

**Análisis costo-efectividad de dos vacunas para COVID-19 en Colombia para el periodo
2020-2022**

Sindy Lorena Chavarro Ciceri

Trabajo presentado como requisito para optar al título de Economista

Tutor:

Rafael Gustavo Mora Castro



Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca

Facultad de Administración y Economía

Programa de Economía

Diplomado en Economía de la Salud

2022

Resumen

La pandemia por COVID-19 ha sido un evento con importancia a escala mundial, llegando a ocasionar grandes externalidades negativas en todos los países, que al día de hoy aún se mantienen. La creación de las vacunas contra COVID-19 ha sido un factor determinante para avanzar en el proceso de recuperación socioeconómica; sin embargo, ante la novedad, aún se tiene un largo recorrido a investigar. En el presente documento, se hace un análisis costo-efectividad de las vacunas Pfizer y Moderna contra el COVID-19 para personas entre los 50 y 64 años en Colombia, por medio de un árbol de decisión y con un enfoque farmacoeconómico. A lo largo del análisis se evidencian los costos fijos y variables. Se determinan las probabilidades de cada rama y las efectividades, estableciendo los eventos y la vacuna con una mejor relación costo-efectividad con sus respectivos pagos.

Palabras clave: Costo-efectividad, vacunas, COVID-19, farmacoeconomía

Abstract

The COVID-19 pandemic has been an important event on a global scale, causing large negative externalities in all countries, which continue to this day. The creation of vaccines against COVID-19 has been a determining factor in advancing in the process of socioeconomic recovery; however, given the novelty, there is still a long way to go to investigate. In this document, a cost-effectiveness analysis of the Pfizer and Moderna vaccines against COVID-19 is made for people between 50 and 64 years of age in Colombia, through a decision tree and with a pharmacoeconomic approach. Throughout the analysis, fixed and variable costs are evident. The probabilities of each branch and the effectiveness are determined, establishing the events and the vaccine with a better cost-effectiveness relationship with their respective payments.

Keywords: Cost-effectiveness, vaccines, COVID-19, pharmacoeconomic

Introducción

Los virus que han sido denominados como “coronavirus”, se presentan regularmente en el mundo a lo largo de la historia, siendo una causa de las infecciones respiratorias agudas (IRA) en las personas; no obstante, la aparición del nuevo coronavirus (COVID-19) llegó a ocasionar una emergencia en salud pública a nivel internacional, debido principalmente a la rapidez con la que se transmite y las complicaciones que algunas de las personas infectadas presentaban, hasta el punto de requerir asistencia médica de carácter urgente (Gobierno de Colombia, 2020). Esta emergencia dio lugar a que la economía mundial se vio afectada negativamente, presentando la peor recesión que se ha tenido desde la segunda guerra mundial, contrayendo la economía mundial en más del 5% (Banco Mundial, 2020).

Al igual que el resto del mundo, en Colombia los efectos económicos fueron de gran magnitud, y con la baja del precio del petróleo, se generó que por primera vez en este siglo, se tuviera una recesión y se contrajera la economía un 7% (Portafolio, 2022). Los sectores más afectados fueron las actividades artísticas recreativas, el comercio y la construcción, todas con una contracción superior al 30%; ocasionando repercusiones significativas al ser alrededor del 40% del PIB colombiano y tener el 50% de los empleos; esto último, trajo consigo que para 2020 se llegara a tener una tasa de desempleo de hasta el 21,1% (UNDP, 2021)

La solución que se da ante la emergencia sanitaria y que ha sido un paso clave para comenzar con el proceso de recuperación económica y social se encuentra en las vacunas, debido a que éstas reducen la tasa de contagio al generar una inmunidad en los cuerpos de las personas (Ministerio de Salud y Protección social, 2021). La primera vacuna fue presentada por la farmacéutica Pfizer BioNTech (vacuna BNT162b2), luego se aprobó el comercio y distribución de las vacunas Moderna (mRNA-1273), AstraZeneca-SKBio (ChAdOx1 nCoV-19), Sinopharm

(BBIBP-CorV) y Johnson&Johnson (Ad26.COVS). Por parte del gobierno colombiano, se invirtieron más de tres billones de dólares entre el precio de las dosis y otros gastos como transporte y aplicación; al enfatizar en las vacunas de Pfizer y Moderna, se sabe que se compraron diez millones de dosis de cada vacuna (La República , 2021).

Ante la relevancia que actualmente presentan las vacunas contra el SARS-CoV-2¹ y la pandemia en general, se realiza en este documento, un análisis de costo-efectividad desde un enfoque farmacoeconómico para las vacunas mRNA-1273 y BNT162b2 contra el COVID-19 en personas entre el rango de edad de 50 a 64 años en Colombia. El objetivo general del trabajo consisten en: realizar un análisis de las vacunas Pfizer y Moderna; y tres objetivos específicos: comparar las efectividades y costos de las dos vacunas en los eventos que se tienen en consideración a lo largo del modelo. Estimar los costos directos e indirectos que pueden presentarse para cada suceso, con sus respectivas probabilidades. Finalmente, identificar los escenarios con mejor relación costo-efectividad para cada vacuna.

Revisión de la literatura

Marco teórico

A lo largo del tiempo, la humanidad ha cambiado sus preferencias y necesidades en lo que respecta a bienes de consumo; sin embargo, la necesidad de tener una buena salud es un factor clave en las sociedades. Wolf (1967) en su documento, expone que para poder tener un desarrollo económico, se necesita de estrategias para un óptimo desarrollo e inversión en el campo de la salud. El razonamiento de su importancia, se debe a que factores económicos, como la productividad, se ven afectados, pues al no tener una buena salud, existe pérdida en la fuerza laboral y una ineficacia en los recursos suministrados.

¹ Virus que genera la enfermedad infecciosa Covid-19

La farmacoeconomía analiza el comportamiento económico de los medicamentos y vacunas, entendidos como bienes de consumo, producidos para satisfacer una demanda existente a lo largo del tiempo; así mismo, son insumos para servicios de salud, demostrando ser fundamentales en un mercado complejo y creciente, por lo tanto es crucial estudiar y aplicar herramientas económicas para preservar el bienestar del mercado y del consumidor; un manejo ineficiente provoca repercusiones en los costos tanto de la sociedad, como en las organizaciones que hagan parte del mercado (Herrera, 2004). Demostrando así, que el uso de modelos como el que se emplea en el presente documento, son claves para avanzar con el perfeccionamiento de la economía de la salud, permitiendo que cada vez se llegue a resultados con mayores utilidades.

Antecedentes

Para la realización de este documento, se tienen en cuenta escritos, informes y estudios tanto de las vacunas, como de procesos de costo-efectividad, entre los que se destacan investigaciones que tienen el modelo de árbol de decisión. Para el caso de las vacunas (mRNA-1273 y BNT162b2) se han realizado diversos estudios en los que se recalca la efectividad y seguridad que éstas poseen. Autores como Risso, Chiaborelli, & Ciapponi (2022) realizaron una recolección de ensayos preliminares y reportes de las vacunas Moderna y Pfizer al ser aplicadas en infancias y adolescencias para Argentina. Documento en el que se puntualizan las limitaciones que presentan los estudios tomados en consideración, tales como el factor de tiempo, ya que al no poder ser estudiada, ni analizada en mayor medida en la investigación, puede llegar a alterar las conclusiones. El artículo concluye luego de analizar las variables de los efectos adversos, la seguridad y las limitaciones, que las vacunas muestran una eficacia para la prevención del COVID-19 y una prevención al usar la vacuna mRNA-1273 para la infección asintomática.

