



SIMULACIÓN DE POLÍTICA ECONÓMICA EN COLOMBIA MEDIANTE UN MODELO ESTRUCTURAL DE DEMANDA AGREGADA*

Mario Eduardo Hidalgo-Villota**
Edwin Ignacio Tarapuez-Chamorro***
Juan Manuel Aristizábal-Tamayo****

Recibido 20 de abril de 2023 – Aprobado: 20 de abril 2024

Doi <https://doi.org/10.22395/seec.v27n63a4478>

RESUMEN

El propósito que buscan los autores en este artículo es simular los efectos de diferentes medidas de política económica de corto plazo en Colombia en diferentes escenarios. El método empleado para argumentar y lograr el objetivo propuesto es un modelo de ecuaciones simultáneas de tradición keynesiana de economía abierta y con gobierno, construido con variables agregadas oficiales de frecuencia anual correspondientes al periodo 1996-2022, estimado mediante mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E), cuyas ecuaciones de comportamiento establecen que la demanda efectiva determina la oferta. El principal resultado obtenido es un modelo multiecuacional que permite simular adecuadamente decisiones de política monetaria, fiscal y cambiaria y, cuantificar los efectos marginales en el producto interno bruto (PIB) medido por el método del gasto. En conclusión, esta herramienta analítica también podría ser usada en la enseñanza–aprendizaje de la teoría y política macroeconómica, permitiendo que sus usuarios actúen como *policy makers*, lo cual posibilita el desarrollo de competencias analíticas y facilita la comprensión del rol de las autoridades económicas en la estabilización.

PALABRAS CLAVE

Análisis económico, contabilidad nacional, modelo económico, política económica.

* Artículo de investigación realizado en el marco del proyecto: Análisis y evaluación de políticas públicas en Colombia, financiado con recursos propios de los autores desarrollado en 2022. Grupo de Investigación en Economía, Gobierno y Políticas Públicas clasificado en categoría C de Minciencias.

** Economista de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Doctor en Administración y Política Pública de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Profesor e investigador adscrito al Departamento de Economía de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Grupo de Investigación en Economía, Gobierno y Políticas Públicas de la Universidad de Nariño. Correo electrónico: mariohidalgo@udenar.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-5579-6136>

*** Economista de la Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Doctor en Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Profesor e investigador de la Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. Correo electrónico: eitarapuez@uniquindio.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1668-0840>

**** Economista Universidad del Quindío, Armenia, Colombia. Magíster en Economía Aplicada de la Universidad Eafit, Medellín, Colombia. Profesor e investigador de la Universidad de Manizales, Colombia. Correo electrónico: jm.aristizabal@umanizales.edu.co Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3166-4718>

CLASIFICACIÓN JEL

C32, C51, E12, E17, E52, E62

CONTENIDO

Introducción; 1. Marco teórico; 2. Metodología; 3. Resultados; 4. Discusión; 5. Conclusiones; Referencias; Anexos.

SIMULATION OF ECONOMIC POLICY IN COLOMBIA USING A STRUCTURAL AGGREGATE DEMAND MODEL

ABSTRACT

The purpose of this paper is to simulate the effects of different short-term economic policy measures in Colombia in different scenarios. The method used to argue and achieve the proposed objective is a simultaneous equations model of Keynesian tradition of open economy and with government, built with official aggregate variables of annual frequency corresponding to the period 1996-2022, estimated by means of least squares in two stages (MC2E), whose behavioral equations establish that effective demand determines supply. The main result obtained is a multi-equation model that allows us to adequately simulate monetary, fiscal and exchange rate policy decisions and to quantify the marginal effects on the gross domestic product (GDP) measured by the expenditure method. In conclusion, this analytical tool could also be used in the teaching-learning of macroeconomic theory and policy, allowing its users to act as policy makers, which enables the development of analytical skills and facilitates the understanding of the role of economic authorities in stabilization.

KEYWORDS

Economic analysis; economic model; economic policy; national accounting.

JEL CLASSIFICATION

C32, C51, E12, E17, E52, E62

CONTENTS

Introduction; 2. Theoretical frame; 3. Methodology; 4. Results; 4. Discussion; 5. Conclusions; References; Attachments.

SIMULAÇÃO DA POLÍTICA ECONÔMICA NA COLÔMBIA USANDO UM MODELO ESTRUTURAL DE DEMANDA AGREGADA

RESUMO

O objetivo deste trabalho é simular os efeitos de diferentes medidas de política econômica de curto prazo na Colômbia em diferentes cenários. O método utilizado para argumentar e atingir o objetivo proposto é um modelo de equações simultâneas de tradição keynesiana de economia aberta e governo, construído com variáveis agregadas oficiais de frequência anual correspondentes ao período 1996-2022, estimado por meio de mínimos quadrados em dois estágios (mc2E), cujas equações comportamentais estabelecem que a demanda efetiva determina a oferta. O principal resultado obtido é um modelo de múltiplas equações que nos permite simular adequadamente as decisões de política monetária, fiscal e cambial e quantificar os efeitos marginais sobre o produto interno bruto (PIB) medido pelo método de despesas. Concluindo, essa ferramenta analítica também poderia ser usada no ensino-aprendizagem de teoria e política macroeconômica, permitindo que seus usuários atuem como formuladores de políticas, o que possibilita o desenvolvimento de habilidades analíticas e facilita a compreensão do papel das autoridades econômicas na estabilização.

PALAVRAS-CHAVE

Análise econômica; contabilidade nacional; modelo econômico; política econômica.

CÓDIGOS JEL

C32, C51, E12, E17, E52, E62

CONTEÚDO

Introdução; 1. Estrutura teórica; 2. Metodologia; 3. Resultados; 4. Discussão; 5. Conclusões; Referências; Anexos.

INTRODUCCIÓN

Un sistema económico es un entramado de elecciones o decisiones individuales y colectivas de enorme complejidad, que nace de la multiplicidad de interrelaciones y transacciones cotidianas entre los agentes económicos. Las interrelaciones se dan en muchas direcciones y con diferente intensidad. Estas son más difíciles de identificar y entender, en la medida en que entran en juego la incertidumbre y las expectativas. Akerlof y Shiller (2009) señalan que las grandes decisiones económicas y financieras no pueden ser tomadas únicamente con base en fundamentos micro y macroeconómicos. Al análisis se debe añadir factores psicológicos (intuición, miedo, desconfianza, fe, etc.) que son prácticamente invisibles para los economistas, financieros, políticos e inversionistas. A este tipo de conductas, John Maynard Keynes, considerado el padre de la macroeconomía, les denominó espíritus animales.

En esta maraña de interrelaciones múltiples, el Estado/gobierno como agente interventor y regulador intenta guiar la política económica hacia el bienestar general de la sociedad; para ello analiza, evalúa y toma decisiones apoyado en modelos económicos de distinta complejidad analítica. Las decisiones que las autoridades económicas toman, unas veces tienen éxito y otras no logran sus objetivos estratégicos; los desaciertos de las medidas de política económica son atribuibles a distintos aspectos de índole teórico, técnico, operativo, instrumental, metodológico, empírico e incluso, psicológico. Lo descrito aquí, sitúa a la política económica en un ambiente de incertidumbre general. En su intento de dar solución y mejorar la toma de decisiones, la teoría económica y la econometría han desarrollado técnicas, herramientas y modelos que permiten simplificar la realidad económica, lo cual le proporciona a los *policy-makers* un conjunto de medios (variables de control o de estímulo) para lograr los fines y objetivos (variables de respuesta), susceptibles de ser modelados y usados en la toma de decisiones.

En este artículo, sus autores simulan los efectos de diferentes medidas de política económica (fiscal, monetaria y cambiaria) en Colombia en diferentes escenarios, acudiendo a un modelo de ecuaciones simultáneas (MES) de tradición keynesiana estimado mediante el método de mínimos cuadrados ordinarios en dos etapas (MC2E). Este modelo permite cuantificar los efectos provocados por aumentos/reducciones en distintas variables de control (gasto público, oferta monetaria, tipo de cambio, tasa de interés interbancaria, perturbaciones externas, etc.) en la demanda agregada (PIB medido por el método del gasto). Este ejercicio es útil para entender el papel de los *policy makers* y de las autoridades económicas en la estabilización de la economía por medio de decisiones informadas.

Ahora bien, la política económica es la forma de intervención del Estado/gobierno en la economía para alcanzar unos objetivos amplios y de valor estratégico que garanticen el bienestar de la colectividad nacional, a saber: el crecimiento económico, la estabilidad de los precios, el pleno empleo, la redistribución de la renta y la conservación del ambiente y la calidad de vida. En la actualidad, las autoridades públicas como diseñadoras de política económica no dejan esta gran responsabilidad al azar, al contrario, las discusiones económicas son sometidas a un examen riguroso usando potentes herramientas analíticas que facilitan la toma de decisiones y aminoran el margen de error.

