

Optimización en la distribución de medicamentos en México mediante un modelo matemático que incluye mortalidad, incidencia y prevalencia

Querit Marianna Corral Alemán ^{1,a}; Carlos Alan Valles Borrego ^{1,b}; Raquel Idali Hernández Saldaña ^{2,c}; Bryan Alejandro Duarte Contreras ^{2,a}; Manuel David Pérez Ruiz ^{3,c}; Luis Bernardo Enríquez Sánchez ^{3,c}

1 Universidad Autónoma de Chihuahua, Facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas. México.

2 Universidad Autónoma de Chihuahua, Departamento de Investigación, Servicio Social. México.

3 Hospital Central Universitario, Departamento de Cirugía General. México.

^a Médico cirujano y partero; ^b licenciado en Salud Pública; ^c médico especialista en cirugía general.

RESUMEN

Objetivo: Elaborar un modelo matemático compuesto de incidencia, mortalidad y prevalencia de cada una de las enfermedades más prevalentes en México —úlceras, hipertensión arterial, diabetes *mellitus* tipo 2 y obesidad— para una predicción más precisa acerca de los medicamentos que se van a utilizar en años futuros. Este modelo está basado en las teorías de Markov, Montecarlo, econometría y proyección financiera. **Materiales y métodos:** Se empleó un diseño de investigación que utilizó un modelo matemático predictivo basado en modelos econométricos y financieros, como Markov y Montecarlo. Se simuló una población de 20 000 personas para llevar a cabo el análisis en Excel, donde, a través de diez ciclos de simulación, los individuos pasaban a los estados de sano, enfermo y fallecido; se incluyeron los porcentajes previamente investigados sobre incidencia, mortalidad y prevalencia. **Resultados:** Se utilizó Excel para crear cuadros de transición con probabilidades basadas en datos de enfermedades comunes en México. Se consideraron los estados "sano-fallecido", "sano-enfermo" y "sano-sano". La transición "enfermo-fallecido" se calculó con la mortalidad específica de la enfermedad y la mortalidad general. En el segundo ciclo de la enfermedad, se observó que el costo del tratamiento anual para úlceras, gastritis y duodenitis fue de 285 120 pesos; para hipertensión arterial, 3 525 120; para diabetes tipo 2, 35 490, y para obesidad, 752 000. Se notó un aumento del presupuesto necesario para cada enfermedad, pues no se está agregando nueva población sana en estas transiciones. **Conclusiones:** El uso de un modelo matemático basado en epidemiología en combinación con el método histórico podría mejorar la precisión al distribuir el presupuesto para los medicamentos. Países como España, Panamá y Perú utilizan métodos combinados de ajuste histórico con morbilidad. Se necesita contar con mejores estadísticas actualizadas y confiables para maximizar el aprovechamiento de los recursos económicos del gobierno destinados a la salud.

Correspondencia:

Luis Bernardo Enríquez Sánchez
investigacionhcu@gmail.com

Recibido: 20/11/2023

Evaluado: 19/2/2024

Aprobado: 21/2/2024



Esta obra tiene licencia de Creative Commons. Artículo en acceso abierto.

Atribución 4.0 Internacional.

(<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>)

Copyright© 2024, Revista Horizonte Médico (Lima). Publicado por la Universidad de San Martín de Porres, Perú.

Palabras clave: Optimización; Medicamentos; México; Cumplimiento del Tratamiento (Fuente: DeCS BIREME).

