bibliográfico de la evaluación económica mediante la provisión de un estudio cuyo contexto de interés es un país de ingresos medios, y cuyos resultados son relevantes para tomar decisiones en países de nivel económico similar. De manera específica, se creó un modelo de la evolución natural de la enfermedad del cáncer de mama que combina modelos biofísicos del crecimiento tumoral con la modelación de tipo Markov, alimentado con datos epidemiológicos y económicos de México para estimar la razón de costo-efectividad de diferentes alternativas de programa de detección del CaMa.

Material y métodos

Con el objetivo de generar información que permita optimizar la política para el control del CaMa en México se diseñó un modelo para evaluar la razón costo-efectividad de diferentes estrategias de tamizaje desde la perspectiva del sector público de salud. En términos de modelación, los objetivos fueron: a) que el modelo reprodujera la mortalidad por cáncer de mama específica por edad observada en el año 2007 en la población

de mujeres mexicanas; y b) que dicho modelo simulara el impacto de programas alternativos de tamizaje en la población mexicana sobre costos y mortalidad.

El modelo

Se ideó un modelo de Markov con longitud de ciclos de un año, el cual incorpora cuatro procesos interrelacionados: a) la evolución natural del CaMa ; b) la detección del CaMa mediante tamizaje con mamografía; c) el tratamiento de CaMa; y d) la dinámica de mortalidad por otras causas (figura 1). La información para alimentar los componentes primero, segundo y tercero del modelo se obtuvo mediante una revisión sistemática de las publicaciones sobre cada caso. La información del cuarto componente procedió directamente de las tablas de mortalidad del Consejo Nacional de Población (CONAPO).

El modelo se estimó mediante simulaciones de Monte Carlo. Para cada una de las simulaciones, al inicio del proceso, la edad de la mujer se eligió aleatoriamente de la distribución por edad de mujeres mexicanas mayores de 24 años en el año 2008.¹⁶ La trayectoria de cada mujer se simuló hasta la muerte o los 99 años de edad. Cada uno de los cuatro procesos simulados es estocástico y en conjunto determinan la epidemiología del cáncer de mama en México.

Evolución natural de la enfermedad

Debido a que la capacidad de detección de casos de cáncer de mama mediante la mamografía depende en gran medida del tamaño del tumor, más que del estadio, se simuló la evolución natural de la enfermedad del cáncer de mama mediante un modelo continuo de crecimiento

tumoral basado en el trabajo previo de Weedon-Fekjær. Dicho modelo se ha validado con datos poblacionales.¹⁷ Este modelo de crecimiento tumoral está configurado con la siguiente ecuación:

$$\Phi(t)_G = \Phi_{\max} (1 + (\Omega^{4/3} - 1) \text{Exp}(-\gamma k_G t))^{-3/4} \quad (1)$$

en donde $\Phi(t)_G$ denota el tamaño del tumor en el tiempo t para una mujer que pertenece al grupo G , donde $G=0,1$, según sea que la mujer esté en edad premenopáusica o en la menopausia (a partir de los 48 años de edad).¹⁸ Φ_{\max} es el diámetro máximo del tumor (128 mm), $\Omega = \Phi_{\max} / \Phi_0$, Φ_0 es el diámetro inicial del tumor que corresponde a 1 mm; k es una distribución de probabilidad log-normal para cada grupo G cuyas características se detallan en el cuadro I y que define el ritmo de crecimiento tumoral individual; γ es un parámetro de ajuste y t es el tiempo medido en años. El hecho de considerar una distribución de probabilidad para el ritmo de crecimiento tumoral, que además es distinta para cada grupo según sea su estado de menopausia, permite reproducir dos hechos muy importantes de la evolución natural del cáncer de mama: a) existe variabilidad individual en el ritmo de crecimiento tumoral: casos de tumoraciones de lenta progresión que nunca llevarán a la muerte incluso si no se los detecta contra casos de rápida progresión; y b) como promedio, la menopausia lentifica el crecimiento tumoral.