En el presente artículo se hace un breve recorrido por los modelos macroeconómicos para el análisis y conducción de la política económica a nivel general, sus críticas y limitaciones; así como una exposición rápida de las ventajas de la econometría estructural en la evaluación de política; en seguida, se abordan algunos aspectos metodológicos del modelo de demanda agregada aquí desarrollado, los resultados obtenidos y una discusión de los mismos en términos prácticos. Al final, se exponen algunas conclusiones, cuyo propósito es alentar a otros investigadores a avanzar en el desarrollo de otras herramientas de evaluación de la política económica, entendiendo que la razón de ser de la evaluación *ex ante* es comparar alternativas de política para elegir las más convenientes en términos de bienestar económico.

1. MARCO TEÓRICO

La economía del bienestar tiene su origen en las aportaciones de los economistas neoclásicos Marshall (1920) y Pigou (1932). Fernández *et al.* (2006) puntualizan que lo que proponían estos economistas era subsumir todo el conjunto de juicios de valor acerca de lo que deben ser los objetivos de la política económica en un juicio de valor único o supremo, en el que todos estarían de acuerdo: la maximización del bienestar económico o material. Precisamente, un modelo estructural como función vectorial de variables intenta captar simultáneamente las relaciones múltiples de la conducta de los agentes para explicar y predecir un fenómeno económico.

Fernández (2006) agrega que Tinbergen (1952; 1967) marca la pauta en el surgimiento de la teoría y modelización de la política económica. Para Tinbergen (1952) es fundamental que las autoridades que diseñan y conducen la política económica en un país, entre otros aspectos, puedan seleccionar la teoría económica *ad-hoc* en la identificación de las preferencias de los agentes como eje de una política óptima. La política económica es el acto que describe el comportamiento económico de los hacedores de política, en la cual está inmersa la teoría económica como corpus de conocimiento para explicar y predecir la conducta de los agentes económicos (Galán,

2015, p. 84). Los agentes asimilan la información disponible en el sistema económico, que, si bien la existencia de expectativas podría generar algunos errores de predicción, estas dependen generalmente de toda la estructura del sistema (Muth, 1961).

Cuadrado (2010) puntualiza que, para Keynes, la política económica es el conjunto de decisiones gubernamentales en materia económica considerando que el gobierno está inserto en diversas autoridades públicas que toman decisiones de política económica. Así pues, las diferentes definiciones de política económica disponibles en la literatura económica contemporánea guardan similitud en los siguientes aspectos: i) la existencia de una *autoridad* que actúa como agente principal, refiriéndose al gobierno o a las autoridades públicas de un país; ii) unos *finés* u *objetivos* cuyo logro se persigue; iii) el carácter *deliberado* de las acciones que la autoridad económica ejecuta, y iv) la existencia de unos *instrumentos*, tales como: el gasto público, los impuestos, la tasa de interés y la oferta monetaria que, manipulados apropiadamente por las autoridades económicas, pueden alcanzar los propósitos de bienestar deseados. El ejercicio positivo de la ciencia económica trata de indagar en los determinantes de las decisiones de los agentes económicos y en la estructura de las relaciones entre variables (Novales, 2009). La economía y su funcionamiento se complejiza por el inmenso número de decisiones e interacciones que se dan de manera permanente entre los agentes económicos guiados por necesidades, motivaciones, intereses y expectativas particulares, lo que adquiere un carácter probabilístico.

Un modelo económico representa un sistema compuesto por un conjunto de conceptos y de relaciones; estas últimas quedan especificadas por estimación, proporciona resultados que son a menudo previsiones y que pueden ser comparados con la realidad (Guillaume, 1971, p. 25). Al fin y al cabo, lo que se desea en un modelo es mejorar sus previsiones y de ahí los constantes ajustes que amerita en su concepción, diseño y operación. En suma, los modelos económicos como representaciones simplificadas de una realidad compleja tienen marcadas limitaciones en la comprensión absoluta de dicha realidad, pero a la vez, son el mejor camino posible para la formulación de una política económica racional, puesto que aportan un marco objetivo, científico y limitativo de la política económica. Sin la existencia y uso de modelos económicos, el trabajo de los gobiernos y autoridades económicas estaría guiado tan solo por la intuición o por criterios de conveniencia política.

Un modelo es una simplificación esquemática que elimina los aspectos no esenciales para revelar el funcionamiento interno, las formas o el diseño de un mecanismo más complicado (Klein, 1981, p. 1). La crítica formulada por Lucas Jr. (1983) se centra en el carácter invariante de los parámetros de un modelo econométrico de la tradición Cowles, lo cual entra en contraposición con los cambios permanentes en la

toma de decisiones por parte de los agentes económicos, alterando sistemáticamente la estructura inicial de los modelos econométricos, hasta dejarlos inservibles. Desde la hipótesis de expectativas racionales, los parámetros o coeficientes estimados a partir de un modelo econométrico no se mantendrían, la ocurrencia de cambios de política llevaría a los agentes a modificar sus comportamientos, a fin de adecuarse a la nueva realidad. En consecuencia, los modelos econométricos no podrían utilizarse para fines de formulación de políticas económicas.

Sims (1980) y Sims *et al.* (1982) critican los modelos estructurales argumentando que la restricción impuesta por los modelos de ecuaciones estructurales a las formulaciones es arbitraria, la identificación usada por los modelos a gran escala existentes es increíble, y a estos autores les parece que es mucho mejor dejar que la econometría decida sobre las formulaciones, introduciendo una gran cantidad de variables explicativas retardadas llamadas vectores autorregresivos (VAR); dicho de otra manera, es mejor que los datos hablen por sí mismos (econometría ateórica). Kydland y Prescott (1977) añaden a este debate que la racionalidad de los agentes económicos les permite pronosticar los cambios de política y actuar en consecuencia; dicho en otras palabras, sus decisiones pueden anticiparse a cualquier política económica en el corto plazo anunciada por una autoridad económica, no dejándose guiar por ella; haciendo de la política económica, algo inoperante.

De acuerdo con Suescún y Steiner (2017), los modelos de Equilibrio General Dinámico Estocástico (en inglés DSGE: Stochastic Dynamic General Equilibrium Model), a partir del artículo de Kydland y Prescott (1977), han ganado terreno en la investigación en teoría macroeconómica, p. ej., el modelo de equilibrio competitivo de Kydland y Prescott (1977) reproducía con éxito las fluctuaciones observadas en la economía estadounidense entre 1950 y 1970, al igual que los modelos de Nelson y Plosser (1982). Los modelos son en efecto dinámicos y estocásticos, y caracterizan el equilibrio general de la economía, pero son poco convincentes (Blanchard, 2016).

Los modelos econométricos estructurales en la década de 1970 fueron sometidos a críticas por economistas de la nueva escuela clásica. Al respecto Loría (2006, 2007) subraya que, si bien estos modelos incurrieran en ciertas debilidades, en la actualidad han sufrido notables mejoras que los convierten en instrumentos muy útiles para el análisis econométrico duro. Pérez (2006) comparte la validez actual de los modelos estructurales no tanto por los métodos basados en la información estadística, sino por los procedimientos que incorpora la información estructural en el debate académico recurrente entre la medición sin teoría y la teoría sin medición (Pulido, 1987). La ventaja de los MES (Intriligator, 1990; Intriligator *et al.*, 1996), radica en que captan el conjunto de interacciones e interdependencias entre las

variables que los constituyen; su robustez estadística permite interpretar mejor una realidad económica cambiante y, de este modo, pronosticar los posibles efectos provocados por un conjunto de variables explicativas o de control sobre una o varias variables de resultado.

En el caso específico de Colombia, el Banco de la República (2017) utiliza como herramienta de análisis de política económica un modelo de equilibrio general dinámico estocástico denominado *Policy Analysis Tool Applied to Colombian Needs* (PATACON) de corte neokeynesiano, el cual incorpora un conjunto de rigideces nominales y reales. PATACON se complementa con el modelo fiscal para Colombia FISCO, que permite simular la política fiscal y su nexos con la economía y la política monetaria (Rincón *et al.*, 2014), situación que ha sido objeto de acalorados debates académicos y políticos en el país, debido a la aparente contradicción existente entre los objetivos de política económica, así: por un lado, la inflación objetivo como mandato constitucional en cabeza de la Junta Directiva del Banco de la República, a la que se le acusa de constreñir el crecimiento económico y, en consecuencia, limitar la creación de nuevos puestos de trabajo y, por otro lado, el pleno empleo como competencia directa del ejecutivo nacional, que por medio de la política fiscal se busca dinamizar el crecimiento económico y fomentar el pleno empleo. Este fenómeno ha sido llamado “deflación competitiva”, situación “que amerita en teoría sacrificar empleo para estabilizar precios” (Hidalgo, 2024, p. 155). Le Gall (2016) la define como una condición necesaria para la mejora de la competitividad internacional por medio de la reducción de los salarios reales.

