

N° 22-2020

Abril

INFORME ESPECIAL

Efectos en la economía colombiana del COVID-19

Efectos en la economía colombiana del COVID-19: Un análisis de equilibrio general computable

Jesús Alfonso Botero Garcia¹ Diego Fernando Montañez Herrera²

Grupo de Análisis de Coyuntura Económica. Universidad EAFIT

Introducción.

El primer caso de la enfermedad por coronavirus, Covid-19, se informó oficialmente de Wuhan, China, el 31 de diciembre de 2019 (Organización Mundial de la Salud, 2020). La enfermedad del coronavirus se había comparado inicialmente con una gripe común, y el Dr. Li Wenliang, quien dio la alarma en los primeros días del brote, fue investigado por la policía china y la Oficina de Seguridad Pública por "difundir rumores". Sin embargo, pronto se hizo evidente que el Covid-19 era mucho más peligroso que la gripe, y el Dr. Li Wenliang, de 33 años, murió de la infección el 7 de febrero de 2020 (Hegarty, 2020). Ahora bien, desde el primer caso reportado el 31 de diciembre del 2019, el número de casos confirmados ha crecido a un ritmo exponencial y continúa aumentando hasta la fecha. El brote de la enfermedad ha tenido efectos alarmantes en la vida humana y en las economías de los países afectados. Al escribir estas líneas, más de un millón de personas han sido infectadas en el mundo. La OMS la ha declarado pandemia, con pequeñas cadenas de transmisión en muchos países y grandes cadenas que se han extendido ampliamente por todo el mundo, afectando principalmente a Estados Unidos (más de 240.000), a Italia (más de 115.000), a España (más de 112.000) y a China (más de 82.000). En Colombia se han presentado más de 1.000 casos, de acuerdo con las cifras registradas hasta el 02/04/2020. En lo que se refiere a número de fallecidos en el mundo la cifra suma más 50.000. Cabe agregar que el virus se ha extendido a más de 180 países (Información registrada en Corona Resource Center de la Universidad Johns Hopkins, disponible en: <https://coronavirus.jhu.edu/map.html>).

Para dimensionar el impresionante nivel de propagación en el mundo del COVID-19, destacamos que, en tan sólo dos días, la suma de casos alcanzó registros que superaban los 150,000: el 31 de marzo se presentaron cerca de 73.617 casos y el 1 de abril con 76.797, cada día superando el registro anterior. Bajo este panorama, será muy difícil para los gobiernos enfrentar las muertes por enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) y el impacto

¹ Docente-investigador del departamento de economía, Universidad EAFIT. Email: jabotero@eafit.edu.co

² Integrante del Grupo de Estudios en Economía y Empresa (GEE) U. EAFIT. Email: dfmontaneh@eafit.edu.co

económico de la propagación viral. Mantener la mortalidad lo más baja posible será sin duda la máxima prioridad para las personas; pero los gobiernos deberán también establecer medidas para mitigar la inevitable recesión económica (Anderson et al, 2020). Todavía no se conoce el alcance final de las pérdidas, no obstante, el desarrollo de herramientas cuantitativas como los modelos de equilibrio general computable y los modelos dinámicos estocásticos servirán para generar estimaciones lo más realistas posibles, que permitan adoptar, de manera oportuna, estrategias y políticas inteligentes para la economía colombiana.

1. ¿Qué es COVID-19 y qué sabemos hasta ahora?

Uno de los primeros interrogantes, es que sabemos hasta ahora sobre el virus que está poniendo en jaque la economía mundial. El virus responsable de COVID-19, SARS-CoV-2, se encuentra en la especie de virus corona tipo SARS. A 125 nm, y es ligeramente más grande que los virus de influenza, SARS y MERS. Es casi seguro que es descendiente de un virus de corona de murciélago cuyas variedades son abundantes. El más cercano es un virus que se originó en el murciélago *Rhinolophus*, que es mayor al 96% homólogo con el virus SARS-CoV-2 actual. Es solo un 79% homólogo con el CoV del SARS original (Zhou, Yang & Wang, 2020).

La propagación del virus no tiene precedentes, llegando a más de 170 países en el mundo (Dong et al. 2020). Varios estudios han encontrado que la transmisibilidad de COVID-19 tiene un número de reproducción básico, conocido como R_0 , de 2 hasta 6,47, en promedio 3,58. (Liu et al. 2020). Lo que significa que la enfermedad puede propagarse de una persona promedio, a una cantidad entre 2 y 6,47 de 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 (Organización Mundial de la Salud, 2003); 1,4-1,6 (Baldo et al, 2016); 1,50–2,67 (Althaus, 2014) y 0,6–1,3 (MacIntyre, 2014) 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 & Aviso (2020), nos encontramos con el trabajo de Meltzer y col. (1999), que estima el impacto potencial de una pandemia de influenza en los Estados Unidos, en función de las tasas brutas de ataque, pero sin tener en cuenta los efectos multiplicadores que pueden causar pérdidas significativas para la fuerza laboral. Beutels & col. (2009) 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. Keogh-Brown & Smith (2008) realizaron una estimación retrospectiva utilizando indicadores macroeconómicos para los países afectados y encontraron que no había un impacto significativo en la economía, con la excepción de los sectores de alojamiento y restaurantes en Hong Kong, Australia y Canadá. Joo & col. (2019) estimaron el impacto del MERS-CoV en los sectores relacionados con el turismo de la economía coreana mediante el uso de un modelo de promedio móvil integrado autorregresivo estacional. Sin embargo, estos no lograron capturar las interdependencias en

ECONOMÍA COLOMBIANA

ANÁLISIS DE COYUNTURA

varias industrias dentro de la economía, generando, por consiguiente, la necesidad de abordar el tema mediante modelos de equilibrio general, como los denominados CGE (modelos de equilibrio general computable, por sus siglas en inglés)

