

UN MODELO ECONÓMICO IS-LM PARA UNA ECONOMÍA PEQUEÑA Y ABIERTA: EL CASO DE COLOMBIA 2000-2014*

An econometric model IS-LM to small and open economy: Colombian case 2000-2014

*Jaime Flórez Bolaños***

*María Fernanda Parra Parra****

*Angie Parra Parra****

*Jhon Edison Martínez García****

* El presente documento forma parte del proyecto de investigación “Sistema Adaptativo de Modelación Económica: S.A.M.I?”, financiado por la Universidad Católica de Pereira.

** Magister en Economía. Pontificia Universidad Javeriana - Bogotá. Contacto: jaime.florez@ucp.edu.co

*** Estudiantes IX semestre de Economía de la Universidad Católica de Pereira, modalidad “Residencia en Línea”, II-2016. Contactos: mafep90@hotmail.es, angieparra-96@hotmail.com, jemg_@hotmail.com.

RESUMEN:

Este documento tiene por objeto estimar las trayectorias de las principales variables macroeconómicas de la economía colombiana, a partir de un modelo econométrico IS-LM abierto simple en el período 2000I-2014IV, en el marco del programa de transformación productiva (PTP) del gobierno nacional. Se encontró que las variables endógenas (Consumo privado, Inversión Privada, Gasto Público, Exportaciones Netas, Inflación con regla de Taylor) del modelo presentan una tendencia creciente asociada al ciclo económico.

PALABRAS CLAVES:

Macroeconometría, Modelo IS-LM-BP, Tendencias, PTP, Economía abierta.

ABSTRACT:

This paper aims to estimate the trajectories of the main macroeconomic variables of the Colombian economy, from an IS-LM simple open econometric model in the period 2000I-2014IV, under the Productive Transformation Program (PTP) national government. It was found that endogenous variables (private consumption, private investment, government spending, net exports, inflation Taylor rule) of the model show an increasing trend associated with the economic cycle.

KEYWORDS:

Macroeconometrics, Model IS-LM-BP, Trends, PTP, Open economics.

UN MODELO ECONOMÉTRICO IS-LM PARA UNA ECONOMÍA PEQUEÑA Y ABIERTA: EL CASO DE COLOMBIA 2000-2014*

Para citar este artículo: Flórez Bolaños, Jaime, Sánchez Parra, María F., Parra, Angie, Martínez, Jhon E. (2016). "Un modelo econométrico IS-LM para una economía pequeña y abierta: El caso de Colombia 2000-2014". En: Revista Académica e Institucional Páginas de la UCP N° 99 (Enero-Junio de 2016); pp. 85-102

Primera versión recibida el 7 de Marzo de 2016. Versión final aprobada el 01 de Mayo de 2016

La economía nacional se genera con los nuevos conocimientos de las unidades territoriales y mediante una globalización integradora de los procesos económicos, sociales y culturales. Así, un elemento característico hoy en día es la integración de las unidades económicas de un país en el ámbito internacional (Lobo, López y Seguí, 2000).

La problemática económica, desde una perspectiva regional en el proceso de globalización de la economía, es uno de los aspectos fundamentales a los que se enfrentan los economistas hoy en día (Mendoza, 2007). Los intereses están en determinar tendencias de crecimiento y/o desarrollo económico para las unidades regionales; proponer políticas efectivas para efectos de revertir tendencias negativas y analizar los efectos regionales de la inserción del país en la dinámica internacional marcada por la liberación de los mercados. Todo ello se ha convertido en el punto neurálgico de la política económica regional, tanto de políticos de turno como de académicos.

El análisis general de la problemática económico-regional requiere una metodología especialmente orientada a captar las complejas interrelaciones inherentes a la misma para,

de esta forma, mejorar el conocimiento que los investigadores tiene acerca de la realidad regional (Melchor, 1995). De la misma manera, el desarrollo económico necesita tener en cuenta tanto los aspectos de oferta como de demanda, y en este sentido, la configuración de los modelos Insumo-Producto¹ constituye un aporte de interés para analizar y conocer los efectos que diversas medidas de política económica pueden tener sobre el desarrollo regional (Argüelles, Benavides y Bilbao, 2005).

Los encargados de hacer la política económica de turno necesitan contar con estudios regionales, los cuales permitan establecer posible patrones de comportamiento a futuro. Un buen punto de partida importante es asemejar las regiones a un país pequeño. De esta manera, el análisis global de la problemática económica regional precisaría una metodología especialmente orientada a captar los complejos procesos propios a la misma, para de esta forma mejorar el conocimiento que los investigadores tienen de la realidad económica.

Adicionalmente, Colombia presenta en este momento dos coyunturas muy importantes. La primera de ellas es el horizonte de planeación prospectiva para los próximos 20 años; la

¹ Una característica importante de los modelos de equilibrio general computable es que permiten capturar las relaciones intersectoriales. Para esto requieren de una matriz insumo producto.



Administración Uribe estructuró dos grandes programas para esto. El primero de ellos fue “Visión Colombia 2019”, con el fin de convertir a Colombia en un país más incluyente, con menos pobreza y sobre todo más seguro. Se incluyen en ese programa 17 estrategias que apuntan a la formulación de políticas públicas sectoriales, en materias de crecimiento económico, infraestructura física, capital humano, y desarrollo social y territorial, entre otras. El segundo programa fue el de “Transformación productiva²”, que tiene como eje central la configuración de nuevos sectores estratégicos para acelerar el crecimiento económico del país y alcanzar una tasa del 8% a 2032, que logre el objetivo de hacer de Colombia un país de ingreso medio-alto. La segunda coyuntura es el proceso de negociación del cese de hostilidades entre gobierno y FARC, para poner fin a uno de los conflictos más largo en América Latina y el mundo. De darse un escenario de paz, se requieren elementos prospectivos de implementación del acuerdo y sus posibles efectos a nivel regional.

Con todo lo anterior, las regiones resultan ser el principal motor del país para potencializar la economía nacional, apuntando a la meta de un país de ingresos medio a 2032 y la finalización del conflicto armado. El presente documento tiene por objeto presentar las tendencias a 2032 de las principales variables macroeconómicas de Colombia como elemento complementario al “Sistema Adaptativo de Modelación Económica - S.A.M.i”, esto teniendo como marco de referencia el programa de transformación

productiva (PTP). A continuación se analizan los hechos estilizados de la economía Colombia por quinquenio; luego, se muestra los aspectos metodológicos, seguido por el marco teórico y los resultados; finalmente se concluye.