Optimization of medication distribution in Mexico through a mathematical model incorporating mortality, incidence and prevalence

ABSTRACT

Objective: To develop a mathematical model that incorporates the mortality, incidence and prevalence of Mexico's most common diseases—ulcer, hypertension, type 2 diabetes mellitus and obesity—in order to improve the accuracy of future medication demand predictions. The model utilizes Markov chains, Monte Carlo simulations, econometric methods and financial projections. **Materials and methods:** A research design was employed using a predictive mathematical model based on econometric and financial approaches, such as Markov chains and Monte Carlo simulations. A simulated population of 20,000 individuals was analyzed over 10 simulation cycles in Excel, where individuals transitioned between the healthy, sick and deceased states. The model included previously researched rates of mortality, incidence and prevalence. **Results:** Transition tables with probabilities, based on Mexico's most common diseases, were generated in Excel. The considered states included "healthy-deceased," "healthy-sick" and "healthy-healthy." The "sick-deceased" transition was calculated using both

disease-specific and overall mortality rates. In the second disease cycle, the annual treatment costs were as follows: 285,120 pesos for ulcer, gastritis and duodenitis; 3,525,120 pesos for hypertension; 35,490 pesos for type 2 diabetes; and 752,000 pesos for obesity. An increase in the required budget for each disease was observed since no new healthy population was added during these transitions.

Conclusions: Applying a mathematical model based on epidemiological data, combined with the historical method, could improve the accuracy of pharmaceutical budget allocation. Countries such as Spain, Panama and Peru use methods that combine historical adjustments with morbidity data. More accurate, up-to-date and reliable statistics are needed to optimize the government's financial resources for health.

Keywords: Process Optimization; Pharmaceutical Preparations; Mexico; Patient Compliance (Source: MeSH NLM).

INTRODUCCIÓN

El desabastecimiento de medicamentos se define como “una oferta que no cubre la demanda de un medicamento de uso humano o veterinario a nivel nacional”. Además, a nivel global, el desabastecimiento de medicamentos sigue creciendo y es un problema recurrente que genera graves consecuencias a los pacientes, a los sistemas de salud y a la población en general ⁽¹⁻³⁾.

El desabastecimiento no solo afecta a los pacientes, sino a toda la economía mexicana. La mala organización y la falta de implementación de un método adecuado para la cuantificación de medicamentos provocan el desabastecimiento y obligan a delegaciones como el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), el Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE) y hospitales a realizar compras urgentes a precios elevados ⁽⁴⁾.

La estimación de la cantidad de medicamentos se debe planificar, idealmente, antes de iniciar el segundo semestre del año. Esto se realiza considerando el consumo histórico y estimado de cada medicamento, así como las posibles modificaciones en la demanda y el saldo de existencias en los almacenes. También se ajusta el consumo por mermas y pérdidas evitables, como la salida del medicamento por caducidad ⁽⁵⁾.

En la mayoría de los países, existe una lista nacional de medicamentos esenciales; en México, se cuenta con el “cuadro básico y catálogo de medicamentos”. En caso contrario, se puede utilizar la “lista de medicamentos esenciales de la OMS”. Estas guías ayudan a reducir costos, homogeneizar y brindar mejores tratamientos, así como llevar a cabo una mejor administración de almacenamiento y distribución. Una vez obtenidas las listas, se calculan las cantidades mediante un número previsible de pacientes y las patologías más prevalentes ⁽⁶⁾.

En 2018, una encuesta reveló que solo el 75,00 % de la población que acudió a los servicios ambulatorios obtuvo todos los medicamentos recetados. Esto significa que a 31,55 millones de personas no se les entregaron algunos medicamentos, lo cual repercutió tanto en la salud de los pacientes como en el desabastecimiento ⁽⁷⁻⁹⁾.

Los analistas atribuyen la falta de medicamentos a la falla en la planeación y la subestimación de la complejidad del proceso de adquisiciones y distribución. En 2019, durante la gestión de López Obrador, la compra consolidada de medicamentos pasó de estar a cargo del IMSS a la Secretaría de Hacienda y al Ministerio Público, luego se transfirió al Instituto de Salud para el Bienestar (Insabi). Esto originó la pérdida de grandes cantidades en la compra y distribución de medicamentos, lo que provocó retrasos en su licitación ⁽¹⁰⁾.

