
**CRECIMIENTO ECONÓMICO,
EMPLEO Y DISTRIBUCIÓN DEL INGRESO
EN TIEMPOS DE PANDEMIA: UN ANÁLISIS
DE EQUILIBRIO GENERAL PARA COLOMBIA**

Jesús Botero García
Matheo Arellano Morales
Diego Montañez Herrera

Botero García, J., Arellano Morales, M., & Montañez Herrera, D. (2021). Crecimiento económico, empleo y distribución del ingreso en tiempos de pandemia: un análisis de equilibrio general para Colombia. *Cuadernos de Economía*, 40(85), 957-976.

Este artículo cuantifica los efectos sobre la actividad productiva en Colombia que tiene la pandemia por COVID-19 y las medidas de contención, mitigación y recu-

J. Botero García
Universidad EAFIT. Medellín, Colombia. Correo electrónico: jabotero@eafit.edu.co. <https://orcid.org/0000-0001-9821-7221>

M. Arellano Morales
Banco Interamericano de Desarrollo (BID). Sabaneta, Colombia. Correo electrónico: marellanom@eafit.edu.co. <https://orcid.org/0000-0002-3460-8052>

D. Montañez Herrera
Grupo de Estudios en Economía y Empresa (GEE), EAFIT. Facatativá, Colombia. Correo electrónico: dfmontaneh@eafit.edu.co. <https://orcid.org/0000-0003-2326-7405>

Sugerencia de citación: Botero García, J., Arellano Morales, M., & Montañez Herrera, D. (2021). Crecimiento económico, empleo y distribución del ingreso en tiempos de pandemia: un análisis de equilibrio general para Colombia. *Cuadernos de Economía*, 40(85), 957-976. <https://doi.org/10.15446/cuad.econ.v40n85.92524>

Este artículo fue recibido el 26 de diciembre de 2020, ajustado el 6 de mayo de 2021 y su publicación aprobada el 10 de mayo de 2021.

peración adoptadas para enfrentarla. Además, se estudian los efectos distributivos, considerando distintos tipos de hogares, para analizar su impacto en los sectores más vulnerables de la economía. Para ello, se construyó un modelo CGE que resume el comportamiento de la economía colombiana y permite simular los choques por COVID-19. Se encontró un crecimiento económico de 4,6 % en 2021 que sería insuficiente para que el PIB alcance niveles pre-pandemia. Los efectos sociales serían devastadores en términos de pobreza, que luego de elevarse en cerca de ocho puntos porcentuales durante 2020, podría seguir aumentando hacia 2021 por efecto de la parcial recuperación de los mercados laborales.

Palabras clave: COVID-19; crecimiento económico; distribución de ingresos; modelo de equilibrio general computable (CGE).

JEL: C68, D58, E24, D33, N16.

Botero García, J., Arellano Morales, M., & Montañez Herrera, D. (2021). Economic growth, employment, and income distribution in times of pandemic: A general equilibrium analysis for Colombia. *Cuadernos de Economía*, 40(85), 957-976.

This paper quantifies the effects of the COVID-19 pandemic on the productive activity in Colombia and the measures adopted to contain, mitigate, and recover from it. Additionally, distributional effects are studied, taking into consideration different types of households in order to analyse their impact on the most vulnerable sectors of the economy. For this purpose, a CGE model that summarises the behaviour of the Colombian economy and allows for simulation of the COVID-19 shocks is constructed. It found a growth of 4.6% in 2021, which would be insufficient for reaching pre-pandemic GDP levels. The social effects would be devastating in terms of poverty, which after rising by about eight percentage points during 2020, could continue increasing in 2021 due to the partial recovery of labour markets.

Keywords: Computable general equilibrium model (CGE); Covid-19; economic growth, and income distribution.

JEL: C68, D58, E24, D33, N16.

INTRODUCCIÓN

Una nueva crisis de salud pública amenaza al mundo, con la aparición y propagación del nuevo coronavirus 2019 (SARS-Cov-2), también conocido como Coronavirus 2 del síndrome respiratorio agudo severo (COVID-19). La pandemia ha resultado en más de 144,5 millones de casos confirmados en todo el mundo (más de 2,7 millones en Colombia) y ha superado los tres millones de muertes, según el recuento del Corona Resource Center de la Universidad Johns Hopkins y el Instituto Nacional de Salud de Colombia (INS), para el mes de marzo de 2021.

A su vez, la crisis sanitaria también ha resultado en una inminente recesión económica. El distanciamiento social, el aislamiento y las restricciones de movilidad han llevado a una reducción de la fuerza laboral en todos los sectores económicos y han causado la pérdida de muchos empleos (Nicola *et al.*, 2020). El virus se ha extendido a más de 190 países y, en consecuencia, los Gobiernos en todo el mundo han tomado medidas sin precedentes, como el cierre de sus fronteras. Este tipo de acciones han causado estragos en la actividad económica y efectos nefastos en el mercado laboral, que se agudizan en el sector informal, lo cual afecta a la población más vulnerable de las economías en desarrollo.

Para dimensionar el impresionante nivel de propagación del COVID-19 en el mundo, destacamos que, en tan solo dos días, la infección alcanzó registros que superaban el millón de casos durante el periodo comprendido entre el 25-26 de marzo de 2021. En este panorama, a los Gobiernos se les ha dificultado evitar las muertes por la enfermedad del virus y el impacto económico de su propagación. Mantener la mortalidad lo más baja posible ha sido la máxima prioridad. No obstante, los Gobiernos han debido establecer medidas que mitiguen los efectos económicos adversos (Anderson *et al.*, 2020).

En el caso de Colombia, y el mundo en general, todavía no se conoce el alcance final de las pérdidas. No obstante, el desarrollo de herramientas cuantitativas como los modelos de equilibrio general computable (CGE, por sus siglas en inglés), los modelos dinámicos estocásticos (DSGE) y los de inteligencia artificial (IA) sirven para generar simulaciones lo más realistas posibles, con las cuales es posible adoptar, de manera oportuna, estrategias y políticas inteligentes para la reactivación de la economía.

En este orden de ideas, el presente trabajo se propuso cuantificar los efectos económicos en la actividad productiva de Colombia, a raíz de la propagación de la pandemia y de sus medidas de contención, mitigación y recuperación. Esto, acompañado de un análisis distributivo con distintos tipos de hogares, que permite identificar y contabilizar el impacto en los sectores más vulnerables de la economía. En consecuencia, también se presenta un análisis de pobreza y distribución de ingresos.

La estructura del documento es la siguiente: se presenta la revisión de literatura relevante al respecto, luego, se discute cómo ha sido la evolución de la pandemia en Colombia; enseguida, se describe todo lo concerniente al modelo CGE que se

utiliza como herramienta de análisis; finalmente, se exponen los resultados obtenidos de las distintas simulaciones y se dan a conocer las conclusiones del análisis.

