



Documento de Trabajo No. 2010-10

[Working Paper]

**“Modelo Dinámico para Análisis y Pronóstico
del Producto Interno Bruto”:
Un Enfoque Fiscal
Aplicando un Modelo SVAR**

por

Paúl A. Carrillo

Centro de Estudios Fiscales - SRI [pacarrillo@sri.gob.ec]

Autorizado por:

Mauro Andino

Noviembre 2010

La serie Documentos de Trabajo del Centro de Estudios Fiscales tiene por objeto difundir investigaciones sobre temas fiscales, tributarios y de teoría y política económica en general que sean de especial relevancia para el Ecuador.

El presente artículo es de exclusiva responsabilidad de sus autores y no necesariamente representa la posición oficial del Centro de Estudios Fiscales ni del Servicio de Rentas Internas. El contenido se puede difundir siempre que sea sin fines comerciales y con la condición de reconocer los créditos correspondientes refiriendo la fuente bibliográfica.



...le hace bien al país!

García Moreno y Sucre • Teléfono (593 2) 2582 282

www.cef.sri.gob.ec

Quito - Ecuador

“Modelo Dinámico para Análisis y Pronóstico del Producto Interno Bruto”: Un Enfoque Fiscal Aplicando un Modelo SVAR [★]

Paúl A. Carrillo ^{a,*},

^a*Servicio de Rentas Internas, Centro de Estudios Fiscales, Departamento de Estudios Tributarios, Quito, Ecuador*

El presente trabajo pretende encontrar las relaciones dinámicas que tienen los componentes del Producto Interno Bruto (PIB) con los impuestos directos e indirectos. La herramienta aplicada es el modelo de vectores autorregresivos estructurales (SVAR) a largo plazo, ya que se analiza si los impuestos tienen un efecto temporal o permanente en la producción nacional del Ecuador. La metodología de Blanchard y Quah (1989) es empleada ya que permite conocer el efecto de los shocks de manera acumulada. La investigación de Gachet et al. (2009) se utiliza para la calibración, puesto que ellos estudian los hechos estilizados de la economía ecuatoriana.

Palabras Claves: Política Fiscal, PIB, SVAR, largo plazo

1 INTRODUCCIÓN

La economía es un conjunto de relaciones interdependientes entre los agentes que abarcan a todo el ciclo económico. Como esta red es compleja y dinámica, se ha adoptado varias formas para su comprensión: *i*) La división entre macroeconomía y microeconomía para conseguir un análisis global e individual de los individuos económicos respectivamente, *ii*) Aquella que intenta dividir todo el proceso productivo en producción, distribución, intercambio y consumo, *iii*) La distribución en el Sector Privado, Financiero, Fiscal y Externo que pretende

[★] Las opiniones vertidas son de exclusiva responsabilidad de los autores y no representan la posición oficial del Centro de Estudios Fiscales.

^{*} El autor agradece el asesoramiento de José Ramírez, Diego Maldonado, Nicolás Oliva, Juan Carlos Serrano e Ivan Gachet. Las opiniones, errores y omisiones son de responsabilidad exclusiva del autor y no necesariamente reflejan la posición oficial del Centro de Estudios Fiscales, ni de sus autoridades.

Email: pacarrillom@sri.gob.ec.

identificar los sectores institucionales que intervienen en la economía. Sin embargo, en la última división, estos sectores no existen por si mismos individualmente ya que, por ejemplo, para invertir en la producción se acude al sector financiero, o, cuando la demanda interna no es satisfecha por la oferta nacional, se tiene que acudir al sector externo para importar los productos faltantes.

Según Ramírez (2010), este entorno complejo y dinámico es el que ha motivado al desarrollo de herramientas en base a la exploración empírica para el estudio de distintos fenómenos y anticipar sus consecuencias. Estos instrumentos conocidos como “modelos” bosquejan de manera sintetizada y coherente el funcionamiento universal o local de un sistema. Según la ciencia positiva, esta elaboración comprende un conjunto de hipótesis e inferencias sobre la base del conocimiento empírico. De esta manera, este conjunto encierra a la realidad en una esfera de paradigmas capaces de reproducir los rasgos más esenciales de sus entidades y procesos (Friedman, 1962). Además, estos bosquejos ayudan a la toma de decisiones futuras ya que pueden predecir escenarios para este sistema analizado. Para Box et al. (2008), la previsión de las variables económicas es importante ya que es la base para: *i*) la planificación económica, *ii*) la planificación de producción, *iii*) el control productivo, y, *iv*) el control y la optimización del proceso industrial.

Los modelos económicos creados han pretendido representar la realidad de un país para cuantificar el comportamiento de los agentes económicos. Como las relaciones económicas de los intervinientes son complejas y numerosas, se han establecido supuestos para simplificar el estudio de las variables económicas. Por ejemplo, Dornbusch et al. (2004) muestran un modelo de renta y gasto que supone que los precios no varían y que las empresas venderán cualquier cantidad de producto a un precio dado. Su fundamento es la interdependencia que tiene la producción y el gasto. El resultado principal, como consecuencia de la interdependencia, es el aumento de la demanda agregada.

Los actuales estudios econométricos realizados en el Ecuador que se utilizan para realizar pronósticos y análisis del Sector Real (es decir, el Producto Interno Bruto y sus componentes) no establecen relaciones dinámicas estructurales con otros sectores como el fiscal. Esto dificulta la evaluación de los impactos reales de largo que generan variables económicas como los impuestos. Estas herramientas no identifican el efecto estructural de los agregados macroeconómicas en los sectores de la economía ecuatoriana en el mediano y largo plazo.

Una alternativa para solucionar este problema es desarrollar un modelo de vectores autorregresivos estructurales (SVAR, por sus siglas en inglés) que relacione los componentes del Producto Interno Bruto con los otros sectores de la economía ecuatoriana (e.g. sector financiero, fiscal, externo, entre otras). Este modelo toma en cuenta el comportamiento histórico de las

variables y la estructura económica del Ecuador según Gachet et al. (2009).

De esta manera, el presente estudio pretende encontrar un modelo de vectores autorregresivos estructurales (SVAR) que prediga y analice al Producto Interno Bruto (PIB) y a las variables económicas que contribuyen al crecimiento económico de Ecuador. Además, se desea analizar si el sector fiscal es determinante en la producción en el largo plazo. En particular, se desea analizar el impacto de un shock de las variables endógenas del modelo (e.g. consumo, inversión, impuesto a la renta, entre otras) en el Producto Interno Bruto a través de una función impulso-repuesta; y, medir la contribución de variables observadas a la variabilidad del Producto Interno Bruto en el mediano y largo plazo utilizando la descomposición de la varianza del error en el modelo.

Por consiguiente, la investigación se plantea como hipótesis que el análisis y pronóstico del Producto Interno Bruto está relacionado de manera dinámica con los componentes de este agregado y con otras variables económicas como los impuestos directos e indirectos. Además, se pretende confrontar la teoría tributaria neoclásica con la realidad económica del Ecuador. Por lo tanto, las variables consideradas son los componentes de la tabla de oferta y utilización ya que estos son unos de los principales agregados macroeconómicos en el Ecuador. Mientras tanto, para el sector fiscal se toman las series temporales de los impuestos directos e indirectos. Finalmente, las series son analizadas en el período 1993-2009 con una periodicidad trimestral para tener una consistencia y confiabilidad en los datos.