Algunos Hechos Estilizados

Durante la primera década del siglo XXI, la economía colombiana presentó un crecimiento sostenido en promedio del 4,6%, con lo cual llegó a ser la tercera economía de América Latina (en adelante LATAM), destacada por sus logros en materia de superación de la pobreza. Este panorama de crecimiento se encuentra fundamentado en los planes de gobierno de la administración Uribe (I, y II) y Santos (I y II). La administración Uribe tuvo como eje central la política de seguridad democrática, con el fin de devolver la confianza inversionista internacional, así como reducir los grupos al margen de la ley en el marco de la APTDEA³ (PND 2006-2010). Por su parte, la administración Santos, apalancada en los éxitos de la administración anterior, ha dedicado buena parte de su programa de gobierno a ampliar la cobertura educativa, vivienda y reducción de la pobreza desde las nuevas tendencias de su medición (PND 2010-2014).

2 “...El Programa de Transformación Productiva es una de las herramientas dispuestas por el Gobierno Nacional para la ejecución de la Política Industrial que conduzca al Desarrollo Productivo del país y con la que se generan entornos más competitivos y empresas más fuertes y productivas...” (Tomado de <https://www.ptp.com.co/contenido/contenido.aspx?catID=607&conID=1>)

3 Ley de preferencias arancelarias andinas y erradicación de la droga (Andean Trade Promotion and Drug Eradication Act – ATPDEA, por sus siglas en ingles).

Tabla 1. Principales variables macroeconómicas 2000-2014
promedio quinquenal (Datos DANE)

Variab les	2000-2005	2005-2010	2010-2014
Consumo	74,63%	69,69%	67,50%
Inversión	14,86%	19,58%	22,23%
Gasto público	10,08%	14,25%	17,95%
Impuesto de renta	3,49%	5,32%	6,48%
Exportaciones	14,54%	14,39%	13,79%
Tasa de desempleo	14,32%	11,66%	10,31%
Valor agregado	82,01%	77,72%	74,48%
Importaciones	15,09%	18,62%	21,90%
Oferta monetaria	22,64%	34,58%	46,30%
Tasa de intervención	8,07%	6,66%	3,94%
TCR	2345	2076	1863

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 1 presenta la participación de las principales variables macroeconómicas de Colombia durante el período 2000–2014, con respecto al PIB. Como se puede observar, el consumo de los hogares ha ido perdiendo participación a lo largo de la década al pasar de un 74,63% a un 67,5%. Por su parte, la inversión ha ganado un poco más de 7 puntos porcentuales (en adelante pp) para cerrar el período de análisis en un 22,23%, frente al 14,86% del primer quinquenio. Esto se debe en parte a una reducción de la tasa de interés de casi 4pp. Entre el 2000 y el 2005 la tasa de intervención estuvo en promedio sobre el 8%; para el 2005 y el 2010 la tasa estaba en 6,6% (promedio) y para el 2010 y 2014 la tasa cerró en 3,94% (promedio), evidenciando la reacción que tiene la inversión en relación con la tasa de interés. Una sinergia adicional se da sobre la tasa de desempleo, la cual presentó una reducción de casi 4 pp.

La contribución del gasto público ha mostrado un crecimiento significativo, si se considera

la regla fiscal de mediano plazo que obliga al gobierno a mantener determinados niveles de gasto en relación con sus ingresos (disciplina fiscal + estabilidad macroeconómica). Para el quinquenio 2000-2005 el peso relativo era de 10%, aumentando 4 pp para el quinquenio siguiente (14.25%). Entre 2010 y 2014 el gasto representó un 17,95% del PIB. El mejoramiento experimentado en el crecimiento económico se traduce en mayores niveles de tributación. En efecto, el recaudo ha experimentado un crecimiento 3 pp.

En materia de comercio exterior, se puede ver una reducción sistemática de las exportaciones para el período de análisis, pasando del 14,54% (2000-2005) al 13,79% (13,79%) y un incremento de las importaciones de casi 7 pp. Este déficit comercial se debe los efectos dejados por la crisis financiera de 2008, así como a la situación política y económica de Venezuela.

Otro efecto de la crisis financiera de 2008 fueron los procesos revaluativos producto de políticas

fiscales y monetarias internacionales expansivas, para potencializar los aparatos productivos de cada uno de los principales socios comerciales, no solo de Colombia sino de LATAM en general. A principios de la década de estudio la tasa de cambio real era de \$2345 COP / 1US\$, mientras que para 2014, el promedio de la misma fue de \$1863 COP / 1US\$. La contribución del valor agregado ha mostrado un retroceso del 7,52%. Esto puede deberse a los procesos de desindustrialización que, de alguna manera, han estado golpeando a la economía Colombia (Clavijo, Vera y Fandiño, 2012, p.11):

Durante los años 1975-2012, Colombia ha venido experimentando un proceso de desindustrialización a través del cual su relación Valor Agregado Industrial/PIB ha venido descendiendo de niveles del 24% hace tres décadas a uno del 15% hace una década y actualmente se perfila hacia tan sólo un 9%-12% en dicha relación hacia el período 2012-2020. En términos de generación de empleo, la industria aportaba cerca del 25% del total de empleo hace tres décadas, hace una década aportaba el 23%, pero actualmente sólo contribuye con el 13%. Detrás de este proceso usualmente están las llamadas “fuerzas seculares” que explican que, una vez completada la primera fase de “industrialización de manufactura simple”, se da un proceso de expansión del sector terciario de servicios, comprimiendo entonces las participaciones del sector agropecuario y manufacturero dentro del PIB.

Frente al contexto de la economía norteamericana, MINHACIENDA (2015, p. 17) plantea que ...el crecimiento de la economía estadounidense (2,4%), que superó la

proyección hecha por el FMI en el World Economic Outlook (WEO) de 0,25 pp. El crecimiento estuvo acompañado de la finalización del programa de estímulos económicos conocido como QE3 (Quantitative Easing stage 3). Esta decisión habría sido tomada, según la información disponible de la Reserva Federal de los Estados Unidos (FED), gracias a la generación de 222 mil empleos no agrícolas mensuales y a la reducción la tasa de desempleo desde 6,7% en 2013 a 5,6% al cierre de 2014. El balance de los hogares en ese país mejoró sustancialmente en 2014, en un contexto de condiciones financieras favorables y la recuperación del mercado inmobiliario, donde la venta de viviendas nuevas creció 4,1% respecto a 2013 y el Índice Case Shiller¹ de precios de vivienda aumentó de 165,6 a 172,9 puntos durante 2014 (crecimiento de 4,4%).

Estado del Arte

Este estado del arte cobra pertinencia desde las experiencias internacionales en relación con la modelación de las economías regionales más recientes, sin desconocer la importancia de los precursores de estas líneas de trabajo.