Se presupone que la tasa de aparición de tumores de diámetro igual a 1 mm por edad, los cuales crecerán según la ecuación 1, es igual a la incidencia de casos en su estadio *in situ* notificada por la Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud.

La sobrevida por CaMa a través del tiempo y los costos de tratamiento son función de los estadios del

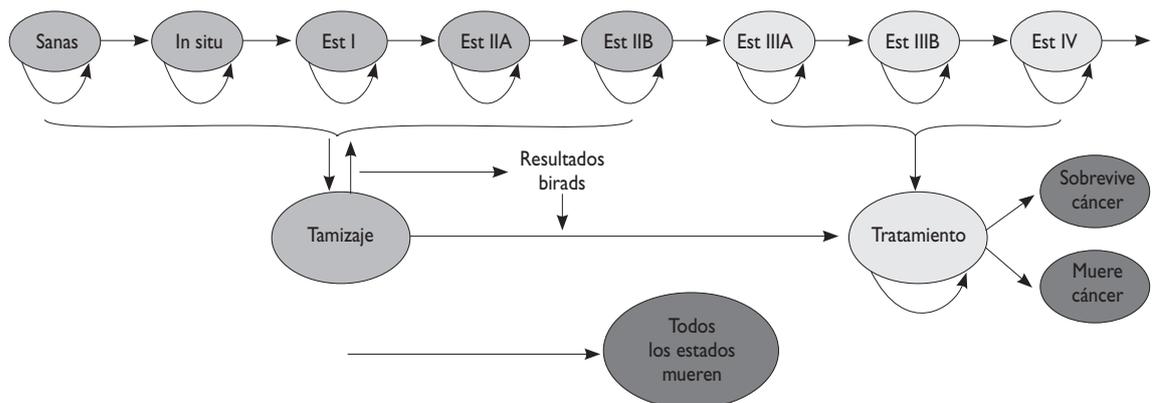


FIGURA 1. ESQUEMATIZACIÓN DEL MODELO DE COSTO-EFECTIVIDAD DE POLÍTICAS DE TAMIZAJE PARA CAMA

Cuadro I
PARÁMETROS UTILIZADOS PARA LA ESTIMACIÓN DEL MODELO DE COSTO-EFECTIVIDAD

Parámetro	Valor	Referencia
<i>Epidemiológicos y poblacionales</i>		
Distribución inicial de población	Véase http://www.conapo.gob.mx/00cifras/proy/RM.xls	[16]
Tabla de mortalidad por edad	Véase http://www.conapo.gob.mx/00cifras/proy/RM.xls	[22]
Mortalidad por CM	[http://sinais.salud.gob.mx]	[23]
<i>Incidencia de CM por grupos de edad por 100 000, 2006</i>		
25 a 29	0.179	Dirección General de Epidemiología de la Secretaría de Salud, México
30 a 34	0.579	
35 a 39	1.215	
40 a 44	2.237	
45 a 49	2.776	
50 a 54	2.977	
55 a 59	2.966	
60 a 64	2.134	
65 a 69	1.895	
70 a 74	1.553	
75 y más	1.649	
<i>De crecimiento tumoral (ecuación 1)</i>		
Γ	0.25	[17]
κ en premenopáusicas	Log-Normar (1.38, 1.36)	[17]
Γ	0.25	[17]
κ en premenopáusicas	Log-Normar (0.7, 1.18)	[17]
<i>Características de la detección (ecuación 2)</i>		
Sensibilidad	Ecuación 2	[17]
Especificidad	0.36-0.99	[17]
β_1 Premenopausia	6.33	[17]
β_2 Premenopausia	1.5	[17]
β_1 Premenopausia	6.65	[17]
β_2 Premenopausia	1.46	[17]
<i>Sobrevida (ecuación 3)</i>		
Valor de λ en los estadios:		
I	0.039	Estimación propia con base en datos de [21]
2A	0.058	Estimación propia con base en datos de [21]
2B	0.085	Estimación propia con base en datos de [21]
3A	0.07	Estimación propia con base en datos de [21]
3B	0.163	Estimación propia con base en datos de [21]
4	0.148	Estimación propia con base en datos de [21]
	0.379	Estimación propia con base en datos de [21]
<i>Costos (pesos de 2007)</i>		
Mamografía	644	Precios del mercado
Biopsia*	2 569	Lista de precios unitarios del IMSS
Seguimiento a biopsias positivas [‡]	600.81	Lista de precios del Hospital General de México
<i>Atención médica</i>		
Estadio 0	27 586	Fondo de Protección Contra Gastos Catastróficos, 2007
Etapas I, II-A	154 704	Fondo de Protección Contra Gastos Catastróficos, 2007
Etapas II-B, III-A, B, C	210 090	Fondo de Protección Contra Gastos Catastróficos, 2007
Etapa IV	220 788	Fondo de Protección Contra Gastos Catastróficos, 2007