Por otra parte, Sheikh, Robertson, & Taylor, (2021) realizaron un estudio de la efectividad contra la infección y hospitalización que tiene la vacuna de Pfizer-BioNTech y AstraZeneca para el caso de la variante delta; esta investigación tuvo lugar en Escocia, manejando como muestra un grupo de voluntarios del país. Los autores realizaron comparaciones entre el grupo estudio vacunado y el no vacunado, encontrando que las primeras personas mencionadas tenían una protección mayor que las no vacunadas, y a su vez traía como consecuencia cambios en las probabilidades de llegar a necesitar hospitalización e incluso morir a causa de complicaciones con el virus. En lo que respecta a los porcentajes de las vacunas, se obtuvo que se llega a tener una efectividad del 88% para la vacuna ChAdOx1 nCoV-19 y del 95% para BNT162b2 en personas entre los 40 a 59 años

En lo que concierne al proceso de costo-efectividad, se tienen diversas perspectivas y diferencias para definirlo; sin embargo, se presenta una base en común que va ligada con diversos costos que pueden aparecer. Debido a las diferentes interpretaciones que puede tener el costo-efectividad, se puntualiza que para este análisis, se usará el que plantea Irigorri Amaya & Triana Romero (2015), en el que se busca apoyar el proceso de toma de decisiones a partir de una serie de limitaciones y alternativas. Así mismo, presentan herramientas para modelar y evidenciar los resultados del estudio, ejemplificados a lo largo de la revisión de literatura del presente documento.

Autores como Giachetto Larraz, y otros, (2010) realizaron un costo-efectividad de la vacunación universal antineumocócica en Uruguay, empleando como herramienta el modelo de Markov, con el que se demostró que al momento de vacunarse, se llega a presentar una mayor ganancia, logrando evitar alrededor de ocho muertes cada cinco años. Esta conclusión la obtuvieron por medio de los estudios realizados, en los que analizaron costos directos, indirectos y la efectividad del proceso de vacunación. Los costos directos que los autores manejaron para la

realización del modelo son los costos médicos de la neumonía, la sepsis, la meningitis, entre otros; de igual manera, también evaluaron los costos de secuelas y posibles complicaciones que las personas podrían llegar a presentar. Finalmente, para los costos indirectos, se valora el costo de pérdida de productividad, en el que se tienen en cuenta la tasa de ausentismo laboral, el salario promedio y el tiempo perdido por consultas médicas en cada etapa de la enfermedad, evidenciando de esta manera que el factor tiempo es un costo relevante para casos como estos.

De manera más detallada, Osorio, Ceballos, & Peña (2016), analiza el costo-efectividad que posee la escitalopram, frente a la paroxetina, fluoxetina, sertralina, fluvoxamina y clomipramina en el caso de personas con trastorno obsesivo compulsivo en Colombia. El modelo que los autores usaron para hacer su estudio se basó en el árbol de decisión, el cual, permitió evaluar los diferentes escenarios que se creaban a lo largo de la investigación y definir qué variables presentaban mayor impacto en la investigación.

Luego de tener presente factores como recaídas, efectos adversos, costos médicos y demás, Osorio, Ceballos, & Peña (2016), concluyen que la escitalopram tiene una mejor relación costo-efectividad; para llegar a este resultado, se tuvo en cuenta que si bien tienen porcentajes de mejoría similares, los costos farmacoeconómicos llegan a ser variables determinantes para la evidencia de un mejor costo-efectividad; no obstante, aclara que en el resultado existen una serie de limitaciones, por lo que puntualiza la importancia de analizar de manera crítica las recaídas que pueden presentarse y la falta de información que se tiene sobre la calidad de vida de los pacientes en países como Colombia, ya que con esto, se podrán hacer estudios y avances más significativos.

Otro estudio de Colombia es el de Porras Ramírez, y otros (2009), quienes presentan un análisis del costo-efectividad de la vacunación contra la influenza, manejando como población objetivo a menores de dos años y mayores de 65 que se encontraban para la fecha, en Colombia.

En el artículo, se tienen como valores significativos el número de hospitalizaciones, las consultas médicas, la frecuencia con la que se puede presentar una enfermedad respiratoria y las muertes evitadas, obteniendo con base a dichas variables, la conclusión de una mejor relación costo-efectividad cuando las personas se encuentran vacunadas, para ambos grupos de personas, esto se debe principalmente a que al tener en cuenta las diversas variables, y los parámetros de la Organización Mundial de la Salud (OMS), se demuestra que se llega a reducir hasta un 59% de los costos en los que se incurriría en caso de no vacunarse.

Por otra parte, los autores Regina Secoli, Grillo Padilha, & Litvoc (2008) realizan un análisis costo-efectividad en el tratamiento analgésico para los casos de dolor post operatorio, en el cual, toman como muestra a 89 pacientes con un rango de edad entre los 20 y los 60 años del hospital general de Sao Paulo, que tuvieron que ser sometidos a hemorroidectomía y se encuentran en su primer día de post operatorio. Para el modelo, se implementa el árbol de decisión en el que se contemplan los eventos de éxito y fracaso, dividiendo los costos en unitarios, tales como los analgésicos, los materiales descartables que debían usarse durante el post operatorio y el tiempo que se calculaba por medio de los salarios de los profesionales. En cuanto a la efectividad, ésta fue medida por la cantidad de pacientes que durante el post operatorio no llegaron a presentar algún dolor.

Para la construcción del árbol y la realización de las conclusiones, Regina Secoli, Grillo Padilha, & Litvoc (2008) dividieron los posibles eventos del mayor, al menor costo, esto, en acompañamiento de un análisis de sensibilidad y combinaciones entre analgésicos, los cuales dieron como resultado que la combinación que domina tanto en probabilidad, como en éxito, en términos generales se presenta al usar los fármacos codeína, junto con el acetaminofén, con un costo de \$65,23, y sin llegar a presentar algún tipo de dolor en el post operatorio. Los autores

resaltan entre sus resultados, la importancia de la frecuencia en la administración de los medicamentos, puesto que, según los datos obtenidos, la relación de los costos, con los esquemas, podía ser afectada por esto. Finalmente, se puntualiza la relevancia de los esquemas multimodales para evaluar el control del dolor, ya que por los datos arrojados, y la bibliografía usada, se encuentra una mayor efectividad en este tipo de esquemas

Como se ha demostrado anteriormente, en los estudios de costo-efectividad, sobre vacunas, el común denominador radica en la reducción de costos que se observa en la sociedad en el momento en el cual, el grupo selecto es vacunado, lo que para esta investigación es de gran relevancia, pues las vacunas que se analizarán, permiten generar una comparativa entre BNT162b2 y mRNA-1273 y evidenciar si las tendencias que han sido probadas en otros estudios, siguen para las vacunas contra el COVID-19.

Metodología

La farmacoeconomía es una rama de la economía de la salud en la que se pueden realizar comparaciones de medicamentos entre sí y/o con la no intervención farmacológica (placebos). Nace de la necesidad de tener herramientas que permitan optimizar la atención hacia los pacientes, provocando de esta forma, un mejor servicio, con una minimización de costos (Medina Barajas, Hernández Chávez, & García González, 2014). Para esto, se pueden hallar los beneficios mediante tres tipos de análisis: El costo-efectividad, que es expresado por unidades físicas, el costo utilidad, que evalúa mediante años ajustados por calidad de vida (AVAC o QALY) y el costo-beneficio que maneja unidades monetarias.