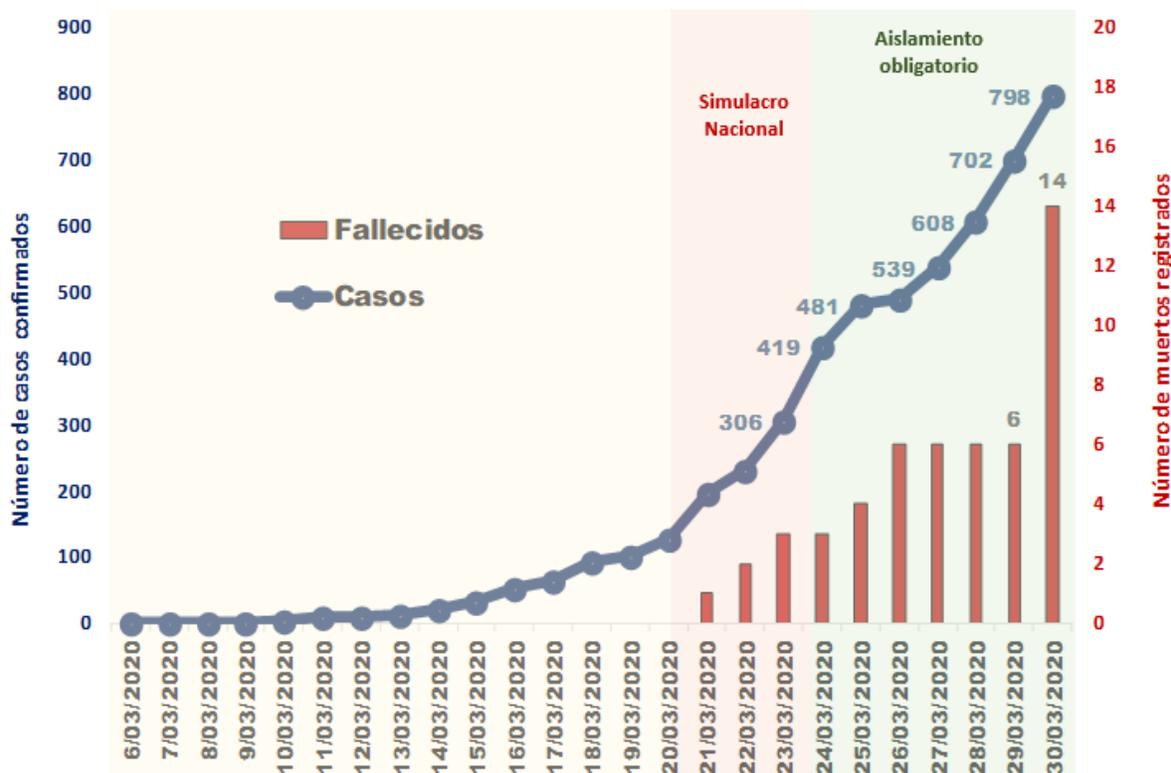
En la literatura naciente, se encuentra el libro titulado "*Economics in the Time of COVID-19*", que contiene 14 capítulos que intenta abordar los impactos económicos a nivel mundial y en determinadas regiones del COVID-19, con algunos apartados más dedicados a la epidemiología. Siguiendo esta línea se encuentra los trabajos de *Zhao et al.* (2020) para la economía China; el de *Fornaro & 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 una economía latinoamericana, Brasil, aunque desde un punto de vista más epidemiológico que económico. Cabe destacar también un working paper de *McKibbin & Fernando* (2020), titulado "*The global macroeconomic impacts of COVID-19: Seven scenarios*", donde aplican modelos CGE y DSGE (Dynamic Stochastic General Equilibrium), simulando siete escenarios con un modelo híbrido para 20 economías afectadas. Encuentran que los escenarios demuestran que incluso un brote contenido podría impactar significativamente la economía global a corto plazo; el estudio de *Atkeson* (2020) presenta a los economistas un modelo SIR simple de la progresión de COVID-19 en los Estados Unidos durante los próximos 12-18 meses; finalmente, uno de los trabajos que están llamando mucho la atención es el de *Eichenbaum, Rebelo & Trabandt* (2020), titulado "*The Macroeconomics of Epidemics*", en el cual extienden el modelo de epidemiología canónica para estudiar la interacción entre las decisiones económicas y las epidemias. Encuentran mediante un modelo DSGE con un módulo SIR que, ante el escenario de referencia, la política de contención óptima aumenta la severidad de la recesión, pero salva aproximadamente medio millón de vidas en los Estados Unidos.

Ahora bien, en lo que se refiere a nivel doméstico, entidades como Bancolombia y Corficolombia con información del Instituto Nacional de Salud (INS), han desarrollado un análisis breve de los posibles impactos económicos en el país. Como bien se analiza en el informe de Corficolombia de corona virus para Colombia, el impacto económico asociado a este episodio puede ser mucho más severo de lo que inicialmente se pensaba, y si bien debe ser temporal, no puede descartarse hasta que al mundo no cuente con una vacuna, quizás no desaparezca por completo. Por esta razón es importante que tanto el sector público como el privado trabajen de forma conjunta, y que todos, sin excepciones, contribuyamos no solo buscando mitigar los riesgos de contagio, sino en la búsqueda de una respuesta solidaria frente a los efectos adversos que tendrá el Coronavirus en la economía. No obstante, ambos se quedan cortos en el cálculo de los efectos económicos, por lo que el objeto de este documento es modelar y cuantificar bajo un marco de equilibrio general computable los efectos macro del COVID-19, complementando los estudios realizados y sirviendo de insumo para calcular las posibles pérdidas económicas en el país.

Para ello, es preponderante identificar la evolución de casos confirmados y fallecidos en el país debido al COVID-19, que se presenta en la Figura 1, donde la línea azul reporta los casos confirmados y la barra roja muestra el número de fallecidos, ambas medidas como el

acumulado diario, los datos se muestran a partir del primer caso registrado en el país el 6 de marzo del 2020, publicados por el Instituto Nacional de Salud (INS).

Figura 1: Evolución diaria de casos confirmados y muertos por COVID19 en Colombia



Fuente: Elaboración propia con datos hasta el 01/04/2020 del Instituto Nacional de Salud (INS)

Se evidencia una tendencia creciente en el número de casos confirmados por COVID-19 en el país. Hasta el 01/04/2020 se registran 1065 casos en todo el territorio nacional, concentrados principalmente en Bogotá con 472 casos, pero con alta participación también del Valle del Cauca con 148 y de Antioquia con 107 casos positivos. En respuesta a ello, el gobierno nacional ha implementado un paquete de medidas restrictivas, anticipado inicialmente por Bogotá que, a partir de la noche del jueves 19 siendo las 23:59 pm, dio inicio a un simulacro nacional de aislamiento hasta el día martes 24 (correspondiente al fragmento sombreado de rojo en la Figura 1). La medida fundamental es el "aislamiento obligatorio" decretado en Colombia, desde el martes 24 a partir de las 23:59 pm hasta el 13 de abril a las cero horas, que se observa por la franja verde en la citada Figura. Dichas medidas no tienen precedentes en el país, y fueron tomadas con el propósito de proteger a los más vulnerables y mitigar la propagación a lo mínimo posible, siguiendo, de manera temprana, el camino en la lucha contra el COVID-19 de varios países en el mundo, como China (Wuhan), Corea, Italia y España, entre otros.