* Este aspecto incluye el costo de la práctica de la biopsia, más una consulta de especialidad y un estudio histopatológico de la biopsia

‡ Este aspecto se compone de una suma ponderada de los precios de las siguientes pruebas de laboratorio: biometría hemática, química sanguínea, factor RH, tromboplastina, citometría hemática, examen general de orina, pruebas de función hepática, radiografías, colesterol y triglicéridos, proteínas, electrolitos, antígeno carcinoembrionario. La ponderación para cada prueba representa el porcentaje de los casos en los cuales la prueba es practicada a las mujeres bajo seguimiento, y las obtuvieron los autores por medio de entrevistas a personal médico del Hospital General de México

cáncer de mama, no tanto del tamaño del tumor. Por esta razón, en este modelo los casos de cáncer de mama se catalogaron de acuerdo con la clasificación del sistema TNM, que a su vez se basa en el tamaño del tumor simulado mediante el modelo de crecimiento tumoral y las probabilidades de nódulos y metástasis según las estimaciones de Chan y Schneider.^{19,20} Una vez que un tumor simulado entra en la etapa 1, éste será letal a una tasa acorde con los análisis de sobrevivida llevados a cabo por Flores-Luna.²¹

Detección del cáncer de mama

En cualquier ciclo del modelo, un tumor oculto particular puede identificarse mediante el uso de la mamografía. Las mamografías se evalúan con el sistema BIRADS, cuyos valores de 4 a 6 se consideran sospechosos de cáncer de mama y son indicación para la práctica de biopsia, cuya sensibilidad y especificidad se consideran de 100%. Una biopsia positiva define el inicio del tratamiento.

Cuando una mujer con un tumor se somete a tamizaje, la probabilidad de detección con mamografía guarda relación con el tamaño de dicho tumor y con el estado de la mujer: premenopáusica o menopáusica. De acuerdo con Weedon-Fekjær,¹⁷ la sensibilidad $S(\Phi)$ de la mamografía se define mediante la siguiente ecuación:

$$S(\Phi)_G = \text{Exp} \left(\frac{\Phi - \beta_{1,G}}{\beta_{2,G}} \right) \left(1 + \text{Exp} \left(\frac{\Phi - \beta_{1,G}}{\beta_{2,G}} \right) \right)^{-1} \quad (2)$$

donde $S(\Phi)_G$ es la sensibilidad de la mamografía para el tamaño de tumor Φ en el grupo de mujeres G ; con $G=0,1$, según sea que la mujer esté en edad premenopáusica o menopáusica. $\beta_{1,G}$ y $\beta_{2,G}$ son parámetros que se ajustan a las observaciones para los grupos de edad y que, como lo indica el subíndice, dependen del estado de la menopausia (cuadro I).