Los modelos DSGE como PATACON no son útiles para analizar la asignación de recursos entre actividades productivas ni la influencia que tiene cada sector en el desempeño económico agregado, como efectivamente lo hacen los modelos de Equilibrio General Computable (Suescún y Steiner, 2017). Ahora bien, las fortalezas y restricciones de cada modelo son explicadas por los objetivos de política económica que cada autoridad económica persigue; p. ej., el Banco de la República tiene como objetivo estabilizar la inflación alrededor de la meta de largo plazo (entre 2 % y 4 %) y el producto alrededor de su nivel natural, por tanto, el aspecto monetario es su prioridad; en cambio, el Departamento Nacional de Planeación (DNP) se interesa más en los temas fiscales, la asignación óptima de recursos entre los sectores productivos, el crecimiento económico y el pleno empleo. En resumen, la política económica no actúa en un ambiente de certeza, pero de modo imperfecto brinda posibilidades de conducir la economía a fines socialmente deseables. En este sentido, los modelos económicos son herramientas analíticas de enorme ayuda.

2. METODOLOGÍA

Para la especificación, estimación, contratación y uso con fines de política económica, se utilizó un conjunto de agregados macroeconómicos de Colombia y de Estados Unidos como principal socio comercial: las estadísticas oficiales correspondientes al periodo 1996-2022 fueron extraídas del Sistema de Cuentas Nacionales y de las estadísticas fiscales de ambos países, así como de las bases de datos del Banco Mundial. Por la dificultad en encontrar series de tiempo retropoladas más extensas, se tomó un conjunto de datos temporales con periodicidad anual lo más amplio posible. Las estadísticas monetarias fueron deflactadas a 2015 como año base del actual sistema de cuentas nacionales colombiano. La mayoría de variables fueron transformadas en logaritmos naturales para su tratamiento estadístico de acuerdo con las formas funcionales de las relaciones entre macromagnitudes y para facilitar su interpretación en términos de elasticidades o tasas de cambio. Las ecuaciones individuales estimadas del modelo de demanda agregada fueron sometidas a diferentes contrastes de especificación y diagnóstico aceptados universalmente en la investigación econométrica, tales como: a) análisis de la estabilidad estructural a través del contraste de Chow y b) estimación mediante coeficientes recursivos y residuos recursivos con la aplicación del estadístico *CUSUM* y *CUSUMQ*. La detección de errores en la especificación de la forma funcional del modelo se realizó a través de la aplicación del test *RESET* de Ramsey. También se aplicó el contraste de exogeneidad de Hausman y la prueba de la normalidad de las perturbaciones mediante el estadístico de Jarque-Bera. Para el contraste de varianza constante de las perturbaciones se usó los test de White y *ARCH*, para el contraste de incorrelación de las perturbaciones se aplicó el estadístico de Durbin-Watson y la detección de multicolinealidad se hizo a partir de las matrices de correlaciones.

Como muchas de las variables económicas son no estacionarias, de acuerdo con Nelson y Plosser (1982), el problema de la no estacionariedad de las series temporales se corrige al introducir variables del mismo orden de integración. Para el análisis de raíces unitarias se procedió a utilizar los siguientes métodos: el primero de ellos, más intuitivo y visual, consistente en la construcción y análisis de correlogramas para cada variable a partir de la estimación de los coeficientes de autocorrelación muestral, y el segundo, apoyado en la aplicación de un conjunto de técnicas de diagnóstico consistente en correr regresiones con diversas restricciones para detectar la presencia de una serie $I(1)$. La detección de raíces unitarias a cada una de las variables incluidas en el modelo se realizó mediante la aplicación de pruebas estadísticas, tales como: la prueba aumentada de Dickey-Fuller (*ADF*) con los valores críticos de Mackinnon, Dickey Fuller *GLS* (*ERS*) con los valores críticos de Elliott-Rothenberg-Stock y Phillips-Perron también con los valores críticos de

Mackinnon. La primera y tercera prueba proponen como hipótesis nula (H_0) que la serie tiene raíz unitaria, cuya comparación se realiza con el valor de la t estadística resultante de las tablas de Mackinnon (1996) para valores críticos de Dickey-Fuller t ($= \tau$) a 5 %, así como valores F para pruebas de raíz unitaria, cuyo resultado se confirma al observar que la probabilidad de la prueba sea mayor al 95 % de confianza, lo cual se advierte en el valor de la probabilidad ($Prob$), que debe ser mayor a 0,05. Además, se aplicó la prueba $KPSS$ por ser una de más eficientes y de uso generalizado en la econometría de series de tiempo. $KPSS$ propone como hipótesis nula (H_0) que la serie es estacionaria; se rechazará la hipótesis nula cuando la t estadística esté por encima de los valores críticos de Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin.

Posteriormente, se procedió a estimar las regresiones de cointegración a través del procedimiento de Engle (1982) y Granger (1987), verificando que los parámetros sean estadísticamente significativos y que tengan el signo correcto de acuerdo con la teoría económica, teniendo en cuenta que los residuos generados por la regresión de cointegración sigan un proceso estacionario (tabla 1). Finalmente, se estimó el MES en dos bloques: i) Bloque de demanda y ii) Bloque del sector externo (cuenta corriente) mediante el método mínimos cuadrados en dos etapas (MC2E) por su mejor ajuste en términos explicativos, predictivos y de control de política. Las series temporales utilizadas están expresadas en miles de millones de pesos constantes de 2015 en coherencia con el sistema actual de cuentas nacionales.

Tabla 1. Análisis de estacionariedad (prueba adf).

Variable	Estadístico ADF	Estadístico Durbin-Watson	Número de retardos	Incluye intercepto	Incluye tendencia	Orden de integración
En nivel (level)						
lpib	-3,644963	1,948503	2	Sí	Sí	I(1)
lcp	-2,996439	2,144526	2	Sí	Sí	I(1)
lipt	-2,725278	1,763649	0	Sí	Sí	I(1)
lx	-2,19543	1,993959	1	Sí	Sí	I(1)
lm	-3,879236	1,769559	1	Sí	Si	I(0)
cc	-0,206202	1,654021	2	No	No	I(1)
lm3	-5,041682	2,069426	1	Sí	Sí	I(0)
r	-2,144836	1,997959	0	Sí	Sí	I(1)
tcn	-1,81526	2,007564	0	Sí	Sí	I(1)
tcr	-5,085854	2,178872	1	Sí	Sí	I(0)
lbkmp	-4,032521	2,178753	1	Sí	Sí	I(0)
lindusc	-2,08383	1,919870	1	Sí	Sí	I(1)