EE.UU es pionero en el tema de la modelación económica regional (Adams, Brooking, & Glickman, 1975). Estos autores elaboran un modelo econométrico para el estado de Mississippi, de corte keynesiano, con 4 bloques: producción, empleo, salarios, ingreso percapita e ingresos por impuestos. Se realiza con el fin de predecir la tendencia de la economía regional a la luz de los eventos económicos nacionales.

Cortés & Ramos (2008) muestran el efecto sobre la estructura temporal de las tasas

de interés de México a partir de diferentes choques macroeconómicos. A partir de un modelo que combina especificaciones de no arbitraje en la estructura temporal y un modelo macroeconómico para economías pequeñas y abiertas, se encontró que los choques que tienen persistencia sobre la inflación influyen sobre el nivel de la curva de rendimientos; a mediano y largo plazo el efecto sobre los rendimientos se da vía expectativas sobre las tasas de interés a futuro y primas de riesgo.

Elosegui, Escude, Garegnani y Sotes (2007) plantean un modelo económico pequeño y abierto para entender los diversos canales de los mecanismos de transmisión de la política monetaria. Se modela el comportamiento de la inflación desde la relación de Phillips, la brecha del PIB, la paridad no cubierta de intereses y la política monetaria con la regla de Taylor⁴. Los resultados indican que tienen más peso la inflación rezagada que el valor esperado de la inflación; la brecha del PIB tiene un rezago en el impacto sobre la inflación actual; la variación de la tasa de cambio real es significativa (Taylor, 1993).

Ruiz y Venegas (2007) estructuran un modelo macroeconómico de simulación para la economía mexicana con base en microfundamentos intertemporales de los agentes, a fin de determinar las dinámicas de diferentes variables macroeconómicas relevantes. Se configuran los consumidores (restricción presupuestaria, problema de decisión del consumidor, consumo, importaciones, exportaciones, saldo monetarios reales), los productores (tecnología, inversión) gobierno, identidad nacional y balanza de pagos, como

forma de bloques regidos por comportamientos funcionales en cada uno de ellos. El modelo reproduce los hechos estilizados del período 1995 - 2002.

Agenor (2003) elabora una versión simplificada del IMMPA,⁵ con el fin de examinar los efectos de la política fiscal sobre el mercado laboral y la pobreza a partir de vínculos con variables macroeconómicas. Las simulaciones se enfocan en una reducción del salario mínimo y un recorte de impuestos sobre la contratación de mano de obra no calificada. Se configuraron 9 bloques: producción, laboral, oferta y demanda, comercio exterior, precios, consumo, sector público, balanza de pagos y pobreza. Los resultados indican que una reducción en el salario mínimo puede tener un efecto significativo sobre los desempleados no calificados. El efecto de la reducción de impuestos para la contratación de mano de obra no calificada va a depender, fundamentalmente, de cómo será financiada. Se debe destacar que es un modelo basado en una matriz de contabilidad social.

Kannapiran (2003) presenta un modelo macroeconómico de pequeña escala fundamentado en el Mundell-Fleming, con frecuencia trimestral desde 1975-1995. El modelo está específicamente diseñado para los países en vías de desarrollo, con el fin de generar una alternativa de modelación, debido a su sencillez. Se estructuraron seis bloques: bloque de ingreso nacional (identidad), bloque fiscal, bloque monetario, bloque externo, bloque de empleo y el bloque de inflación.

El trabajo de McCandless, Gabrielli y Murphy (2001) evalúa diferentes esquemas de modelación

4 La regla Taylor brinda al banco central la relación entre tasa de interés nominal, PIB y Tasa de inflación, Taylor (1993).

5 IMMPA es el acrónimo de Integrated Macroeconomics Models for Poverty Analysis.

con fines de predicción de corto plazo, teniendo como referente los modelos de series de tiempo (ARIMA y VAR). Se realizaron predicciones para el PIB, importaciones y la inversión. No se estructuraron bloques.

Suriñac (1987) elaboró un modelo econométrico regional para la región de Cataluña, con el objetivo de brindar mejores elementos cuantitativos para la toma de decisiones a nivel regional. El modelo se desarrolló con base en las series del índice de producción industrial catalán, empleo de los sectores industrial-construcción y terciario, empleo no agrícola, población activa, tasa de desempleo, empleo total y tasa de actividad, para agregar los resultados finales.

López (2002) construyó un modelo de simulación uniregional para Castilla-La Mancha, siguiendo el enfoque *top-down*, tanto en sus relaciones funcionales como en los datos que utiliza. Es un modelo desagregado a dos niveles, pionero en España a un nivel de desagregación tan elevado (17 sectores), utilizando series temporales. Cuenta con 6 bloques de simulación: producción, demanda de trabajo, salarios y precios, consumo y desempleo. El período de estimación fue de 1980-1996 y los objetivos estuvieron fundamentalmente orientados hacia la predicción de mediano y largo plazo. Es una herramienta de decisión para el gobierno regional, pues permite medir la traslación de impactos de variables nacionales en una región fuertemente dependiente de la nacional.

Finalmente, Mascareñas y Díez de Castro (1989) desarrollaron el modelo LUGO⁶, que consta

de 4 sub-modelos: el poblacional, el agrícola pesquero, el industrial y el de servicios, con el fin de predecir tendencias futuras en un horizonte de tiempo de 25 años, empleando la metodología de dinámica de sistemas. Este documento es de los primeros aportes a la predicción regional para España, desde otras perspectivas de modelación.

Marco Teórico⁷.

La demanda agregada viene dada por $C_t + I_t + G_t + XN_t$. Se supone que el consumo es una función del ingreso disponible ($Y-T$); luego, la expresión puede ser escrito como:

$$C = C(Y^d) \quad (1)$$

Donde dC/dY^d es la propensión marginal a consumir ($0 < C'(Y^d) < 1$).

Se supone que el gasto de inversión es una función decreciente de la tasa de interés, r :

$$I(r) \quad (2)$$

$$\frac{dI}{dr} = I'(r) < 0 \quad (2.1)$$

El sector público se describe mediante dos variables: Gasto público (G) e impuestos (T). El gasto público es predeterminado por los gobiernos y los impuestos dependen directamente de la renta, $T(Y)$, luego:

$$\frac{dT}{dY} = T'(Y) \quad (3)$$

Es la propensión marginal a tributar o la tasa marginal de los impuestos $0 < T'(Y) < 1$.

6 La estrategia de modelación del LUGO tiene como base la dinámica de sistemas. Esta herramienta permite modelar el comportamiento temporal de diferentes variables en ambientes complejos.