Para este documento, se implementó una metodología cuantitativa, que proporciona herramientas claves para el análisis, brindando componentes bastante significativos relacionados a las bases de datos y estudios hechos por diferentes entidades, tales como los precios y costos que

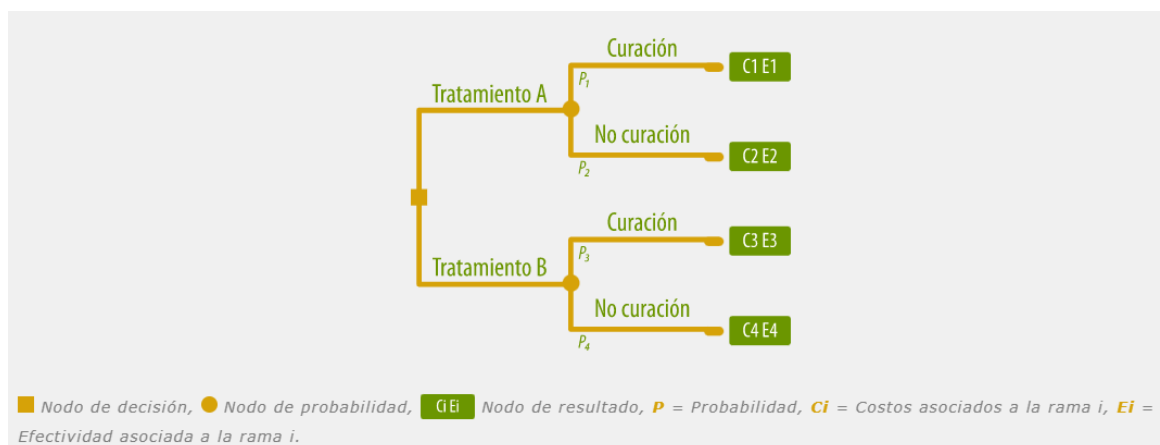
el gobierno tuvo al momento de comprar las vacunas y en el proceso de ser aplicadas en Colombia; de igual forma, se tienen en cuenta los porcentajes de efectividad y las tasas de mortandad que posee cada una de las vacunas.

Para la resolución del objetivo se manejó la definición de costo-efectividad que plantea (Iragorri Amaya & Triana Romero, 2015), en el que se entiende como costo-efectividad un tipo de evaluación económica, con la que se busca generar comparaciones entre dos o más alternativas, teniendo presente los costos y los efectos en la salud de los individuos; entre las diversas opciones de alternativas que pueden ser evaluadas en este tipo de proceso, se encuentran los medicamentos, las intervenciones médicas, y las vacunas, entre otros. De igual manera, para poder modelar un costo-efectividad, estos autores plantean las opciones de la realización de un árbol de decisión y un modelo de Markov.

Con base en lo anterior, y para realizar un óptimo análisis y evaluación, se usó como herramienta para modelar el costo-efectividad, un árbol de decisiones, tal como se ve en la imagen uno, en el que cada rama del árbol, se compone de los eventos principales que pueden ocurrir al tomar la decisión de vacunarse con alguna de las dos vacunas, siendo el nodo de decisión el vacunarse con Pfizer o con Moderna. La razón por la que se implementó el árbol de decisión, se debe a la naturaleza de las vacunas y la forma en la que pueden ser evaluadas, puesto que con este método se pueden tener presentes los diferentes sucesos que desencadena la elección de cada vacuna (ver Figura 1).

Figura 1

Árbol de decisión



Nota. Fuente: Diplomado en Economía de la salud con énfasis en farmacoeconomía y valor en salud (2022).

La población objetivo son las personas vacunadas con Pfizer o Moderna en Colombia, que tengan un rango de edad entre los 50 a 64 años; con la intención de evidenciar un grupo de personas que presenten mayor riesgo de complicaciones, pero que aún tenga un tiempo de vida laboral, con el fin de recalcar los daños económicos por pérdida de productividad y por ausentismo laboral al presentarse una muerte por COVID-19. Para el tipo de fuente, se hizo un proceso mixto, en el que se evidencian los datos dados por parte del Centro para el control y la prevención de enfermedades (CDC por sus siglas en inglés), los estudios y resultados dados por la Administración de Alimentos y Medicamentos (FDA por sus siglas en inglés) de cada vacuna a analizar en el documento.

Los criterios que se tienen para la respectiva investigación, se basan en los costos y precios de los listados del ministerio de salud de Colombia y el manual tarifario para el año 2022, en los que se pueden evidenciar los diversos costos (tales como tasas de mortandad, hospitalizaciones y procedimientos ambulatorios) y efectividades de cada fármaco; de igual manera, se manejan artículos, estudios e informes que se han hecho a lo largo de los años, en los que se permite hallar

aproximaciones y resultados de costo-efectividad de vacunas, medicamentos y procesos ambulatorios.

Mediante las diferentes fuentes mencionadas anteriormente se pudo hacer el análisis de datos y el proceso para encontrar el costo-efectividad de cada vacuna² dejando en evidencia los beneficios que genera suministrarles a los individuos la vacuna con mejor costo-efectividad basándose en los diferentes criterios mencionados anteriormente y con los cuales se logrará saber más sobre los sucesos dominantes dentro del árbol de decisión.

Desarrollo

Para poder evaluar los costos y beneficios de cada alternativa presente en el árbol de decisión y cada curso de acción, existen dos decisiones posibles: vacunarse con Moderna o con Pfizer, cada elección tiene una serie de alternativas con las probabilidades de los eventos que podrían ocurrir al vacunarse con BNT162b2 o mRNA-1273 entre el rango de edad de 50 a 64 años

Al tomar la decisión de vacunarse con Moderna, el primer costo que aparece es el precio y la aplicación en Colombia. Según Robbins (2021), el gobierno habría pagado 30 dólares (107563,2 pesos) por dosis, siendo uno de los países con mayor tarifa por esta vacuna; esto permitió determinar y continuar con el plan de vacunación nacional contra el COVID-19. De igual manera, el vacunarse con Pfizer tiene como primer costo la compra que realizó el gobierno colombiano, llegando a pagar 12 dólares (43718,88 pesos) por vacuna, por medio del Fondo de Mitigación de Emergencias, o por sus siglas, F.O.M.E (Fonseca, 2021).

Estos pagos son un costo fijo en los que incurre, ya que indiferente de la rama en la que se encuentre al finalizar, la persona habrá sido vacunado con dos dosis de alguna de las vacunas. Para

² BNT162b2 y mRNA-1273

realizar la conversión de dólares a pesos, con miras a manejar una sola moneda en los cálculos, se usa el monto suministrado por la tasa de cambio representativa del mercado (TRM) para la fecha en la que Colombia cerró cada acuerdo de compra de vacunas, siendo la de Moderna para el 29 de enero de 2021 a 3585,44 pesos y la de Pfizer, el promedio de 3643,24 para el 25 de noviembre de 2020 (Banco de la República, 2022).

Tabla 1

Precios de las vacunas

Vacuna	Precio	Cantidad	Total
BNT162b2	\$ 43.718,88	2	\$ 87.437,76
mRNA-1273	\$ 107.563,20	2	\$ 215.126,40

Nota. Fuente: Elaboración propia.