Las causas se desconocen, aunque podrían deberse a fallas en las cadenas de suministro, accidentes en plantas productoras, contaminación de materia prima o del producto final y fallos en la planeación y estimación de la demanda.

En 2019 se creó una asociación que incluyó a 68 organizaciones. Se abrió una página llamada cerodesabasto.org, donde los mexicanos pueden informar sobre la falta de medicamentos, insumos y vacunas ⁽¹¹⁾. El 97 % de los informes fueron por falta de medicamentos, y el restante, por falta de insumos y vacunas. En Chihuahua, desde la apertura de esta plataforma, el Centro de Salud Aquiles Serdán, perteneciente al Insabi, es la segunda institución con más casos de desabastecimiento reportados. El desarrollo de información geográfica permite el análisis de datos especiales para la resolución de problemas de planificación y gestión médica ⁽¹¹⁻¹⁴⁾.

Los sistemas de información geográfica facilitan la retención, la manipulación y la representación de información espacial almacenada. Responden a la pregunta ¿cuál es la mejor manera de distribuir recursos para la salud de manera socioespacial? Al hacerlo, permiten la visualización de datos a través de mapas, los cuales facilitan la relación de eventos geográficos, el análisis de la salud en poblaciones específicas, la identificación de grupos de alto riesgo, la evaluación de áreas críticas con vigilancia y monitoreo de salud y factores promotores y protectores en salud. Además, ayudan a determinar dónde se necesitan más servicios sanitarios y a proponer ubicaciones óptimas para la construcción de centros de salud o la solicitud de insumos ⁽¹⁵⁻¹⁷⁾.

La variedad de temas y enfoques metodológicos reflejados en los artículos de esta edición de la revista demuestra la actual dinámica en el campo de la geografía de la salud. Sin embargo, existen modelos geográficos en salud que buscan comprender las circunstancias en las que ocurren las enfermedades para poder actuar sobre territorios y no solo sobre individuos —con un acercamiento macroscópico—, de tal forma que puedan implementarse acciones para la prevención y promoción de la salud, así como el acceso a los servicios de salud y la atención de la enfermedad ⁽¹⁸⁻²¹⁾. El objetivo de este estudio fue elaborar un modelo matemático compuesto de incidencia, mortalidad y prevalencia de cada una de las enfermedades más prevalentes en México —úlceras, hipertensión arterial, diabetes *mellitus* tipo 2 y obesidad— para una predicción más precisa acerca de los medicamentos que se van a utilizar en años futuros. Este modelo está basado en las teorías de Markov, Montecarlo, econometría y proyección financiera.

MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño y población de estudio

Modelo matemático predictivo basado en modelos econométricos y financieros como Markov y Montecarlo, el cual, por su naturaleza, no requiere de población de estudio. Se empleó una muestra simulada de 20 000 personas; para un nivel de confianza del 99,99 % se requirió 1461 personas.

Variables y mediciones

El modelo matemático propuesto en este estudio es predictivo y utiliza datos de la zona geográfica de la ciudad de Chihuahua, así como la incidencia de cada una de las enfermedades mencionadas, para estimar la cantidad de medicamento necesario para atender a la población (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [INEGI], 2022). Las variables independientes del modelo son el modelo matemático propuesto, la incidencia de cada una de las enfermedades y los datos de la zona geográfica seleccionada. Las variables dependientes son el medicamento sobrante, el medicamento faltante y el dinero gastado en el medicamento sobrante.

Análisis estadístico

Se simuló una cohorte de 20 000 personas que iniciaron en estado sano. A través de diez ciclos de simulación por medio de Excel, los individuos pasaban a los estados de sano, enfermo y fallecido; se incluyeron los porcentajes investigados sobre incidencia, prevalencia y mortalidad. Del grupo de enfermos, se calculó el costo que implicaría tratar cada uno de los cuadros de las enfermedades mencionadas. Al no incrementar la natalidad en cada uno de los ciclos, al final la tendencia fue un aumento de la enfermedad y la mortalidad.