2. Modelo epidemiológico SIR del COVID-19 para Colombia

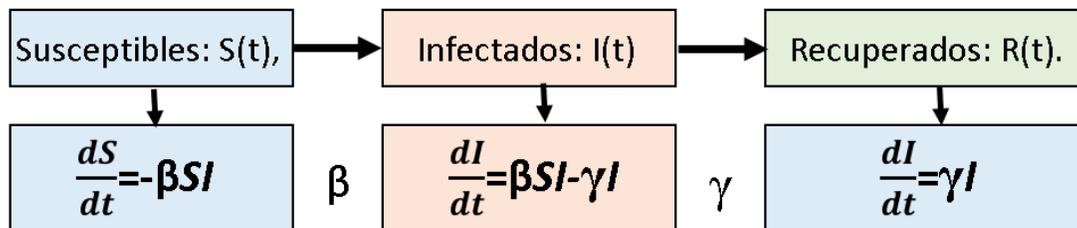
Es importante un análisis del nivel de propagación que puede tener el SARS-Cov-2 en el país. Una opción que se evidencia de forma creciente a nivel mundial es la construcción de modelos epidemiológicos conocidos como SIR. Un modelo SIR es un modelo tipo Markov de la propagación de una epidemia en una población en la que la población total se divide en tres categorías: lo que son susceptibles a la enfermedad (S), lo que se infectan activamente con la enfermedad (I) y los recuperados (R) (Atkeson, 2020).

A la vista del crecimiento exponencial del COVID-19 en distintas regiones del mundo, así como su declaración de pandemia por la OMS, una amplia variedad de modelos de SIR de la progresión de esta epidemia está siendo utilizados por los expertos en salud pública para generar escenarios que se utilizan para guiar las decisiones para recomendar e imponer medidas de mitigación cada vez más estrictas en economías de todo el mundo. Los economistas no están completamente familiarizados con las implicaciones cuantitativas de estos modelos y por lo tanto no han participado plenamente en la discusión política con respecto a la compensación entre la salud pública y las implicaciones económicas de estas medidas de mitigación y de distanciamiento social. (Atkeson, 2020). Por ello, la creciente importancia de algún tipo de acercamiento a la evolución de la pandemia, como se mostró en la revisión de la creciente literatura sobre el tema en la sección anterior.

De esta forma se elabora un modelo SIR para Colombia, que se sintetiza en la figura 2. Para nuestra modelización usaremos el modelo SIR estándar, que fue propuesto por *Kermack & McKendrick* en 1927. En una población de tamaño fijo N en la que se ha desatado una epidemia que se propaga mediante contagio, en un tiempo t los individuos pueden estar en tres estados distintos: Susceptibles: $S(t)$, Infectados: $I(t)$ y Recuperados: $R(t)$.

El modelo SIR cuenta con tres parámetros relevantes: β , llamado tasa de transmisión, de manera que $1/\beta$ mide la probabilidad de que un susceptible se infecte cuando entra en contacto con un infectado; γ , llamado tasa de recuperación, de manera que el periodo medio de recuperación es $1/\gamma$; finalmente, el número de reproducción básico, conocido como R_0 . El proceso se sintetiza en la figura 2.

Figura 2: Esquema del modelo epidemiológico SIR



Fuente: Esquema adoptado de Qianying et al. (2020).

ECONOMÍA COLOMBIANA

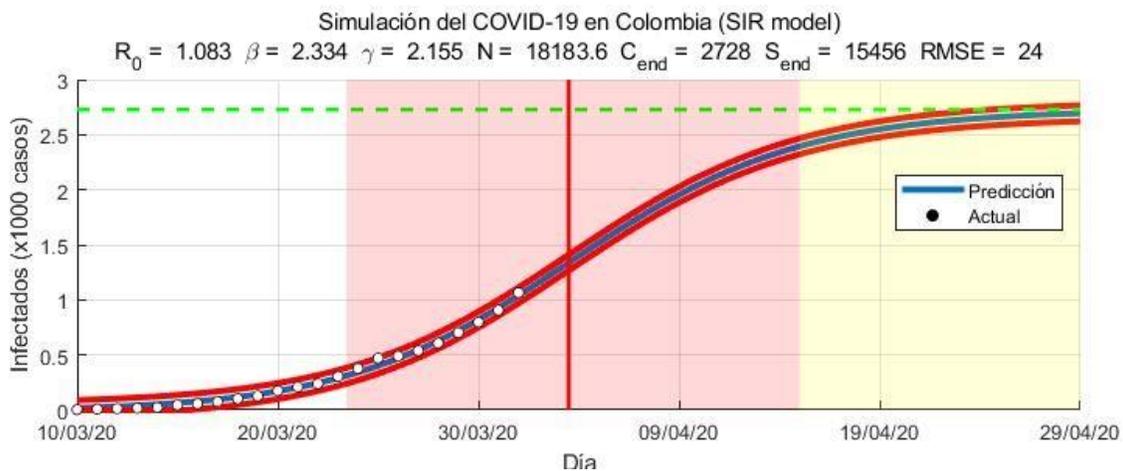
ANÁLISIS DE COYUNTURA

Siguiendo el trabajo titulado "Forecasting of coronavirus COVID19 epidemic (SIRmodel)" que estima para más de 20 países el fenómeno del COVID, se adopta el modelo para la economía colombiana, con los casos reportados hasta al 01/04/2020. Se estima en el lenguaje software MATLAB, a partir de los datos observados, lo que implica que se calibra de acuerdo con la información registrada por el INS.

De esta manera se implementa el modelo epidémico susceptible-infectado-recuperado (SIR) para la estimación de la evaluación de la epidemia. Se supone que el modelo es una descripción razonable de la epidemia de una etapa. En particular, el modelo supone una población constante, una mezcla uniforme de las personas y una recuperación igualmente probable de infectados. El modelo está basado en datos, por lo que su pronóstico es tan bueno como los datos que se utilizan en él. El pronóstico cambia, por supuesto. con datos nuevos o modificados.

Los parámetros del modelo se obtienen minimizando la función objetivo, que es la suma de cuadrados para residuos de valores y la suma de cuadrados para diferencias de residuos de valores. Los pesos de los sumandos se seleccionan automáticamente. Teniendo en cuenta los datos presentados en la figura 1, el rango de valores del R_0 del trabajo de Liu et al. (2020) y la población de Colombia según el DANE, se presenta el análisis una versión simple del modelo epidemiológico SIR para el COVID-19 en Colombia.