El precio está acompañado de dos estrategias (ramas) que combinan los siguientes resultados: contagiarse, o no de COVID-19, presentando unos rangos de probabilidad para cada evento con la explicación de sus posibles fluctuaciones por sucesos específicos: según la Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos (2021), para la vacuna Moderna y dentro del rango de 18 a 65 años se tiene una eficacia que va desde el 90,6%, hasta el 97,9%, con posibles alteraciones según la variante que la persona pueda contraer y la reacción del cuerpo ante la vacuna. Sin embargo, Castiblanco (2021) afirma que a nivel general, se maneja un aproximado del 94,1%, porcentaje que indica la capacidad que tiene la vacuna Moderna para generar una inmunidad en la persona. Esto indica que el segundo evento (no contagiarse de COVID-19) tiene una probabilidad del 5,9%

Para la vacuna de Pfizer, la Administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos (2022) presenta el rango de eficacia para las personas entre 18 a 65 años de 89,6% a 98,1%, con los mismos comentarios que se realizaron para la vacuna de Moderna, es decir, que el rango puede variar ligeramente dependiendo de diversos factores; no obstante, a nivel general, se maneja un aproximado del 95,1%, lo que indica, que se tiene una probabilidad del 4,9% de presentar la segunda rama para el caso de la vacuna Pfizer.

Para cada posible suceso, hay otros eventos que pueden presentarse y alterar los costos en los que se incurre al momento de vacunarse. Comenzando por las personas que se vacunan con Moderna y no se contagian de COVID-19, éstas pueden tener dos finales con sus respectivos pagos: pueden o no presentarse efectos secundarios leves. Para los casos en los que no tienen efectos adversos, el costo llega a ser el precio por vacuna y su respectivo porcentaje de efectividad. En el evento de tener efectos secundarios, son un costo que las personas asumen al momento de vacunarse, siendo para cada vacuna y efecto, un porcentaje diferente.

Para el cálculo de los efectos adversos, se usa la herramienta del costeo de intervención descrita en el documento de Irigorri Amaya & Triana Romero (2015). Para obtener los datos de valor total, mínimo y máximo, se toma la serie de datos suministrada por el Ministerio de Salud y Protección social (2022), en ella se encuentran todos los fármacos reportados por las entidades obligadas a informar; por lo tanto, aparecen las diversas variaciones que tiene cada medicamento, en cada precio encontrado en la tabla dos y tres se maneja un promedio acorde a cada caso.

La elección de fármacos es indispensable, debido a que con esto se logra determinar el costo variable de los efectos secundarios. El informe número 16 de farmacovigilancia sobre vacunas COVID-19, realizado por la Agencia española de medicamentos y productos sanitarios (2022), encuentra que a lo largo del tiempo, se han mantenido como principales efectos

secundarios la pirexia y la cefalea, motivo por el cual se manejan los fármacos de acetaminofén e ibuprofeno. Esto también se debe a que, según Gestar Salud (2021), el acetaminofén es un antipirético³ que puede ayudar a aliviar síntomas leves, mientras que el ibuprofeno es un analgésico con mayor potencia que ayuda a calmar el dolor y diversos tipos de inflamación, lo que indica que además de ser medicamentos idóneos para los dos principales efectos secundarios, también pueden llegar a ayudar con sintomatologías menos presentada, como dolor en la zona de vacunación y malestar.

Por otra parte, los datos del porcentaje de uso, tiene como base las hojas informativas para proveedores de atención médica de cada vacuna, en éstas se describen los ensayos clínicos referentes a efectos adversos, teniendo un porcentaje para cada dosis. Los datos del ensayo clínico de la vacuna contra el COVID-19 de Moderna arrojaron que el 23% de las personas que presentaron efectos secundarios en su primera dosis, tuvieron que hacer uso de medicamentos antipirético y/o analgésicos, y para la segunda dosis un 57% de los participantes tuvo que hacer esto mismo, un claro aumento de efectos secundarios; situación opuesta para el ensayo clínico de la vacuna Pfizer, ya que para la primera dosis, presentaba un porcentaje del 27,8% y para la segunda del 14,4%

Tabla 2

Efectos secundarios con Moderna

Efectos secundarios con Moderna	Cantidad total	% de frecuencia	Valor unitario	Valor total	Valor mínimo	Valor máximo
Primera dosis	1	23%	4978,3013	1145,009299	3698,943765	17315,6348

³ Fármaco que ayuda a disminuir la fiebre

Segunda dosis	1	57%	4978,3013	2837,631741	3698,943765	17315,6348
			Suma de efectos secundarios	3982,64104		

Nota. Fuente: Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. (2021).

Cálculos propios

Tabla 3

Efectos secundarios con Pfizer

Efectos secundarios con Pfizer	Cantidad total	% de frecuencia	Valor unitario	Valor total	Valor mínimo	Valor máximo
Primera dosis	1	27,8%	4978,3013	1383,96776	3698,94377	17315,6348
Segunda dosis	1	14%	4978,3013	716,875387	3698,94377	17315,6348
			Suma de efectos secundarios	2100,84315		

Nota. Fuente: Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. (2022).

Cálculos propios

Al elaborar una comparación del valor total, se demuestra que la vacuna de Pfizer posee costos inferiores que la de Moderna en lo que respecta a efectos secundarios, esto se debe a los porcentajes con los que las personas se medican al presentar efectos adversos, pues si bien la primera dosis sólo tiene una diferencia del 4,8%, la segunda dosis muestra gran diferencia en los

porcentajes, ocurriendo un 42,6% más veces al aplicarse la segunda vacuna de Moderna, que con Pfizer.

Pasando al evento en el que la persona se llegue a contagiar de COVID-19 y estuviera vacunada con Moderna o Pfizer, pueden ocurrir tres sucesos: presenta unos síntomas controlables, que pueden ser manejados con medicamentos de venta libre, tales como ibuprofeno y acetaminofén. En segundo lugar, están quienes muestran complicaciones y deben estar un tiempo de aproximadamente dos semanas en un hospital (Ministerio de salud y protección social, 2020). Finalmente, están aquellos que luego de tener complicaciones, acaban muriendo a causa del COVID-19.

Como se mencionó anteriormente, los medicamentos de venta libre como lo son el ibuprofeno y el acetaminofén, son fármacos que no sólo se usan para tratar los efectos secundarios, sino también son recomendados por el Centros para el Control y Prevención de Enfermedades (2022), para personas que estén contagiadas de COVID-19 y tengan síntomas leves, ya que estos medicamentos pueden ayudar con los síntomas y al no requerir de una receta médica, tienen más facilidades para conseguirlos y medicarse. De igual forma, MedlinePlus (2022) recomienda usar solución salina en aerosol para ayudar a disminuir la congestión nasal y limpiar las fosas nasales que para casos leves de COVID-19 puede ser suficiente.