Consideraciones éticas

El presente estudio se adhiere a los principios éticos de la investigación médica establecidos en la Declaración de Helsinki, a las Pautas éticas internacionales para la investigación relacionada con la salud de los seres humanos del Consejo de Organizaciones Internacionales de las Ciencias Médicas (CIOMS), la Organización Panamericana de la Salud (OPS) y a la Ley General de Salud (Cámara de Diputados del Congreso de la Unión, 2022). Se busca siempre el máximo beneficio para las personas, por tanto, se resguarda cualquier dato personal conforme a la Ley Federal de Protección de Datos Personales en Posesión de los Particulares ⁽²²⁻²⁶⁾.

Se deja constancia de que los resultados de la investigación estarán disponibles para el público en general, de acuerdo con la Ley de Ciencia y Tecnología ⁽²⁶⁾.

RESULTADOS

En la transición de úlceras, gastritis y duodenitis, el 10,8 % de los individuos pasó a un estado de “enfermo”, el 98,73 % permaneció en el estado “enfermo” y el 7,42 % evolucionó al estado de “fallecido” (Figura 1).

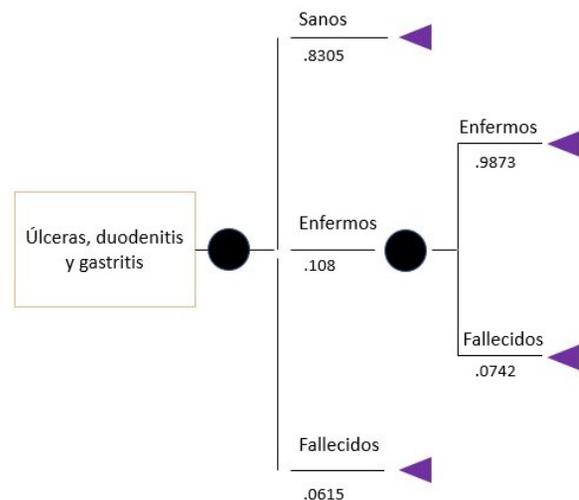


Figura 1. Transición de úlceras, gastritis y duodenitis

En la transición de hipertensión, el 10,2 % de los individuos pasó del estado “sano” al estado “enfermo”, el 92,35 % permaneció en el estado “enfermo”, y el 7,65 % evolucionó al estado de “fallecido” (Figura 2).

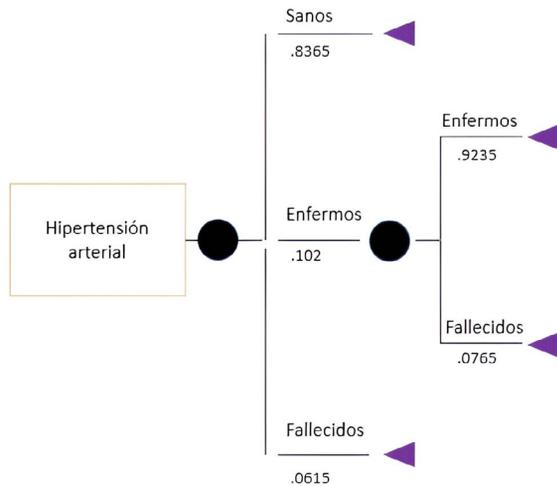


Figura 2. Transición de hipertensión arterial

En la transición de diabetes *mellitus* tipo 2, el 1,95 % de las personas sanas pasó al estado de “enfermo”, el 93,73 % permaneció en el estado “enfermo” y el 6,2 % evolucionó al estado de “fallecido” (Figura 3).