Figura 3: Escenario de Simulación SIR para Colombia a partir de los datos



Fuente: Simulación realizada en MATLAB

Se evidencia de la figura 3, que se pueden llegar a los 3.000 casos confirmados de COVID-19 en el país para el 29/04/2020, proyección basada en los datos disponibles. Los puntos blancos son los casos confirmados en todo el territorio nacional hasta al 01/04/2020, que totalizan 1.065, mientras que la curva azul en medio de las dos rojas (intervalos) es la predicción de los casos COVID-19. Adicionalmente, la figura 3 se divide en franjas de colores. La roja muestra el que, según el modelo SIR a partir de los datos disponibles, será un periodo de un nivel alto de contagio. Es importante destacar que han existido problemas técnicos por parte de la INS que

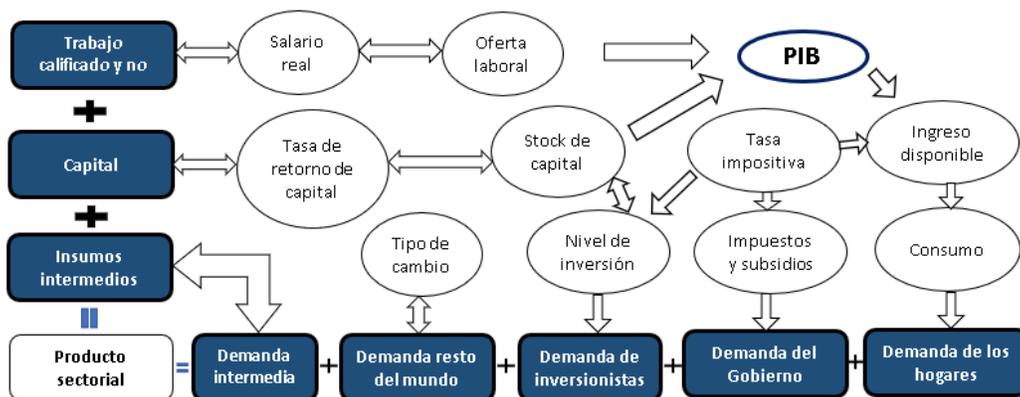
posiblemente involucren subregistros o rezagos de la información de casos en el país, lo que sumado al fenómeno de que muchas personas son asintomáticas, limita el alcance del modelo. No obstante, y en la medida en que parte de la información disponible, permite vislumbrar el probable comportamiento que se presente en el país en los próximos días.

Sin duda alguna, es una situación sin precedentes para el país, 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 del virus. Para poder cuantificar los efectos económicos del choque transitorio definido por la propagación del 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 sectores de la economía. Por consiguiente, este documento opta por el modelado de equilibrio general computable (CGE, por sus siglas en inglés), que, en síntesis, presenta la estructura de una economía real en términos computacionales (Chisari et al, 2013), tal y como se describe en la siguiente sección.

3. Simulaciones mediante equilibrio general computable

La estructura de los modelos de equilibrio general computable se esquematiza en la figura 4, que resumen las relaciones de los agentes, los mercados y los factores productivos.

Figura 4: Una ilustración del sistema económico en un modelo CGE



Fuente: Elaboración propia adaptada de Hosoe et al (2010) y, Dixon & Jorgenson (2013).

Los tres elementos clave a la izquierda del gráfico, es decir, trabajo calificado y no calificado, capital e insumos intermedios, son los recursos (o insumos) para producir un bien o servicio (es decir, producto). En un equilibrio, este bien o servicio debe ser comprado por diferentes usuarios, 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 usuarios (demandas) son los elementos clave del sistema económico.

a. Datos para el Modelo CGE

La base de datos para un modelo CGE consta de dos componentes: valores de parámetros y flujos de ingresos y gastos en una economía, como lo ilustra la Figura 5. Para la calibración, se procede en primera instancia a la recolección de datos de las cuentas nacionales, provenientes fundamentalmente, de la Matriz de Oferta (Insumo Producto), del Cuadro de Utilización, de las Cuentas Económicas Integradas (CEI), y de las series de PIB, tanto desde el punto de vista de la oferta como de la demanda, todas publicadas por el DANE.

En segunda instancia, para el comercio exterior son importantes los datos de la Balanza de Pagos y de los términos de intercambio, publicados por el Banco de la República. Dado que se cuenta con un módulo tipo Melitz³ (Competencia monopolística, productividad diferenciada y agentes heterogéneos), es necesario descargar los vínculos comerciales del país con el resto del mundo, consignados en la plataforma TRADE MAP, que se obtiene a un nivel desagregado de 4 dígitos, y se compactan para los principales 16 socios comerciales.

Adicionalmente, para analizar la intervención del Gobierno Nacional, es necesario recolectar cifras del Ministerio de Hacienda, tanto del Gobierno Nacional Central (GNC) como del gobierno general. Finalmente, el último insumo es la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), para modelar el mercado laboral, tanto calificado y como no calificado, el empleo asalariado y no asalariado, y los indicadores laborales para 20 tipo de hogares en Colombia.

Figura 5: Esquema simplificado de la construcción del CGE para Colombia



Fuente: Elaboración de los autores.

³ La referencia básica de este tipo de modelación, que puede denominarse de "agentes heterogéneos", es Melitz (2003).