REVISIÓN DE LA LITERATURA

En primer lugar, la propagación de la pandemia y la coyuntura económica recesiva que vive el planeta se atribuyen al SARS-CoV-2, un virus que se encuentra en la especie de corona tipo SARS. A 125 nm, es ligeramente más grande que los virus de influenza, SARS y MERS. Además, es casi seguro que es descendiente de un virus de corona de murciélago, cuyas variedades son abundantes. El más cercano es un virus originado en el murciélago *Rhinolophus*, mayor al 96 % homólogo con el virus SARS-CoV-2 actual. Es solo un 79 % homólogo con el CoV del SARS original (Shen *et al.*, 2020).

La propagación del virus no tiene precedentes y llegó a más de 180 países (Dong *et al.*, 2020). Varios estudios han encontrado que la transmisibilidad del COVID-19 tiene un número de reproducción básico, conocido como R_0 , de 2 hasta 6,47 –promedio 3,58– (Liu *et al.*, 2020), lo que significa que la enfermedad puede propagarse de una persona promedio, a una cantidad de 2-6,47 personas. Esto es más alto que otros brotes de enfermedades recientes como el SARS, H1N1, Ébola y MERS-CoV, que tienen valores de R_0 , de 2-5 (Franco *et al.*, 2003); 1,4-1,6 (Baldo *et al.*, 2016); 1,50-2,67 (Althaus, 2014) y 0,6-1,3 (Chughtai *et al.*, 2020), respectivamente.

Estudios anteriores han utilizado métodos econométricos y estadísticos para estimar el impacto económico de los brotes de enfermedades. Siguiendo la revisión de literatura del trabajo de Yu y Aviso (2020), encontramos el estudio de Thompson *et al.* (2000), que estimó el impacto potencial de una pandemia de influenza en Estados Unidos, en función de las tasas brutas de ataque, sin tener en cuenta los efectos multiplicadores que pueden causar pérdidas significativas para la fuerza laboral. Katriel *et al.* (2011) emplearon funciones de correlación cruzada para comparar la evolución de las tendencias de datos de series temporales para medir el impacto económico del SARS en Beijing, y descubrieron que no hay un efecto a largo plazo, ya que el gasto en consumo simplemente se aplazó.

Por su parte, Keogh y Smith (2008) realizaron una estimación retrospectiva, utilizando indicadores macroeconómicos para los países afectados y encontraron que no había impacto significativo en la economía, con excepción de los sectores de alojamiento y restaurantes en Hong Kong, Australia y Canadá. Tuite *et al.* (2020) estimaron el impacto del MERS-CoV en los sectores relacionados con el turismo en la economía surcoreana, mediante el uso de un modelo de promedio móvil integrado autorregresivo estacional. No obstante, estos trabajos no lograron capturar las interdependencias en varias industrias dentro de la economía. Por ello, es clara la necesidad de abordar el tema mediante modelos de equilibrio general. En este sentido, este trabajo aborda su análisis a partir de la aplicación de un modelo de equilibrio general computable (CGE).

En la literatura naciente, se encuentra el libro *Economics in the time of COVID-19*, cuyos catorce capítulos intentan abordar los efectos económicos a nivel mundial y en determinadas regiones de esta enfermedad, con algunos apartados más, dedicados a la epidemiología. Siguiendo esta línea, se encuentran los trabajos de Lin *et al.* (2020) para la economía China; el de Fornaro y Wolf (2020), con recomendaciones de política económica sobre un marco simple; el trabajo de Anderson *et al.* (2020) para Japón; el de Rodríguez *et al.* (2020) para la economía brasileña, aunque desde un punto de vista más epidemiológico que económico; para Europa, el estudio de Johnson *et al.* (2020), donde estiman escenarios para su uso en preparación para una posible epidemia generalizada. Todos proponen acciones para prepararse para posibles fases de mitigación y coordinar esfuerzos para proteger la salud de la ciudadanía.

Cabe destacar también el trabajo de McKibbin y Roshen (2020), donde aplican modelos CGE y *dynamic stochastic general equilibrium* (DSGE), simulando siete escenarios con un modelo híbrido, para veinte economías afectadas. Encontraron que los escenarios demuestran que incluso un brote contenido podría afectar significativamente la economía global a corto plazo. Por su parte, el estudio de Atken-son (2020) presenta a los economistas un modelo SIR simple de la progresión de COVID-19 en Estados Unidos durante 12-18 meses, con el cual encontraron que medidas severas de distanciamiento social prolongadas podrían mitigar las consecuencias de salud pública de la pandemia.

Finalmente, Eichenbaum *et al.* (2020) extendieron el modelo de epidemiología canónico, para estudiar la interacción entre las decisiones económicas y las epidemias. Mediante un modelo DSGE estándar con un módulo SIR, encontraron que, ante el escenario de referencia, la política de contención óptima aumenta la gravedad de la recesión, pero salva aproximadamente medio millón de vidas en Estados Unidos.

Es importante destacar en este punto, como describen Baldwin y Weder (2020), que los Gobiernos y las organizaciones internacionales han estado planeando lo que podría ser una pandemia mundial durante años. No obstante, el *shock* económico concomitante ha sido mucho menos estudiado. Así pues, muchos Gobiernos del mundo han actuado en un fenómeno sin precedentes a nivel mundial, cerrando y paralizando la economía, con el fin de minimizar a lo máximo posible las pérdidas humanas.

En este orden de ideas, ya nadie duda de la gravedad de las consecuencias de ello, lo que determina, por consiguiente, el cambio inminente que deben tomar las políticas económicas mundiales. Los principales economistas están pidiendo una acción política rápida para mitigar el daño económico de la pandemia. En este sentido, en el libro mencionado de Baldwin y Weder (2020), sus autores son unánimes en afirmar que el caso de estímulo fiscal decisivo y coordinado es imperativo. Nuestro análisis se centró en un marco de equilibrio general computable, detallado de forma amplia en Hosoe *et al.* (2010) y en Dixon y Jorgenson (2012); y más reciente en Dixon *et al.* (2018); para América Latina los trabajos de Chisari *et al.*

(2012); y para Colombia los trabajos de Botero (2012), Suescún y Steiner (2017) y Perfetti *et al.* (2017), entre otros.

EVOLUCIÓN DE LA PANDEMIA EN COLOMBIA

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), teniendo en cuenta el acelerado aumento de casos del nuevo coronavirus registrado en Sudamérica, la región se ha convertido en un “nuevo epicentro” de la pandemia, fundamentalmente con grandes cadenas de transmisión en Brasil y, en menor medida, en Chile, Perú y Colombia. No obstante, se han iniciado los procesos de reactivación gradual de la economía en los distintos países por las nefastas consecuencias de los cierres y las cuarentenas sobre el empleo y la producción.