El trabajo esta repartido por: *i) El Marco Teórico*, que pretende recoger la suficiente teoría neoclásica sobre la influencia de los impuestos sobre la producción de un país¹. *ii) La Metodología*, en la cual se explica a fondo los vectores autorregresivos (VAR). *iii) La Aplicación al Ecuador*, donde se encuentran las evidencias de la investigación, y *iv) En las Conclusiones y Recomendaciones* se halla las reflexiones finales sobre la influencia de los impuestos sobre la PIB en el Ecuador.

2 EFECTOS DE LA POLÍTICA TRIBUTARIA

El estudio del crecimiento y las fluctuaciones de la economía de un país es vital importancia para la macroeconomía ya que esta rama de la economía estudia estos fenómenos desde una perspectiva amplia. De esta manera, los macroeconomistas han aportando a la teoría económica recolectando datos y analizándolos para entender la realidad de una manera general. Además, estos datos se utilizan para explicar de manera empírica las relaciones teóricas

¹ Se introduce un marco teórico tributario porque esta investigación tiene un enfoque fiscal

que en un momento se propuso (Larraín y Sachs, 2002).

David Hume es uno de los primeros economista que realiza avances en la macroeconomía en el siglo XVIII. Este investigador quería estudiar las relaciones entre la oferta monetaria, la balanza comercial y el nivel de precios de una economía. Este análisis es un punto de partida para identificar patrones de política monetaria vinculados con el comercio internacional. Después, en los siglos XVIII y XIX, se formula la teoría cuantitativa del dinero, sin embargo los grandes avances se dan a partir de la Primera Guerra Mundial ya que los Estados necesitaron tener una recolección y sistematización de datos agregados, hoy llamados “Cuentas Nacionales”. En ese instante, se plantea el propósito de analizar las fluctuaciones y tendencias de sus variables económicas como objetivo de la Macroeconomía (Larraín y Sachs, 2002).

Para Samuelson y Nordhaus (2002) un hito histórico es la “Gran Depresión” ya que este puso en tela de juicio las ideas principales de la economía clásica; es decir, las fuerzas del mercado no evitarán un desempleo a gran escala. Con esta base, John Maynard Keynes (1883-1946) propone otro enfoque teórico para explicar la Gran Depresión y las fluctuaciones económicas sugiriendo políticas gubernamentales para contrarrestar la crisis. El libro *Teoría General del empleo, el interés y el dinero* publicado en 1936 es la magna obra de Keynes, en donde se condensa toda su gran influencia en la macroeconomía. Básicamente, esta obra argumenta que los mercados no se autoregulan y, por lo contrario, las economías están sujetas a fluctuaciones sugiriendo que se necesita hacer un ajuste en las políticas macroeconómicas (en especial el gasto de gobierno, en los impuestos y en la política monetaria) para contrarrestar la caída y estabilizar la economía.

De esta manera, Samuelson y Nordhaus (2002) indican que los principales objetivos macroeconómicos son *un elevado, creciente y sostenido nivel de producción, un bajo desempleo y unos precios estables*. Por lo tanto, para la macroeconomía es importante la actividad de la economía, es decir, el suministro de los bienes y servicios que desea la población puesto que es importante conocer las cantidades de esta producción que se vendieron. Bajo este concepto, el Producto Interno Bruto (PIB) es el indicador ideal para medir el valor de los bienes y servicios finales en una economía (Samuelson y Nordhaus, 2002).

De modo sustancia, la macroeconomía en el sector público ayuda a comprender los efectos de las políticas fiscal y monetaria sobre el crecimiento, el desempleo, las fluctuaciones, entre otras. Por consiguiente, los gobiernos cuentan con instrumentos de política macroeconómica para influir en la actividad económica², tales como : *i*) La *política fiscal* que se refiere a la utilización de los impuestos y gasto público, *y, ii*) La *política monetaria* que gestiona el dinero,

² El instrumento de política macroeconómica es una variable que el gobierno controla

crédito y el sistema bancario.³

2.1 LA POLÍTICA FISCAL

A lo largo de la historia ninguna economía en el mundo ha podido funcionar sin una estructura jurídica y de control, y, tampoco, los mercados han proporcionado los suficientes bienes y servicios ya que estos productos no tienen la atractividad financiera deseable, a estos bienes se los conoce como “Bienes Públicos”⁴. De esta manera, en varios países capitalistas industrializados la participación del gobierno está entre un tercio o la mitad de su producto nacional; mientras tanto que, en los socialistas el Estado dirige hasta el mínimo detalle en la producción. Por lo cual, para cubrir este rubro el Estado tiene tres fuentes de financiamiento: los impuestos, las tasas y los empréstitos. De estas fuentes, los impuestos son los que aportan con un mayor porcentaje en los ingresos gubernamentales.

Para Musgrave y Musgrave (1981), los ingresos que tiene un gobierno están dados por: *i*) Los impuestos y tasas, que se obtienen del sector privado sin que eso implique una obligación del gobierno hacia el contribuyente. *ii*) Los empréstitos, que son la retira de los fondos a cambio del compromiso de devolverlos en una futura fecha y pagar intereses en el ínterin. Una característica de los impuestos es que son obligatorios, mientras que las tasas y los empréstitos son transacciones voluntarias. Dada esta particularidad de los impuestos, el Estado tiene la capacidad de mejorar el bienestar de todo el mundo porque se obliga a las personas a financiar los bienes públicos, aunque también, le permite obligar a un grupo a subvencionar los intereses de otro⁵ (Stiglitz, 2000).

Los impuestos pueden afectar a la economía de dos maneras: *i*) afectando a la renta de las personas porque los tributos pueden modificar el monto de gasto en bienes y servicios, así también de ahorro privado, y, *ii*) afectando a los precios de los bienes de consumo y de los factores de producción ya que los precios pueden encarecer el bien generando un bajo consumo y/o inversión de las empresas (Samuelson y Nordhaus, 2002). De esta manera, las disposiciones fiscales influyen significativamente en la actividad económica puesto que estas podrían modificar la conducta de los contribuyentes.

Stiglitz (2000) expone un ejemplo en donde se considera “el caso de dos impuestos sobre

³ Como este estudio tiene un enfoque fiscal solo se abordará la política fiscal

⁴ Low y Gómez (1997) indican que los bienes públicos pueden ser consumidos en forma colectiva, no son indivisibles en el consumo o bienes que aparecen en forma idéntica en funciones de consumo diferentes

⁵ Esta es una de las bases de la discusión sobre la imposición de impuestos en la economía

las empresas, la parte de las cotizaciones que pagan los empresarios y el impuesto sobre los beneficios sobre las sociedades. Como consecuencia de cualquiera de los dos impuestos, los salarios podrían disminuir o los precios podrían subir. Si disminuyen los salarios, se dice que el impuesto se **ha trasladado hacia atrás**; si los salarios disminuyen en la cuantía del impuesto, se dice que se **ha trasladado totalmente hacia atrás**; si se disminuyen en una cuantía inferior, se dice que se **ha trasladado parcialmente hacia atrás**. Si los precios suben, se dice que se **ha trasladado hacia adelante**".

2.1.1 Principales Aspectos del Cambio de Política Fiscal

Musgrave (1959) indica que aunque se debe tomar en cuenta el resultado del proceso total de ajuste, es útil y válido distinguir entre los efectos individuales de este resultado y aplicar medidas de manera separada. Los *efectos* considerados son *la transferencia de recursos, la incidencia y los efectos sobre la producción*, y admite que se pueden añadir otros.