ECONOMÍA COLOMBIANA

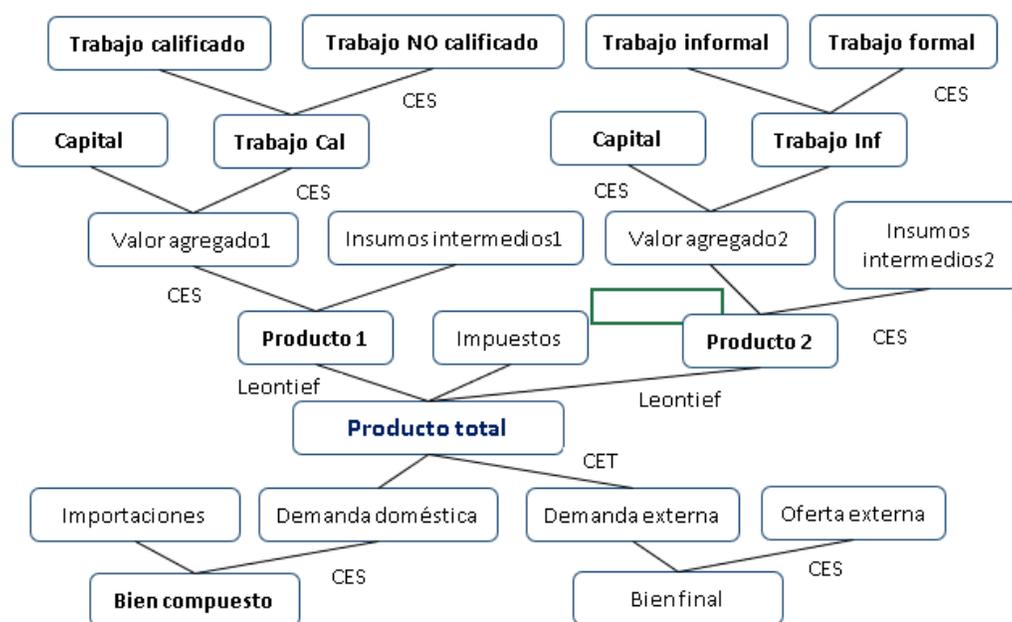
ANÁLISIS DE COYUNTURA

En síntesis, es un modelo dinámico recursivo (la dinámica se logra a través de la simulación secuencial año a año, actualizando los saldos relevantes de las variables de stock en el modelo a partir, en nuestro caso, de la SAM calibrada al 2018), con 20 tipo de hogares, el comercio exterior modelado "a la Melitz"⁴, el consumo modelado mediante un sistema lineal de gasto y los gastos del Gobierno Nacional Central y del resto del gobierno fijados exógenamente. Todo lo anterior, sumado a la amplia base de datos utilizadas, lo hace un modelo adecuado para analizar en detalle el funcionamiento a nivel micro de las ramas productivas consideradas.

b. Modelado CGE para el COVID-19

La estructura del modelo se esquematiza de forma simplificada en la figura 6.

Figura 6: Esquema simplificado del CGE para el análisis del COVID-19 en Colombia



Fuente: Elaboración de los autores.

El modelo detalla el funcionamiento de la economía colombiana, incorporando 12 ramas productivas, 16 tipos básicos de productos, 16 aliados comerciales modelados a la manera de Melitz, es decir, con empresas heterogéneas y competencia monopolística, y tres tipos de recursos productivos: trabajo calificado, trabajo no calificado (trabajo formal y trabajo informal) y capital. El modelo considera mercados formales e informales, atendiendo a una

⁴ El modelo de "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 fijos y costos de entrada fijos y variables en los mercados de exportación, por lo tanto, la productividad de la empresa y la probabilidad esperada de entrar en el mercado extranjero están relacionadas positivamente. Ver Melitz (2003).

característica fundamental de la economía colombiana (Botero et al, 2019), y su novedad distintiva radica en la inclusión de 20 tipos de hogares que permite hacer análisis distributivos. Por todo lo anterior, el CGE presenta la estructura de la economía real de Colombia de forma detallada y organizada en términos computacionales. Ahora bien, el reto consiste en adaptarlo a la situación que se busca analizar. Para tal fin, se considera el COVID-19 como un shock transitorio de oferta y se construye el impacto anual a partir de impactos de productividad trimestrales que pueden esperarse en cada sector. A ello se suma el shock petrolero que experimenta actualmente el país.

4. Escenarios alternativos de evaluación del impacto de la pandemia sobre el PIB.

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 (incluso superior al 50%) podría llegar a contagiarse.
2. Las medidas de contención, necesarias para salvar vidas, tienen un costo importante en términos de recesión, porque generan disrupciones profundas en el ritmo normal de la actividad económica. Acentúan los efectos, ya de por sí severos, de la pandemia sobre la actividad productiva, pero su efecto benéfico de largo plazo, en términos de vidas y de duración de la crisis, justificarán seguramente su implementación.
3. Sin embargo, 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: en la atención a la población vulnerable, que queda expuesta a condiciones de vida muy precarias, por su desvinculación de la actividad económica; y en la preservación y reparación del aparato productivo, que queda 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 pudiéramos denominar 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

ECONOMÍA COLOMBIANA

ANÁLISIS DE COYUNTURA

y produzca un daño irreparable al aparato productivo. Lo segundo, para garantizar una pronta reactivación, una vez superada la emergencia.

c. Y **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, y específicamente, como una caída diferencial y transitoria de la productividad de las doce ramas productivas en las que se clasifica el DANE la actividad económica del país.

La narrativa que apoya el enfoque es la siguiente: la propagación del virus afecta la gestión de las empresas, que se ven obligadas a tomar medidas precautelativas para evitar los contagios de sus empleados, y experimentan por ello reducciones en su producción, que se ven reforzadas por eventuales rupturas de cadenas de abastecimiento. Dado que, en principio, la capacidad productiva teórica se mantiene, la mejor forma de entender el fenómeno es asimilarlo a un shock de productividad, particularmente intenso en algunos sectores, que ven caer además abruptamente su demanda. Esos efectos se exacerban por las medidas de distanciamiento social y aislamiento que se toman para contener el virus, en la medida en que ellas limitan la movilidad de las personas, imponiendo restricciones adicionales a la gestión empresarial. Esas medidas tienen costos en si mismas, que se asumen buscando aplanar la curva de contagio y evitar que se desborde la capacidad de atención hospitalaria del país, y por ello, deben ir acompañadas de medidas de mitigación de impacto, que hagan llevadera la carga para las personas, y de reparación, que impidan la destrucción del aparato productivo

En consonancia con ello, los escenarios considerados son:

Benchmark: El escenario base de la economía colombiana sin COVID-19, sin shock petrolero ni de flujos de capitales.

COVID: **Escenario sin contención.** Se produce un choque transitorio en la productividad sectorial causado por el coronavirus-19, reflejando el hecho de que, por efecto de la propagación de la pandemia, la actividad productiva se ve limitada, disminuyendo 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 trimestre. Para dimensionarlo, se han considerado 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 de los subsectores que componen cada rama, en el que se considera trimestre representativo de la pandemia, el segundo trimestre del año⁵. Para ejemplificarlo veamos el caso del sector comercio. Se asume que los subsectores que lo

⁵ Para la desagregación sectorial, se utilizó la Clasificación CIIU Rev. 4 A.C. 61 agrupaciones.