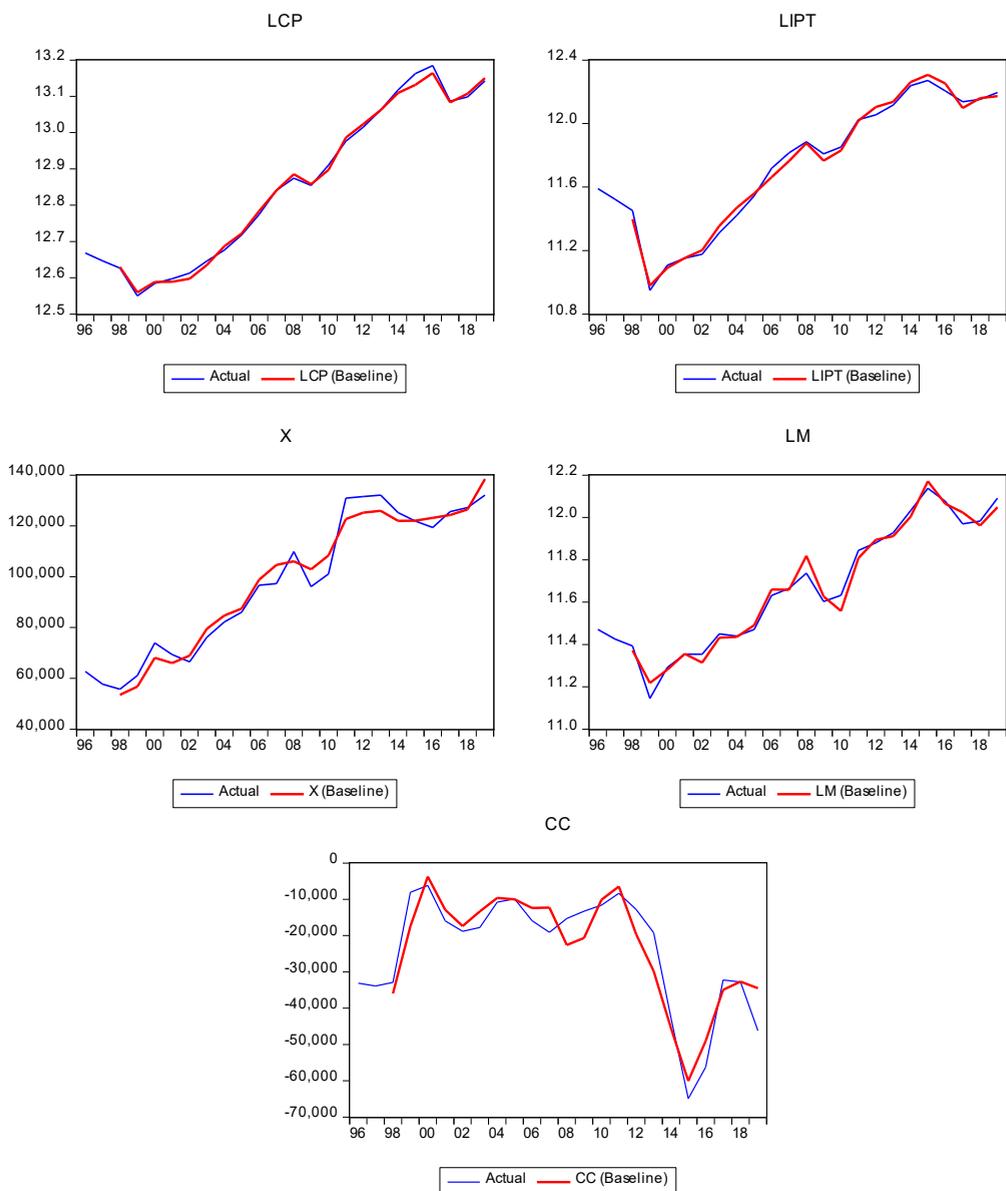
Variable	Estadístico ADF	Estadístico Durbin-Watson	Número de retardos	Incluye intercepto	Incluye tendencia	Orden de integración
lindusa	-2,602418	1,873166	2	Si	Si	I(1)
ldemin	-0,388858	2,050190	1	Si	No	I(1)
laperco	-3,656711	1,920852	0	Si	Si	I(0)
En primeras diferencias (1st Difference)						
dlpib	-3,444813	2,136357	0	Sí	No	I(0)
dlcp	-3,052951	1,849308	1	Sí	No	I(0)
dlipt	-4,042391	2,040414	0	Sí	No	I(0)
dlx	-4,932343	2,121071	0	Sí	No	I(0)
dcc	-5,16878	1,812817	1	Sí	Si	I(0)
dr	-3,906678	1,423546	1	No	No	I(0)
dtn	-4,744581	1,954956	0	Sí	Si	I(0)
dlindusc	-3,472654	2,072870	0	Sí	No	I(0)
dlindusa	-2,678532	2,083427	0	No	No	I(0)
dldemin	-3,409938	2,035126	0	Sí	No	I(0)

Valores críticos de Mackinnon para rechazar la hipótesis de raíz unitaria. Estadístico ADF en primeras diferencias es significativo al 5 %.

Fuente: elaboración propia (2023).

La capacidad predictiva del modelo de demanda agregada en cuestión fue probada mediante una simulación histórica utilizando el método iterativo Gauss-Seidel. En la figura 1, la línea de color azul corresponde a los datos históricos de las variables dependientes y la línea roja es la simulación. En esta figura sugiere que el consumo privado, la inversión y las importaciones totales podrían ser predichas con más precisión en comparación con las exportaciones totales y el saldo de la cuenta corriente de la balanza de pagos, pues estas variables son más volátiles al comportamiento de la economía internacional. Los resultados de la evaluación de la capacidad predictiva del modelo se discriminan en el anexo 1.

Figura 1. Simulación histórica dinámica del modelo de demanda agregada 1996-2022.



LCP: logaritmo natural del consumo privado; LIPT: logaritmo natural de la inversión privada total; X: exportaciones; LM: logaritmo natural de las importaciones; CC: cuenta corriente de la balanza de pagos

Fuente: elaboración propia (2023).

Este tipo de herramientas analíticas facilitan el trabajo de los *policy makers*, quienes a diario se enfrentan a la toma de medidas de política económica de manera informada, máxime si sus decisiones involucran el bienestar material de la sociedad. Las medidas económicas adoptadas no pueden ser el resultado de la intuición y del azar. De ahí, la importancia de este modelo en el trabajo aplicado del economista, quien debe recurrir a un análisis cada vez más técnico.

3. RESULTADOS

La demanda agregada depende del consumo privado, la inversión, el gasto público y las exportaciones netas; pero a su vez, el consumo privado también depende del ingreso nacional y de la tasa de interés. La demanda agregada depende de la inversión privada, pero a su vez, la inversión privada se determina por la tasa de interés interbancaria. En síntesis, cada variable depende de otras más, lo cual desencadena en un conjunto de relaciones múltiples entre variables (al modificar una variable se modifica el sistema), lo cual es susceptible de resolverse mediante un sistema de ecuaciones múltiples o simultáneas (Gujarati y Porter, 2010).

La oferta nacional de la economía está conformada por la producción nacional (PIB) más la producción extranjera que se consume en el país (importaciones) a lo que se le llama la oferta agregada (OA), por un lado. De otra parte, las personas demandan para consumir e invertir ($CP + IP$) a lo que se le denomina sector privado. El sector público también demanda para consumir y para invertir a través del gasto público corriente (GPC) y el gasto público en inversión (GPI). El sector externo demanda bienes que constituyen las exportaciones (x). Al trasladar las importaciones (M) al lado derecho de la ecuación, estas cambian de signo $+ (x - M)$, lo cual constituye la identidad principal de la economía: Oferta nacional (PIB) = Demanda nacional = $CP + IP + GPC + GPI + (x - M)$; es decir, la demanda agregada está compuesta por el sector privado ($CP + IP$) más el sector público ($GPC + GPI$) y el sector externo ($x - M$), como se muestra en la tabla 2. Las estadísticas básicas de las variables del modelo de demanda agregada de la economía colombiana están disponibles en el anexo 2.

Tabla 2. Estructura general de la economía.

OFERTA AGREGADA		DEMANDA AGREGADA		
Importaciones +	Producción interna bruta	Sector privado: Consumo + Inversión	Sector público: Gasto público corriente + Gasto público en inversión	Sector externo
m +	pib	cp + ipt	gpc + gpi	x
ao = m + pib		oa = cp + ipt + gpc + gpi + (x - m)		

Fuente: elaboración propia (2023).

El problema de endogeneidad de una o más variables explicativas se resuelve por medio de la introducción de variables instrumentales en el modelo. En la tabla 3 se muestran las variables que conforman el modelo, discriminadas en endógenas, exógenas e instrumentales.

Tabla 3. Clasificación de las variables utilizadas en el modelo.

Variables endógenas	Variables exógenas	Variables instrumentales
Consumo privado (LCP), Inversión privada (LIPT), Exportaciones (x), Importaciones (m) y Cuenta corriente (cc)	PIB = Productor interno bruto (LPIB), Índice de apertura comercial (APERCO), PIB industrial de los Estados Unidos (INDUSA), Bienes de capital y materias primas (LBKMP), Demanda interna (LDEMIN), PIB industrial doméstico (LINDUSC), Oferta monetaria (LM3), Tipo de cambio nominal y TCR = Tipo de cambio real.	C LCP(-1) D(LPIB(-1)) LM3(-1) R(-1) D(TCR) LIPT(-1) D(TCN) D(LPIB) LDEMIN(-1) D(CC(-1)) D(LPIB(-1)) D(INDUSA)
Total: 5	Total: 10	Total: 12

Fuente: elaboración propia (2023).

En la tabla 4 se consolida la información relacionada con las ecuaciones de comportamiento estimadas por el método de $mc2E$, tanto para la demanda como para el sector externo, al igual que se identifican las variables de política fiscal, monetaria y cambiaria que actúan como instrumentos en el ejercicio de simulación de diferentes medidas de política económica en el modelo de demanda agregada. En el anexo 3 se muestran los coeficientes de las ecuaciones del modelo estimados por diferentes métodos para facilitar su comparabilidad.

Tabla 4. Variables de control de política.