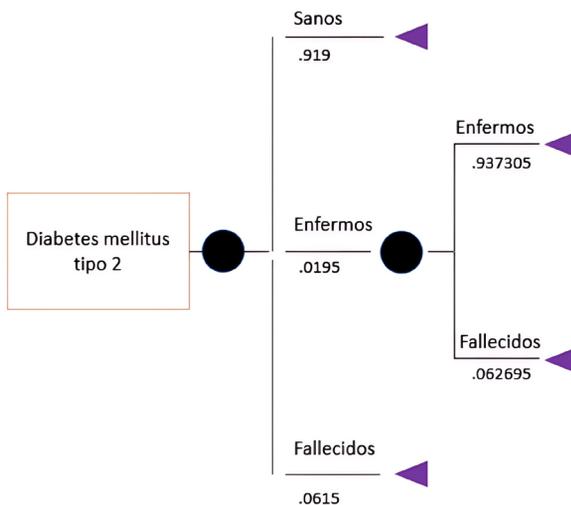


Figura 3. Transición de diabetes *mellitus* tipo 2

En la transición de obesidad, el 4 % de las personas pasó al estado de “enfermo”, el 89,25 % permaneció en el estado “enfermo”, y el 10,75 % evolucionó al estado de “fallecido” (Figura 4).

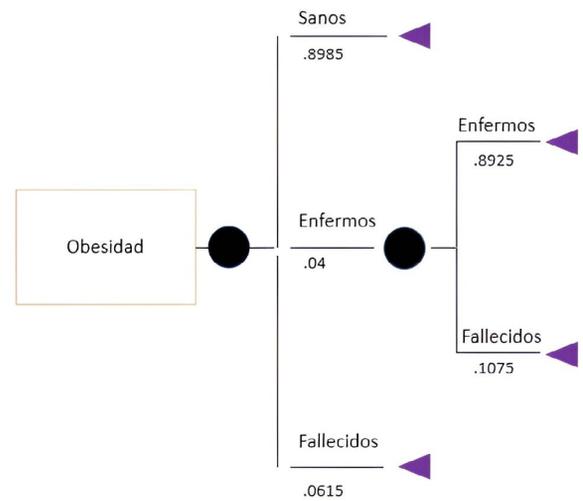


Figura 4. Transición de obesidad

Mediante el programa Excel y con la multiplicación de matrices (MMULT), se llevaron a cabo diez ciclos (años) considerando los escenarios de “sano”, “enfermo” y “fallecido”. Se comenzó con una población total de 20 000 personas sanas.

Se recabó información sobre los precios de uno de los medicamentos más utilizados y recomendados en las guías de práctica clínica para el tratamiento de cada enfermedad en cuestión, y se eligió el de menor costo para realizar este modelo (Tabla 1).

En el segundo ciclo de la enfermedad, se observó que el costo del tratamiento anual para úlceras, gastritis y duodenitis fue de 285 120 pesos; para hipertensión arterial, 3 525 120; para diabetes mellitus tipo 2, 35 490; y para obesidad, 752 000.

Con respecto al modelo, es importante destacar que no se han incluido las predicciones del crecimiento de la población por cada año, por lo tanto, al pasar los ciclos (años), los resultados serán menos certeros.

Por otro lado, se observa un aumento del presupuesto necesario para cada enfermedad, ya que no se está agregando nueva población sana en estas transiciones.

Optimización en la distribución de medicamentos en México mediante un modelo matemático que incluye mortalidad, incidencia y prevalencia

Tabla 1. Tabla de medicamentos, sus respectivos costos unitarios y costos totales para el tratamiento de un cuadro de enfermedad