La especificidad de la mamografía es un parámetro importante en este modelo, toda vez que tiene un efecto considerable sobre costos de seguimiento a casos sospechosos de cáncer de mama.

Tratamiento del cáncer de mama

El modelo considera de manera implícita la efectividad de los tratamientos para los diferentes estadios del cáncer de mama al momento de la detección mediante la aplicación de una letalidad anual estimada por los autores a partir de los análisis de sobrevivida bajo tratamiento de Flores-Luna.²¹ La ecuación utilizada en el modelo que define la tasa de supervivencia por cáncer de mama

al tiempo τ después de establecer un diagnóstico de estadio j es la siguiente:

$$T(\tau) = e^{-\lambda_j \tau}; j = 1, 2A, 2B, 3A, 3B, 4. \quad (3)$$

donde λ es un parámetro definido para cada estadio en el que las mujeres se detectan y cuyos valores se muestran en el cuadro I. Se presupone que 100% de las mujeres detectadas en el estadio 0 sobrevive al cáncer de mama, por lo que no está incluido dentro de los valores que puede tomar j . También se asume que las mujeres que sobreviven 10 años después del diagnóstico de cáncer de mama de cualquier estadio se consideran sobrevivientes de cáncer de mama.

Mortalidad por otras causas

El modelo considera la mortalidad específica por edad por causas diferentes al cáncer de mama. Para lo anterior se ajustaron al modelo tablas de mortalidad por todas las causas por edad de las mujeres mexicanas del año 2008, notificadas por el CONAPO,²² a las que se les sustrajo la mortalidad específica por edad por cáncer de mama informada por la Secretaría de Salud.²³

Costos

Además de los efectos en salud de las estrategias de tamizaje evaluadas, también se modelaron los costos de cada una de ellas. Los costos totales de cada estrategia se componen de los costos del programa de tamizaje (mamografías, biopsias y demás insumos de diagnóstico de seguimiento) más los costos de atención médica por los casos de enfermedad. En el cuadro I se presenta la información de costos a precios de 2007 utilizada en el modelo.

Estrategias modeladas y método de estimación

Se modeló la razón de costo-efectividad de 13 estrategias de tamizaje para cáncer de mama que corresponden a la combinación de tres edades de inicio (40, 48 y 50 años de edad) con dos niveles de cobertura (25 y 50%), con dos periodicidades (anual y bianual), todas las anteriores con una edad de término de tamizaje de 69 años de edad, más la estrategia de cero cobertura.

Para lograr la convergencia en el modelo se simuló los cuatro procesos que lo componen para las 13 estrategias sobre un millón de mujeres virtuales mayores de 24 años de edad que transitan individualmente bajo las condiciones del modelo ya descrito. Para cada

simulación se registran todos los sucesos relevantes de la enfermedad y muerte, así como los costos acumulados relacionados con tamizaje y atención médica por cáncer de mama. Por último, tanto los costos como los efectos en salud se descontaron mediante una tasa de descuento de 3% y se expresaron en términos de costo por año de vida ganado a precios de 2007.

Calibración y validación

Para validar los resultados arrojados por el modelo, se simuló un escenario que reproduce las condiciones actuales en términos de cobertura de tamizaje, incidencia y prevalencia. Dado que la ecuación de crecimiento tumoral es un insumo del modelo, que no fue directamente observable en las mujeres mexicanas, es un insumo sujeto de calibración en la búsqueda de reproducibilidad de la epidemiología observada en el modelo. El parámetro de ajuste γ de la ecuación 1 lo ajustaron los autores hasta reproducir de manera muy cercana la mortalidad por cáncer de mama de la población mexicana (figura 2).

Resultados

En el cuadro II se presentan los resultados de 12 escenarios; todos ellos tienen como referencia el escenario basal que corresponde a la ausencia de un programa de tamizaje.