Tabla 4

Precios de los medicamentos

	Valor	Valor mínimo	Valor
Medicamento	promedio		máximo

Acetaminofén	6203,7181	4859,44618	23645,8416
Ibuprofeno	3752,8845	2538,44135	10985,428
Afrisal (solución salina)	34302,81	29336,3	43680
Valor total	44259,4126		

Nota. Fuente: Ministerio de salud y protección social, MedlinePlus. 2022. Cálculos propios

Los valores presentados en la tabla 4, son indiferentes a si la persona se vacuna con Moderna, o con Pfizer, esto se debe a que son precios promedios que el Ministerio de Salud da para el año 2022, por lo que en esta rama, de la estructura dinámica (árbol de decisión) lo que diferencia los costos para ambas vacunas se ve reflejado en los porcentajes de personas que se vacunaron contra el COVID-19, se contagiaron y presentan síntomas controlables, cifra que se basan en los datos y hallazgos del estudio realizado por el Centro de Control y la prevención de enfermedades para el informe semanal de morbilidad y mortandad para los Estados Unidos (Johnson, y otros, 2022), en el que según la muestra usada en el documento, el 82,583% de quienes se contagiaban con COVID-19 y habían sido vacunados con Moderna, presentaban síntomas controlables. Por otra parte, el mismo estudio arroja que para el caso de Pfizer el porcentaje es del 82,889%

Como segundo evento están las personas que empiezan a presentar síntomas que requieren de una atención médica prioritaria, es decir, son ingresadas al hospital, para esto, se usa el informe realizado por el Centro de Control y la prevención de enfermedades, en el que se comparan las variables que se presentan en los casos de COVID-19 para los rangos pre y post vacunación, siendo únicamente el segundo periodo, el usado en el presente documento; dando de esta manera que el

porcentaje de admisiones al hospital dentro del rango de edad de 50 a 69 años es de 16,522% (Christie , y otros, 2021).

Vale la pena aclarar que el porcentaje anterior es usado para ambas vacunas en el evento de contagiarse y requerir de asistencia hospitalaria, ya que según Howard (2021) los estudios que se han hecho sobre éstas, han demostrado tener la misma reducción de riesgo de hospitalización por COVID-19 y eficacias muy parecidas.

De igual forma, para calcular los costos variables de este evento, se requiere de aclarar las diferentes intervenciones y procesos médicos que se llevan a cabo y el tiempo que la persona dura ingresada. Para el tema del tiempo, según el Ministerio de salud y protección social, (2020), se promedia que el tiempo de estadía en el hospital es de al menos dos semanas, para lograr pasar de sintomatología grave a leve.

En lo que respecta a los procedimientos médicos, el manual tarifario revela la lista, clasificación y nomenclatura de los servicios médicos, quirúrgicos y hospitalarios, con sus respectivos precios para el año en curso (Consultor Salud, 2022), entre los cuales se destacan los presentes en el cuadro cinco; estas intervenciones llegan a presentar variaciones entre las necesidades específicas de cada caso, pero que en términos generales, son las más indispensables.

Tabla 5

Precios de intervención médica

Intervenciones y procesos médicos	Valor	Días	Valor*Tiempo en UCI
--	--------------	-------------	----------------------------

Atención diaria intrahospitalaria, por el especialista tratante, del paciente no quirúrgico u obstétrico	67.000	14	938.000,00
Atención diaria intrahospitalaria, por el médico general tratante, del paciente no quirúrgico u obstétrico	50.300	14	704.200,00
Valoración inicial intrahospitalaria, por el especialista tratante, del paciente ingresado para estudio y/o tratamiento no quirúrgico u obstétrico	50.300	1	50.300,00
Unidad de cuidado intensivo. Instituciones de segundo y tercer nivel.	1.657.000	14	23.198.000,00
Inhaloterapia	25.700	14	359.800,00
		Total	25.250.300,00

Nota. Fuente: Ministerio de Salud y Protección Social; Consultor Salud. 2022. Cálculos propios

Finalmente, están las personas que al presentar complicaciones, mueren, por lo que para ellas es de gran importancia el rango de edad, porque el cálculo que se realiza se basa en la cantidad de años de vida productiva que tenían, y en la suposición que vivieran todo el tiempo de vida laboral útil.

Para la elaboración del cálculo se toma como base el documento realizado por Muñoz Cardona (2010),⁴ en el cual expone por medio de la siguiente ecuación, las variables para poder obtener el valor de una vida, que a nivel económico son: el salario (P), el número de pagos mensuales que pudieron realizarse durante la vida laboral pérdida (n) y la inflación estimada (i). Formalmente:

$$VF = P(1 + i)^n$$

Para la primera variable, Becerra Elejalde (2022) afirma que la pandemia trajo consigo un aumento en el porcentaje de personas que reciben menos ingresos, llegando a presentar un promedio general de los sectores económicos de 1.352.124 pesos colombianos para el 2021. La inflación estimada para Colombia, se espera sea del 5%, la cual es ajustada a través del tiempo.

En lo que respecta al número de pagos, el calculo se elabora con la proyección de años de vida util laboral, en otras palabras, el tiempo que le faltaba para jubilarse; para esto, se debe clasificar acorde a la persona, ya que según Franco, (2022) las mujeres pueden acceder a la pensión desde los 57 años, siempre y cuando hayan cumplido con el número de semanas requeridas; para los hombres es hasta los 62 años con el mismo requerimiento de haber culminado con la cantidad de semanas. Teniendo esto presente, y con base en el rango de edad seleccionado para este documento, se calcula una cantidad de 84 y 144 meses respectivamente. Todo esto, suponiendo que la persona en caso de no haber muerto a causa del COVID-19, habría continuado con vida hasta poder jubilarse.

El cálculo final presente en cada evento se basa en la serie de procesos expuestos anteriormente para cada caso, los cuales, tienen presente un costo fijo, uno variables y una

⁴ La ecuación que se presenta a continuación pertenece a Muñoz Cardona (2010).

probabilidad. En lo que respecta al costo fijo, éste es el precio de la vacuna que la persona se haya aplicado, a esto se le suma el producto del costo variable de la rama por la probabilidad de que ocurra el suceso. Formalmente es:

$$\text{Valor esperado} = \text{costo fijo} + \text{probabilidad} * \text{costo variable}^5$$

Resultados

En términos generales, los resultados indican que la elección de la vacuna Pfizer domina la decisión de vacunarse con Moderna, principalmente a causa del elevado costo fijo que tiene mRNA-1273, siendo un 150% más costosa que BNT162b2; no obstante, para un óptimo análisis, se debe ver de manera detallada cada evento.

El primer evento presente en cada elección (vacunarse con Moderna o Pfizer) se encuentra cuando después de tener las dosis, no llegue a contagiarse de COVID-19 y no exhiba efectos secundarios para los que tenga que tomar algún medicamento; para estas ramas, el pago para Moderna es 215.126,40, con una eficiencia del 94,1%, debido a que el único pago realizado al finalizar, se encuentra en el precio de las dos dosis que la persona tiene, y al no contagiarse, se ve una inmunidad en el cuerpo que con el paso del tiempo puede llegar a presentar fallos. Por parte de la vacuna Pfizer, el pago para esta rama es de 87.437,76, con una eficiencia del 95,1%, llegando a tener el mismo razonamiento que el explicado previamente para la rama de mRNA-1273.