7 Esta sección se basa en De Gregorio (2012).

El mercado monetario está determinado directamente por el ingreso real e inversamente con la tasa de interés real. Puede ser descrito por medio de las siguientes ecuaciones:

$$M^d = L(Y, r) \quad (4)$$

Que determina la demanda de dinero donde

$$L'(Y) > 0 \quad (4.1)$$

$$L'(r) < 0 \quad (4.2)$$

La oferta monetaria se determina de forma exógena, M^s .

Las exportaciones (X) depende directamente de la tasa de cambio real [$X = X(e)$] y las importaciones dependen inversamente de la tasa de cambio y directamente de la producción nacional [$M = M(Y, e)$]; luego:

$$X'(e) > 0 \quad (5)$$

$$M'(Y) > 0 \quad (5.1)$$

$$M'(e) < 0 \quad (5.2)$$

El flujo de capitales (FK) se encuentra determinado positivamente por la tasa de interés nacional (r) e inversamente por la tasa de interés mundial (r_w), [$FK=FK(r, r_w)$], donde:

$$K'(r) > 0 \quad (6)$$

$$K'(r_w) < 0 \quad (7)$$

La balanza de pagos se define como la sumatoria de la cuenta corriente y la cuenta de capital; la cuenta corriente se recoge como la diferencia entre las exportaciones y las importaciones:

$$BP = [X(e) - M(Y, e)] + FK(r, r_w) \quad (8)$$

Se supone que el tipo de cambio es flexible y se ajusta para mantener la balanza de pagos igual a cero (0); esto implica que la oferta monetaria extranjera es igual a la demanda de moneda extranjera.

Condiciones de equilibrio

El equilibrio en una economía abierta está dado en el mercado de bienes y servicios (Oferta agregada = Demanda agregada), en el mercado monetario ($M^d=M^s$) y por la balanza de pagos ($BP=CC-CK=0$)⁸. Esto puede ser representado a partir del siguiente sistema de ecuaciones:

$$\begin{aligned} Y &= C(Y^d) + I(r) + G_0 + [X(e) - M(Y, e)] \\ M^s &= L(Y, r) \\ X(e) - M(Y, e) + FK(r, r_w) &= 0 \end{aligned} \quad (9)$$

Para tres ecuaciones se requieren tres variables endógenas, que son Y, r y e . Las variables exógenas son G_0, M^s y r_w . Para encontrar el equilibrio se expresa como identidades de equilibrio:

$$\begin{aligned} Y - C(Y^d) - I(r) - G_0 - [X(e) + M(Y, e)] &= 0 \\ L(Y, r) - M^s &= 0 \\ X(e) - M(Y, e) + FK(r, r_w) &= 0 \end{aligned} \quad (10)$$

$$|J| = \begin{vmatrix} 1 - C' \cdot (1 - T') + M'(Y) & -I' & M'(e) - X' \\ L'(Y) & L'(r) & 0 \\ -M'(Y) & FK'(r) & X' - M'(e) \end{vmatrix} \quad (11)$$

⁸ CC: Cuenta corriente
 CK: Cuenta de Capital

Aplicado Laplace:

$$|J| = (M'(e) - X') \begin{vmatrix} L'(Y) & L'(r) \\ -M'(Y) & FK'(r) \end{vmatrix} + (X' - M'(e)) \begin{vmatrix} 1 - C' \cdot (1 - T') + M'(Y) & -I' \\ L'(Y) & L'(r) \end{vmatrix} \quad (12)$$

$$|J| = [M'(e) - X']\{L'(Y)FK'(r) + L'(r)[C'(1 - T') - 1]\}$$

A partir de las condiciones paramétricas establecidas en principio, se puede determinar que $|J| < 0$; luego, se pueden escribir las

funciones implícitas del sistema:

$$\begin{aligned} Y^* &= f(G_0, M_0^S, r_w) \\ r^* &= f(G_0, M_0^S, r_w) \\ e^* &= f(G_0, M_0^S, r_w) \end{aligned} \quad (13)$$

Al diferenciar el sistema se obtiene:

$$\begin{vmatrix} 1 - C'(1 - T') + M'(Y) & -I' & M'(e) - X' \\ L'(Y) & L'(r) & 0 \\ -M'(Y) & K'(r) & X' - M'(e) \end{vmatrix} \begin{vmatrix} dY^* \\ dr^* \\ de^* \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} dG_0 \\ dM_0^S \\ -FK_{r_w} dr_w \end{vmatrix} \quad (14)$$

El sistema econométrico a estimar viene dado por:

$$Y_t = C_t + I_t + G_t + XN_t \quad (15)$$

$$C_t = \alpha_0 + \alpha_1(Y_t - T_t) \quad (16)$$

$$I_t = \beta_0 + \beta_1 Y_t - \beta_2 i_t \quad (17)$$

$$T_t = t_0 + t_1 Y_t \quad (18)$$

$$XN_t = \gamma_0 Y^* - qY_t + ml_t(e - 1) \quad (19)$$

$$M_t^d = M_t^s \quad (20)$$

$$M_t^d = kY_t - li_t \quad (21)$$

$$M_t^s = mH_t \quad (22)$$

$$i_t = i_t^* - \frac{\Delta e_t}{e_t} \quad (23)$$

$$(SP_t - IP_t) + (T_t - G_t) + (M_t - X_t) = 0 \quad (24)$$

La ecuación (15) representa la identidad básica del equilibrio macroeconómico, donde el Ingreso, Y , es igual a la Demanda Agregada, compuesta por el Consumo Privado (C), la Inversión (I), el Consumo Público (G) y las Exportaciones Netas (XN). La ecuación (16) establece el Consumo de los hogares como una función lineal del Ingreso Disponible ($Y-T$), donde α_0

denota el Consumo que no depende del Ingreso (Consumo Autónomo) y α_1 denota la Propensión Marginal a Consumir por parte del Sector Privado. La ecuación (17) establece la Inversión como una función lineal del Ingreso y de la Tasa de Interés (i), donde β_0 denota la Inversión que no depende del Ingreso (Inversión Autónoma), mientras que β_1 y β_2 denotan el efecto sobre la Inversión de una variación del Ingreso y de la Tasa de Interés, respectivamente. La ecuación (18) relaciona los Ingresos Tributarios (T) como una proporción, t , del Ingreso y otra parte que no depende de los ingresos, t_0 . La ecuación (20) representa las Exportaciones Netas (XN) como función lineal del Producto del Resto del Mundo (Y^*), del Ingreso nacional (Y) y del Índice de Tipo de Cambio (e), donde γ_0 , q y ml , reflejan respectivamente, el efecto de una variación de cada una de estas tres últimas variables sobre las Exportaciones Netas.