La mayor reducción de la tasa de mortalidad se logra con el programa (edad de inicio, porcentaje de cobertura, periodicidad en años) = (40, 50, 1), que es el programa con la menor edad de inicio, la mayor tasa de cobertura y la mayor frecuencia y con el que se obten-

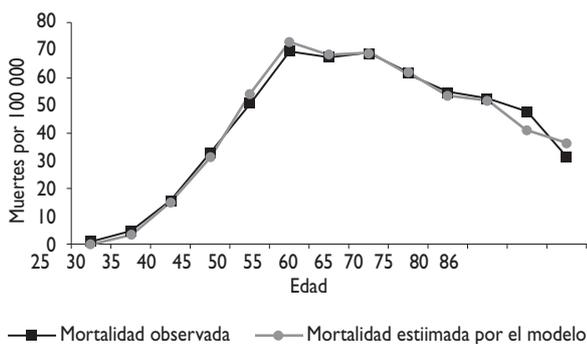


FIGURA 2. MORTALIDAD POR CÁNCER DE MAMA: OBSERVADA Y ESTIMADA

dría una reducción de 21% de la tasa de mortalidad. En un segundo rango de reducción de mortalidad pueden identificarse los programas de las columnas 1, 8, 9 y 10, con los cuales se obtiene una reducción de 10 a 14%. El resto de los programas arroja una reducción de 3 a 8%.

En general, conforme aumenta la edad de inicio del programa, también lo hace el costo incremental por año de vida ganado. Lo contrario ocurre con la disminución de la frecuencia del tamizaje. En este caso, los costos por año de vida decrecen si el tamizaje se realiza cada dos años respecto del escenario equivalente con frecuencia anual.

La última fila del cuadro II presenta los resultados del análisis de costo-efectividad en términos de estrategias dominadas, es decir, aquellas estrategias que resultan más costosas y menos efectivas que otra(s) de las existentes. La figura 3 ayuda a observar estos resultados de una manera más clara.

Como se observa en la figura 3, que grafica las intervenciones en términos de años de vida ganados contra los costos totales del programa, la mitad de los escenarios son dominados de manera estricta (representados por triángulos) por el conjunto de los escenarios restantes (representados por rombos). Es decir, para cada uno de los escenarios representados por triángulos existe al menos uno representado por rombos, que es al mismo tiempo menos costoso y más efectivo. Fuera del escenario con el cual se logra la mayor ganancia en mortalidad (40, 50, 1), pero que también implica el mayor costo total, todos los escenarios no dominados de manera estricta son aquellos con menor frecuencia de tamizaje (cada dos años).

Dentro del conjunto de los escenarios representados por rombos, tres de ellos son dominados de manera extendida: (40, 25, 2), (50, 50, 2) y (48, 50, 2), es decir, para cada uno de estos tres escenarios existe un escenario más efectivo con una razón de costo-efectividad menor. En consecuencia, (48, 25, 2), (40, 50, 2) y (40, 50, 1) representan la ruta óptima de expansión del programa de tamizaje en México. Lo anterior queda más claro al analizar la alternativa que debe elegirse de acuerdo con los resultados presentados. Esta decisión depende de dos variables, además de las presentadas en el cuadro I: disponibilidad social a pagar por año de vida ganado y presupuesto disponible para el programa de cáncer de mama.

Por lo que respecta a la disponibilidad de pago, la Comisión sobre Macroeconomía y Salud, de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se basa en el producto interno bruto (PIB) para establecer umbrales a partir de los cuales puede considerarse una intervención como costo-efectiva.²⁴ La comisión propone las siguientes tres categorías para una intervención: altamente costo-

Cuadro II
RESULTADOS DE COSTO-EFECTIVIDAD DE DIFERENTES POLÍTICAS DE TAMIZAJE DE CÁNCER DE MAMA EN MÉXICO (PESOS DEL 2007)