Componente	Ecuación de comportamiento	Variable de control o de política			Escenario internacional
		Fiscal	Monetaria	Cambiaria	
A. DEMANDA					
Consumo privado (LCP)	$LCP = 1,5626 + 0,7545 * LCP(-1) + 0,1605 * D(LPIB(-1)) + 0,8460 * D(LPIB) + 0,1286 * LM3(-1) - 0,0032 * D(TCR)$	Gasto público	Oferta monetaria (M3)		
Inversión privada (LIP)	$LIPT = -2,5093 + 0,4734 * LIPT(-1) - 0,0125 * R(-1) - 0,2451 * D(TCN) + 1,4933 * LPIB - 0,8283 * LPIB(-1)$	Gasto público	Tasa de interés real (R)	Tipo de cambio nominal (TCN)	
Exportaciones (X)	$X = -527057,68 + 0,2507 * X(-1) + 0,0040 * D(INDUSA) + 35076,14 * TCN + 40929,69 * LKMP$			Tipo de cambio nominal (TCN)	PIB industrial USA
Importaciones (LM)	$LM = -4,3136 + 0,4083 * LINDUSC - 0,2045 * TCR + 0,8145 * LDEMIN(-1) + 4,1919 * APERCO$				
B. SECTOR EXTERNO					
Cuenta corriente (CC)	$CC = 600163,45 + 0,3563 * D(CC(-1)) + 46796,72 * TCN - 63942,62 * LPIB(-1)$			Tipo de cambio nominal (TCN)	

Fuente: elaboración propia (2023).

A continuación se describen cada uno de las ecuaciones correspondientes al primer bloque de demanda agregada, así:

a. Ecuación de consumo privado

El consumo depende positivamente del consumo del periodo anterior, de la diferencia del PIB rezagado un periodo, de la diferencia del PIB y de la oferta monetaria; y negativamente, del tipo de cambio real expresado en primeras diferencias. Aunque se probó la tasa de interés como variable exógena, esta demostró ser redundante. La inclusión de la tasa de cambio real se explica porque los consumidores tienen acceso a una canasta de bienes tanto nacionales como extranjeros, como p. ej., ropa, calzado, perfumes, electrodomésticos, alimentos, etc., la cual se incrementa a medida que la apertura comercial se profundiza a través de los tratados de libre comercio.

$$\begin{aligned} \text{LCP} = & 1,5625 + 0,7545*\text{LCP}(-1) + 0,1605*\text{D}(\text{LPIB}(-1)) + 0,8460*\text{D}(\text{LPIB}) + 0,1286*\text{LM3}(-1) - 0,0032*\text{D}(\text{TCR}) \quad [1] \\ & (0,7086)^1 \quad (0,1026) \quad (0,084) \quad (0,062) \quad (2,575) \quad (-2,958) \\ & R^2 = 99\%; \bar{R}^2 = 99\%; \text{DW} = 2,001230 \end{aligned}$$

Donde: LCP = Consumo privado expresado en logaritmo natural; LCP₍₋₁₎ = Consumo privado del año inmediatamente anterior en logaritmo natural; D(LPIB₍₋₁₎) = Producción nacional del año inmediatamente anterior en logaritmo natural y en primera diferencia; D(LPIB) = Producción nacional actual expresada en logaritmo natural y en primera diferencia; LM3₍₋₁₎ = Oferta monetaria del año inmediatamente anterior en logaritmo natural y D(TCR) = Tasa de cambio real expresada en primera diferencia.

b. Ecuación de inversión privada

La variable endógena rezagada (LIPT(-1)) capta el efecto dinámico intertemporal de la inversión privada. El tipo de cambio real (TCR) permite interpretar que las devaluaciones, por un lado, encarecen los bienes de capital e insumos importados, los cuales en la economía colombiana en el periodo 1996-2022 representan en promedio el 57,3 % de las importaciones totales y, de otro lado, aumentan los costos en dólares de la deuda externa privada. De igual modo, las devaluaciones afectan negativamente la tasa de retorno de las inversiones privadas provocando una caída de la demanda interna. Asimismo, las decisiones de inversión de los empresarios están determinadas por las ventas actuales (PIB) y por las ventas realizadas en la vigencia anterior (PIB(-1)).

$$\begin{aligned} \text{LIPT} = & -2,507 + 0,474*\text{LIPT}(-1) - 0,0125*\text{IR}(-1) - 0,2452*\text{D}(\text{TCN}) + 1,4933*\text{LPIB} - 0,8286*\text{LPIB}(-1) \quad [2] \\ & (1,4024) \quad (0,117) \quad (0,0004) \quad (0,062) \quad (0,281) \quad (0,357) \\ & R^2 = 99\%; \bar{R}^2 = 99\%; \text{DW} = 2,281754 \end{aligned}$$

Donde: IPT = Inversión privada total; LIPT(-1) = Inversión privada total del año inmediatamente anterior en logaritmo natural; R = Tasa de interés real; D(TCN) = Tasa de cambio nominal expresada en primera diferencia por su efecto dinámico y LPIB(-1) = Producción nacional del año inmediatamente anterior.

c. Ecuación de exportaciones totales

Debido a la dificultad que representa la estimación de las exportaciones, la forma funcional más adecuada en este caso es la de tipo lineal. Los resultados indican que las exportaciones son sensibles a la variación de la producción industrial de Estados Unidos como principal socio comercial de Colombia. Además, la devaluación del tipo de cambio nominal favorece el crecimiento de las exportaciones. En la ecuación se

¹ Los valores entre paréntesis corresponden a los errores estándar.

incluyeron los costos laborales unitarios (expresados en pesos) definidos como el cociente del salario medio real y la productividad media del trabajo como costo de producción importante por el uso intensivo de la fuerza de trabajo.

$$x = -518599,1 + 0,2550 \cdot x_{(-1)} + 0,0028 \cdot D(\text{INDUSA}) + 33004,61 \cdot \text{TCN} + 1045,78 \cdot \text{LBKMP} \quad [3]$$

(99533,04) (0,1392) (0,003) (8744,65) (10627,12)

$$R^2 = 97\%; \bar{R}^2 = 96\%; DW = 1,787537$$

Donde: LX = Exportaciones totales en logaritmo natural; $LX_{(-1)}$ = Exportaciones totales del año inmediatamente anterior; $D(\text{LINDUSA})$ = PIB industrial de los Estados Unidos, aunque la unidad de medida original es miles de millones de dólares corrientes, esta variable expresada en logaritmo natural y en primera diferencia fue transformada en miles de millones de pesos constantes de 2015; TCN = Tipo de cambio nominal, y LBKMP = Bienes de capital y materias primas transformada en logaritmo natural.

d. Ecuación de importaciones totales

En la determinación de la demanda total de importaciones es importante la actividad industrial doméstica (LINDUSC), debido a que la industria manufacturera del país es la principal demandante de bienes de capital y materias primas de origen extranjero, ya que en el comercio internacional se importa para poder exportar y se exporta para poder importar. La ecuación de importaciones totales muestra que las importaciones son sensibles al tipo de cambio real, ante un incremento en el tipo de cambio real del 1%, las importaciones decrecerán en 0,18 %. La elasticidad de las importaciones al tipo de cambio determina que la balanza comercial en buena medida esté sujeta a la definición de la política cambiaria.

$$\text{LM} = -4,3160 + 0,4089 \cdot \text{LINDUSC} - 0,2050 \cdot \text{TCN} + 0,8144 \cdot \text{LDEM}_{(-1)} + 4,1920 \cdot \text{APERCO} \quad [4]$$

(0,621) (0,110) (0,064) (0,066) (0,578)

$$R^2 = 98\%; \bar{R}^2 = 98\%; DW = 2,017409$$

Donde: LM = Importaciones totales transformadas en logaritmo natural; LINDUSC = PIB industrial doméstico (manufactura + industria extractiva); TCR = Tipo de cambio real; $\text{LDEM}_{(-1)}$ = Demanda interna del año inmediatamente anterior transformada en logaritmo natural, y LAPERCO = Índice de apertura comercial de Colombia ($\frac{X+M}{\text{PIB}}$) expresado en logaritmo natural.

El segundo bloque de ecuaciones corresponde a la cuenta corriente de la balanza de pago de la economía colombiana como parte del sector externo. A continuación, se describe la ecuación estimada del saldo de la cuenta corriente, a saber:

La ecuación estimada de la cuenta corriente con su componente autorregresivo de primer orden $D(CC_{-1})$, permite concluir que la posición deficitaria del país tiende a preservarse en el tiempo, p. ej., un déficit de un billón de pesos en promedio tenderá a preservarse al siguiente año en alrededor de \$ 0,349 billones, debido al pago del servicio de la deuda externa contabilizado en el rubro de servicios factoriales de la cuenta corriente de la balanza de pagos. Un incremento de un punto porcentual en el tipo de cambio nominal reduce el déficit en cuenta corriente en aproximadamente \$ 48 billones. La política cambiaria es un instrumento para mantener el equilibrio externo y para estimular el crecimiento económico.

$$CC = 600423,54 + 0,356 * D(CC_{-1}) + 46829,43 * TCN - 63974,07 * LPIB_{(-1)} \quad [5]$$

(68007,1) (0,115) (6662,4) (6253,7)

$$R^2 = 91\%; R^2 = 89\%; DW = 1,508569$$

Donde: CC = Saldo de la cuenta corriente de la balanza de pagos (cuenta comercial y cuenta de servicios); aunque su unidad de medida original es millones de dólares corrientes, esta fue transformada a miles de millones de pesos constantes de 2015; $D(CC_{-1})$ = Saldo de la cuenta corriente del año inmediatamente anterior; TCN = Tipo de cambio nominal; y $LPIB_{(-1)}$ = Producción nacional del año inmediatamente anterior transformada en logaritmo natural.