La ecuación (20) muestra el equilibrio que debe de existir en el demanda monetaria y la oferta monetaria. La ecuación (21) establece la Demanda de Dinero M_t^d como una función lineal del Ingreso y de la Tasa de Interés, denotan el efecto sobre la Demanda de Dinero de una variación del Ingreso y de la Tasa de Interés respectivamente. La ecuación (22) representa la Oferta de Dinero M_t^s , la cual está dada exógenamente y es calculada como el producto entre el multiplicador monetario (m) y la Base Monetaria (H). la ecuación (23) denota la Tasa de Interés de referencia internacional, i_t^* , la Tasa de Interés Interna, i_t , el Índice de Tipo de Cambio, e_t , y la variación del Índice del Tipo de Cambio Δe_t ; por lo tanto, se define como la Tasa de Depreciación. Nótese que los ajustes del tipo de cambio garantizan que la suma de los balances en Cuenta Corriente y Cuenta de Capital sea cero (Ecuación 24); por ejemplo, un incremento en la Tasa de Interés Interna atrae capitales, lo cual genera una apreciación y una consecuente caída en las Exportaciones Netas, manteniendo así el equilibrio en la Balanza de Pagos. Finalmente, se parte del supuesto de precios fijos, con lo cual se ignora sus efectos a través del presente modelo o, visto de otra manera, los resultados capturan cambios sólo en el corto plazo.

Metodología

Este documento tiene por objeto trazar las trayectorias de las principales variables

macroeconómicas de Colombia, tomado como referente prospectivo la agenda de competitividad del país y el programa de transformación productiva (PTP), se propone proyectar a Colombia como un país de ingresos medios, a 2032. A partir de información trimestralizada y desestacionalizada de cada variable (millones de pesos reales de 2005) proveniente del DANE, se realizaron pruebas de estacionariedad en cada variable y se estimó un modelo macreonométrico simple abierto para la economía colombiana.

Se estimaron ecuaciones de consumo, inversión, gasto público, exportaciones, importaciones, valor agregado⁹, tasa de inflación, tasa de desempleo, tasa de cambio real¹⁰, PIB de EE.UU. y oferta monetaria¹¹. El fin de estimar ecuaciones de variables como la oferta monetaria y gasto público fue trazar trayectorias de referencia (líneas de base) al interior del sistema. Se constituyeron 3 bloques de ecuaciones que fueron estimados de forma recursiva, utilizando el *software Eviews*.

Análisis de Resultados

El análisis de resultados de las ecuaciones muestra que las variables son significativas individual y globalmente. Así mismo, a partir de las pruebas estándar tradicionales para normalidad en los errores¹², heteroscedasticidad¹³ y autocorrelación¹⁴, se muestra que ninguna

9 Se estimó un función de producción Cobb – Douglas de la forma $Y = AK^\alpha L^\beta$ con α y $\beta \in (0, 1)$.

10 Es importante destacar que la $TCR = TCN^*P^e/P^d$, donde P^e son los precios extranjeros que para el presente caso es la tasa de inflación de EE.UU. y P^d es la tasa de inflación domestica.

11 M1.

12 Para poder aplicar el análisis de regresión a la relación de variables, debe cumplirse que los errores estimados se distribuyan como una distribución normal, supuesto básico que debe cumplirse es el de normalidad en los errores, esto es, $\epsilon_i \sim N(\mu, \sigma^2)$.

13 Otra de las hipótesis de partida es que la varianza de los errores condicionado a los regresores sea constante, esto es $VAR(\epsilon_i | X) = \sigma^2$.

14 La autocorrelación implica que la relación lineal entre los errores es diferente de cero, esto es $COV(\epsilon_i, \epsilon_j) \neq 0$.

ecuación presenta estos problemas. Se reconoce que existen tres variables dentro del sistema que resultan no significativas, así como algunas ecuaciones con problemas de normalidad; no

obstante, esto no se traduce en un problema para el modelo en su ajuste global y no presenta problema para su fin, que es predecir tendencias de largo plazo (Pindick and Rubenfield, 2000).

Tabla 2. Diagnóstico de las ecuaciones econométricas.

Ecuaciones	Ajuste Global (prueba F -p value)	Normalidad en los errores (p-value)	Heteroscedasticidad (Breusch - Pagan)	Autocorrelación (DW)	Muestra
Consumo	0,0000	0,2822	0,9774	1,7800	59
Inversión	0,0000	0,0929	0,4881	1,9600	57
Gasto	0,0000	0,4865	0,5083	2,0890	59
Impuesto de renta	0,0000	0,0000	0,1556	2,1700	59
Exportaciones	0,0000	0,0000	0,3276	2,4700	59
Importaciones	0,0000	0,0149	0,4343	1,7196	59
Valor agregado	0,0000	0,6547	0,5872	2,3200	59
Empleo	0,0000	0,5522	0,2384	2,1000	59
Ecuación de Phillips	0,0000	0,0890	0,8632	1,7824	59
Oferta monetaria	0,0000	0,3826	0,4352	2,3832	59
Tasa de interés (Regla de Taylor)	0,0000	0,0000	0,0152	2,1992	58
TCR	0,0000	0,1108	0,5494	1,7200	58

Fuente: Cálculos propios.

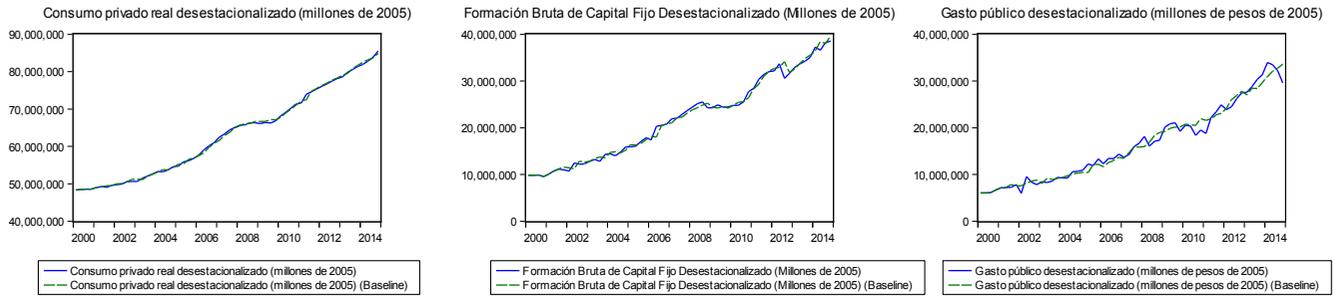
Una vez realizado el análisis tradicional de los supuestos de los modelos, se pasa a la simulación y predicción de tendencia. Se debe entender simulación a la primera parte del proceso, que consiste en ver el ajuste de cada ecuación con respecto a los valores observados.