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)
(Edad de inicio, cobertura, frecuencia)	40, 25, 1	48, 25, 1	50, 25, 1	40, 25, 2	48, 25, 2	50, 25, 2	40, 50, 1	48, 50, 1	50, 50, 1	40, 50, 2	48, 50, 2	50, 50, 2
	Edad, cobertura, frecuencia											
Costos del programa (miles de millones de pesos)	73.6	53.1	47.4	33.4	23.5	20.9	147.4	106.7	95.1	67.9	48.5	43.4
Costos de atención (miles de millones de pesos)	102.3	96.9	95	90.4	72.8	85.7	128.1	115.4	114	101.4	96.8	94.7
Costos totales (miles de millones de pesos)	175.9	150	142.4	123.9	96.4	106.6	275.5	222.1	209	169.3	145.3	138
Costo incremental del programa (miles de millones de pesos)	73.6	53.1	47.4	33.4	23.5	20.9	147.4	106.7	95.1	67.9	48.5	43.4
Costo incremental de atención (miles de millones de pesos)	24.2	18.7	16.8	12.3	-5.3	7.5	49.9	37.2	35.8	23.3	18.6	16.5
Costo incremental total (miles de millones de pesos)	97.8	71.9	64.2	45.7	18.2	28.4	197.3	144	130.9	91.1	67.1	59.9
Número de muertes	188 746	197 266	201 583	200 958	206 440	208 967	169 832	184 543	193 631	187 923	198 544	200 305
Muertes evitadas*	26 242	17 722	13 405	14 030	8 548	6 021	45 156	30 445	21 357	27 065	16 444	14 683
Cambio de mortalidad*	-0.12	-0.08	-0.06	-0.07	-0.04	-0.03	-0.21	-0.14	-0.10	-0.13	-0.08	-0.07
Años de vida ganados	584 870	415 833	326 742	374 823	241 826	220 185	1 152 898	777 876	662 089	782 534	558 003	460 137
Costo incremental por año de vida ganado (miles de pesos)	167	173	197	122	75	129	171	185	198	116	120	130
Dominancia	Dominada por 40, 50, 2	Dominada por 50, 50, 2	Dominada por 40, 25, 2	Dominada de manera extendida por 40, 50, 2	No dominada	Dominada por 48, 25, 2	No dominada	Dominada por 40, 50, 2	Dominada por 40, 50, 2	No dominada	Dominada de manera extendida por 40, 50, 2	Dominada de manera extendida por 40, 50, 2

* Respecto del escenario base (no programa)

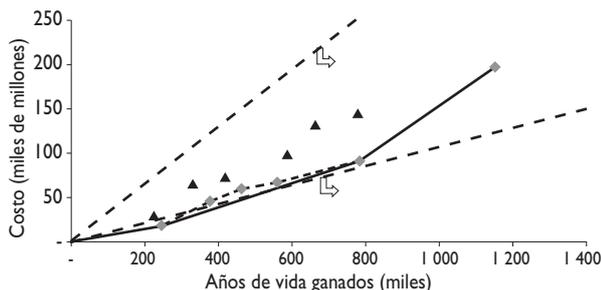


FIGURA 3. PLANO DE COSTO-EFECTIVIDAD

efectiva si la razón de costo por año de vida ganado es menor a una vez el PIB per cápita, costo-efectiva si se encuentra entre una y tres veces el PIB per cápita, y no costo-efectiva si es mayor que tres veces el PIB per cápita. Estos dos límites están representados por las líneas negras punteadas iso-costo-efectividad que parten del origen en la figura 3. Con este criterio, el análisis arroja un escenario que es altamente costo-efectivo: (48, 25, 2). El resto de los escenarios resulta costo-efectivo y, obviamente, los escenarios representados por rombos resultan mejor costo-efectivos que los representados por triángulos. Sin embargo, la elección del escenario óptimo depende también de la cantidad de recursos disponibles para el programa en cuestión.