ECONOMÍA COLOMBIANA

ANÁLISIS DE COYUNTURA

componen operan en el nivel que se relaciona a continuación: comercio al por mayor (90%), mantenimiento y reparación de vehículos (80%), transporte terrestre (80%), transporte acuático (80%), transporte aéreo (50%), actividades complementarias al transporte (90%), actividades de mensajería (100%) y finalmente alojamiento y servicios de comida (70%). Con los resultados de los subsectores se estima la ponderación para el sector, obteniendo el valor de 82.21% que se muestra en la fila de comercio (COM) en el segundo trimestre. De forma similar se hace el cálculo para cada una de las ramas de la economía en el segundo trimestre del año. El primer trimestre del año se asume afectado sólo en el 11% del tiempo (10 de 90 días), y la severidad del shock se mantiene en el tercer trimestre, para empezar a descender en el cuarto, a una tasa del 20%.

Lo efectos (expresado en términos de productividad relativa) se presentan en la figura 7.

COVID+CC: **Escenario con contención.** Se produce un choque transitorio en la productividad sectorial causado por el coronavirus-19 de forma similar a la considerada en el escenario anterior, pero agudizado por las medidas de contención, que limitan de manera efectiva los contactos interpersonales y distancian socialmente a las personas. El shock se agudiza por los efectos de política de contención, y en concreto, en Colombia, por las medidas de cuarentena adoptadas a finales del primer trimestre. Su mayor efecto se concentra, sin embargo, en el segundo trimestre. En concreto, se supone que en los días de cuarentena cae el producto de todas ramas en un 30%, lo que representa, para el segundo trimestre, una caída del orden del 4%, dados los días de cuarentena previsto. Por ello, la crisis se agudiza en los primeros trimestres, pero produce resultados positivos a partir del tercer trimestre, en la medida en que las acciones tomadas tengan efecto sobre la propagación de la enfermedad, y permitan el gradual retorno a la actividad normal productiva, reduciendo la severidad del shock a una tasa de recuperación del 75% en el tercer trimestre, y normalizando la actividad en el cuarto trimestre.

COVID+CC+CM: **Escenario con contención y con mitigación.** Se produce el choque transitorio por corona virus, pero adicionalmente a las medidas de contención se aplican medidas de mitigación, destinando a ellas 14.5 billones de pesos de fondos de ahorro establecidos por parte del gobierno.

COVID+CC+CM+FK: **Escenario con contención y mitigación, y reducción de la entrada de capitales y remesas.** Se le suma al anterior escenario la consideración de una coyuntura financiera mundial compleja, que provoca una caída del 20% en las remesas y 20% en las entradas flujos de capitales.

En la figura 7 se resumen los supuestos de modelación acerca del shock sectorial en el escenario sin contención para el primer y segundo trimestre de cada una de las ramas y la productividad del sector independiente. Para el tercer y cuarto trimestre se aplican los supuestos antes mencionados, de prolongación del shock en el tercer trimestre, y de reducción de su severidad en el cuarto, a una tasa del 20%.

Figura 7: Escenario sin contención del COVID-19. Nivel de la producción promedio de cada rama, dado el shock de productividad, respecto al escenario BASE. Trimestres 1 y 2. 2020.

Escenario sin contención		
Sector económico	Primer trimestre	Segundo trimestre
Agricultura	100,0%	100,0%
Minería	100,0%	100,0%
Industria	99,3%	93,3%
Electricidad, gas y agua	100,0%	100,0%
Construcción	98,4%	85,4%
Comercio	98,0%	82,2%
Tecnologías de la información	100,0%	100,0%
Financiero	99,4%	95,0%
Inmobiliario	98,9%	90,0%
Profesionales	99,4%	95,0%
Administración pública	99,3%	93,6%
Servicios	98,3%	84,7%
Cálculos adicionales		
Precio del petróleo en USD	55	30
Nivel de Productividad sectorial agregada resultante	99,1%	92,3%

Fuente: Elaboración de los autores.

En el escenario con contención se le agrega un impacto adicional que equivale a que el porcentaje del tiempo que estamos en aislamiento social obligatorio todos los sectores pierden un 30 por ciento de capacidad de producción (productividad). El cuadro relevante se muestra en la Figura 8 dónde se encuentra el efecto máximo sobre un sector en el segundo trimestre sin contención medido como porcentaje de la producción potencial del sector y la ponderación que la rama tiene en la producción nacional. El primer y tercer trimestre se calculan de forma similar como se presentó en el apartado anterior. Para la construcción de los dos escenarios restantes basta con partir de los cálculos presentados en la Figura 8, y agregar en el escenario que contiene mitigación un shock de gasto público, puesto que se destinaron a dichas acciones 14.5 billones de pesos de fondos de ahorro establecidos por parte del gobierno, y para el último, se agrega la caída de los flujos de capital y remesas, en un 20%.

**Figura 8: Escenario con contención del COVID-19 a los sectores económicos en Colombia:
caída de la productividad y shock petrolero**

Escenario con contención		
Sector económico	Primer trimestre	Segundo trimestre
Agricultura	98,0%	95,7%
Minería	98,0%	95,7%
Industria	97,3%	89,0%
Electricidad, gas y agua	98,0%	95,7%
Construcción	96,4%	81,1%
Comercio	96,0%	77,9%
Tecnologías de la información	98,0%	95,7%
Financiero	97,4%	90,7%
Inmobiliario	96,9%	85,7%
Profesionales	97,4%	90,7%
Administración pública	97,3%	89,2%
Servicios	96,3%	80,4%
Cálculos adicionales		
Precio del petróleo en USD	55	30
Nivel de Productividad sectorial agregada resultante	0,991	0,923
Días de aislamiento obligatorio	6	13

Fuente: Elaboración de los autores.

Se simula cada uno de los escenarios construidos en una versión del modelo de equilibrio general computable (CGE) calibrado a 2018, que replica el crecimiento económico observado por el DANE de 3,3% para 2019. Se simulan los escenarios de choque transitorio del COVID-19 acompañado del shock petrolero teniendo en cuenta la particularidad de cada escenario, para evaluar los efectos en el crecimiento de la economía colombiana (PIB 2020). Los resultados tanto trimestrales como el anual se muestran en la Figura 9.

Figura 9: Resultados de los escenarios en tasas de crecimiento anual



Fuente: Cálculos propios. Modelo de equilibrio general computable en GAMS

Las medidas de contención (escenario COVID+CC), que limitan de manera efectiva los contactos interpersonales y distancian socialmente a las personas, agudizan inicialmente los impactos económicos de la crisis, profundizando la caída del PIB en el segundo trimestre al 11.1% vs una caída del 6.5% en el escenario COVID. Pero, si son efectivas, deberían permitir una gradual recuperación de la economía, que permitiese cerrar el año con una caída de sólo el 2.2%, frente al 3.9% del escenario sin contención.