Los resultados para las variables relacionadas con el mercado de bienes y servicios muestran una tendencia creciente en las variables del modelo. Así mismo, se puede apreciar un

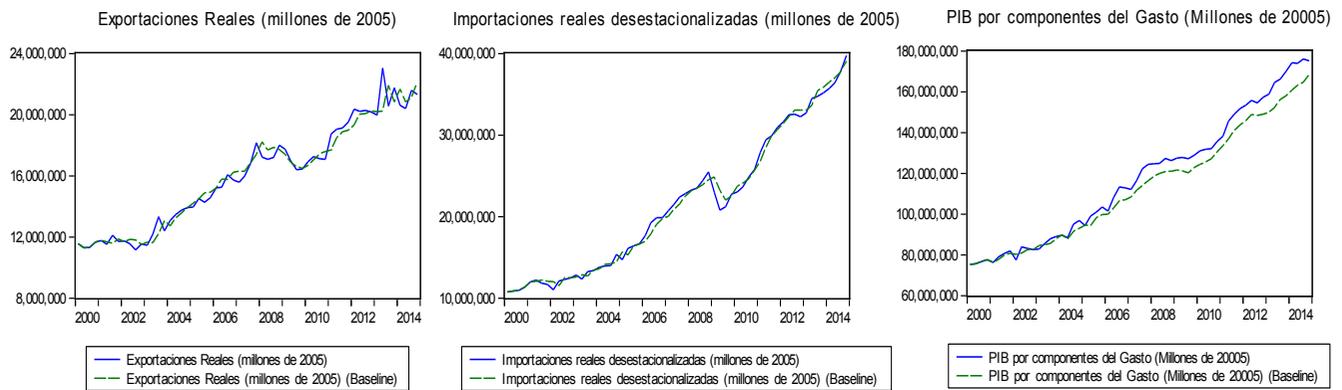
buen ajuste de los valores estimados de cada variable dependiente en relación con los valores observados de las mismas.

Para el mercado monetario se puede observar una tendencia a disminuir en los precios, así como en la tasa de interés. En relación con la oferta monetaria, esta muestra una tendencia creciente; en efecto, el sistema evidencia los alcances y relaciones teóricos, así como los postulados del modelo IS – LM.

Figura 1. Simulación del modelo: Mercado de bienes y servicios (IS).

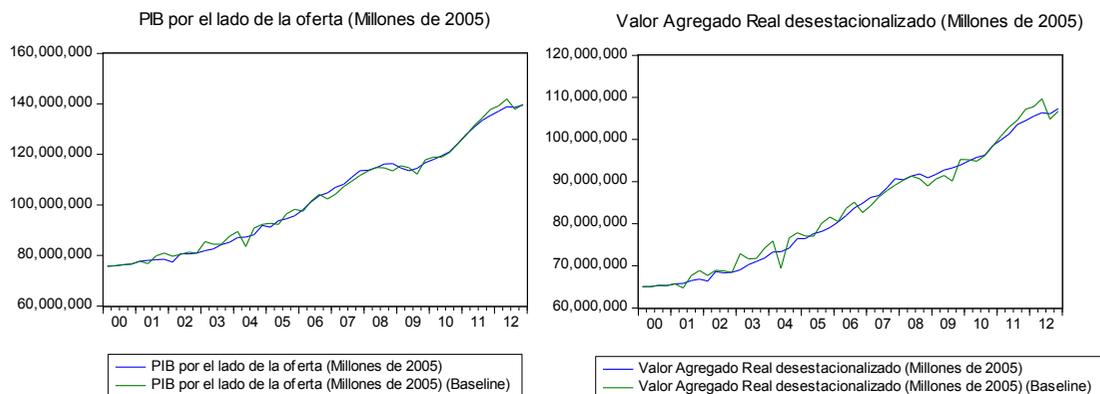


Fuente: Elaboración propia.



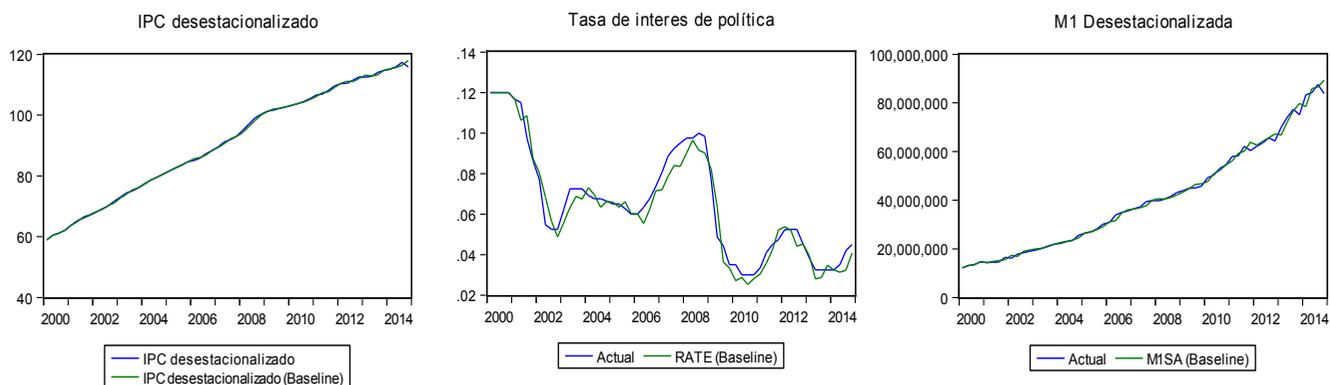
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. Simulación del modelo: Producción y Valor agregado.