Transferencia de recursos.- Se supone que el sector privado tiene un nivel de empleo de bienes y servicios. La transferencia de recursos se da cuando se produce un cambio en el nivel de gasto público. Si la absorción pública de los recursos aumenta (sea en factores de producción o bienes de consumo), se reduce la disponibilidad para el sector privado. La transferencia da por entendido la paga de los recursos, sin importar el origen del financiamiento (imposición, empréstitos o emisión de moneda). La elección de financiación es importante para determinar la distribución del costo del recurso entre los individuos; pero los gastos en bienes y servicios son los que causan la transferencia de estos recursos. Específicamente, la transferencia puede ocurrir sin que existan impuestos, y se puede establecer impuestos sin que haya transferencia.

Incidencia⁶.- Inicialmente, se considera que es un cambio resultante en distribución de la renta disponible para uso privado. En pleno empleo, un aumento del gasto público significa una transferencia de recursos y una reducción de la renta real para uso privado, pero el impacto depende de la fuente de financiamiento del gobierno. Si la financiación es por parte de crédito e inflación, el nivel de los precios subirán, aunque algunos precios y ganancias bajen. Sin embargo, el resultado distributivo difiere, si el financiamiento se lo realiza mediante un impuesto sobre la renta o consumo especiales. Por tanto, la transferencia y la incidencia pueden estar relacionados con la fuente de financiación.

Efectos sobre la producción.- La política tributaria puede generar cambios en el nivel de producción o renta real. Si existe transferencia de recursos, estos cambios pueden amortiguar

⁶ El término difiere del más frecuente uso del significado de incidencia, para indicar el último punto sobre el que recae la carga del impuesto.

o aumentar el cambio resultante en la renta real disponible para uso privado. Además, se pueden generar cambios en ausencia de transferencia.

Se pueden distinguir diversos puntos sobre los tipos de efectos sobre la producción. En el sistema clásico, el que asegura pleno empleo, los cambios en la producción pueden estar generados por la técnica, cambios voluntarios en la oferta de trabajo, cambios en el ahorro, cambios en la formación bruta de capital o en la eficiencia en el uso de los recursos. A estos cambios se los conoce como “Efectos de Ricardo sobre la producción”. En un sistema compensatorio⁷, los cambios en la producción pueden resultar de cambios en el nivel de paro involuntario, llamándoles “Efectos de Keynes sobre la producción”. “Los aumentos en la producción que reflejan en el paro involuntario, siempre indican un aumento de bienestar” (Musgrave, 1959).

Se debe tener cuidado en distinguir entre una medida de cambio de producción como índice de actividad económica y una medida de cambio de bienestar. Por ejemplo, un aumento en la producción debido a un aumento en la oferta de trabajo, no necesariamente indica un aumento en el bienestar porque el aumento de la oferta de trabajo refleja una distribución ineficiente de los recursos entre bienes y ocio (Musgrave, 1959).

En conclusión, los diferentes tipos de cambios como la transferencia de recursos, la incidencia y los efectos sobre la producción son partes interdependientes del cambio total. Los efectos sobre la producción afectan a la distribución de la renta y los cambios distributivos afectan al nivel de producción. Ambos afectan al proceso de transferencia de recursos, y así sucesivamente. Aunque estos aspectos deban ser distinguidos, todos son parte de un único proceso de ajuste.

2.1.2 *Puntos de Impacto de los Impuestos en el Flujo Circular*

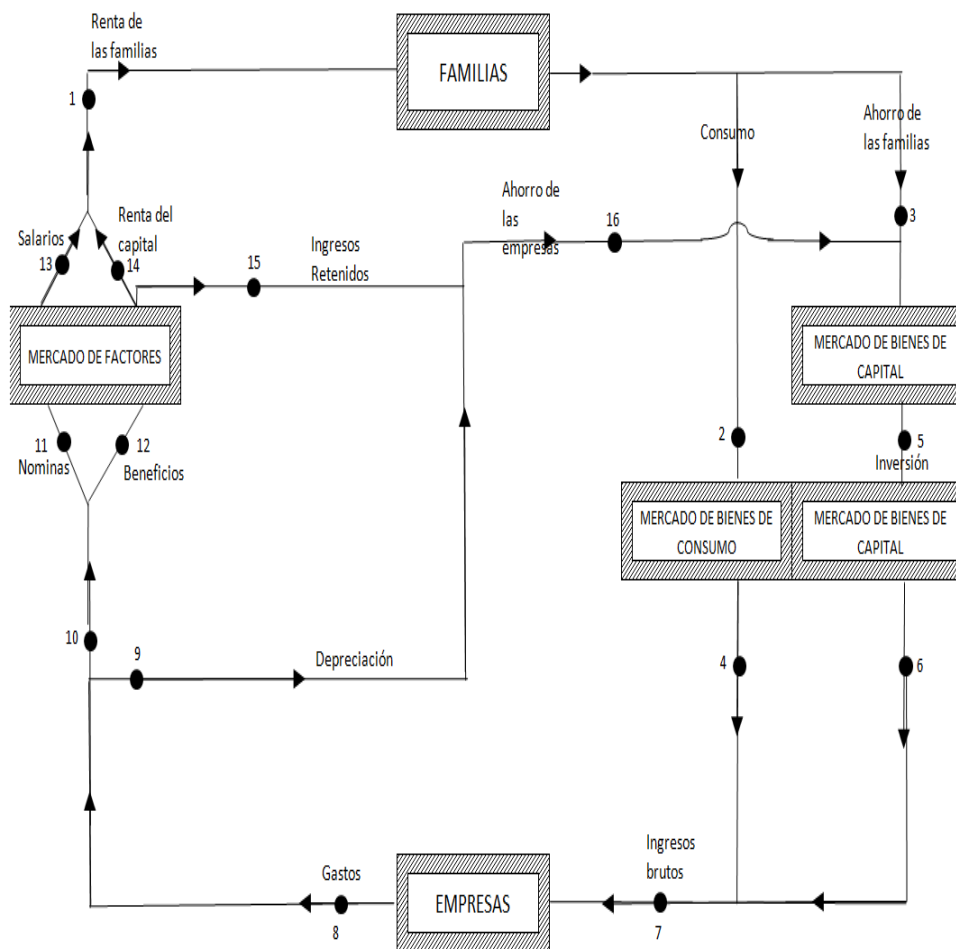
Para Musgrave y Musgrave (1981) los impuestos pueden recaer en diversos puntos del flujo circular⁸. Las familias pueden ser afectadas en sus ingresos salariales, rentas de capital y gastos de consumo. Mientras tanto, los tributos a las empresas influyen a los ingresos por ventas, a las rentas de capitales y a los beneficios (Gráfico 1). En el sistema tributario de Ecuador se pueden identificar al impuesto sobre la renta de personas naturales y de sociedades (IR), el

⁷ El término *Sistema Compensatorio* se usa para describir un sistema que no mantiene automáticamente un pleno empleo y una estabilidad en el nivel de precios en el sector privado.

⁸ Musgrave y Musgrave (1981) indican el flujo circular de la renta y el gasto del sector privado, junto con los puntos principales en los que se pueden introducir los diversos impuestos. El flujo monetario de la renta y de los gastos se mueve en sentido de las agujas del reloj, mientras que las entradas de factores y salidas de producto (no reflejados) se mueven en sentido antihorario (Gráfico 1).

impuesto al valor agregado (IVA), el impuesto a los consumos especiales (ICE), el impuesto a la circulación de capitales y el impuesto a los vehículos motorizados.