Si además se aplican medidas de mitigación, destinando a ellas 14.5 billones de pesos de fondos de ahorro establecidos (escenario COVID+CC+CM), entonces el efecto general podría moderarse en alguna medida (mejorando en 0.3% el resultado anual, que sería ahora de -1.91%, en lugar de -2.21%), aunque claramente los efectos fundamentales de la mitigación estarían más bien asociados al bienestar de la población vulnerable, con efectos limitados desde el punto de vista macroeconómico. Por último, si a este último escenario se le agrega una coyuntura financiera complicada, que provoca una caída drástica de las remesas y entradas flujos de capitales extranjeros, la actividad económica se reduciría en 2,03%.

A nivel sectorial y siguiendo la clasificación de las cuentas nacionales del DANE, se muestran los resultados en términos de la variación anual del valor agregado de las 12 ramas productivas en cada uno de los escenarios propuestos en el documento (ver Figura 10). Se destaca el considerable efecto negativo que tendrá el COVID-19 en la industria, comercio y servicios, que,

aunque se suaviza con las medidas de contención (COVID+CC) y mitigación (COVID+CC+CM) respecto al escenario de ausencia de políticas públicas, continúa registrando una contracción bastante fuerte.

Figura 10: Resultados de los escenarios alternativos de evaluación del impacto de la pandemia sobre los sectores de Colombia 2020

Sector económico	Benchmark	Sin contención	Con contención	Con contención y mitigación	Contención, mitigación y caída FK
Agricultura	2.89%	-6.08%	-4.68%	-5.23%	-5.03%
Minería	1.91%	-2.25%	-1.57%	-1.68%	-1.25%
Industria	4.35%	-8.49%	-5.78%	-6.34%	-5.73%
Electricidad, gas y agua	4.53%	1.87%	1.33%	1.47%	1.06%
Construcción	2.77%	2.39%	2.50%	2.58%	2.54%
Comercio	3.10%	-7.69%	-4.99%	-5.51%	-5.47%
Tecnologías de la información	4.04%	-1.05%	-0.71%	-1.19%	-1.71%
Financiero	3.61%	-3.80%	-2.17%	-2.63%	-2.88%
Inmobiliario	4.94%	-3.11%	-0.60%	-0.67%	-0.77%
Profesionales	2.93%	0.79%	0.17%	0.29%	0.01%
Administración pública	2.93%	-0.86%	0.21%	3.99%	3.42%
Servicios	1.09%	-18.17%	-9.56%	-8.76%	-8.90%
PIB TOTAL	3.31%	-3.90%	-2.21%	-1.91%	-2.03%

Fuente: Cálculos propios. Modelo de equilibrio general computable (GAMS).

Así pues, las medidas de contención son necesarias, aunque exacerben transitoriamente los efectos macroeconómicos negativos. Deben ir acompañadas de medidas de mitigación, que atenúen 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, cuando se supere la crisis.

En las medidas de mitigación será muy importante una buena focalización, que limite conductas estratégicas de agentes inescrupulosos que quieran beneficiarse indebidamente de ellas. Esas medidas deben tener un carácter discrecional y temporal, que evite la consolidación de derechos que después no seamos capaces de pagar. Por lo demás, se derivarán beneficios importantes de la capacidad del estado de identificar aquella población vulnerable, que debe ser objeto de atención pública, y será también muy importante que logremos integrar al

sistema de información a la población ocupada en actividades informales, para avanzar en políticas públicas de inserción a la institucionalidad del país.

En las medidas de reparación, el canal adecuado es el sistema financiero. Su conocimiento de las empresas, y su relacionamiento profundo con ellas, lo hacen el instrumento adecuado para transmitir ayudas y soportes, bien sea en la forma de nuevos créditos o de alivios en créditos ya existentes. Activar el instrumento requiere de sistemas de garantías, que permitan la rápida gestión de crédito a las empresas. Al tiempo, será necesaria la flexibilización de las políticas tributarias, extendiendo los plazos para el cumplimiento de obligaciones tributarias, buscando en todo caso, que se preserve hasta el máximo el nivel de empleo existente al momento del inicio de la crisis.

5. Conclusiones

El brote de la enfermedad ha tenido efectos alarmantes en la vida humana y en las economías de los países afectados. Al escribir estas líneas, más de un millón de personas han sido infectadas en el mundo. Se ha convertido en una pandemia, con micro-cadenas de transmisión al interior de muchos países y grandes cadenas globales, que se han extendido el virus ampliamente por el mundo. Ahora bien, ante este panorama, será muy difícil para los gobiernos minimizar simultáneamente las muertes por enfermedad por coronavirus 2019 (COVID-19) y el impacto económico de la crisis. Será pues 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, que moderen los efectos de una recesión económica, que se antoja inevitable.

En ausencia de acciones públicas el PIB podría contraerse hasta un 3,9%, y su efecto podría extenderse hasta al año 2021, con significativos impactos futuros sobre la capacidad productiva de la economía. Las medidas de contención (escenario COVID+CC), que limitan de manera efectiva los contactos interpersonales y distancian socialmente a las personas, agudizan inicialmente los impactos económicos de la crisis, profundizando la caída del PIB en el segundo trimestre al 11,1% vs una caída del 6,5% en el escenario COVID. Pero, si son efectivas, deberían permitir una gradual recuperación de la economía, que permitiese cerrar el año con una caída de sólo el 2,2%, frente al 3,9% del escenario sin contención.

Si además se aplican medidas de mitigación, destinando a ellas 14,5 billones de pesos de fondos de ahorros establecidos (escenario COVID+CC+CM), entonces el efecto general podría moderarse en alguna medida (mejorando en 0,3% el resultado anual, que sería ahora de -1.9%, en lugar de -2.2%), aunque claramente los efectos fundamentales de la mitigación estarían asociados al bienestar de la población vulnerable, con efectos limitados desde el punto de vista macroeconómico.

Así pues, las medidas de contención son necesarias, aunque exacerben transitoriamente los efectos macroeconómicos negativos. Pero deben ir acompañadas de medidas de mitigación,

que atenúen 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, cuando se supere la crisis.