Medicamentos para úlcera	Costo	Cantidad de medicamento por caja	Cajas necesarias para completar tratamiento	Costo final	
Cimetidina	\$217	30 tabletas	8	1736	8 semanas
Famotidina	\$298	20 comprimidos	3	894	8 semanas
Ranitidina	\$18	20 tabletas	3	54	8 semanas
Lansoprazol	\$199	14 tabletas	2	398	4 semanas
Omeprazol	\$137	120 cápsulas (60 al tomar dos)	1	137	4 semanas
Pantoprazol	\$285	7 tabletas	4	1140	4 semanas
Rabeprazol	\$1296	14	2	2592	4 semanas
Medicamentos para hipertensión	Costo	Cantidad de medicamento por caja	Cajas necesarias para completar tratamiento	Costo final	
Losartán/ hidroclorotiazida	\$144	15	12	1728	6 meses
Telmisartán/ hidroclorotiazida	\$460	28	5	2300	6 meses
Candesartán/ hidroclorotiazida	\$390	28	5	1950	6 meses
Medicamentos para diabetes	Costo	Cantidad de medicamento por caja	Cajas necesarias para completar tratamiento	Costo final	
Metformina	\$91	60 tabletas	2	182	6 meses
Medicamentos para obesidad	Costo	Cantidad de medicamento por caja	Cajas necesarias para completar tratamiento	Costo final	
Orlistat	\$470	60 tabletas	2	940	12 semanas

DISCUSIÓN

En los resultados se muestra la cantidad de dinero necesaria para cubrir un cuadro o episodio de una determinada enfermedad, considerando la población que ya tiene esa enfermedad y las que se añadirán debido a la incidencia. Esto indica que la planeación del presupuesto para los medicamentos estará en función del consumo real de cada fármaco, lo que reducirá las pérdidas por caducidad y desabastecimiento. Esto se traduce en un uso conveniente del presupuesto gubernamental para la salud y en una mejor calidad de atención a los pacientes.

Con ayuda de los datos de incidencia, prevalencia y mortalidad de cada enfermedad, plantearon los siguientes escenarios: un sano que permanece sano, un sano que se enferma (incidencia), un sano que fallece (mortalidad en México, 2021), un enfermo que sana (considerado como imposible, por lo que se le asigna el valor de cero), un enfermo que permanece enfermo (prevalencia) y un enfermo que fallece (mortalidad de la enfermedad). En el caso de los fallecidos, todos los escenarios tienen un valor de cero, excepto el estado de fallecido que permanece

fallecido, cuyo valor total es uno.

En México, el método más utilizado es el de consumo ajustado, en el cual se revisa el historial de farmacia de los medicamentos y se hacen ajustes tomando en cuenta el inventario actual de farmacia, las pérdidas del medicamento por caducidad y si faltan o sobran insumos ⁽²⁶⁾.

León (2017) ha propuesto un modelo que utiliza técnicas de análisis de series temporales mediante programas de computadora para predecir comportamientos futuros. Integra cada paso con el siguiente, y mejora la comunicación con todos los integrantes del proceso para solicitar una licitación de medicamentos. Este modelo ha demostrado un aumento en la fiabilidad de los planes, y ha presentado errores medios pequeños ⁽²⁶⁾.

Talamantes (2015) implementó un modelo que separa a los pacientes en diferentes estratos, dependiendo del riesgo que presentan para desarrollar una enfermedad, y elaboró un indicador para predecir el gasto farmacéutico de cada uno de estos estratos, ajustándose también a la morbilidad. Se encontró que la implementación de la morbilidad al

modelo proporcionaba un alto nivel de explicación sobre el gasto farmacéutico total ⁽²⁷⁾.

El uso del modelo matemático es bastante sencillo, y los datos utilizados, así como el programa Excel, están al alcance de todos. Se hace hincapié en que no se realizó una proyección de la población a lo largo de los ciclos (años), lo que resulta en un aumento del número de personas en el estado de “fallecidos”, sin incrementar las cantidades en los estados de “sano” y “enfermo”.

Es importante considerar que con estos costos no se puede elaborar un presupuesto completo para solicitar medicamentos, ya que para cada enfermedad solo se tomó en cuenta un medicamento. En la práctica clínica, se utilizan varios fármacos para tratar una misma enfermedad, dependiendo de los antecedentes del paciente, alergias, interacciones medicamentosas y preferencias del médico tratante.