Continuando con la línea de no contagio, se genera una nueva rama, en la que se expone el costo en el que incurren las personas por presentar efectos secundarios con su respectiva probabilidad, para este pago, el costo fijo es el precio de la vacuna (como en cada evento) y el costo variable es el valor obtenido por medio del consumo de fármacos para aliviar los efectos

⁵ (Bustos Farías)

adversos por la probabilidad presente en cada dosis, dando un pago final para Moderna en la primera dosis de 216.271,41 y en la segunda de 217.964,03, demostrando que resulta más costoso el tener efectos secundarios en la segunda dosis. Por parte de la vacuna Pfizer, se tiene un pago para la primera dosis de 88.821,73, y para la segunda de 88.154,64, siendo más costoso tener efectos adversos en la primera dosis. Sobre estas ramas se puede recalcar que existe un mayor peso por parte del costo fijo, que de las variables, esto, tanto para mRNA-1273, como BNT162b2.

Como se aclaró a lo largo del documento, las vacunas tienen eficiencias que no son del 100%, porque luego de vacunarse existe la probabilidad de contagiarse, que puede terminar en tres escenarios diferentes: presentar síntomas controlables, requerir de hospitalización y morir por el virus.

En el evento de presentar síntomas controlables, se incurre en el costo de usar medicamentos genéricos con los cuales pueda sobrellevar el virus desde su casa, por lo que para este costo variable, se usa el cálculo del valor total de estos fármacos, la probabilidad que para el caso de la vacuna Moderna es del 82,583%, y para Pfizer de 82,889%, dando así los costos de 251.677,151, y 126.784,378 respectivamente. Demostrando de esta forma, un aumento en los pagos y en la relevancia de los costos variables.

Por otra parte, están las ramas que corresponden a tener que acudir a un centro médico debido a las complicaciones. Los costos variables son los diferentes procesos y servicios que requieren en su estadía, dando como pago final de la rama, para mRNA-1273 de 4.386.980,97 y de BNT162b2 de 4.259.292,33, demostrando un cambio significativo en estos, a causa del elevado pago que incurre tener que estar ingresado en un hospital por 14 días.

Para el tercer suceso, en el que la persona muere a causa de contraer COVID-19 y al suponer que la persona viviría al menos hasta la edad en la que se jubila, se llega a dos pagos por vacuna, ya que según lo expuesto previamente, las mujeres y los hombres tienen edades mínimas diferentes para jubilarse, por lo que para el caso de las mujeres que sean vacunadas con Moderna, su pago más costoso es 232.190,91 y para los hombres 237.026,28. Con la vacuna de Pfizer, el costo en caso de ser mujeres y morir es 98.711,84 y el de los hombres de 101.906,45, demostrando que al ser los hombres a quienes les toma más años jubilarse, se llega a tener unos pagos más elevados, pues estarían más tiempo en su vida laboral.

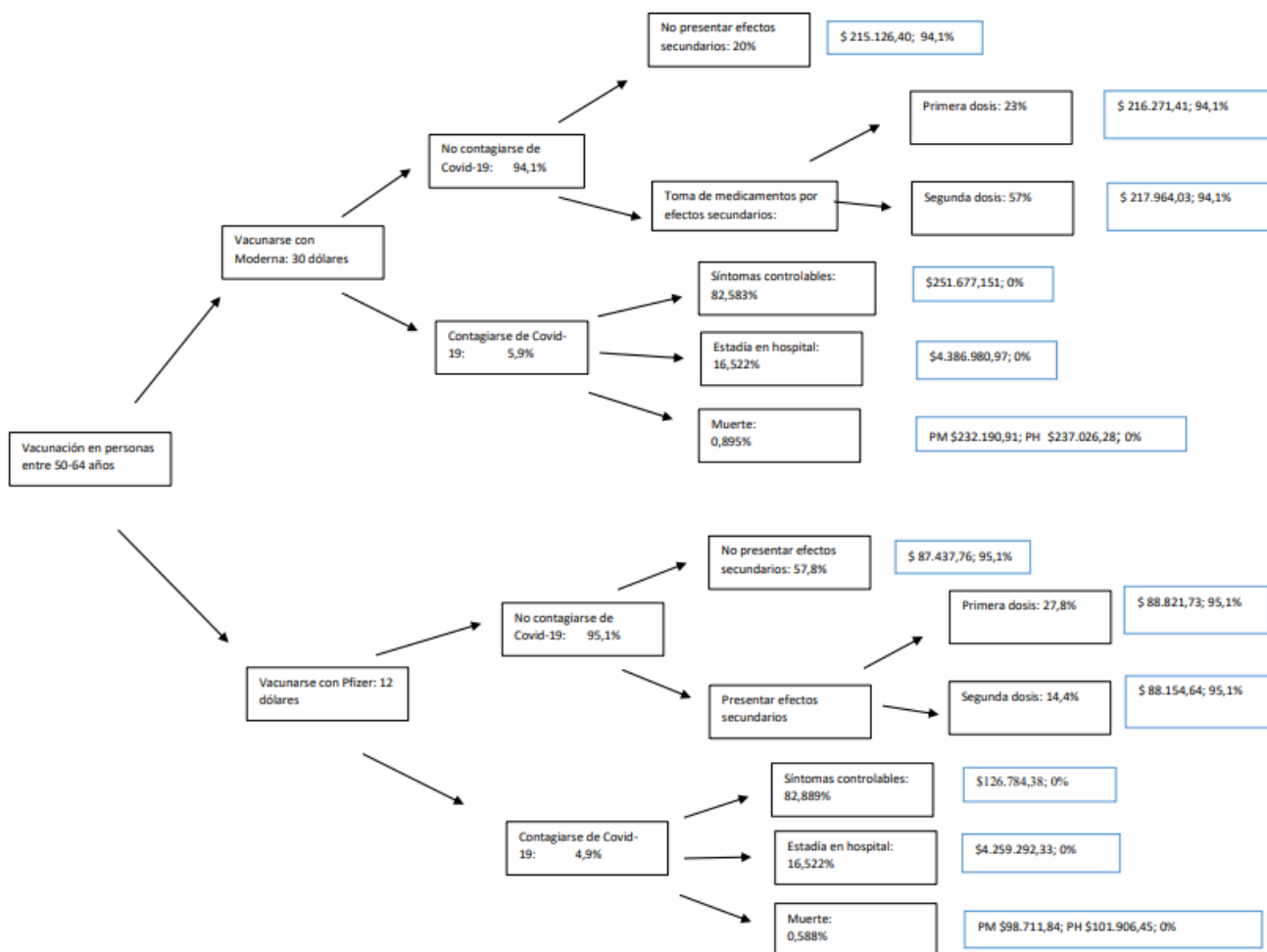
Los valores anteriores evidencian una gran disminución teniendo en cuenta el costo variable inicial, pero es porque al ser una probabilidad inferior al 1% para ambos casos, su repercusión diezma significativamente. Nótese, que dichos valores pueden disminuir según su cercanía con la edad para jubilarse, por lo que estos son los pagos con mayor valor en el que se puede incurrir en la rama.

Para los últimos tres eventos, la efectividad es del 0%, por lo que si bien, las vacunas favorecen que el virus en caso de presentarse se dé con una sintomatología más leve, su propósito es el de generar inmunidad a las personas, con lo que se reduce la tasa de contagio del lugar.

De acuerdo con esto, el árbol de decisión que se encuentra al tener presente todo lo planteado previamente es el siguiente:

Imagen 2

Árbol de decisión



Nota: Los porcentajes presentes en el árbol de decisión, hacen referencia a la probabilidad de que el evento ocurra.

Nota 2: PM es el pago encontrado para el evento de la muerte en el caso de la mujer. PH es el pago encontrado para el evento de la muerte en el caso del hombre. Fuente: Cálculos propios.