Desde una perspectiva local, el número de fallecidos en el país ya ha superado la barrera de los 69 000, según los reportes del Instituto Nacional de Salud (INS), hacia el mes de marzo de 2021. La evolución de la pandemia se muestra en la Figura 1. La barra azul reporta los nuevos casos confirmados y la línea roja muestra el número diario de nuevos fallecidos. Los datos se muestran a partir del primer caso registrado en el país el 6 de marzo de 2020, de acuerdo con la publicación del INS, y están acompañados de fechas relevantes de implementación del aislamiento preventivo y sus respectivas prórrogas hasta el final del aislamiento, el 30 de agosto del mismo año.

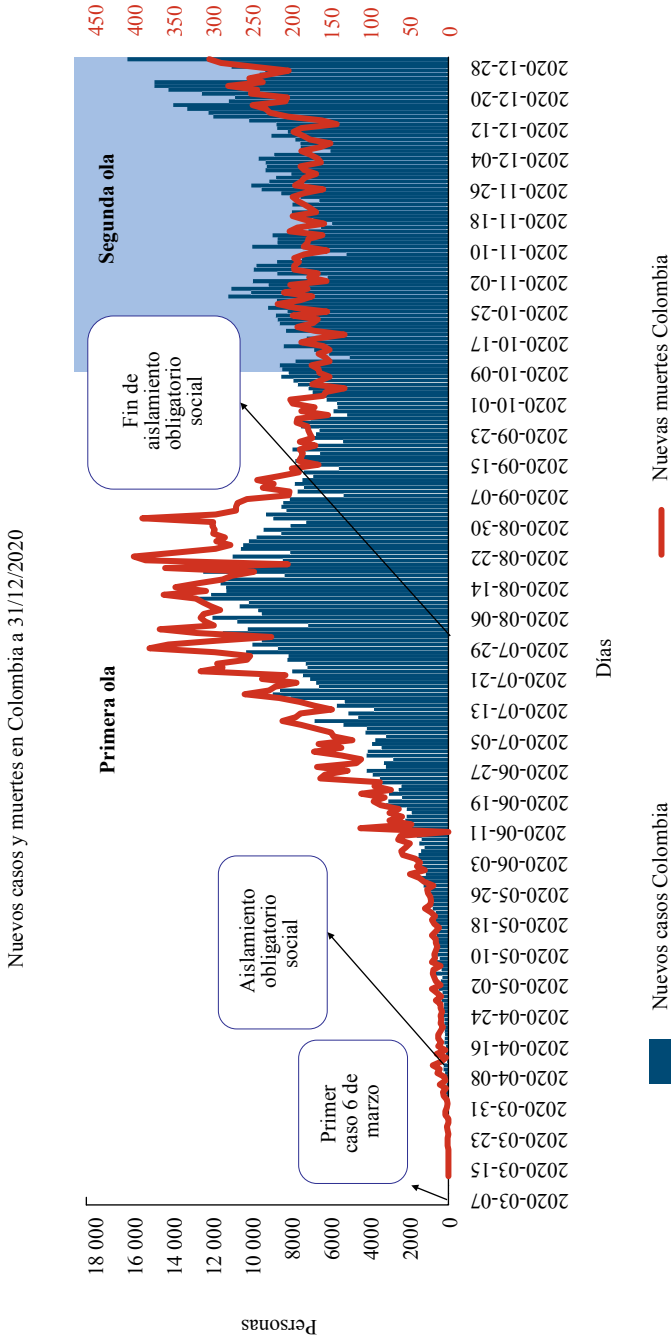
Sin duda, es una situación sin precedentes para el país y para el mundo, y tendrá consecuencias muy serias, aunque de forma diferenciada para cada uno de los sectores y actores de la economía. Es claro que un análisis de equilibrio parcial sería insuficiente para calcular las pérdidas económicas por la interdependencia de las cadenas productivas y por la capacidad heterogénea de los efectos de la pandemia. En consecuencia, para cuantificar los efectos económicos del choque transitorio representado por el COVID-19, es necesario trabajar en un marco de equilibrio general, para analizar las relaciones de interdependencia entre los agentes (hogares, Gobierno, empresas y resto del mundo) y los distintos flujos entre sectores de la economía. Por consiguiente, este documento opta por el modelado CGE que, en síntesis, representa la estructura de una economía real en términos computacionales (Chisari *et al.*, 2012), como se describe en la siguiente sección.

DESCRIPCIÓN DEL MODELO

Modelado de equilibrio general computable

Los modelos de equilibrio general computable (CGE) se han convertido en una importante herramienta, utilizada por entidades multilaterales como la Organización Mundial del Comercio (OMC), la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) y el Banco Mundial (BM), para medir el impacto de los choques o cambios en las políticas (Meng y Siriwardana, 2016). Estos

Figura 1. Evolución de nuevos casos y muertes diarias por COVID-19 en Colombia en 2020



Fuente: elaboración propia con datos hasta el 31/12/2020 de Coronavirus Pandemic (COVID-19).

modelos son capaces de vincular el nivel agregado de la economía con diferentes niveles de desagregación, por regiones geográficas, grupos poblacionales o proyectos de inversión específicos. En otras palabras, intentan capturar lo esencial del sistema económico, utilizando la estructura matemática y estadística de la matriz de contabilidad social (SAM).

En cuanto a su dinámica transicional, los modelos CGE pueden revelar información sobre toda la economía y sobre industrias detalladas, en respuesta a perturbaciones. En este sentido, una simulación CGE, por lo regular, comienza con una situación de equilibrio general; luego un *shock* (en este caso, el COVID-19), que puede ser transitorio o permanente, interrumpe dicha condición de estacionariedad, para que, finalmente, el modelo CGE transite hacia una nueva situación de equilibrio.

Con una renovada implementación reciente de este tipo de modelación, muchos trabajos presentan novedades interesantes, entre ellos, los de Go *et al.* (2015) que calibran un CGE con un enfoque de estimación de entropía cruzada bayesiano; Ahmad y Akgul (2017) con la introducción de firmas heterogéneas; Scandizzo *et al.* (2018) con calibración bayesiana; Knittel *et al.* (2020) con la mejora en computación, implementando un modelo global; y Nam *et al.* (2019) que desarrolla los efectos en la salud de la polución en China, a nivel de provincias, entre otros. Perali y Scandizzo (2018), por su parte, dedicaron un libro a la nueva generación de los modelos CGE. Ello muestra, en líneas generales, que la complejidad de los modelos y su calibración han mejorado sustancialmente, de modo que permite un mejor análisis de economías reales y de los efectos de diversas políticas económicas.