4. DISCUSIÓN

Antes de adentrarse en la discusión de resultados del modelo en cuestión, es preciso reconocer que las previsiones macroeconómicas son imperfectas, pues gran parte de estas se deben a las ecuaciones de comportamiento, las cuales no cumplen suficientemente su función; dicho de otro modo, no logran describir el comportamiento humano de manera coherente con el mundo real (Buda, 1994; Brown, 1970). Los datos simulados del modelo de demanda agregada se aproximan bastante bien a los datos observados; en especial, en las ecuaciones de consumo privado (LCP), inversión privada (LIP) y exportaciones de bienes y servicios (LM), y con menos precisión en la simulación de las exportaciones (X) y el saldo de la cuenta corriente (CC) por la influencia no prevista de alteraciones externas (anexo 3). En este apartado se analizan y evalúan los efectos de la política fiscal, monetaria y cambiaria y del choque externo producido por alteraciones en el PIB industrial de los Estados Unidos como principal socio comercial de Colombia sobre el PIB colombiano.

Si bien pueden darse muchas combinaciones de medidas de política económica en la vida real, con fines prácticos se evaluaron trece escenarios, a saber: i) once provenientes de choques o alteraciones y ii) dos externos derivados de alteraciones en el crecimiento del PIB manufacturero de los Estados Unidos, el cual guarda relación con las exportaciones colombianas de bienes primarios (tabla 5).

Tabla 5. Escenarios de simulación de medidas de política económica.

Tipo de política	Escenarios	Variables de control	Denominación de la variables	Medidas de política económica
A. Choques o alternaciones internas o domésticas:				
Fiscal expansiva	1	Gasto público corriente	GPC	Aumento del 5 %
	2	Gasto público de inversión	GPI	Aumento del 8 %
Fiscal contractiva	3	Gasto público corriente	GPC	Reducción del 5 %
	4	Gasto público de inversión	GPI	Reducción del 8 %
Monetaria expansiva	5	Tasa de interés real	R	Reducción de dos puntos porcentuales
	6	Oferta monetaria	M3	Aumento del 5 %
Monetaria contractiva	7	Tasa de interés real	R	Aumento de dos puntos porcentuales
	8	Oferta monetaria	M3	Reducción del 5 %
Cambiaría	9	Tipo de cambio nominal	TCN	Aumento del 6 % del tipo de cambio nominal (expresado como índice)
Política combinada	10	Gasto público de inversión y Tasa de interés real interbancaria	GPI, R	Aumento del 8 % en el gasto público de inversión y disminución en la tasa de interés real en un punto porcentual.
Política combinada	11	Gasto público de inversión y Tasa de interés real	GPI, R	Disminución del 8 % en el gasto público de inversión y disminución de un punto porcentual en la tasa de interés
B. Choques o alternaciones externas:				
Perturbación externa	12	PIB industrial de los Estados Unidos	INDUSA	2 % de crecimiento en el PIB industrial de los Estados Unidos
	13	PIB industrial de los Estados Unidos	INDUSA	2 % de decrecimiento en el PIB industrial de los Estados Unidos

Fuente: elaboración propia (2023).

En la simulación se consideran tres tipos de instrumentos de política económica, a saber: i) Política fiscal a través de las variables de control de gasto público corriente y de inversión pública; ii) Política fiscal a través de alteraciones en la tasa de interés real, y iii) Política cambiaria vía perturbaciones del tipo de cambio, aunque se debe recordar que la determinación del tipo de cambio está sujeta a la interacción de las libres fuerzas de oferta y demanda de divisas (tipo de cambio flotante). Para la simulación de los efectos de distintas medidas de política económica se acudió a la combinación de instrumentos fiscales, monetarios y cambiarios, como las autoridades económicas lo hacen en la vida real. Se diseñaron y evaluaron algunos escenarios de política fiscal y monetaria expansiva (de impulso al ciclo económico) y políticas fiscales y monetarias contractivas (de desaceleración del ciclo económico), política cambiaria y políticas combinadas manipulando instrumentos fiscales y monetarios a la vez. El propósito de la política económica es suavizar el ciclo económico para reducir las crisis, p. ej., en una recesión se da prioridad a las medidas de política económica expansiva (aumento del gasto público, disminución de impuestos, incremento de la oferta monetaria, etc.), y en las fases expansivas se utiliza instrumentos contractivos para frenar el crecimiento acelerado del producto, lo cual pueda conllevar a un problema mayor de sobreproducción.

En la tabla 5 se definen de manera arbitraria doce escenarios de política económica para ser analizados y evaluados con el modelo de demanda agregada disponible. Lo que se pretende mostrar es el efecto que ejerce cada variable de control de política (estímulo) en el Producto Interno Bruto (respuesta), p. ej., al modificar la tasa de interés real se modifica la inversión privada, y esta modificación se transmite a través de la ecuación de la inversión privada al PIB de acuerdo con el interrelacionamiento de las variables que se aprecia en el gráfico de flujo dinámico del modelo de demanda agregada. De acuerdo con la especificación del modelo, las variables exógenas se han dividido en cuatro tipos: política fiscal, política monetaria, política cambiaria y variables internacionales. Las tres primeras son instrumentos que de una u otra manera pueden controlar las autoridades económicas dentro de ciertos valores, a partir de determinados objetivos y restricciones internas (institucionales y de política) y externas.

Aplicando distintos valores en las variables exógenas que acompañan los parámetros en cada una de las ecuaciones del sistema, se logró estimar cómo aumentos/disminuciones en las variables de control de la política fiscal (gasto público corriente y gasto público de inversión), política monetaria (oferta monetaria y tasa de interés real), política cambiaria (tipo de cambio nominal) y alteraciones en el crecimiento del PIB industrial de los Estados Unidos afectan positiva o negativamente el PIB con

las respectivas consecuencias que se desencadenan en otras variables como el empleo, el déficit fiscal, etcétera.

Para efectos de la simulación, se tomó el PIB de referencia \$ 683.707,2² en miles de millones de pesos de 2015 calculado a partir de las ecuaciones estimadas del MES incluido el gasto público con su multiplicador. A través de diversas combinaciones de medidas de política económica para un periodo de un año (p. ej., 2023), considerando que se tomó como año base de la serie estadística el 2022, y con respecto a este año se hizo la comparación respectiva.

La tabla 6 recoge los resultados de los impactos en porcentajes que permiten visualizar qué tipo de medidas pueden ser más efectivas para los propósitos de la política económica, así, p. ej., un aumento del gasto público corriente en 5 % incrementaría el PIB real en 0,9 %, pero si se eleva el gasto público de inversión (formación bruta de capital fijo) en 8 %, el PIB podría crecer en 0,3 %. De otro lado, una reducción de la tasa de interés real (tasa de interés nominal menos inflación) aumenta el PIB en 0,1 % vía aumento de la inversión privada de 2,5 %. Por su parte, el aumento de la oferta monetaria del 5 % por parte del Banco Central, p. ej., a través de alguna operación de mercado abierto (OMA) como la venta de bonos del Gobierno tiene un importante efecto expansivo en el PIB de 5,1 %; siendo esta medida un tanto delicada por sus efectos inflacionarios con fuertes repercusiones en el deterioro del poder de compra de los consumidores.

El modelo también permite estimar los efectos de políticas fiscales y monetarias aplicadas de manera combinada o simultánea, p. ej., un aumento del gasto público de inversión (construcción o mejoramiento de carreteras, hidroeléctricas, puertos, aeropuertos, vivienda de interés social, entre otras) de 8 % y una reducción de un punto porcentual en la tasa de interés real incrementarán el PIB en 0,6 %.; pero la misma medida aplicada en forma opuesta generará un decrecimiento del PIB en la misma magnitud. Por último, a manera de ilustración, un crecimiento del PIB industrial de los Estados Unidos de 2 % incrementaría el PIB colombiano en 0,3% (véase tabla 6).

² $PIB = CP + IP + GPC + GPI + (x - m)$, reemplazando tenemos: $83.707 = 442.065 + 186.637 + 119.834 + 23.078 + (137.473 - 225.381)$.

Tabla 6. Simulación del impacto de las medidas de política económica en el PIB (%).