Gráfico 1
Puntos de Impacto de los impuestos en el flujo circular



2.1.3 Clases de Impuestos

En la historia tributaria, el Estado ha recaudado una variedad de impuestos dependiendo de la época. Por ejemplo, Stiglitz (2000) menciona que han existido impuestos sobre las ventanas, embarcaciones de lujo, ventas de títulos, dividendos, ganancias de capital y otros artículos. Además, autores como Musgrave y Musgrave (1981), Barro (2008) o Samuelson y Nordhaus (2002) clasifican a los impuestos de diversas formas.

Samuelson y Nordhaus (2002) clasifica en dos grandes grupos: *i*) los **impuestos directos** son aquellos que se gravan directamente a los individuos o a las empresas; por ejemplo, el impuesto a la renta de las personas físicas; y, *ii*) los **impuestos indirectos** son los que se gravan a los bienes y servicios, y, por eso, se grava de forma indirecta a las personas; por ejemplo, los impuestos a los consumos especiales.

2.2 EFECTOS SOBRE LA PRODUCCIÓN Y EL PRECIO

2.2.1 Impuesto a la Renta

Según Low y Gómez (1997), la teoría ortodoxa indica que un impuesto a la renta no se traslada; es decir, el productor es el que absorbe de forma total sin que afecte la cantidad de producción, el precio y la utilización de los factores. En general, no se traslada ni hacia atrás ni hacia adelante. Para ilustrar lo dicho por esta teoría se plantea un mercado en *Competencia Perfecta* y los precios como parámetros. De esta manera, los empresarios tienen la siguiente función de utilidad:

$$\pi = p \cdot q - C(q) \quad (2.1)$$

Donde:

- p =precio,
- q =cantidad,
- π =utilidad,
- $C(q)$ =costos totales, los cuales están en función de la cantidad producida

Según esta teoría, el empresario es racional; es decir, busca maximizar su utilidad⁹, teniendo como resultado que el precio de mercado es igual al costo marginal ($p = C'(q)$). Sin embargo, el empresario tiene que pagar un impuesto a la renta, por consiguiente, la función de utilidad que tiene que maximizar es la siguiente:

$$\pi^* = \pi - T; T = \pi t \quad (2.3)$$

$$= \pi - \pi t; 0 < t < 1 \quad (2.4)$$

Donde:

⁹ La Condición de Primer Orden (CPO) y de Segundo Orden (CSO) son las que maximizan la función de utilidad de los empresarios:

$$CPO : \frac{d\pi}{dq} = 0 \quad (2.2)$$

$$CSO : \frac{d^2\pi}{dq^2} < 0$$

- π^* = utilidad después del impuesto,
- T = impuesto pagado y
- t = tasa de impuesto sobre la renta.

De esta manera, se nota que el empresario actúa de manera idéntica con o sin impuesto ya que él maximiza la producción de igual manera que cuando no hay tributo. En conclusión, el impuesto es pagado por el capitalista sin afectar a los consumidores del bien, es decir, el tributo no *se traslada hacia adelante*.

Cuando se observa desde el punto de vista de los factores de producción, la función de utilidad de las empresas es la siguiente:

$$\pi = Pf(K, L) - P_K K - P_L L \quad (2.5)$$

Donde:

- P = precio del bien,
- π = utilidad,
- $f(K, L)$ = función de producción,
- P_K = precio del capital y
- P_L = salario (precio de trabajo)

Por lo tanto, cuando se impone un impuesto a la renta la función de utilidad es:

$$\pi = (1 - t)[Pf(K, L) - P_K K - P_L L] \quad (2.6)$$

Si el empresario cumple con el supuesto ortodoxo de racionalidad, el capitalista tiene el mismo comportamiento con o sin impuesto; es decir, los precios de los factores no se afectan con la implantación del impuesto a la renta (el impuesto no *se traslada hacia atrás*).

En *Monopolio*, el empresario tiene suficiente poder en el mercado para imponer precios según la demanda a la cual se enfrenta. Por consiguiente, el precio depende de la cantidad producida ($P = p(q)$) y su función de utilidad es:

$$\pi = p(q) \cdot q - C(q) \quad (2.7)$$

$$\pi^* = (1 - t)(P(q) \cdot q - C(q)) \quad (2.8)$$

Donde:

- π = utilidad,
- $p(q)$ = precio del bien,
- q = cantidad producida,
- $C(q)$ = costos totales,
- π^* = utilidad después del impuesto y
- t = tasa tributaria.

Cuando el empresario es una agente racional con y sin impuesto, se llega a que la introducción de un tipo impositivo sobre la renta no varía las condiciones de equilibrio de producción; es decir, el tributo establecido no *se traslada hacia adelante*.

Para conocer si existe *traslación hacia atrás*, el monopolista tiene que maximizar su función de utilidad desde la perspectiva de los factores de producción:

$$\pi = Pf(K, L) - P_K K - P_L L \quad (2.9)$$

$$\pi^* = (1 - t)(Pf(K, L) - P_K K - P_L L) \quad (2.10)$$

En conclusión, tanto en el caso del monopolio como en competencia perfecta, se puede mostrar que el impuesto a la renta no se traslada hacia atrás. En otras palabras, los factores de producción (trabajo y capital) no son afectados por la imposición de un impuesto a la renta.

Algunos casos en el mundo real contradicen el planteamiento de que el impuesto a la renta no se traslada. Perry (1977) recuerda que la reforma tributaria de Colombia de 1974 provocó alzas inmediatas en los precios y en el nivel de producción. Perry explica que existen dos razones que pueden servir para explicar de forma teórica la traslación del impuesto a la renta:

- a) El productor, como oligopolista y pensando en el largo plazo, se preocupa más por la eventual competencia de otros productores que por maximizar las ganancias en el corto plazo; es decir, no se guía por el criterio marshalliano clásico (costos marginales = ingresos marginales). Sylos Labini (1972) dice: "si las empresas están en condiciones de fijar el precio y pretenden eliminar a otras empresas, el empresario debe fijar el precio a un nivel inferior al costo directo de las empresas a las que pretenden eliminar".

De esta manera, las empresas sin poder de mercado asumen el impuesto a la renta ya que estas no pueden imponer un precio que les beneficie. Por lo cual, el tributo *se traslada hacia delante*.

- b) Otra razón para explicar la traslación del impuesto a la renta consiste en que la renta tributaria, tal como define la ley, es diferente a la renta comercial. Esta divergencia surge cuando los costos legales son diferentes a los costos reales ya que la ley con el fin de evitar la evasión limita los costos. Además, las exenciones, evasiones, descuentos entre otros, son otros factores de índole administrativo que influyen en esta diferencia ya que distorsionan la base tributaria, las tarifas y el impuesto neto.

2.2.2 Impuesto a las Ventas

La incidencia del impuesto a las ventas sobre la producción y el empleo es diferente a la del impuesto a la renta. Como en todo impuesto, se debe definir una base imponible (pq) y una tasa impositiva (t'). De esta manera, en condiciones de *competencia perfecta* y sin un impuesto, el productor maximiza sus beneficios guiado por el criterio de "precio de mercado es igual al costo marginal". Mientras que, en un mercado de *monopolio*, el empresario se comporta con el criterio de "ingreso marginal es igual al costo marginal" Low y Gómez (1997).