Un modelo CGE es un sistema de ecuaciones que replica el flujo de decisiones que toman los agentes en una economía real. El modelo CGE utiliza funciones que pueden ser del tipo elasticidad de sustitución constante (CES), una de las más utilizadas; elasticidad de transformación constante (CET), Cobb-Douglas, Leontief y Translog, entre otras, para describir la tecnología de los productores; y funciones Cobb-Douglas, sistemas lineales de gasto o cuasi-ideales de demanda, para analizar las preferencias de los consumidores. Las ofertas de productos o factores y sus demandas se derivan de la optimización. Los productos se venden en los mercados nacionales o se exportan a los internacionales.

Los elementos clave son el trabajo calificado y el no calificado; mientras capital e insumos intermedios son los recursos (o insumos) para producir un bien o servicio (producto). En equilibrio, el bien o servicio debe ser comprado por diferentes agentes, a través de la demanda intermedia, la demanda del resto del mundo, la demanda de los inversores, la demanda del Gobierno y la demanda de los hogares. Estos diferentes agentes (demandas) son los elementos claves del sistema económico. El detalle institucional permite observar las transferencias entre agentes institucionales que no son agentes primarios de la actividad económica, lo cual es de utilidad en análisis de distribución del ingreso.

Con todo lo anterior, nuestro modelo de equilibrio general computable presenta la estructura de la economía colombiana en términos computacionales. Es un modelo dinámico recursivo (la dinámica se logra a través de la simulación período a período), con veinte tipos de hogares representativos (diez urbanos y diez rurales), por cada decil de las unidades de gasto, ordenadas por el ingreso per cápita; trabajo formal e informal (calificado y no calificado) y capital como factores productivos.

Por otro lado, el comercio exterior fue modelado siguiendo a Melitz (2003)¹ y el consumo sectorial se modeló mediante un sistema lineal de gasto extendido. El modelo incluyó el análisis detallado del Gobierno nacional central (GNC) y del resto del Gobierno. La dinámica del capital es una de las fuerzas impulsoras clave en el modelo. Lo anterior y la amplia base de datos utilizada, lo vuelve un modelo que incluye información detallada a nivel micro de la industria.

Ahora bien, el modelo se implementó en GAMS y se resolvió recursivamente como un problema de programación no lineal, maximizando una función objetivo definida en términos del valor agregado. Tras resolver el modelo para cada período, se actualizaron los *stocks* de capital y las variables exógenas, y se continuó la secuencia de soluciones para producir una trayectoria de la economía durante el período 2019-2030.

El impacto del COVID-19 se simuló como una reducción del índice de uso de la capacidad instalada del orden del 12 % promedio anual, que afecta la producción y el empleo sectorial y, por esa vía, el ingreso y el consumo de los veinte tipos de hogares, de acuerdo con su dotación de trabajo y capital. Se supuso, además, un impacto negativo transitorio de la productividad, en la medida en que se han presentado restricciones a la actividad productiva, lo que afecta también el empleo y se retroalimenta por la reducción de la demanda que acompaña la caída del ingreso de los hogares.

Calibración del modelo de equilibrio general computable

El modelo CGE fue calibrado con información correspondiente a 2018; y su equilibrio replicó el funcionamiento de la economía colombiana en ese periodo. Para ello, se partió de la construcción de una SAM, que representara el flujo circular de la actividad económica y sirviera de base para calibrar los valores iniciales de las variables y parámetros incluidos en el modelo. La estructura de la SAM ajustada al modelo CGE descrito en este documento es la que se muestra en la Tabla 1.

¹ El modelo “a la Melitz” supone condiciones de competencia monopólica, en las cuales las empresas producen una variedad de bienes y extraen su productividad de una función de distribución de probabilidad fija. Hay costos de producción y de entrada fijos y variables en los mercados de exportación, por tanto, la productividad de la empresa y la probabilidad esperada de entrar en el mercado extranjero están relacionadas positivamente.

Tabla 1.

Estructura de la SAM del modelo CGE

		Gasto					
		Sectores productivos (12)	Productos (16)	Factores de producción (3)	Instituciones (5)	Transacciones	Ahorro-inversión
Ingreso	Sectores productivos (12)		Matriz de producción				
	Productos (16)	Insumo-producto			Consumo-exportaciones		FBCF-inventarios
	Factores de producción (3)	Valor agregado	Impuestos-tarifas				
	Instituciones (5)		Importaciones	Pago a factores productivos-impuestos		Ingreso tributario recibido	
	Transacciones				Transferencias		
	Ahorro-inversión				Ahorro-deuda		

Fuente: elaboración propia.

En este orden de ideas, la matriz identifica claramente los flujos de ingresos y gastos asociados a cada uno de los doce sectores productivos, los dieciséis tipos de productos que generan, los cinco agentes que interactúan en la economía (hogares, empresas, gobierno central, gobierno descentralizado y el resto del mundo) y los tres factores de producción (mano de obra cualificada, mano de obra no cualificada y capital).

Adicionalmente, la SAM se complementó con dos módulos anexos. El primero recogió información sobre los dieciséis principales destinos de exportaciones del país, lo que, al ser modelado siguiendo a Melitz (2003), permite incorporar competencia monopolística, productividad diferenciada y agentes heterogéneos. El segundo módulo caracterizó los indicadores laborales para los veinte tipos de hogares (diez rurales y diez urbanos por decil) considerados, utilizando la información de la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), lo que permite realizar análisis distributivos acompañados de escenarios contrafactuales.

Posteriormente, se establecieron los valores de equilibrio para el conjunto de variables incluidas en el modelo y se determinó también la parametrización que regiría su buen funcionamiento. De esta manera, fue posible replicar cuidadosamente el funcionamiento de la economía colombiana en un contexto de equilibrio general para el año 2018. En este sentido, las simulaciones del año base se ajustaron.

taron satisfactoriamente al desempeño macroeconómico reflejado en las principales variables de interés como el PIB, la tasa de desempleo, la balanza en cuenta corriente y el déficit fiscal del Gobierno.

Modelado CGE para el análisis de la COVID-19

Los modelos CGE también pueden caracterizarse de acuerdo con un área de investigación, en nuestro caso, un modelo para el análisis de la COVID-19. El modelo considera mercados formales e informales, atendiendo a una característica fundamental de la economía colombiana (Botero, 2012); su novedad distintiva radica en la inclusión de veinte tipos de hogares, que corresponden a los hogares urbanos y rurales representativos de cada decil de ingreso. En particular, la caracterización diferencial de esos hogares permitió hacer análisis distributivos, análisis de pobreza y calcular el índice Gini en los distintos escenarios simulados.