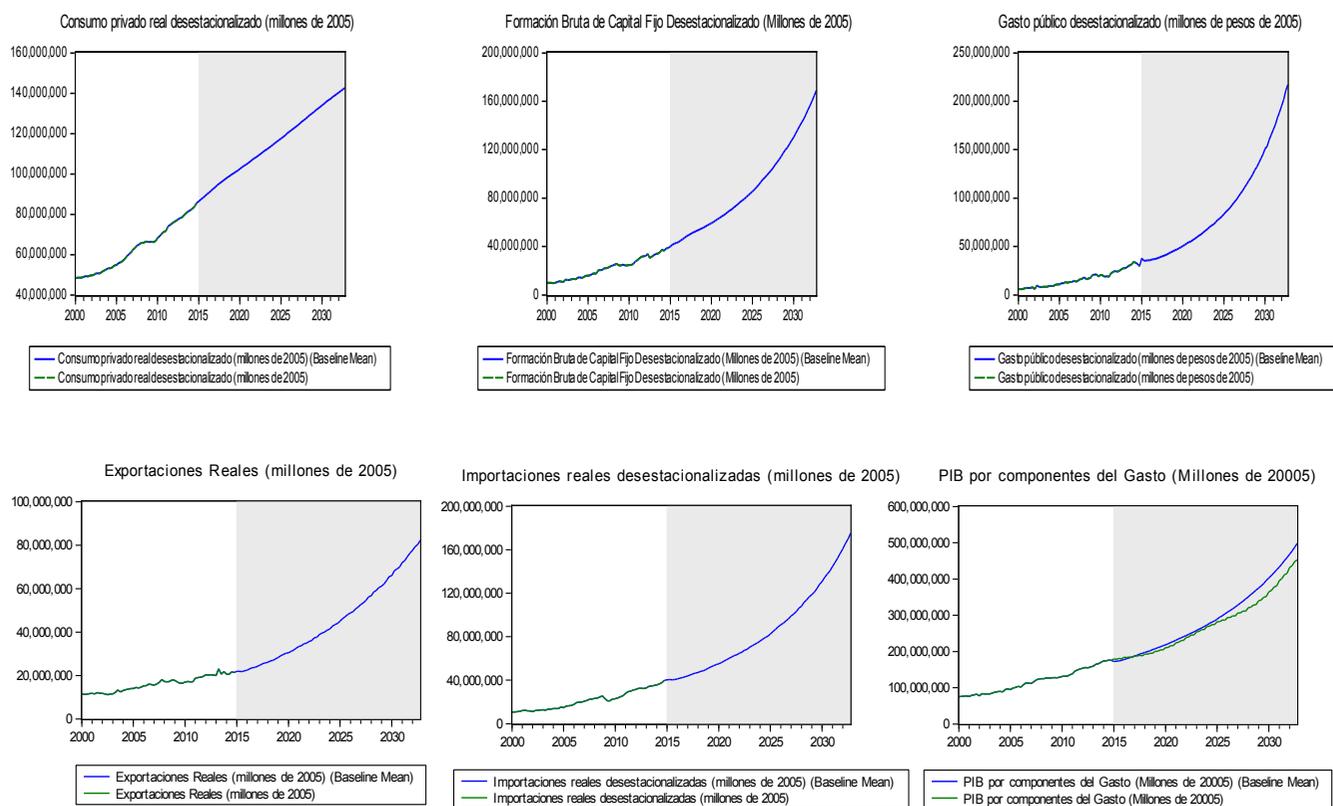
Fuente: Elaboración propia.

Figura 3. Simulación del modelo: Mercado financiero (LM).



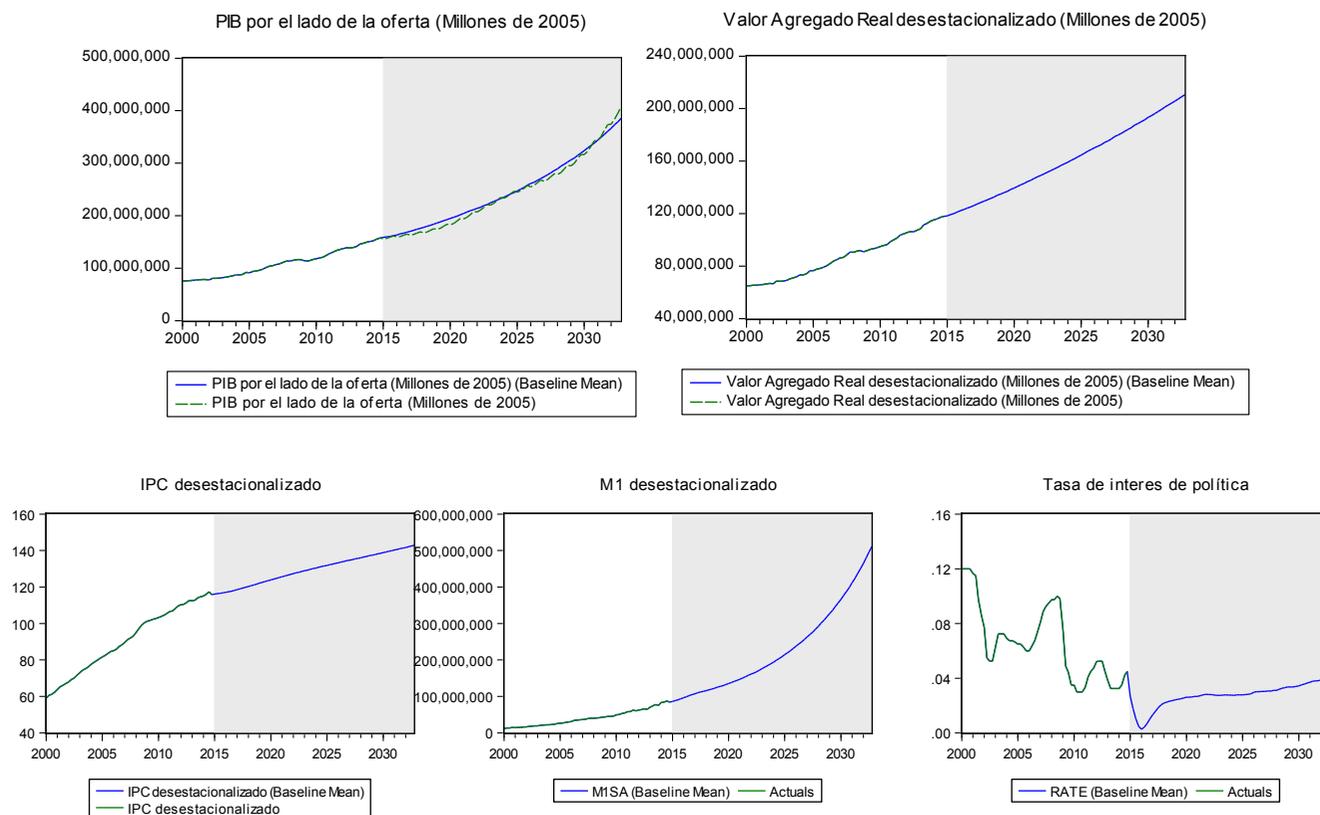
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Simulación del modelo: Proyección a 2032.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. Simulación del modelo: Proyección a 2032, Continuación.



Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4 muestra el pronóstico a 2032 (área sombreada) de todas las variables del sistema, resuelto de forma recursiva en el programa *Eviews*. Se debe destacar el comportamiento de la tasa de cambio real; en esta se observa un proceso de revaluación continuo, cerrando a 2032 en 3074 pesos/US\$. Es claro que realizar predicciones sobre la tasa de cambio a largo plazo carece de valor práctico; sin embargo, es importante modelar su comportamiento al interior del sistema dadas las dependencias; así mismo permite modelar diferentes tipos de perturbaciones.