El modelo podría ser más específico si se dispone de estadísticas o reportes sobre los tipos de fármacos utilizados para tratar cada enfermedad, así como de datos estadísticos actualizados sobre prevalencia, incidencia y mortalidad de estas enfermedades.

En conclusión, el uso de un modelo matemático basado en epidemiología en combinación con el método histórico podría dar una mayor precisión al momento de realizar la distribución del presupuesto para los medicamentos.

Países como España, Panamá y Perú utilizan métodos combinados de ajuste histórico con morbilidad. Se necesita contar con estadísticas actualizadas y confiables para maximizar el aprovechamiento de los recursos económicos del gobierno destinados a la salud.

Contribución de autoría: QMCA participó en el diseño y concepción de la investigación, adquisición, análisis e interpretación de la información. CAVB se encargó de la concepción y análisis de la información, RIHS y BADC colaboraron con la adquisición y análisis de la información, y elaboración del manuscrito. MDPR elaboró el análisis estadístico y efectuó la revisión crítica de la información. LBES se encargó de la adquisición de la información y realizó el análisis de la información, así como su revisión crítica. Todos los autores aprobaron la versión final del artículo.

Fuentes de financiamiento: Los autores financiaron este artículo.

Conflicto de intereses: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bernal I, Iraizos E, Gonzáles GM, García S. El desabastecimiento y la escasez de medicamentos [Internet]. Madrid: No es sano; 2020. Disponible en: https://www.medicosdelmundo.org/sites/default/files/informe_desabastecimientos_nes.pdf
2. Chávez I, Hernández N, Masse F, Torres LM. El mercado de medicamentos en México: retos y oportunidades [Internet]. Ciudad de México: IMCO; 2021. Disponible en: https://imco.org.mx/wp-content/uploads/2021/02/20200224_El-Mercado-de-Medicamentos-2021_documento.pdf
3. OCU. Desabastecimiento de medicamentos: ¿por qué? [Internet]. Madrid: Ocu-Salud; 2020. Disponible en: <https://www.ocu.org/salud/medicamentos/informe/razones-desabastecimiento-medicamentos>
4. Alcocer Varela JC. Compra consolidada de medicamentos [Internet]. California: Issuu; 2019. Disponible en: https://issuu.com/lasillarota1/docs/compras_medicamentos
5. Instituto Nacional de Enfermedades Respiratorias. Manual de procedimientos del departamento de farmacia hospitalaria [Internet]. México: Secretaría de salud; 2018. Disponible en: http://www.iner.salud.gob.mx/descargas/normatecainterna/MPdirmedica/MP_DepartamentoFarmaciaHospitalaria_15112018.pdf
6. Médicos sin fronteras. Medicamentos esenciales. 4.ª ed. 2013.
7. Consejo de salubridad general. Cuadro básico y catálogo de medicamentos [Internet]. México: Consejo de Salubridad General; 2016. Disponible en: http://www.csg.gob.mx/descargas/pdf/priorizacion/cuadro-basico/med/catalogo/2016/EDICION_2016_MEDICAMENTOS.pdf
8. World Health Organization. WHO Model list of essential medicines [Internet]. Ginebra: WHO; 2021. Disponible en: <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/345533/WHO-MHP-HPS-EML-2021.02-eng.pdf>
9. Romero-Martínez M, Shamah-Levy T, Vielma-Orozco E, Heredia-Hernández O, Mojica-Cuevas J, Cuevas-Nasú L, et al. Encuesta nacional de salud y nutrición 2018-19: metodología y perspectivas. Salud pública Méx [Internet]. 2019;61(6):917-23.
10. Agren D. Lack of medicines in Mexico. Lancet [Internet]. 2021;398(10297):289-90.
11. Castañedo Prado A, Romay Hidalgo F. Radiografía del desabasto de medicamentos en México 2022 [Internet]. CDMX: Cero desabasto; 2023. Disponible en: <https://a.storyblok.com/f/162801/x/090e3d4d16/radiografia-del-desabasto-de-medicamentos-en-mexico-2022.pdf>
12. Gobierno de México. Sistema de información geográfica [Internet]. México; SGM; 2023. Disponible en: <https://www.sgm.gob.mx/Web/MuseoVirtual/SIG/Introduccion-SIG.html>
13. Barcellos C, Buzai GD, Santana P. Geografía de la salud: bases y actualidad. Salud Colectiva [Internet]. 2018;14(1):1-4.
14. Ramírez ML. La moderna geografía de la salud y las tecnologías de la información geográfica [Internet]. Corrientes; RIUNNE; 2015. Disponible en: <https://hum.unne.edu.ar/investigacion/geografia/labtg/publicaciones/public17.pdf>
15. Seguín Barbosa J. Geografía médica y de la salud: conceptos, paradigmas y visiones en el contexto del cambio climático. Geogr Digit [Internet]. 2012;9(17):1.
16. Buzai GD, Baxendale CA. Análisis socio espacial con sistemas de información geográfica. Geogr sist inf geogr [Internet]. 2015;8(2):391-408.
17. Sarria F. Sistemas de información geográfica [Internet]. Murcia: Universidad de Murcia; 2005. Disponible en: <https://www.um.es/geograf/sigmur/temariohtml/index.html>
18. Economipedia. Modelo matemático: Qué es, para qué sirve y tipos [Internet]. España: Economipedia; 2024. Disponible en: <https://economipedia.com/definiciones/modelo-matematico.html>