Al momento de introducir un impuesto a las ventas, el productor tiene una función de utilidad después del impuesto (π^*) de la siguiente forma:

$$\pi^* = \pi - t'(pq) \quad (2.11)$$

En *competencia perfecta*, el productor maximiza su función de utilidad llegando a guiarse por el siguiente criterio de equilibrio:

$$p = \frac{C'(q)}{(1 - t')} \quad (2.12)$$

Cuando hay un impuesto a las ventas, el productor para maximizar sus ganancias se guiará por el criterio de la ecuación (2.12). De esta manera, el precio es más alto que si esta sin impuesto. Por lo tanto, el empresario para mantener el precio con el impuesto disminuye su producción porque se orienta por la condición de equilibrio mencionada. Al analizar esta traslación sobre el productor individual que opera en un mercado de competencia perfecta parece que solo afecta a la cantidad mas no al precio. Sin embargo, al analizar el mercado agregado, un gran número de productores es afectado y, de forma incuestionable, disminuye la oferta total del producto provocando un incremento en el precio del mercado.

En una situación de *monopolio*, el productor tendrá su criterio de maximización de la siguiente forma:

$$\text{Ingreso Marginal} = \frac{\text{Costo Marginal}}{1 - t'} \quad (2.13)$$

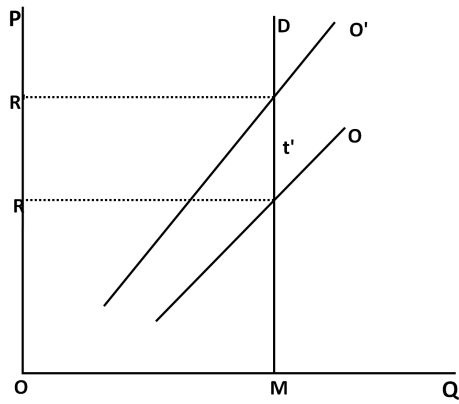
Esto indica que el ingreso marginal del monopolista es mayor que el costo marginal. La condición de equilibrio con el impuesto a las ventas difiere de la condición sin impuesto. La demanda del producto disminuye (de igual manera que el ingreso marginal) y así el precio también se reduce porque está en función de la cantidad demandada.

En cualquier de los casos, el impuesto a las ventas lo asumen el productor y el consumidor. El porcentaje depende siempre de las elasticidades que tengan la curva de la demanda y oferta del producto. Cuando la curva de la demanda es perfectamente inelástica, todo el impuesto es asumido por el consumidor. Mientras tanto, cuando la oferta tiene la elasticidad perfectamente inelástica (igual a cero), todo el impuesto es asumido por el oferente como es el caso del suelo urbano y de los recursos naturales no renovables (Gráfico 2).

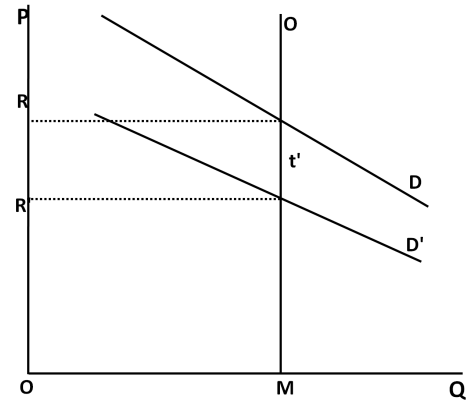
La mayoría de los bienes no presentan las características de los cuatro casos extremos. Por lo tanto, la elasticidad precio de la demanda y oferta no es extrema; es decir, siempre el impuesto es asumido tanto por el consumidor como por el productor. En este impuesto existe una *traslación parcial hacia adelante* (Gráfico 2).

Por otro lado, se debe analizar la función de utilidad y sus criterios de equilibrio para observar la traslación hacia atrás del impuesto a las ventas.

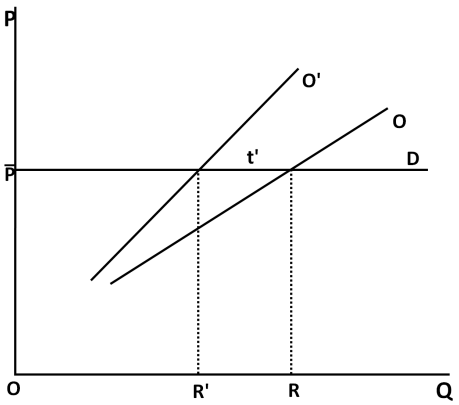
Gráfico 2
Distribución del Impuesto a las Ventas según las Elasticidades



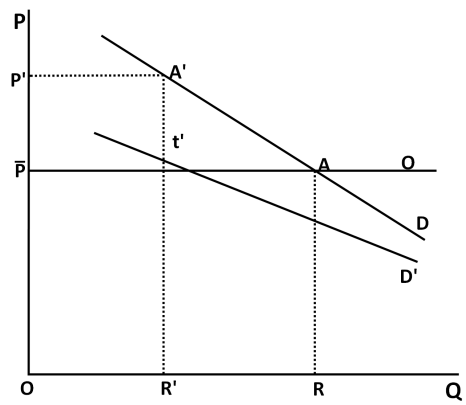
(a) Demanda Perfectamente Inelástica



(b) Oferta Perfectamente Inelástica



(c) Demanda Perfectamente Elástica



(d) Oferta Perfectamente Elástica

$$\pi^* = pf(K, L) - P_K K - P_L L - t' pf(K, L) \quad (2.14)$$

$$pf'_K = \frac{P_K}{1 - t'} \quad (2.15)$$

$$pf'_L = \frac{P_L}{1 - t'} \quad (2.16)$$

Las condiciones de equilibrio en la utilización de factores con impuesto son diferentes que cuando no hay un tributo sobre las ventas. Cuando no hay impuesto, la condición se guía por el valor de la productividad marginal de cada factor es igual al precio del factor. Sin embargo, cuando se impone el impuesto la utilización de factores disminuye de acuerdo a las elasticidades precio de oferta y demanda factoriales. En conclusión, el impuesto se puede trasladarse hacia atrás dependiendo de las elasticidades precio de la oferta y demanda de los factores.

2.3 EFECTOS SOBRE LA INVERSIÓN

Para Musgrave y Musgrave (1981), el ahorro es una condición fundamental para la formación del capital, pero no es suficiente ya que los inversionistas deben estar dispuestos a invertir. Además, los impuestos son una parte importante de los factores al momento de tomar la decisión de invertir. Por lo tanto, la respuesta que den los inversionistas a la imposición depende de la *Naturaleza de la Función de Inversión*.

2.3.1 *Naturaleza de la Función de Inversión*

Musgrave y Musgrave (1981) mencionan que el comportamiento de los inversionistas depende si estos pretenden maximizar los beneficios, las ventas, la participación en el mercado o guiarse por reglas maximizadoras no tan estrictas. Además, estos autores proponen comportamientos específicos para valorar los efectos de la imposición sobre la inversión:

- (1) La inversión se expresa como una función de la tasa neta de rendimiento esperado.
- (2) La inversión se considera como una función de las ventas anteriores y de la capacidad existente en relación a las ventas.
- (3) La inversión se estudia como una función de fondos internos, inclusive los beneficios después de impuestos y la carga de depreciación.