Escenarios simulados	Algunos ejemplos de medidas arbitrarias de política económica	Impacto en el PIB (%)
A. Choques o alteraciones internas:		
1	Aumento GPC en 5 %	0,9
2	Aumento GPI en 8 %	0,3
3	Reducción GPC en 5 %	-0,9
4	Reducción GPI en 8 %	-0,3
5	Reducción tasa interés en 2 %	0,1
6	Aumento oferta monetaria en 5 %	5,1
7	Aumento tasa interés en 2 %	4,4
8	Disminución oferta monetaria en 5 %	-4,7
9	Aumento TCN en 6 %	-1,5
10	Aumento GPI en 8 % y reducción R en 1 %	0,6
11	Disminución GPI en 8 % y aumento de R en 1 %	-0,6
B. Choques o alteraciones externas:		
12	Crecimiento del PIB industrial USA en 2 %	0,3

GPC: Gasto público en consumo; GPI: Gasto público en inversión; TCN; Tasa de cambio nominal; R: Tasa de interés interbancaria. El modelo permite probar distintas medidas de política económica que el *policy maker* determine.

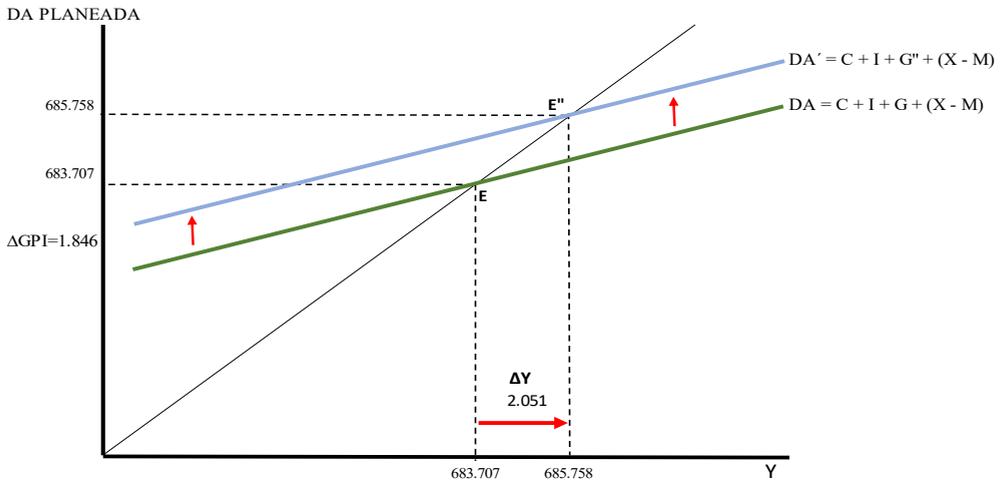
Fuente: elaboración propia (2023).

Las perturbaciones de la demanda agregada por lo general se traducen en variaciones de la producción a corto plazo de la misma cuantía (Jones, 2009). Tomando como referencia el segundo escenario de política fiscal expansiva con aumento del gasto público del 8 %, la demanda agregada se incrementaría en 0,3 %, es decir, se pasaría de \$ 683.707 miles de millones de pesos de 2015 a \$ 685.758 miles de millones de pesos del mismo año. Ante un incremento del gasto público en inversión, la curva de demanda agregada se desplazará hacia arriba y a la derecha, es decir, la producción nacional se expandirá con un efecto positivo sobre el empleo, como se indica en las cifras de demanda agregada inicial y final, ilustrado su desplazamiento en la figura 2.

$$DA_{\text{INICIAL}} = \$ 683.707 = \$ 442.065 + \$186.637 + \$119.834 + \$23.078 + (\$ 137.473 - \$225.381)$$

$$DA'_{\text{FINAL}} = \$ 685.758 = \$ 442.065 + \$186.637 + \$119.834 + \$24.925 + (\$ 137.473 - \$225.381)$$

Figura 2. Expansión de la demanda agregada ante un incremento del gasto público.



Fuente: elaboración propia (2023).

5. CONCLUSIONES

La estabilidad macroeconómica se constituye en una condición transcendental para asegurar el sostenimiento de los recursos fiscales y, por consiguiente, el financiamiento de las intervenciones gubernamentales de conformidad con los límites y restricciones impuestas por la Constitución y la ley. Así, el Título XII de la Constitución Política de Colombia de 1991 define el régimen económico y de la hacienda pública, en los capítulos 1 a 6 se precisan las actuaciones del Estado en cuanto a los planes de desarrollo, el presupuesto público, la distribución de recursos y competencias, la finalidad social del Estado y de los servicios públicos y las funciones de la banca central como autoridad económica en materia monetaria, cambiaria y crediticia.

En el marco de la teoría y de la política económica a lo largo de su historia comprometidas con la consecución de sus objetivos magnos, se han desarrollado modelos econométricos de diversos tipos para comprender el funcionamiento de la economía y, de este modo, simular los efectos de distintas medidas de política económica y actuar en consecuencia dentro de los límites de la economía como disciplina social y de las competencias constitucionales y legales actuales.

En las ecuaciones de demanda se condensa la comprensión del funcionamiento de la macroeconomía moderna tanto a nivel teórico como aplicado. El modelo de demanda agregada aquí concebido goza de adecuadas propiedades estadísticas y empíricas, aunque, como todo modelo econométrico es susceptible de mejoras; p. ej.,

sería deseable incorporar series macroeconómicas de frecuencia trimestral y con periodos más largos (más de tres décadas), lo cual implicaría hacer retropolación a partir de series con diferente año base. Este proceso requiere de información muy detallada y de un esfuerzo institucional enorme por parte del DANE que permita empalmar las series temporales; infortunadamente este trabajo técnico escapa a los alcances de esta investigación.

REFERENCIAS

- Akerlof, G. A. y Shiller, R. J. (2009). *Animal Spirits: How Human Psychology Drives the Economy, and Why It Matters for Global Capitalism*. Princeton University Press.
- Banco de La República. (2017). *Informe sobre inflación de marzo*. Departamentos de Modelos Macroeconómicos. Recuadro 2. El modelo PATACON. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/isi_rec2_mar_2017.pdf
- Blanchard, O. (2016). ¿Tienen futuro los modelos DSGE? *Revista de Economía Institucional*, 18(35), 39-46. doi: <https://doi.org/10.18601/01245996.v18n35.03>
- Brown, T. M. (1970). *Specification and uses of econometric models*. London: Macmillan.
- Buda, R. (1994). La modélisation macroéconomique comme processus de communication : pour une formalisation finaliste des équations de comportement. (U. d. 10, Ed.) GAMA-MODEM CNRS, 1-22.
- Cuadrado R., J. (Ed.). (2010). *Política económica: elaboración, objetivos e instrumentos* (4ª. ed.). McGraw Hill/Interamericana.
- Engle, R. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom Inflation. *Econometric*, 50(4), 987-1008. <http://www.econ.uiuc.edu/~econ536/Papers/engle82.pdf>
- Fernández, A., Parejo, J. M. y Rodríguez, L. (2006). *Política económica* (4ª. ed.). McGraw Hill/Interamericana.
- Galán Figueroa, J. (2015). Políticas y modelos en Tinbergen y Muth. (F. d. División de Estudios de Posgrado, Ed.). *Economía Informa*, (390), 83-96. <http://www.economia.unam.mx/assets/pdfs/econinfo/390/04GalanFigueroa.pdf>
- Granger, C. W. (1986). Developments in the study of cointegrated economic variables. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 3(48), 213-228. <https://homepage.ntu.edu.tw/~kslin/macro2009/Granger%201986.pdf>
- Guillaume, M. (1971). *Modèles économiques*. P. U. F. Coll. Themis.
- Gujarati, D. N. y Porter, D. C. (2010). *Econometría* (5ª. ed.). (P. C. Villarreal, Trad.). McGraw Hill / Interamericana Editores S. A. (Obra original publicada en 2009).
- Hidalgo V., M. E. (2024). *La cuestión del trabajo en Colombia. Crisis en el trabajo y en los medios de subsistencia* (1ª. ed.). Editorial Universidad de Nariño. <https://sired.udenar.edu.co/13080/1/13080v4.pdf>