Ahora bien, el reto fue adaptar el modelo para que capturara la coyuntura económica actual derivada de la pandemia. Para tal fin, se consideró que el COVID-19 es un *shock* transitorio de oferta; además su impacto anual se construyó a partir de cambios en el uso de la capacidad instalada, teniendo en cuenta el tiempo de aislamiento social. Adicionalmente, se estudiaron los efectos para cada sector, teniendo en cuenta las ponderaciones, nivel de importancia y aporte en el PIB durante los últimos quince años.

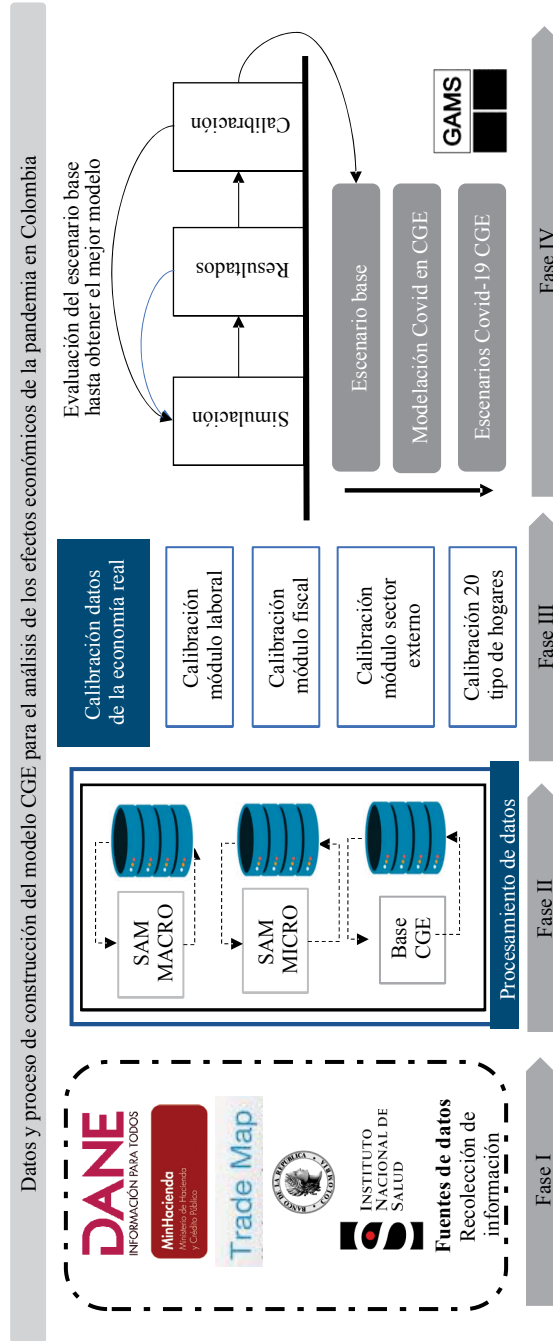
A ello se sumó, de forma simultánea, el *shock* petrolero, la caída esperada tanto en la inversión extranjera directa (IED), las remesas, el uso de la capacidad instalada y el incremento del gasto público del Gobierno, dirigido a implementar medidas de mitigación y recuperación de la actividad económica y social, fuertemente vulnerados por los efectos de la pandemia, lo que se explica detalladamente en la siguiente sección. La Figura 2 resume la metodología seguida para la calibración, modelación y simulación de escenarios con el modelo CGE utilizado en el presente trabajo.

RESULTADOS

La fuerte contracción en la actividad económica que ha experimentado el país durante el último año es un hecho. Según datos oficiales del Dane, Colombia presentó una contracción del 6,8% del PIB en 2020. Los desalentadores resultados económicos se han dado en medio de un alto nivel de incertidumbre sobre las expectativas de crecimiento en el corto y el mediano plazo, reflejadas en varios escenarios planteados, incluyendo la posibilidad de nuevas olas de propagación del virus, las cuales podrían seguir experimentándose con fuerza y de forma heterogénea en América Latina.

En este sentido, cuantificar los costos de la pandemia del COVID-19 teniendo en cuenta las acciones públicas emprendidas para enfrentarla, que diariamente anun-

Figura 2.
Esquema simplificado de la construcción del CGE



Fuente: elaboración propia.

cia el Gobierno nacional, el crecimiento de casos de infección (que está en el top 20 a nivel mundial) y, las muertes registradas en el país, es una tarea que deba abordarse en distintos escenarios. No obstante, los hechos básicos que parecen evidentes, con motivo de la crisis, son los siguientes:

1. En ausencia de medidas claras de contención, un porcentaje muy alto de la población podría llegar a contagiarse, como es el caso Brasil y de Estados Unidos, donde, sumando ambos, hacia marzo de 2021 habían superado los 46 millones de casos confirmados y cerca de 954 000 muertes. Además, se debe actuar con cautela frente a las probabilidades de futuras nuevas olas, aunque con mayor optimismo por el gran avance en lo que se refiere a vacunas en distintas partes del mundo.
2. Las medidas de contención, necesarias para salvar vidas, han tenido un costo importante en términos de recesión, puesto que han generado disrupciones profundas en el ritmo normal de la actividad económica. No obstante, han tenido un efecto benéfico en términos de salvar vidas humanas y de reducir el tiempo de duración de la crisis económica.
3. Pese a lo anterior, la severidad de las medidas deberá sopesarse cuidadosamente, en términos de los costos que tienen, y los beneficios que generan por los costos que evitan en términos de vidas y de bienestar económico futuro. No están exentos estos análisis, por supuesto, de profundos dilemas éticos, que los gobernantes y las sociedades deben enfrentar, con sabiduría y ponderación.
4. Las medidas de contención tienen que ir acompañadas de medidas de mitigación de impacto y de reparación, por lo menos en dos frentes esenciales. Por un lado, la atención a la población vulnerable, que queda expuesta a condiciones de vida muy precarias, por su desvinculación de la actividad económica. Por otro, la preservación y reparación del aparato productivo, lesionado profundamente por la pandemia y por las medidas para contenerla.
5. Así, las prioridades de la acción pública deben estar resumidas en lo que podría denominarse *un esquema CRM*:
 - a. Contener el virus y aminorar sus costos en términos de vidas humanas.
 - b. Revertir el efecto que el *shock* negativo de oferta pueda tener sobre la demanda; y tomar acciones para reparar el aparato productivo, afectado por la crisis. Lo primero es necesario para evitar que una crisis profunda de la demanda retroalimente la crisis de oferta y produzca un daño irreparable al aparato productivo. Lo segundo, para garantizar una pronta reactivación, una vez superada la emergencia.
 - c. Mitigar los efectos de la crisis sobre la población, extendiendo una red de protección social, que limite los efectos devastadores que la pandemia tendrá sobre ella y, especialmente, sobre los grupos más vulnerables.