Todos los enfoques pueden notarse razonables y el comportamiento puede ser determinado por la combinación de estos. Con la hipótesis de maximizar el beneficio, el primer enfoque muestra que los inversionistas actúan hasta el punto (no menor) donde el valor actual de la renta esperada es igual al costo. En este caso, el impuesto sobre el beneficio introducido reduce la tasa neta de rendimiento esperado. Por otro lado, el segundo enfoque o “efecto acelerador” es el cual la inversión responde a la necesidad de incrementar la capacidad en función de las ventas anteriores. En este caso, la imposición afecta a la inversión a través de sus efectos sobre las ventas, incluyendo las ventas a los consumidores y gobierno. El tercer enfoque, donde la inversión esta condicionada por los fondos internos, la imposición influye por medio de los efectos sobre el flujos de estos fondos, ya sea en forma de reservas para la depreciación o de beneficios no distribuidos.

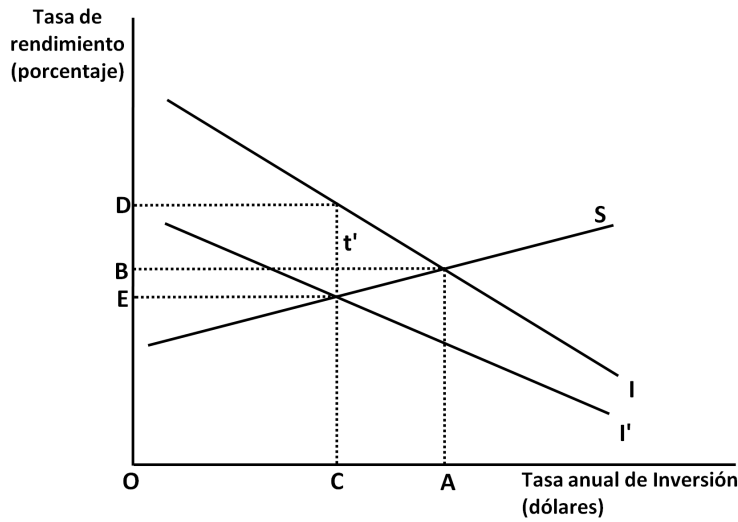
2.3.2 *Efectos sobre la Rentabilidad*

Para encontrar los posibles efectos sobre la rentabilidad, Musgrave y Musgrave (1981) suponen una economía con una forma automática de pleno empleo, unos niveles de inversión y ahorro dados por la intersección de las curvas de ahorro e inversión, una inversión en función

del tipo de interés y un ahorro que depende tanto de la renta como de la tipo de interés.

Cuando un impuesto se aplica sobre el beneficio, las cantidades de inversión y ahorro disminuyen ya que la tasa de rendimiento para la inversión aumenta y la de ahorro disminuye. Los cambios sobre las tasas de inversión y ahorro se producen porque en estas debe estar incluido el impuesto mencionado (Gráfico 3). La reducción de la cantidad invertida depende de que tan elástica es la curva de inversión.

Gráfico 3
Efectos de la imposición sobre la Inversión



2.3.3 Rendimiento del riesgo

La respuesta de una inversión es directa, pero no tan simple como en la sección anterior. Por lo tanto, Musgrave y Musgrave (1981) indican que la inversión no es una apuesta segura con un rendimiento garantizado, sino que es una arriesgada aventura que se puede o no ganar. De esta manera, la tasa de rendimiento se basa en una diversidad de rendimientos probables y que pueden reflejar el valor esperado de esta distribución de probabilidad. Si q_1, q_2, \dots, q_n son las tasas de rendimiento esperadas (positivas y negativas) y p_1, p_2, \dots, p_n son las respectivas probabilidades de su aparición (donde $\sum_{i=1}^n p_i = 1$), se tiene:

$$y = \sum_{i=1}^n q_i p_i \quad (2.17)$$

$$y = g - r \quad (2.18)$$

Donde y es la esperanza matemática del rendimiento porcentual y se puede dividir en una parte positiva (g) y negativa (r). Además, se puede suponer que el rendimiento de la inversión

(a) es el rendimiento por asumir el riesgo. Al momento de incluir un impuesto sobre el beneficio, los inversionistas seguirían la siguiente expresión:

$$a = \frac{(1 - t)(g - r)}{r} \quad (2.19)$$

Por lo tanto, una inversión es un juego que tiene un riesgo y solo se invierte si el valor de las ganancias probables es mayor al de las pérdidas probables¹⁰. Cuando un impuesto sobre el beneficio se impone, la inversión disminuye ya que este tributo empeora las posibilidades reduciendo el rendimiento esperado de la inversión. Este impuesto puede inducir a aumentar o disminuir el riesgo dependiendo de las circunstancias del caso.

2.4 EFECTOS SOBRE EL CONSUMO

Musgrave (1959) propone un estudio de los efectos de política tributaria sobre el consumo desde la perspectiva de la utilización de la renta del consumidor. Estos ajustes pueden implicar en el consumo de diferentes bienes, entre el consumo presente y futuro, entre el consumo y la acumulación de la renta. Además, el autor indica que un supuesto importante es que la oferta de esfuerzo de trabajo es fija.

2.4.1 Ajustes en la Composición del Consumo

Para iniciar, Musgrave (1959) supone que la renta está destinada únicamente para consumo. Además, el autor se basa en la propuesta de Pareto, en la cual se maximiza la utilidad de dos productos con una restricción presupuestaria como plantea la teoría clásica (Gráfico 4)^{11 12}. Esta propuesta indica que el bienestar del individuo está unido a la utilidad que le proporciona un bien, donde existe un óptimo utilitario y la utilidad de un bien no puede crecer si no afecta a la utilidad que da otro bien (Albertos, 1999).

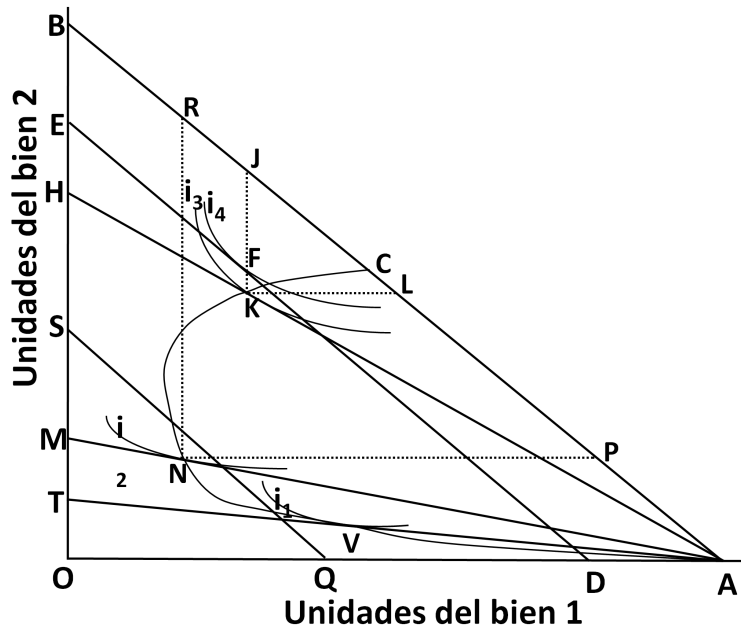
Impuesto general sobre la renta.- Se supone que el gobierno decreta un impuesto general en la renta. Como el ahorro es igual a cero y los precios permanecen inmóviles, todo el impuesto recae sobre el consumo disminuyendo el consumo ya que los bienes son afectados por el

¹⁰ El inversionista busca una renta renunciando a una liquidez segura y compra activos reales o acciones exponiéndose a recuperar de forma sustancial el dinero o a la pérdida de parte o todo.