Optimización en la distribución de medicamentos en México
mediante un modelo matemático que incluye mortalidad,
incidencia y prevalencia

19. Barcellos C, Buzai GD, Santana P. Geografía de la salud: bases y actualidad. Salud colect [Internet]. 2018;14(1):1-4.
20. Castellanos PL. Sobre el concepto de salud enfermedad [Internet]. Washington DC: OPS; 1990. Disponible en: <https://buenosaires.gov.ar/areas/salud/dircap/mat/matbiblio/castellanos.pdf>
21. May JM. Medical geography: Its methods and objectives. Geogr Rev [Internet]. 1950;40(1):9-41.
22. World Medical Association. WMA declaration of Helsinki: Ethical principles for medical research involving human subjects [Internet]. Ferney-Voltaire: WMA; 2018. Disponible en: <https://www.wma.net/policies-post/wma-declaration-of-helsinki-ethical-principles-for-medical-research-involving-human-subjects/>
23. Cámara de diputados del congreso de la unión. Ley federal de protección de datos personales en posesión de particulares [Internet]. México: Cámara de diputados; 2010. Disponible en: <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LFPDPPP.pdf>
24. Diario oficial de la federación. Decreto por el que se reforman y adicionan diversas disposiciones de la ley de ciencia y tecnología, de la ley general de educación y de la ley orgánica del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología [Internet]. México: Secretaría de gobernación; 2014. Disponible en: http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5345503&fecha=20/05/2014
25. Organización Mundial de la Salud. Declaración de Caracas [Internet]. Ginebra: OMS; 1990. Disponible en: https://www.oas.org/dil/esp/declaracion_de_caracas.pdf
26. Marqués León M, Negrin Sosa E, Hernández Nariño A. Modelo para la planificación de medicamentos y materiales de uso médico en instituciones hospitalarias. Gest polít pública [Internet]. 2017;26(3):79-124.
27. Talamantes RU. Análisis y desarrollo de un modelo predictivo de gasto farmacéutico ambulatorio ajustado por morbilidad y riesgo clínico [Internet]. Valencia: Universitat politècnica de València; 2015. Disponible en: <https://www.ciogs.upv.es/wp-content/uploads/2017/06/ruth-uso-analisis-desarrollo-modelo-predictivo-gasto-farmaceutico-ambulatorio-ajustado-morbilidad-riesgo-clinico.pdf>