Conclusiones

El objetivo principal de esta investigación consistió en el análisis del costo-efectividad de las vacunas de Moderna y Pfizer, para personas entre los 50 y 64 años en Colombia en el período 2020-2022. La teoría de juegos en su concepto dinámico fue el instrumento utilizado para

determinar el costo y la efectividad de cada vacuna. Particularmente, el análisis se desarrolló mediante la estructura arborescente, en la que en cada nodo de decisión se tuvieron en cuenta las variables descritas en la explicación precedente. El resultado del ejercicio, en términos generales, demostró que BNT162b2 domina sobre mRNA-1273, siendo el evento con menor costo, y mayor efectividad el vacunarse con Pfizer, no contagiarse y no presentar efectos adversos, con un pago de 87437,76 pesos, mientras que la rama con mayor pago es vacunarse con Moderna, contagiarse y tener que estar un tiempo de catorce días en un hospital, con un costo de 4386980,97 pesos, y una efectividad del 0%.

De forma más detallada se demuestra que, para la vacuna Moderna, el evento que tiene un menor pago es no contagiarse y no presentar efectos secundarios, con un valor de 215.126,4, y el de mayor pago se da al tener que estar un tiempo en el hospital por contagio de COVID-19, con un valor de 4.386.980,97. Por parte de Pfizer, la rama con menor pago está, de igual modo, en el evento de no contagio y sin efectos adversos, con costo de 87437,76; en este caso, el mayor pago también se ve en la estadía en el hospital, por 4.259.292,33 pesos. Lo anterior demuestra que los dos eventos, independiente de la vacuna, siguen la misma tendencia, siendo los menores y mayores pagos, respectivamente.

Una variable con gran significancia a lo largo del documento, es el porcentaje de probabilidad, ya que permitió concretar la dominancia de unas ramas sobre otras, e incluso, llegar a alterar en gran medida el pago final, como ocurrió con las ramas de la muerte, en las que en principio, el pago por morir se ve de gran valor; sin embargo, por la escasa probabilidad de que ocurra, el costo se ve afectado en gran medida. Por otra parte, se encuentra que para este modelo, el costo fijo tiene una gran repercusión en los pagos de todos los eventos, lo que es congruente con la evidencia sobre las elecciones más óptimas.

El alcance de este análisis se ve afectado por la falta de información y estudio del tema en Colombia, ya que las probabilidades para las personas, dependen de agentes externos no analizados, como la demografía, raza, etnia y demás. Por lo que para finalizar, se debe generar mayor relevancia en la literatura y estudios de este tipo, con los que se permitan hacer análisis y evaluaciones más amplias.

Para futuras investigaciones dentro de la misma línea de estudio, se recomienda tener en cuenta personas que no hayan sido vacunadas, esto con la finalidad de demostrar los mejores eventos dentro de una sociedad que entra en la disyuntiva de vacunarse o no, y demostrar los eventos sociales con una mejor y peor relación costo-efectividad.

Bibliografía

- Administración de Alimentos y Medicamentos de los Estados Unidos. (2021). *HOJA INFORMATIVA PARA PROVEEDORES DE ATENCIÓN MÉDICA QUE ADMINISTRAN VACUNAS (PROVEEDORES DE VACUNACIÓN) AUTORIZACIÓN DE USO DE EMERGENCIA (EUA) DE LA VACUNA CONTRA LA COVID-19 DE MODERNA PARA PREVENIR LA ENFERMEDAD POR CORONAVIRUS DE 2019 (COVID-19)*. Obtenido de <https://www.fda.gov/media/144719/download>
- Administración de alimentos y medicamentos de los Estados Unidos. (2022). *Hoja informativa para proveedores de la salud que administren la vacuna*. Obtenido de <https://labeling.pfizer.com/ShowLabeling.aspx?id=15155&format=pdf>
- Agencia española de medicamentos y productos sanitarios. (2022). *16° Informe de Farmacovigilancia sobre vacunas COVID-19*. Obtenido de <https://www.aemps.gob.es/informa/boletines-aemps/boletin-fv/2022-fv/16o-informe-de-farmacovigilancia-sobre-vacunascovid-19/>
- Banco de la República. (29 de 09 de 2022). Tasa de cambio representativa del mercado (TRM). Colombia. doi:<https://www.banrep.gov.co/es/estadisticas/trm>
- Banco Mundial. (08 de 06 de 2020). *La COVID-19 (coronavirus) hunde a la economía mundial en la peor recesión desde la Segunda Guerra Mundial*. Obtenido de <https://www.bancomundial.org/es/news/press-release/2020/06/08/covid-19-to-plunge-global-economy-into-worst-recession-since-world-war-ii>
- Becerra Elejalde, L. L. (1 de Febrero de 2022). Subió la proporción de trabajadores con menos de un salario mínimo. *Portafolio*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/gobierno/en-colombia-mas-trabajadores-ganan-menos-del-salario-minimo-561226>
- Bustos Farías, E. (s.f.). El valor esperado de la información perfecta. México: Instituto politécnico nacional escuela superior de computo. Obtenido de https://users.dcc.uchile.cl/~nbaloian/DSS-DCC/Esp/3_2.pdf
- Castiblanco, C. (2021). *¿Cuál es la efectividad de la vacuna Moderna contra COVID-19?* Obtenido de <https://bogota.gov.co/mi-ciudad/salud/efectividad-de-la-vacuna-moderna-contra-covid-19>
- Centros para el Control y Prevención de Enfermedades. (2022). *Tratamientos y medicamentos para el COVID-19*. Obtenido de <https://espanol.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/your-health/treatments-for-severe-illness.html>
- Christie , A. M., Henley, J. S., Mattocks, L., Fernando, R., Lansky, A., Walker, D., & Beach, M. J. (2021). *Disminución en los casos de COVID-19, las visitas al departamento de emergencias, los ingresos hospitalarios y las muertes entre los adultos mayores luego de la introducción de la vacuna contra el COVID-19 — Estados Unidos, del 6 de septiembre de 2020 al*. Obtenido de https://www.cdc.gov/mmwr/volumes/70/wr/mm7023e2.htm?s_cid=mm7023e2_w#
- Consultor Salud. (1 de Enero de 2022). Manual Tarifario SOAT de Salud . Obtenido de <https://consultorsalud.com/wp-content/uploads/2021/12/Manual-Tarifario-SOAT-de-Salud-2022-Consultorsalud.pdf>