¹¹ Para ampliar la maximización de la utilidad se puede revisar Mas-Colell et al. (1995) o Varian (2006)

¹² Albertos (1999) indica las críticas de Sen a la economía utilitarista

Gráfico 4
Elección entre bienes de consumo



efecto renta¹³ y no por el efecto sustitución¹⁴. Un incremento del impuesto muestra una continua reducción del consumo de los productos porque cuando la tasa tributaria aumenta el efecto renta tiene un mayor impacto (Gráfico 4).

Impuesto parcial sobre el consumo.- Ahora, se supone que el impuesto anterior es sustituido por un impuesto parcial que grava a un solo bien (bien 2). Al inicio, el impuesto de consumo sobre el segundo bien conduce a la reducción de la adquisición de los dos productos. El efecto de renta lleva a la disminución de las adquisiciones de bien gravado; mientras que, el efecto sustitución funciona a favor del incremento del consumo del primer bien. Cuando el tributo aumenta, el efecto sustitución gana en intensidad de tal manera que contrarresta el efecto renta y cualquier incremento del tipo impositivo provoca un incremento de las adquisiciones de bien 1. Finalmente, si el impuesto experimenta un crecimiento ilimitado, toda la renta es consumida por el bien no gravado.

El anterior análisis se realiza sobre la base de un equilibrio parcial. Este análisis es válido para el consumidor individual, pero este hecho no ocurre en relación a los consumidores como grupo. De esta manera, el resultado entre imponer un impuesto general o de consumo no es el mismo. Sin embargo, la sustitución de un impuesto general por un impuesto sobre el bien 2 sigue conduciendo a un incremento en las adquisiciones privadas del primer bien.

¹³ Para Samuelson y Nordhaus (2002), el efecto renta significa cuando sube un precio y las rentas monetarias no varían, las rentas reales de los consumidores disminuyen.

¹⁴ Samuelson y Nordhaus (2002) indican que el efecto sustitución es cuando sube el precio de un bien y los consumidores tienden a sustituirlo por otros con el fin de satisfacer sus deseos de una forma más barata

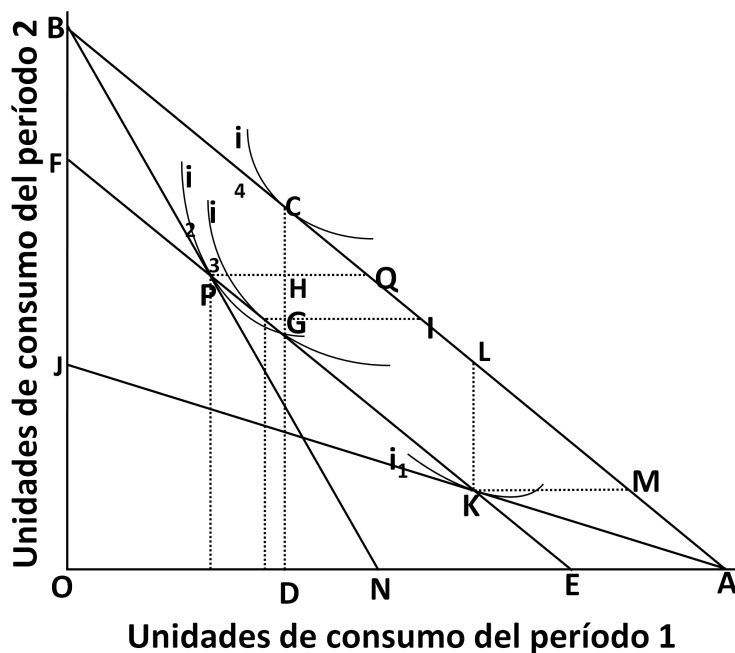
2.4.2 Ajustes en el Consumo y Ahorro del Individuo

Del análisis anterior ahora se introduce el ahorro del individuo. Se supone que solo existe un bien homogéneo de consumo y se continua con el supuesto que la oferta de esfuerzo es fija.

Ahorro solo para el Consumo: Caso Normal

El ajuste depende de la motivación del individuo para ahorrar y este porcentaje de la renta está destinado exclusivamente para el consumo futuro (se excluye a la acumulación de capital). De esta manera, se considera un modelo utilitarista de 2 períodos, en el que durante el período 1 el consumidor tiene una renta de trabajo que puede ser consumida a lo largo del primer período, o bien ahorrar para consumir en el período posterior¹⁵. Según el tipo de interés existente, el consumo del período 1 puede disminuir por un mayor consumo futuro. Además, se presume que no existe un aumento en la renta del período 2 y que todo el ahorro, más los intereses, se consume en este período.

Gráfico 5
Distribución del Consumo en el Tiempo



A continuación se estudia los diferentes ajustes que tiene el consumo presente y futuro con la implementación de diversos impuestos. Además, se muestra como los efectos de sustitución de los diversos impuestos afectan a las diferentes bases impositivas (Tabla 1).

Impuesto sobre la renta excluido el interés.- Este impuesto no afecta a la elección entre el consumo presente y futuro, sino que reduce la restricción presupuestaria (o renta), teniendo

¹⁵ Cualquiera que sea la situación específica, siempre se presume que el consumo, tanto presente como futuro, está sujeto a la ley de utilidad marginal decreciente de la renta.

Tabla 1
Efectos de sustitución sobre el consumo presente y futuro

Base impositiva	Efecto de sustitución
Renta excluido el interés - Consumo presente y futuro	Ninguno Efecto
Consumo futuro - Ahorro - Interés - Renta total	A favor del consumo presente
Consumo presente	A favor del consumo futuro

un efecto renta y no un efecto sustitución (Tabla 1). Esta reducción provoca una disminución en el consumo presente y futuro ya que los dos no son bienes inferiores¹⁶ (Gráfico 5).

Impuesto sobre el consumo presente y futuro.- Si se aplica el mismo impuesto, tanto al consumo presente como al futuro, el resultado es el anterior puesto que no se produce un ahorro sin consumo subsiguiente y tampoco existe un consumo de saldos anteriores sin un ahorro actual (Gráfico 5).

Impuesto sobre el consumo futuro.-Bajo el supuesto de que el gobierno desea obtener el mismo ingreso que los casos anteriores, un impuesto sobre el consumo futuro reduce el consumo en el período 2 ya que el efecto sustitución motiva a favor de un consumo presente (Gráfico 5). Además, el efecto sustitución a favor del consumo de periodo 1, puede o no contrarrestar el efecto renta.

Impuesto sobre el ahorro.- En este modelo, el ahorro del periodo 1 más los intereses son iguales al consumo futuro. Un impuesto sobre el ahorro es equivalente a un impuesto sobre el consumo del periodo 2. El rendimiento del impuesto sobre el ahorro es semejante al valor actual del rendimiento del impuesto sobre el consumo futuro (Gráfico 5).

Impuesto general sobre la renta.-Este tributo es el resultado de un impuesto sobre la renta procedente de salarios e intereses. Como el gobierno desea tener el mismo rendimiento tributario que en los casos anteriores, el efecto sustitución está a favor del consumo presente ya que el tipo impositivo recae sobre los intereses de ahorrar discriminando el consumo futuro (Gráfico 5).