Ahora bien, reconocida la dificultad de avizorar el futuro, es necesario abordar los temas de cuantificación, para aproximarnos a entender la magnitud del riesgo que enfrentamos como sociedad. En este ejercicio, simulamos el efecto de la crisis generada por el virus como un *shock* de oferta, específicamente, como una caída del índice de uso de la capacidad instalada por las medidas implementadas para evitar la propagación del virus, las cuales afectan actividad económica del país. En consonancia con ello, los impactos estimados en la economía colombiana se construyeron a partir de los siguientes supuestos sobre las variables claves (Tabla 2).

Tabla 2.

Supuestos del modelo CGE-pandemia

Variable macroeconómica	Variación anual	Fuente
Precio del petróleo BRENT	-53,14 %	EIA - 40 dpb
Precio del carbón	-25 %	Propia
Producción de barriles de petróleo	-8,60 %	Corficolombia
Tasa impositiva	-20 %	MFMP 2020
Exportaciones del resto del mundo	-10 %	Cepal
Flujos de capitales	-15 %	Propia
IPC	2,50 %	Banco de la República
Remesas	-20 %	Banco Mundial

Fuente: elaboración propia a partir de cálculos con el modelo CGE en GAMS.

El impacto de la pandemia se ve magnificado por un choque transitorio en la productividad, causado por el coronavirus-19, lo que refleja el hecho de que, por efecto de la propagación de la pandemia, la actividad productiva se ve limitada, lo cual, en consecuencia, disminuye el producto que puede alcanzarse con la misma cantidad de recursos productivos. Es un *shock* transitorio de oferta, que afecta de manera diferencial a cada sector. Para dimensionarlo, se consideraron las doce ramas productivas en que el Dane clasifica la actividad productiva, y se ha evaluado el probable impacto de la crisis en la producción total.

El *shock* se agudiza por los efectos de política de contención y, en concreto, en Colombia, por las medidas de cuarentana adoptadas hasta el 30 de agosto de 2020. Su mayor efecto se concentró, sin embargo, en el segundo trimestre. Adicionalmente a las medidas de contención se han aplicado medidas de mitigación, para las cuales se ha destinado 2,5 % del PIB por parte del Gobierno, según el Marco Fiscal de Mediano Plazo 2020.

Resultados del CGE

Se simuló el impacto mediante una versión del modelo de equilibrio general computable calibrado a 2018, que replicó el crecimiento económico observado por el Dane, de 3,3 % para 2019; además de replicar la regla fiscal siendo el 2,5 % y 2,7 % como porcentaje del PIB, los resultados de salida del déficit fiscal para los años 2018 y 2019, respectivamente. Se produjo un choque exógeno transitorio del COVID-19, acompañado del *shock* petrolero, para evaluar los efectos en el crecimiento de la economía colombiana (PIB 2020). Los resultados se presentan en la Tabla 3, donde el crecimiento del PIB y de la tasa de desempleo corresponden a variaciones anuales; y la cuenta corriente y el déficit fiscal se expresan como porcentaje del PIB.

Tabla 3.

Resultados del escenario pandemia en las principales variables macro en Colombia

Variable	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Crecimiento del PIB (%)	3,30	-7,37	4,64	3,71	3,42	3,37	3,38	3,42	3,37	3,33	3,31	3,28
Tasa de desempleo (%)	9,21	15,8	12,3	12,2	12,2	12,2	12,1	12,1	12,1	12,1	12,1	12,0
Déficit fiscal (%)	-2,52	-8,64	-6,62	-5,53	-5,13	-4,68	-4,26	-3,86	-3,48	-3,15	-2,87	-2,96
Cuenta corriente (%)	-4,47	-5,53	-5,27	-5,34	-5,52	-4,89	-4,59	-4,30	-4,31	-4,03	-3,77	-3,52

Fuente: elaboración propia a partir de cálculos propios con el modelo CGE en GAMS.

La hipótesis que apoya el cálculo del escenario es la siguiente: la propagación del nuevo coronavirus afecta la gestión de las empresas, que se ven obligadas a tomar medidas precautelativas para evitar los contagios de sus empleados; por ello, experimentan reducciones en su producción que se ven reforzadas por eventuales rupturas en las cadenas de abastecimiento. Dado que, en principio, la capacidad productiva teórica se mantiene, la mejor forma de entender el fenómeno es asemejarlo como un *shock* del índice de capacidad instalada que la reduce en -12 %. Esos efectos se exacerban por las medidas de distanciamiento social y aislamiento tomadas para contener el virus, en la medida en que limitan la movilidad de las personas, imponiendo restricciones adicionales a la gestión empresarial.

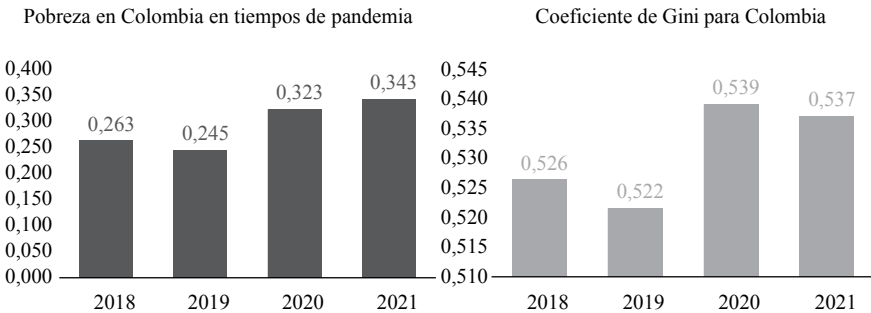
Tales medidas tienen costos en sí mismas y, por ello, deben ir acompañadas de acciones (1) de mitigación de impacto que hagan llevadera la carga para las personas; y (2) de reparación, que impidan la destrucción del aparato productivo que se reflejan en el desborde del déficit fiscal en el modelo acompañado de una caída anual de los recaudos de la tasa impositiva del 20 %. En consonancia con ello, en conjunto forman los impactos cuantificables del *shock* del COVID-19 y sus

efectos cuantitativos en la economía colombiana. Conviene aclarar que nuestro modelo asumió un cierre guiado por la inversión, lo que permite reflejar, además, los efectos sobre la demanda agregada de la reducción de la inversión.

La Figura 3 presenta los principales resultados de incluir análisis distributivo para la economía colombiana.

Figura 3.

Impactos distributivos en tiempos de pandemia



Fuente: elaboración propia con el modelo de equilibrio general computable (GAMS).

Se encontró que la pobreza en Colombia, medida con la metodología vigente en 2018, se incrementó por efecto de la pandemia en cerca de ocho puntos porcentuales, con incrementos adicionales en 2021 por los estragos socioeconómicos de la pandemia y las medidas para enfrentarla. Desde el punto de vista de la distribución de los ingresos, el coeficiente de Gini para la economía colombiana empeoró. El mercado laboral se frenó y afectó negativamente, aunque el aumento de la tasa de desempleo se mitigó por el retiro transitorio de algunas personas desempleadas de la población económicamente activa (PEA).