Discusión

Las estimaciones de costo-efectividad de las estrategias no dominadas oscilaron entre 75 y 171 000 pesos; estas estimaciones son menores a las efectuadas en Estados Unidos de América (entre 28 600 y 47 900 dólares), se hallan dentro del intervalo de las realizadas en países europeos (entre 2 450 y 14 790 dólares) y son superiores a las de la India (902 a 1 946 dólares).²⁵ Expresadas en términos del PIB per cápita de México del año 2007, las estimaciones oscilaron entre 0.7 y 1.6 veces, cifras que se encuentran en el rango de costo por año de vida ganado considerado como costo-efectivo, según las recomendaciones de la OMS.²⁴

Estas estimaciones deben tomarse con precaución toda vez que corresponden a escenarios optimistas en cuanto a la institución del programa de tamizaje. En primer lugar, se presupone que las mujeres que entran al programa de tamizaje tienen un apego perfecto, es decir, que acuden con la periodicidad indicada y se adhieren perfectamente cuando el seguimiento es necesario. Por

otro lado, suponer datos de sensibilidad y especificidad de la bibliografía internacional es equivalente a suponer que la realización de las mamografías y la evaluación de éstas con el sistema BIRADS se llevarán a cabo de acuerdo con estándares internacionales, lo cual puede ser un supuesto sólido en relación con lo que pudiera pasar al inicio del programa. Además, se asume que la efectividad de los tratamientos contra el cáncer de mama permanecerá constante a lo largo de la vida de las mujeres simuladas, presuposición que puede invalidarse en la medida que nuevos tratamientos más efectivos puedan surgir.

En conclusión, los resultados muestran que todas las estrategias sobre la ruta óptima de expansión del programa de tamizaje en México producen una razón de costo por año de vida ganado menor a dos veces el PIB per cápita del país y, por lo tanto, se encuentran dentro del rango de lo que se considera una intervención costo-efectiva según los criterios de la OMS.²⁵ Aunque la diferencia en cuanto a muertes evitables por las estrategias sobre la ruta óptima de expansión es considerable, la decisión de la estrategia a considerar dependerá en buena medida de la disponibilidad de recursos financieros y humanos para aplicarla, así como de la factibilidad para alcanzar las coberturas.

Referencias

1. Parkin DM, Bray F, Ferlay J, Pisani P. Global cancer statistics, 2002. *CA Cancer J Clin* 2005;55(2):74-108.
2. Althuis MD, Dozier JM, Anderson WF, Devesa SS, Brinton LA. Global trends in breast cancer incidence and mortality 1973-1997. *Int J Epidemiol* 2005;34(2):405-412.
3. Humphrey LL, Helfand M, Chan BK, Woolf SH. Breast cancer screening: a summary of the evidence for the U.S. Preventive Services Task Force. *Ann Intern Med* 2002;137(5 part 1):347-360.
4. Fletcher SW, Elmore JG. Clinical practice. Mammographic screening for breast cancer. *N Engl J Med* 2003;348(17):1672-1680.
5. Pisano ED, Gatsonis C, Hendrick E, Yaffe M, Baum JK, Acharyya S, et al. Diagnostic performance of digital versus film mammography for breast-cancer screening. *N Engl J Med* 2005;353(17):1773-1783. [Epub 2005 Sep 16].
6. Berry DA, Cronin KA, Plevritis SK, Fryback DG, Clarke L, Zelen M, et al. Effect of screening and adjuvant therapy on mortality from breast cancer. *N Engl J Med* 2005;353(17):1784-1792.
7. Saltzman P, Kerlikowske K, Phillips K. Cost effectiveness of extending screening mammography guidelines to include women 40 to 49 years of age. *Ann Intern Med* 1997;127(11):955-965.
8. Arveux P, Wait S, Schaffer P. Building a model to determine the cost-effectiveness of breast cancer screening in France. *Eur J Cancer Care (Engl)* 2003;12(2):143-153.
9. International Agency for Research on Cancer. Breast Cancer Screening. IARC. Handbooks of Cancer Prevention, vol. 7. Lyon: IARC Press, 2002.
10. Advisory Committee on Breast Cancer Screening. Screening for breast cancer in England: past and future. NHSBSP Publication No 61. February