- Diplomado economía de la salud con énfasis en farmacoeconomía y valor en salud. (2022). Árbol de decisión. Obtenido de https://aulasvirtuales.e-sanitas.edu.co/pluginfile.php/91298/mod_resource/content/20/modulo3/regulacion.html
- Fonseca, V. A. (22 de Febrero de 2021). Este es el dinero que el Gobierno ha girado para la compra de vacunas contra el covid. *La República*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/estos-son-los-recursos-que-el-gobierno-ha-comprometido-en-la-adquisicion-de-vacunas-3128241>
- Franco, L. (4 de Agosto de 2022). Esta es la edad a la que podrá jubilarse para cobrar el 100% de la pensión en Colombia. *El país*. Obtenido de <https://elpais.com/america-colombia/2022-08-04/esta-es-la-edad-a-la-que-podra-jubilarse-para-cobrar-el-100-de-la-pension-en-colombia.html#:~:text=En%20Colombia%20cualquier%20persona%20puede,se%20haya%20inscrito%20la%20persona.>
- Gestar Salud. (20 de Marzo de 2021). ¿Sabe en qué momento debe tomar acetaminofén y en qué momento tomar ibuprofeno? Aquí le contamos. *Gestar Salud*. Obtenido de <https://gestarsalud.com/2021/03/20/sabe-en-que-momento-debe-tomar-acetaminofen-y-en-que-momento-tomar-ibuprofeno-aqui-le-contamos/>
- Giachetto Larraz, G., Telechea Ortiz, H., Speranza Mourine, N., Giglio, N., Cané, A., Pírez García, M., . . . Gesuele Ruggiero, J. (2010). Costo-efectividad de la vacunación universal. *Panam Salud Publica*. Obtenido de <https://iris.paho.org/handle/10665.2/9653>
- Gobierno de Colombia. (2020). Obtenido de <https://coronaviruscolombia.gov.co/Covid19/index.html>
- Herrera, M. M. (Diciembre de 2004). Farmacoeconomía: eficiencia y uso racional de los medicamentos. *Scielo*. doi:<https://doi.org/10.1590/S1516-93322004000400002>
- Howard, J. (28 de Abril de 2021). Vacunas de Pfizer y Moderna reducen el riesgo de hospitalización por covid-19 en un 94% entre los adultos mayores, según los CDC. *CNN*. Obtenido de <https://cnnespanol.cnn.com/2021/04/28/vacunas-pfizer-moderna-reducen-riesgo-hospitalizacion-covid-19-trax/>
- Iragorri Amaya , N., & Triana Romero, P. A. (Enero-Junio de 2015). Metodología del análisis de costo-efectividad (ACE) en la práctica clínica. *Investigaciones en seguridad social y salud*, 17(1). Obtenido de <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/11/966022/revist-seg-social-17-1-analisiscosto-efectividad.pdf>
- Johnson, A. G., Amin, A. B., Ali, A. R., Hoots, B., Cadwell, B., Arora, S., . . . Scobie, H. M. (2022). *Tasas de incidencia y mortalidad de COVID-19 entre adultos no vacunados y totalmente vacunados con y sin dosis de refuerzo durante los periodos de aparición de variantes Delta y Omicron: 25 jurisdicciones de EE. UU., del 4 de abril al 25 de diciembre*. Centros para el Control y Prevención de Enfermedades, MMWR Morb Mortal Wkly Rep. doi:<http://dx.doi.org/10.15585/mmwr.mm7104e2>
- La República . (22 de 02 de 2021). *Este es el dinero que el gobierno ha girado para la compra de vacunas contra el Covid*. Obtenido de <https://www.larepublica.co/economia/estos-son-los-recursos-que-el-gobierno-ha-comprometido-en-la-adquisicion-de-vacunas-3128241>

- Medina Barajas, F. P., Hernández Chávez, A., & García González, M. Á. (2014). *Farmacología general. Una guía de estudio*. Obtenido de <https://accessmedicina.mhmedical.com/Content.aspx?bookid=1489§ionid=96952271>
- MedlinePlus. (5 de Agosto de 2022). *Biblioteca Nacional de Medicina (EE. UU.)*. Obtenido de <https://medlineplus.gov/spanish/ency/patientinstructions/000976.htm>
- Ministerio de salud y protección social. (9 de Julio de 2020). *Así es el proceso de recuperación de pacientes con Covid-19*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/Asi-es-el-proceso-de-recuperacion-de-pacientes-con-covid-19.aspx#:~:text=Y%20es%20en%20promedio%20tambi%C3%A9n,el%20agotamiento%20f%C3%ADsico%20y%20cansancio>
- Ministerio de Salud y Protección social. (27 de Enero de 2021). La vacunación contra el covid-19 es un propósito nacional. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/Paginas/La-vacunacion-contrael-covid-19-es-un-proposito-nacional.aspx#:~:text=El%20ministro%20se%C3%B1al%C3%B3%20que%20si,este%20momento%20es%20la%20vacunaci%C3%B3n>.
- Ministerio de Salud y Protección social. (4 de Agosto de 2022). Consulta Pública de Precios de Medicamentos en la Cadena de Comercialización. Obtenido de https://web.sispro.gov.co/WebPublico/Consultas/ConsultarCNPMCadenaComercializacionCircu2yPA_028_2_2.aspx
- Muñoz Cardona, Á. E. (2010). *¿CÓMO VALORAR LA PÉRDIDA ECONÓMICA DE UNA VIDA HUMANA?* Ingeniería Y Sociedad. Obtenido de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingeso/article/view/4692>
- Osorio, D. I., Ceballos, M., & Peña, E. (2016). Análisis de costo-efectividad de escitalopram comparado con paroxetina, fluoxetina, sertralina, fluvoxamina y clomipramina como terapia de mantenimiento para pacientes con trastorno obsesivo compulsivo en Colombia. *Instituto de Evaluación Tecnológica en Salud*. Obtenido de <https://docs.bvsalud.org/biblioref/2017/07/846429/reporte-ee-169-escitalopram-toc.pdf>
- Porras Ramírez, A., Alvis Guzmán, N., Rico Mendoza, A., Alvis Estrada, L., Castañeda Orjuela, C., Velandia González, M., & de la Hoz Restrepo, F. (2009). Costo efectividad de la vacunación contra influenza en menores de 2 años y mayores de 65 años en Colombia. *Rev. Salud Pública*, 689-699. Obtenido de https://www.scielosp.org/article/ssm/content/raw/?resource_ssm_path=/media/assets/rsap/v11n5/v11n5a02.pdf
- Portafolio. (14 de 02 de 2022). *El crecimiento económico de Colombia, año por año*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/gobierno/el-crecimiento-economico-de-colombia-ano-por-ano-561700>
- Regina Secoli, S., Grillo Padilha, K., & Litvoc, J. (2008). ANÁLISIS DE COSTO-EFECTIVIDAD EN EL TRATAMIENTO ANALGÉSICO PARA DOLOR. *Rev Latino-am Enfermagem*. Obtenido de <https://www.scielo.br/j/rlae/a/6bg9VTPB9mydzrKmHpZw3zK/?format=pdf&lang=es>

- Risso, A., Chiaborelli, M., & Ciapponi, A. (2022). *Instituto universitario hospital italiano de Buenos Aires*. Obtenido de Evidencia sobre las vacunas para COVID-19 en niñas, niños y adolescentes.: <https://doi.org/10.51987/evidencia.v25i1.6997>
- Robbins, R. (15 de Octubre de 2021). Colombia habría pagado por la vacuna de moderna más que los países desarrollados. *Infobae*. Obtenido de <https://www.infobae.com/america/the-new-york-times/2021/10/15/colombia-habria-pagado-por-la-vacuna-de-moderna-mas-que-los-paises-desarrollados/>
- Sheikh, A., Robertson, C., & Taylor, B. (2 de 12 de 2021). *The New England journal of medicine*. Obtenido de BNT162b2 and ChAdOx1 nCoV-19 Vaccine Effectiveness: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMc2113864>
- UNDP. (2021). Obtenido de <https://www.undp.org/es/colombia/un-a%C3%B1o-de-pandemia-impacto-socioecon%C3%B3mico-de-la-covid-19-en-colombia>
- Wolf, A. C. (1967). *La salud como factor del desarrollo económico internacional*. Obtenido de <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/15292/v62n4p289.pdf?sequence=1>