Referencias

- 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*.
- Atkeson, A. (2020). What Will be the Economic Impact of COVID-19 in the US? Rough Estimates of Disease Scenarios (No. 595). Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Aminnejad, R., Salimi, A., & Saeidi, M. (2020). Lidocaine during intubation and extubation in patients with coronavirus disease (COVID-19). *Canadian Journal of Anesthesia*, 1-1.
- Balistreri, E. J., & Rutherford, T. F. (2013). Computing general equilibrium theories of monopolistic competition and heterogeneous firms. In *Handbook of computable general equilibrium modeling* (Vol. 1, pp. 1513-1570). Elsevier.
- Baldwin, R., & di Mauro, B. W. (2020). Economics in the Time of COVID-19.
- Boldog, P., Tekeli, T., Vizi, Z., Dénes, A., Bartha, F. A., & Röst, G. (2020). Risk assessment of novel coronavirus COVID-19 outbreaks outside China. *Journal of clinical medicine*, 9(2), 571.
- Chisari, O., Maquieyra, J. A., & Miller, S. J. (2013). Manual sobre Modelos de Equilibrio General Computado para Economías de LAC con Énfasis en el Análisis Económico del Cambio Climático. *Bid*, 261. Retrieved from <https://goo.gl/1NDx5A>
- Corficolombia (2020). Colombia en tiempos del coronavirus. *Informe especial de marzo 16 del 2020*.
- Cui, C. X., Hanley, N., McGregor, P., Swales, K., Turner, K., & Yin, Y. P. (2017). Impacts of regional productivity growth, decoupling and pollution leakage. *Regional Studies*, 51(9), 1324-1335.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas, DANE (2020). Estadísticas.
- Dixon, P. B., Jerie, M., & Rimmer, M. (2018). *Trade Theory in Computable General Equilibrium Models*. Springer.
- Eichenbaum, M. S., Rebelo, S., & Trabandt, M. (2020). The Macroeconomics of Epidemics (No. w26882). National Bureau of Economic Research.
- Fisher, D., & Heymann, D. (2020). Q&A: The novel coronavirus outbreak causing COVID-19. *BMC medicine*, 18(1), 1-3.
- Fornaro, L., & Wolf, M. (2020). Covid-19 Coronavirus and Macroeconomic Policy: Some Analytical Notes. Working Paper.
- Grupo Bancolombia (2020). Lo que hay que saber sobre el efecto económico del coronavirus en Colombia. *Dirección de investigaciones económicas, sectoriales y de mercado, febrero 2020*.
- Hosoe, N., Gasawa, K., & Hashimoto, H. (2010). *Textbook of computable general equilibrium modeling: programming and simulations*. Springer.
- Hartley, J., & Makridakis, C. (2020). Forecasting County-level Real GDP Effects of COVID-19. Available at SSRN 3559139.
- Instituto Nacional de Salud (INS) (2020).
- Lora, E. (2015). Los modelos de equilibrio general computable en análisis de incidencia fiscal. *62(245)*, 21-78.

ECONOMÍA COLOMBIANA

ANÁLISIS DE COYUNTURA

- Ma, X., Zhou, Y., & Cao, H. (2013). Global stability of the endemic equilibrium of a discrete SIR epidemic model. *Advances in Difference Equations*, 2013(1), 42.
- Melitz, Marc (2003). The Impact of Trade on Intra-Industry Reallocations and Aggregate Industry Productivity. *Econometrica* 71 (6): 1695-1725.
- McKibbin, W. J., & Fernando, R. (2020). The global macroeconomic impacts of COVID-19: Seven scenarios.
- Miller, M., Liu, L., Shwiff, S., & Shwiff, S. (2019). Macroeconomic impact of foot-and-mouth disease vaccination strategies for an outbreak in the Midwestern United States: A computable general equilibrium. *Transboundary and emerging diseases*, 66(1), 156-165.
- Nam, K. M., Zhang, X., Zhong, M., 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.
- 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.
- Raihan, S. (2018). Economy-Wide and Employment Effects of Different Scenarios in Bangladesh: Application of a CGE Model. In *Structural Change and Dynamics of Labor Markets in Bangladesh* (pp. 189-205). Springer, Singapore.
- Rodriguez-Morales, A. J., Gallego, V., Escalera-Antezana, J. P., Mendez, C. A., Zambrano, L. I., Franco-Paredes, C., & Riquez, A. (2020). COVID-19 in Latin America: The implications of the first confirmed case in Brazil. *Travel Medicine and Infectious Disease*.
- Salzberger, B., Glück, T., & Ehrenstein, B. (2020). Successful containment of COVID-19: the WHO-Report on the COVID-19 outbreak in China.
- Scandizzo P.L., Pierleoni M.R., Cufari D. (2018) A CGE Model for Productivity and Investment in Kenya. In: Perali F., Scandizzo P. (eds) *The New Generation of Computable General Equilibrium Models*. Springer, Cham
- Smith, D., & Moore, L. (2004). The SIR Model for Spread of Disease: The Differential Equation Model. *Loci*.
- Steiner, R., & Rodrigo, S. (2017). Un modelo de equilibrio general dinámico para la evaluación de la política económica en Colombia. Fedesarrollo
- Trade statistics for international business development (TRADE MAP). (2020). Estadísticas. Recuperado de: <https://www.trademap.org/Index.aspx>
- Yu, K. D. S., & Aviso, K. B. (2020). Modelling the Economic Impact and Ripple Effects of Disease Outbreaks. *Process Integration and Optimization for Sustainability*, 1-4.
- Zhang, Q., Pan, J., Zhao, M. X., & Lu, Y. Q. (2020). Clinical value of the emergency department in screening and diagnosis of COVID-19 in China. *Journal of Zhejiang University-SCIENCE B*, 1-6.
- Zhao, S., & Chen, H. (2020). Modeling the epidemic dynamics and control of COVID-19 outbreak in China. *Quantitative Biology*, 1-9.
- Zhai, F. (2008). Armington Meets Melitz: Introducing Firm Heterogeneity in a Global CGE Model of Trade ADB Institute Discussion Paper No. 108. *World*, (108), 1–30.
- Zhou, G., Chen, S., & Chen, Z. (2020). Back to the spring of Wuhan: facts and hope of COVID-19 out.
- Wang, H., Wang, Z., Dong, Y., Chang, R., Xu, C., Yu, X., ... & Wang, Y. (2020). Phase-adjusted estimation of the number of coronavirus disease 2019 cases in Wuhan, China. *Cell Discovery*, 6(1), 1-8.
- World Health Organization. (2020). Coronavirus disease 2019 (COVID-19): situation report, 59.

ECONOMÍA
COLOMBIANA
ANÁLISIS DE COYUNTURA