Por otro lado, con el cese de la cuarentena obligatoria y la flexibilización de las restricciones económicas, la economía se recuperó lentamente y empezó también una recuperación paulatina del empleo que, sin embargo, tardará mucho en llegar a los niveles prepandemia, porque la crisis generará un cambio disruptivo en los mercados laborales, privilegiando trabajo calificado y competencias bien desarrolladas en tecnologías de la información y las comunicaciones.

CONCLUSIONES

El brote del coronavirus ha tenido efectos alarmantes en la vida humana y en las economías de los países afectados. Hasta marzo de 2021, más de 144,5 millones de personas habían sido infectadas en el mundo. Estamos viviendo sucesos únicos

que marcarán a toda nuestra generación, la pandemia ha evolucionado hacia pequeñas cadenas de transmisión dentro de muchos países y hacia grandes cadenas globales, que han extendido el virus globalmente. Ahora bien, ante este panorama, se ha hecho muy difícil para los Gobiernos evitar simultáneamente las muertes por la enfermedad y su respectivo impacto económico adverso. Así pues, será necesario que, al tiempo que se implementan medidas eficientes de contención que minimicen los costos en términos de vidas humanas de la pandemia, los Gobiernos establezcan también audaces medidas de mitigación y reparación económica, que moderen los efectos nefastos de una recesión que ha sido inevitable.

Con las perspectivas actuales, y el inicio del proceso de reapertura gradual de la economía, el modelo señala un crecimiento negativo en 2020 del orden del 7,3 %, con perspectivas de un crecimiento de 4,6 % en 2021 que, si bien son alentadoras, no llevarían el PIB a los niveles de 2019. Gradualmente, se cerraría la brecha de producto en los años siguientes, hasta que la tasa de crecimiento del producto se estabilice en torno al 3,3 % hacia el final del horizonte de proyección. Los efectos sociales serán devastadores en términos de pobreza, que se elevaría durante 2020 en cerca de ocho puntos porcentuales, y que podría elevarse aún más durante 2021, por efecto de la apenas parcial recuperación de los mercados laborales.

Las medidas de mitigación, sin duda necesarias y tasadas en 22,3 billones de pesos en 2020, junto con la inevitable reducción de los recaudos asociada a la crisis, generarán inmensas presiones sobre las finanzas del Gobierno nacional que, tras registrar un déficit de 8,4 % en 2020, se recuperará muy lentamente, manteniendo al final de la proyección un déficit del orden del 3 %.

Ello indica que será necesario implementar una reforma tributaria estructural, que eleve el recaudo entre 2 y 3 puntos porcentuales del PIB, por lo que será, sin duda, el reto de política pública más importante que enfrentaremos en el corto y el mediano plazo. La reforma tendrá que atender cuatro grandes prioridades: (1) no afectar el renaciente dinamismo económico, necesario para poder aspirar en el futuro a mejores condiciones de vida en la sociedad; (2) la efectividad distributiva, buena focalización, para auxiliar a esos grupos sociales particularmente afectados por la crisis; (3) legitimidad social, tanto para quienes paguen impuestos como para la opinión pública; primando, en la medida de lo posible, el interés común sobre las prebendas individuales; y (4) la consolidación de nuevas formas de aseguramiento social, que nos permitan enfrentar la precariedad que se hizo patente con la crisis.

Así pues, las medidas de contención son necesarias, aunque exacerben transitoriamente los efectos macroeconómicos negativos. No obstante, deben ir acompañadas de medidas de mitigación que atenuen los rigurosos efectos de la crisis sobre la población; y de reparación, que eviten el deterioro del aparato productivo (las quiebras masivas de empresas, que podrían derivarse de la crisis) y garanticen el rápido restablecimiento de las actividades productivas, una vez se supere la crisis.

REFERENCIAS

1. Ahmad, S., & Akgul, Z. (2017). *Using power laws to identify the structural parameters of trade models with firm heterogeneity* (Economics Working Paper Series, 2017-05-F). 201705f_firmhet_parameters.pdf (usitc.gov).
2. Althaus, C. L. (2014). Estimating the reproduction number of ebola virus (EBOV) during the 2014 outbreak in West Africa. *PLoS currents*, 2(6), ecurrents.outbreaks.91afb5e0f279e7f29e7056095255b288. <https://doi.org/10.1371/currents.outbreaks.91afb5e0f279e7f29e7056095255b288>
3. Anderson, R. M., Heesterbeek, H., Klinkenberg, D., & Hollingsworth, T. D. (2020). How will country-based mitigation measures influence the course of the COVID-19 epidemic? *The Lancet*, 395, 931-934. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(20\)30567-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(20)30567-5)
4. Atkenson, A. (2020). *What will be the economic impact of COVID-19 in the US? Rough estimates of disease scenarios* (NBER Working Paper Series, 26867). <http://www.nber.org/papers/w26867>
5. Baldo, V., Bertoncello, C., Cocchio, S., Fonzo, M., Pillon, P., Buja, A., & Baldovin, T. (2016). The new pandemic influenza A/(H1N1)PDM09 virus: Is it really “new”? *Journal of Preventive Medicine and Hygiene*, 57(1), E19-E22. <https://doi.org/10.15167/2421-4248/jpmh2016.57.1.574>
6. Baldwin, R., & Weder, B. (2020). *Mitigating the COVID economic crisis. Act fast and do whatever it takes*. CEPR Press.
7. Botero, J. (2012). Desempleo e informalidad en Colombia. Un análisis de equilibrio general computable. En L. Arango & F. Hamman (eds.), *El mercado de trabajo en Colombia: hechos, tendencias e instituciones* (pp. 795-839). Banco de la República de Colombia.
8. Chisari, O., Maquieyra, J. A., & Miller, S. J. (2012). *Manual sobre modelos de equilibrio general computado para economías de LAC con énfasis en el análisis económico del cambio climático* (IDB-TN-445; Notas técnicas). <https://bit.ly/2RACYo4>
9. Chughtai, A. A., Seale, H., Islam, M. S., Owais, M., & Macintyre, C. R. (2020). Policies on the use of respiratory protection for hospital health workers to protect from coronavirus disease (COVID-19). *International Journal of Nursing Studies*, 105, 1-4. <https://doi.org/10.1016/j.ijnurstu.2020.103567>
10. Dixon, P. B., Jerie, M., & Rimmer, M. (2018). *Trade theory in computable general equilibrium models*. Springer.
11. Dixon, P. B., & Jorgenson, D. (2012). *Handbook of computable general equilibrium modeling*. Elsevier.
12. Dong, E., Du, H., & Gardner, L. (2020). An interactive web-based dashboard to track COVID-19 in real time. *The Lancet Infectious Diseases*, 20, 533-534. [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(20\)30120-1](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(20)30120-1)