2006. Typeset by Prepress Projects Ltd, Perth. [Consultado: octubre 2008]. Disponible en: www.prepress-projects.co.uk.
11. Moss S, Blanks R. Calculating appropriate target cancer detection rates and expected interval cancer rates for the UK NHS breast screening programme. *J Epidemiol Community Health* 1998;52(2):111-115.
12. Andersen MR, Urban N, Ramsey S, Briss PA. Examining the cost-effectiveness of cancer screening promotion. *Cancer* 2004;101(Suppl 5):1229-1238.
13. Oortmarssen GJ, Habbema JD, van der Maas PJ, de Koning HJ, Collette HJ, Verbeek AL, et al. A model for breast cancer screening. *Cancer* 1990;66(7):1601-1612.
14. Saha S, Hoerger TJ, Pignone MP, Teutsch SM, Helfand M, Mandelblatt JS, et al. The art and science of incorporating cost effectiveness into evidence-based recommendations for clinical preventive services. *Am J Prev Med* 2001;20(Suppl 3):36-43.
15. Gram JD, Corso PS, Morris JM, Segui-Gomez M, Weinstein MC. Evaluating the cost-effectiveness of clinical and public health measures. *Annu Rev Public Health* 1998;19:125-152.
16. Consejo Nacional de Población. República Mexicana: Población a mitad de año por sexo y edad, 2005-2050. [Consultado: enero 2008]. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/proy/RM.xls>.
17. Weedon-Fekjaer H, Lindqvist BH, Vatten LJ, Aalen OO, Tretli S. Breast cancer tumor growth estimated through mammography screening data. *Breast Cancer Res* 2008;10(3):R41. [Epub 2008 May 8.]
18. Bassol S. La edad de la menopausia en México. *Rev Endocrinol Nut* 2006;14(3):133-136.
19. Chan GS, Ho GH, Yeo AW, Wong CY. Correlation between breast tumour size and level of axillary lymph node involvement. *Asian J Surg* 2005;28(2):97-99.
20. Schneider C, Fehr MK, Steiner RA, Hagen D, Haller U, Fink D. Frequency and distribution pattern of distant metastases in breast cancer patients at the time of primary presentation. *Arch Gynecol Obstet* 2003;269(1):9-12.
21. Flores-Luna L, Salazar-Martínez E, Duarte-Torres RM, Torres-Mejía G, Alonso-Ruiz P, Lazcano-Ponce E. Factores pronósticos relacionados con la supervivencia del cáncer de mama. *Salud Publica Mex* 2008;50:119-125.
22. Consejo Nacional de Población. República Mexicana: Probabilidades de fallecer por sexo y edad, 2005-2050. [Consultado: enero 2008]. Disponible en: <http://www.conapo.gob.mx/00cifras/proy/RM.xls>.
23. Secretaría de salud. Dirección General de Información en Salud. Bases de datos del SINAIS. [Consultado: agosto 2008]. Disponible en: <http://sinais.salud.gob.mx>.
24. Organización Mundial de la Salud (OMS). Eligiendo intervenciones que son costo efectivas, umbrales de costo efectividad. [Consultado: octubre 2008]. Disponible en: http://www.who.int/choice/costs/CER_thresholds/en/index.html.
25. Laxminarayan R, Chow J, Shahid-Salles SA. Intervention Cost-Effectiveness: Overview of Main Messages. In: Jamison DT (eds). *Disease control priorities in developing countries*. 2nd ed. Oxford: Oxford University Press, 2006:35-86.