- Intriligator, M. D. (1990). *Modelos econométricos, técnicas y aplicaciones* (1ª. ed.). (R. N. Zúñiga, Trad.) Fondo de Cultura Económica. (Obra original publicada en 1978).
- Intriligator, M., Bodkin, R. G. & Hsiao, C. (1996). *Econometric Models. Techniques and applications* (2nd ed.). Pearson.
- Jones, C. I. (2009). *Macroeconomía* (1ª. ed.). (E. R. Toharia, Trad.). Barcelona: Antoni Bosch editor S. A. (Obra original publicada en 2008).
- Klein, L. R. (1981). *Econometric models as guides for decision-making*. New York: Free Press.
- Kydland, F. E. & Prescott, E. C. (1977). Rules rather than discretion: The inconsistency of optimal plans. *Journal of Political Economy*, (85), 473-491. <http://www.finnkydland.com/papers/Rules%20Rather%20than%20Discretion%20The%20Inconsistency%20of%20Optimal%20Plans.pdf>
- Le Gall, I. M. (2016). *Emploi-chômage en Europe: des chemins difficiles pour sortir de l'imipasse. Regards sur l'actualité*, (224).
- Loria, E. (2006). En defensa de la macroeconometría estructural. *Revista de Estudios de Economía Aplicada*, 24(1), 277-297. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30113179011>
- Loria, E. (2007). *Econometría con aplicaciones* (1ª. ed.). Pearson Educación.
- Lucas, R. E. (1983). Econometric policy evaluation: A critique. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy*, 1, 19-46. <https://people.bu.edu/rking/REmodels/lucascr.pdf>
- Marshall, A. (1920). *Principles of Economics*. (8ª. ed.). Palgrave Macmillan. (Obra original publicada en 1890).
- Muth, J. (1961). Rational expectations and the theory of price movements. *Econometrica*, 29(3), 315-335. <https://www.parisschoolofeconomics.eu/docs/guesnerie-roger/muth61.pdf>
- Nelson, C. R. & Plosser, C. I. (1982). Trends and random walks in macroeconomic time series. Some evidence and implications. (N.-H. P. Company, Ed.). *Journal of Monetary Economics*, (10), 139-162. <https://hedibert.org/wp-content/uploads/2015/03/nelson-plosser-1982.pdf>
- Novales, A. (2009). Datos y modelos en el análisis de política macroeconómica. *Discurso preparado para la recepción como Académico de número en la Real Academia de Ciencias Morales y Políticas* (págs. 1-17). Universidad Complutense de Madrid. <https://www.ucm.es/data/cont/docs/518-2013-11-27-Discurso%204%20sin%20agra.pdf>
- Pérez, J. (2006). Algunas consideraciones en torno a las técnicas econométricas. Comentarios al artículo "En defensa de la macroeconometría estructural". (A. I. Aplicada, Ed.). *Estudios de Economía Aplicada*, 24(1), 299-310. <https://www.redalyc.org/pdf/301/30113179012.pdf>
- Pigou, A. C. (1932). *The economics welfare* (4ª. ed.). London: Macmillan and Co, Limited St. Martin's Street.
- Pulido, S. (1987). *Modelos econométricos* (1ª. ed.). Ed. Pirámide.
- Rincón, H., Rodríguez, D., Toro, J., & Téllez, S. (2014). Fisco: Modelo fiscal para Colombia. *Borradores de economía. Banco de la República*, (855), 1-82. https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/be_855.pdf

Sims, C. A. (1980). Macroeconomic and reality. *Econometrica*, 48(1), 1-48. <https://www.pauldeng.com/pdf/Sims%20macroeconomics%20and%20reality.pdf>

Sims, C. A., Goldfeld, S. M. & Sachs, J. D. (1982). Policy analysis with econometric models. *Brookings Institution Press*, (1), 107-164. https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/1982/01/1982a_bpea_sims_goldfeld_sachs.pdf

Suescún, R. y Steiner, R. (2017). *Un modelo de equilibrio general dinámico para la evaluación de la política económica en Colombia*. Fedesarrollo. https://www.repository.fedesarrollo.org.co/bitstream/handle/11445/3449/Repor_Julio_2017_Suescun_y_Steiner.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Tinbergen, J. (1952). *On the theory of economic policy* (1ª. ed.). North-Holland Publishing.

Tinbergen, J. (1967). *Economic policy: Principles and design* (1ª ed.). North-Holland Publishing Company.

ANEXOS

Anexo 1. Evaluación de la capacidad predictiva del modelo de demanda agregada.

Indicadores	Consumo privado	Inversión privada	Exportaciones	Importaciones	Cuenta corriente
Raíz del error cuadrático medio (Root Mean Squared Error)	0,011343	0,0044905	4571,637	0,037548	5599,302
Error absoluto medio (Mean Absolute Error)	0,009112	0,036801	3993,44	0,029768	4580,336
Error absoluto medio del porcentaje de error (Mean Abs. Percent Error)	0,070595	0,314065	4,16551	0,255523	27,43932
Coefficiente de desigualdad de Theil (Theil Inequality Coefficient)	0,000441	0,001910	0,022338	0,001608	0,100206
Proporción de sesgo (Bias Proportion)	0,008865	0,0022652	0,000337	0,000000	0,000000
Proporción de varianza (Variance Proportion)	0,039817	0,007563	0,008843	0,004237	0,038306
Proporción de covarianza (Covariance Proportion)	0,951317	0,989784	0,990821	0,995763	0,961694
Theil U2 Coefficient	0,239365	0,267923	0,483422	0,348498	0,639398

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 2. Estadísticas básicas de las variables en el modelo de demanda agregada.

Estadístico	DA	CP	IPT	X	M	CC
Mean	719738.6	389919.9	134915.8	97437.67	121525.6	-24087.90
Median	706535.3	379941.7	134944.2	96965.17	112625.8	-18295.97
Maximum	986134.0	532238.7	213580.0	132154.8	186822.0	-6.190.792
Minimum	470697.9	282121.5	56921.42	55744.29	69192.30	-64938.00
Std. Dev.	181852.9	85077.47	50407.77	27470.90	35757.83	15973.78
Skewness	0.176668	0.312899	0.054307	-0.098254	0.404750	-1.049.168
Kurtosis	1,485506	1,589209	1,635575	1,511318	1,802371	3,218906

Estadístico	DA	CP	IPT	X	M	CC
Jarque-Bera	2,418540	2,381955	1,873451	2,254789	2,089604	4,450935
Probability	0.298415	0.303924	0.391909	0.323876	0.351761	0.108017
Sum	17273727	9358078.	3237978.	2338504.	2916614.	-578109.5
Sum Sq. Dev.	7.61E+11	1.66E+11	5.84E+10	1.74E+10	2.94E+10	5.87E+09
adf	-3,012	3,005	-3,005	-3,005	-3,005	3,012
Prob (ADF)	0,0022	0,0041	0,0005	0,0051	0,0068	0,0276
Obs	24	24	24	24	24	24

DA = Demanda agregada; CP = Consumo privado; IPT = Inversión privada; x = Exportaciones; m = Importaciones; cc = Cuenta corriente

Augmented Dickey-Fuller Test (ADF) con un valor crítico de 5 % según MacKinnon (1996)

ADF: DA= con tendencia e intercepto y un rezago; CP = con intercepto, tendencia y un rezago; IPT = con intercepto, tendencia y un rezago; x = con intercepto, tendencia y un rezago; m = con intercepto, tendencia y un rezago; cc = con intercepto, tendencia y un rezago.

Fuente: elaboración propia (2023).

Anexo 3. Coeficientes de las ecuaciones del modelo estimados por distintos métodos.

Método de estimación	MCO	MC2E	MC2EP	MC3E
Consumo privado:				
c	1,562549	1,562549	1,562549	1,722433
lcp(-1)	0,754514	0,754514	0,754514	0,734394
d(lpib(-1))	0,160519	0,160519	0,160519	0,18821
d(lpib)	0,845991	0,845991	0,845991	0,834905
lm3(-1)	0,128615	0,128615	0,128615	0,136572
d(tcr)	-0,003212	-0,003212	-0,003212	-0,002582
Inversión privada:				
c	-1,187772	-2,507403	-2,50740	-2,390077
lipt(-1)	0,643166	0,473607	0,473607	0,497226
r(-1)	-0,009339	-0,012472	-0,012472	-0,011512
d(tcn)	-0,265315	-0,24516	-0,24516	-0,271452
lpib	1.578.291	1.493.306	1.493.306	1.509.196
lpib(-1)	-1,165303	-0,828642	-0,828642	-0,875039

Método de estimación	MCO	MC2E	MC2EP	MC3E
Exportaciones:				
c	-523988,1	-518599,1	-518599,1	-589660,8
x(-1)	0,241671	0,254974	0,254974	0,17257
d(indusa)	0,002973	0,002773	0,002773	0,004585
tcn	34062,12	33004,61	33004,61	32606,65
lbkmp	41183,19	41045,78	41045,78	48646,17
Importaciones:				
c	-4.091.255	-4.316.009	-4.316.009	-4.140.295
lindusc	0,364155	0,408914	0,408914	0,378337
tcn	-0,175435	-0,205004	-0,205004	-0,166446
ldemin(-1)	0,831130	0,814406	0,814406	0,823604
aperco	3.968.754	4.192.009	4.192.009	3.814.741
Cuenta corriente:				
c	603575,9	600423,5	600423,5	583555,9
d(cc(-1))	0,348952	0,356076	0,356076	0,316446
tcn	48197,2	46829,43	46829,43	45279,7
lpib(-1)	-64707,26	-63974,07	-63974,07	-62141,17

Fuente: elaboración propia (2023).