CONCLUSIONES

El documento tuvo como objetivo establecer tendencias de referencia (líneas de base) a partir de

la estimación de un modelo macroeconómico para la economía colombiana en el período 2000 – 2014.

Inicialmente, se realizó un análisis descriptivo de las variables endógenas involucradas en las estimaciones y se encontró que el consumo ha venido perdiendo participación en el PIB del país, en favor de la inversión y el gasto público. Las exportaciones son un componente que se ha comportado de esa misma manera.

Las tendencias arrojadas por el sistema muestran un crecimiento sostenido hasta el año 2032. El análisis preliminar indica que el gobierno ha configurado un programa que permite pensar a Colombia en un país de ingresos medios, a 2032.

Se destaca que la TCR presenta una reducción sistemática. Esto puede deberse a los aspectos de especificación aunque las pruebas de rigor¹⁵ indican lo contrario.

Referencias

Adams, G., Brooking, C. & Glickman, N. (1975). On the Specification and Simulation of a Regional Econometric Model: A Model of Mississippi. *The Review of Economics and Statistics*, 57(3), 286-298.

Agenor, P.-R. (Mayo de 2003). *The Mini-integrated macroeconomic model for poverty analysis: A framework for analyzing the unemployment and poverty effects of fiscal and labor market reforms*. Obtenido de World Bank: <http://elibrary.worldbank.org/doi/pdf/10.1596/1813-9450-3067>

Argüelles, M., Benavides, C. y Bilbao, C. (2005). Aplicación de un Modelo de Equilibrio General a la Región de Asturias (MEGAAST). *Regional and Sectoral Economic Studies*, 5.

Banguero, H., Duque, H., Garizado, P. A. y Rojas, D. C. (2009). Análisis del impacto económico sobre la estructura productiva de la región del valle del cauca - Colombia, a partir de la matriz insumo producto. *III Jornadas Españolas de Análisis Input Output. Cambio Estructural y Desarrollo Sostenible*. Madrid, España.

Clavijo, S., Vera, A. y Fandiño, A. (Noviembre de 2012). *La desindustrialización en Colombia: Un análisis cuantitativo*. Obtenido de ANIF: <http://anif.co/sites/default/files/uploads/Anif-Desindustrializacion-12.pdf>

Cortés, J. F. y Ramos, F. R. (2008). Un Modelo Macroeconómico de la Estructura Temporal de Tasas de Interés en México. *Working paper, Banco de México*, 10, 1-30.

Departamento Nacional de Planeación (2006). *Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010 "Estado comunitario: desarrollo para todos"*, Bogotá: Autor.

Departamento Nacional de Planeación (2010). *Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 "Prosperidad para todos"*. Bogotá: Autor.

Elosegui, P., Escude, G., Garegnani, L., Sotés y Juan, M. (2007). *A Small Economic Model for Argentina (Summary)*. Obtenido de http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/0/29930/2007_09_CPmodelosmacro_argentinaDOC.pdf

Fair, R. (11 de Julio de 2007). *Evaluating Inflation Targeting Using a Macroeconometric Model*. Obtenido de <http://fairmodel.econ.yale.edu/rayfair/workss.htm>

Flórez, J. B. (Junio de 2012). Análisis de impacto de la agenda de competitividad sobre el PIB y el empleo: Una mirada desde la matriz insumo producto. *Economía, Gestión y Desarrollo*(13), 39-70.

González, P. J. (1964). Desarrollo regional desde el punto de vista. *Revista de Economía Política*(37), 96-160.

Granados, C. V. y Seguí, P. V. (1988). Las crisis de las políticas regionales: Un problema teórico. *Revista de estudios regionales*(21), 53-95.

Kannapiran, C. (2003). A macroeconomic model of developing economy. *Journal of the asia pacific economy*, 8(1), 41-56.

15 Prueba de especificación de Mckinon.

- Lobo, R., López, C. y Suriñac, J. (2000). Comparación de la capacidad predictiva de los modelos de coeficientes fijos frente a variables en los modelos econométricos regionales: un análisis para Cataluña. *Revista de Estudios de Economía Aplicada*(15), 125-162.
- López, V. R. (Junio de 2002). *La modelización macroeconómica regional: una aplicación de la comunidad de castilla-La mancha*. Tesis doctoral. España.
- Loria, E. (2007). *Econometría con aplicaciones*. Ciudad de México: Pearson.
- Márquez, M. A. (1999). *Modelización estadística econométrica regional: El caso de la economía extremeña*. Comunidad de Extremadura: Universidad de Extremadura.
- Mascareñas, J. y Diez de Castro, L. (1989). Lugo: Un modelo económico regional de simulación dinámica. *Documento de trabajo, 8929*, 1-54.
- McCandless, G., Gabrielli, M. F. y Murphy, T. (01 de Junio de 2001). *Modelos econométricos de predicción macroeconómica en la Argentina*. Obtenido de <http://www.bcra.gov.ar/pdfs/invest/trabajo19.pdf>
- Melchor, E. (1995). *Dinámica de sistemas y análisis económico regional. Un intento de modelización para la economía de Andalucía*. Mimeo.
- Mendoza, E. y Díaz, A. (2007). Modelización y aplicación de las nuevas teorías del crecimiento económico regional en México. *Economía, Sociedad y Territorio, VII*(25), 267-271.
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público (Junio de 2015). *Marco Fiscal de Mediano Plazo*. Obtenido de <http://www.minhacienda.gov.co/portal/page/portal/HomeMinhacienda/politicafiscal/marcofiscalmedianoplazo/2015/06232015-MFMP2015.pdf>
- Peña, R. (12 de Diciembre de 2006). *Las disparidades económicas intrarregionales en Andalucía*. Obtenido de <http://www.eumed.net/tesis/2006/arps/>
- Pindyck, R.S. y Rubinfeld, D.L. (2000). *Econometría. Modelos y pronósticos*. México, McGraw-Hill.
- Rey, S. (8 de Enero de 1999). *Integrated regional econometric and Input Output modeling*. Obtenido de <http://www-sekon.slu.se/~bkr/mistrareysperonregionalmodelling.pdf>
- Ruiz, G. L. y Venegas, M. F. (2007). Un modelo macroeconómico de simulación con microfundamentos para la economía mexicana. *Economía Mexicana*, 165-217.
- Solow, R. (1994). Perspectives on growth theory. *Journal of economic perspective*, 8(1), 45-54.
- Suriñac, J. (1987). *Modelo econométrico regional para Cataluña*. Obtenido de <http://www.tesisenred.net/handle/10803/1456>
- Taylor, J. B. (1993). Discretion versus policy rules in practice. *Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy* 39, 195-214.
- Weber, R. (1987). Regional Econometric Modeling and the New Jersey State model. *Regional econometrics modelling*, 1, 13-39.