13. Eichenbaum, M. S., Rebelo, S., & Trabandt, M. (2020). *The macroeconomics of epidemics* (Working Paper Series, 26882). NBER. <http://www.nber.org/papers/w26882>
14. Fornaro, L., & Wolf, M. (2020). *Covid-19 coronavirus and macroeconomic policy* (Working Paper Series, 1168). GSE.
15. Franco, C., Kuri, P., Álvarez, C., Palacios, E., Nava, M., Betancourt, M., Santos, J. I., & Tapia, R. (2003). Síndrome agudo respiratorio severo. Un panorama mundial de la epidemia. *Salud Pública de México*, 45(3), 211-220. <https://doi.org/10.1590/s0036-36342003000300011>
16. Go, D. S., Lofgren, H., Méndez, F., & Robinson, S. (2015). *Estimating parameters and structural change in CGE Models using a bayesian cross-entropy estimation approach* (Working Paper, 7174). Policy Research. <https://bit.ly/3f2Q45t>
17. Hosoe, N., Gasawa, K., & Hashimoto, H. (2010). *Textbook of computable general equilibrium modeling: programming and simulations*. Springer.
18. Johnson, H. C., Gossner, C. M., Colzani, E., Kinsman, J., Alexakis, L., Beauté, J., Würz, A., Tsoлова, S., Bundle, N., & Ekdahl, K. (2020). Potential scenarios for the progression of a COVID-19 epidemic in the European Union and the European Economic Area, March 2020. *Euro Surveillance*, 25(9), 1-5. <https://doi.org/10.2807/1560-7917.ES.2020.25.9.2000202>
19. Katriel, G., Yaari, R., Huppert, A., Roll, U., & Stone, L. (2011). Modelling the initial phase of an epidemic using incidence and infection network data: 2009 H1N1 pandemic in Israel as a case study. *Journal of the Royal Society Interface*, 8(59), 856-867. <https://doi.org/10.1098/rsif.2010.0515>
20. Keogh, M. R., & Smith, R. D. (2008). The economic impact of SARS. How does the reality match the predictions? *Health Policy*, 88(1), 110-120. <https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2008.03.003>
21. Knittel, N., Jury, M. W., Bednar-Friedl, B., Bachner, G., & Steiner, A. K. (2020). A global analysis of heat related labour productivity losses under climate change – implications for Germany's foreign trade. *Climatic Change*, 160(2), 251-269.
22. Lin, Q., Zhao, S., Gao, D., Lou, Y., Yang, S., Musa, S. S., Wang, M. H., Cai, Y., Wang, W., Yang, L., & He, D. (2020). A conceptual model for the coronavirus disease 2019 (COVID-19) outbreak in Wuhan, China with individual reaction and governmental action. *International Journal of Infectious Diseases*, 93, 211-216. <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2020.02.058>
23. Liu, Y., Gayle, A. A., Wilder-Smith, A., & Rocklöv, J. (2020). The reproductive number of COVID-19 is higher compared to SARS coronavirus. *Journal of Travel Medicine*, 27(2), 1-4. <https://doi.org/10.1093/jtm/taaa021>
24. McKibbin, W., & Roshen, F. (2020). *The global macroeconomic impacts of COVID-19. Seven scenarios* (Working Paper, 19/2020). CAMA. <https://bit.ly/3b866tB>

25. Melitz, M. (2003). The impact of trade on intra-industry reallocations and aggregate industry productivity. *Econometrica*, 71(6), 1695-1725.
26. Meng, S., & Siriwardana, M. (2016). *Assessing the economic impact of tourism. A computable general equilibrium modelling approach*. Springer.
27. Nam, K. M., Zhang, X., Saikawa, E., & Zhang, X. (2019). Health effects of ozone and particulate matter pollution in China: A province-level CGE analysis. *The Annals of Regional Science*, 63(2), 269-293.
28. Nicola, M., Alsafi, Z., Sohrabi, C., Kerwan, A., Al-Jabir, A., Iosifidis, C., Agha, M., & Agha, R. (2020). The socio-economic implications of the coronavirus pandemic (COVID-19). A review. *International Journal of Surgery*, 78, 185-193. <https://doi.org/10.1016/j.ijvsu.2020.04.018>
29. Perali, F., & Scandizzo, P. L. (2018). *The new generation of computable general equilibrium models: Modeling the economy*. Springer.
30. Perfetti, J. J., Botero, J., Oviedo, S., Forero, D., Higuera, S., Correa, M., & García, J. (2017). *Política comercial agrícola: nivel, costos y efectos de la protección en Colombia*. Eafit.
31. Rodríguez, A. J., Gallego, V., Escalera, J. P., Méndez, C. A., Zambrano, L. I., Franco, C., Suárez, J. A., Rodríguez, H. D., Balbin, G. J., Savio, E., Risquez, A., & Cimerman, S. (2020). COVID-19 in Latin America. The implications of the first confirmed case in Brazil. *Travel Medicine and Infectious Disease*, 35, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101613>
32. Scandizzo, P. L., Pierleoni, M. R., & Cufari, D. (2018). A CGE model for productivity and investment in Kenya. En *The new generation of computable general equilibrium models* (pp. 119-143). Springer.
33. Shen, B., Yi, X., Sun, Y., Bi, X., Du, J., Zhang, C., Quan, S., Zhang, F., Sun, R., Qian, L., Ge, W., Liu, W., Liang, S., Chen, H., Zhang, Y., Li, J., Xu, J., He, Z., Chen, B., ... Guo, T. (2020). Proteomic and metabolomic characterization of COVID-19 patient sera. *Cell Press*, 182(1), P59-72. e15. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2020.05.032>
34. Suescún, R., & Steiner, R. (2017). *Un modelo de equilibrio general dinámico para la evaluación de la política económica en Colombia*. Fedesarrollo.
35. Thompson, A. K., Juniper, E., & Meltzer, E. O. (2000). Quality of life in patients with allergic rhinitis. *Annals of Allergy, Asthma & Immunology*, 85(5), 338-348.
36. Tuite, A. R., Fisman, D. N., & Greer, A. L. (2020). Mathematical modelling of COVID-19 transmission and mitigation strategies in the population of Ontario, Canada. *Cmaj*, 192(19), E497-E505. <https://doi.org/10.1503/cmaj.200476>
37. Yu, K. D. S., & Aviso, K. B. (2020). Modelling the economic impact and ripple effects of disease outbreaks. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 4, 183-186. <https://doi.org/10.1007/s41660-020-00113-y>