¹⁶ Los bienes inferiores son los que disminuyen su cantidad de consumo cuando aumenta la renta del individuo (Varian, 2006).

Impuesto sobre el consumo presente.-Este impuesto incrementa el ritmo de sustitución del consumo presente por el consumo futuro (Tabla 1). Si se desea tener el mismo rendimiento tributario, el consumo en el período 1 disminuye ya que el consumo del periodo 2 tiene a favor el efecto sustitución y el efecto renta adverso.

Ahorro para Consumo y Acumulación

Para este caso se retira el supuesto que el ahorro es cero para el conjunto de los dos periodos y se considera una economía privada preocupada no solo por la distribución en el tiempo de su corriente de consumo entre los periodos 1 y 2, sino también para la acumulación¹⁷. Los efectos comparativos de los distintos impuestos depende de las relaciones marginales de sustitución del contribuyente entre el consumo presente y futuro, entre la acumulación y el consumo presente, y entre la acumulación y el consumo futuro. Además, los diversos efectos de los impuestos sobre las relaciones de estos tres usos alternativos de la renta y como se intercambiarse entre sí.

El esquema de comportamiento es más complejo que en el caso normal ya que se debe mostrar en términos tanto de acumulación como de consumo presente y futuro. El impuesto sobre la renta excluido los intereses es el único que no lleva consigo el efecto sustitución. Por otro lado, los impuestos sobre el consumo presente y futuro ahora provocan una discriminación favorable a la acumulación. Además, el ahorro puede incrementarse si este impuesto se sustituye por un impuestos sobre la renta excluidos los intereses. De hecho, el ahorro aumenta en mayor escala si se sustituye un impuesto sobre el consumo global por un impuesto sobre la renta global.

En los casos anteriores se muestra que un impuesto sobre el ahorro discriminaba en favor del consumo presente. Con la acumulación, la discriminación favorece al consumo presente reforzando el efecto negativo de sustitución sobre el ahorro. Del mismo modo, un impuesto sobre el consumo presente discrimina a favor del consumo futuro. Por lo tanto, con un impuesto sobre el consumo presente, la discriminación no cambia siendo favorable al ahorro ya que el efecto de sustitución es positivo sobre este. Además, un tipo impositivo sobre el consumo futuro discrimina favoreciendo al consumo presente y el ahorro para la acumulación de capital. Finalmente, el impacto neto de los efectos de sustitución y renta depende de las

¹⁷ El punto significativo en este caso es la motivación, es decir, si el contribuyente ahorra con la intención de realizar un consumo futuro o por razones de acumulación. El hecho de que se deje una herencia no es necesariamente una prueba de la existencia de un fin de acumulación, puesto que la muerte puede llegar antes de lo esperado. Además, la acumulación de un patrimonio hereditario para proveer el consumo futuro de los herederos puede interpretarse como un ahorro para el consumo futuro más bien que con fines de acumulación.

elasticidades de oferta y demanda.

2.4.3 *Ajustes en el Consumo y Ahorro del Grupo*

Los efectos de la imposición sobre el consumo y el ahorro del grupo (como unidad colectiva) son importantes con la relación a la demanda global, a la formación de capital, etc. Cuando se investiga estos efectos con relación al grupo como un todo, se debe prever que diferentes tipos de impuestos se pagan por personas diferentes, y que estos individuos reaccionan de modo distinto ante un impuesto determinado. Esto se aplica tanto a los efectos sobre el consumo y el ahorro como a los del trabajo personal.

Efectos Renta

Todos los impuestos tienen efecto renta, pero pueden o no tener un efecto sustitución. Como consecuencia del efecto renta, todos los impuestos tienden a reducir el consumo, el ahorro para consumo futuro y ahorro para acumulación. Esto es cierto si se presume que el consumo presente, consumo futuro y acumulación son bienes superiores¹⁸. Sin embargo, la medida de uso de uno y otro bien depende de cada persona puesto que no todos los individuos desean actuar de manera racional¹⁹. Según Musgrave (1959), varios estudios de presupuestos familiares indican que la propensión marginal al ahorro crece a medida que se asciende en la escala de la renta. De esta manera, en ausencia de efecto sustitución, un dólar pagado por concepto de impuesto de un contribuyente con mayor renta repercute con mayor fuerza en la reducción del ahorro que un dólar pagado por contribuyente con menor renta.

Este principio a Musgrave le permite establecer algunas conclusiones en relación con el impacto comparativo de distintos impuestos sobre el consumo y el ahorro en ausencia de efecto de sustitución. Así, un impuesto progresivo²⁰ sobre la renta reduce más el ahorro y menos el consumo que un impuesto proporcional²¹. Además, este autor deduce que el consumo decrece, como una fracción de la renta (en la escala de la renta) indicando que un impuesto sobre el consumo es regresivo en términos de la renta.

¹⁸ Un bien superior o normal es el cual aumenta su cantidad de consumo cuando aumenta la renta del individuo (Varian, 2006; Snyder y Nicholson, 2008)

¹⁹ Un agente racional es aquel maximiza su utilidad en base a la información que obtiene (Mas-Colell et al., 1995)

²⁰ Para Samuelson y Nordhaus (2002) los impuestos progresivos son cuando las personas de renta alta pagan en impuestos una fracción de su renta mayor que las personas de renta baja

²¹ Según Samuelson y Nordhaus (2002), en los impuestos proporcionales todos los contribuyentes pagan exactamente la misma proporción de la renta

De igual manera, Musgrave (1959) muestra en la composición del presupuesto de consumo que un impuesto sobre los bienes de consumo repercute con mayor presión que un impuesto sobre un bien de lujo. Un impuesto proporcional sobre la renta de trabajo personal tiene un mayor efecto sobre el consumo que un impuesto semejante sobre los rendimientos de capital. Por consiguiente, si se considera la proporción del impuesto con respecto a la renta global, un impuesto fijo sobre la renta de trabajo es regresivo²² y un impuesto proporcional sobre la renta de capital es progresivo.

Efectos Sustitución

Cuando se incluye el efecto sustitución, la relación del ahorro total del grupo tiene dos motivos para esperar que un impuesto proporcional sobre la renta de capital grava más el ahorro que un impuesto sobre la renta de salarios. No solo el primer impuesto es más progresivo en términos de la renta, sino que tiene también un efecto desestimulante. De esta manera, la comparación entre un impuesto progresivo sobre la renta y otro proporcional sobre la misma conduce a resultados dudosos ya que los efectos tienen fuerzas contrarias. Sin embargo, el hecho de tomar en cuenta el efecto sustitución afirma que un impuesto progresivo sobre la renta total grava con mayor peso el ahorro que un impuesto proporcional. Los ahorros del grupo se reducirán más con un impuesto proporcional sobre la renta que un impuesto sobre el consumo presente y futuro.

Aunque el sentido del efecto de sustitución está claro en la mayor parte de los casos, el valor de sustitución no es fácil de determinar. Esto podría parecer de escasa importancia si se compara un tipo de impuesto fijo sobre la renta con un impuesto del mismo tipo sobre el consumo, y sigue teniendo poca importancia, incluso si se toma en consideración la progresión en el impuesto. Al mismo tiempo, el efecto sustitución afecta más en el caso de un impuesto temporal sobre el consumo o de un impuesto solo sobre el consumo presente.

En conclusión, se puede notar una diferencia analítica importante entre los efectos de renta y sustitución. Si se aplica el impuesto se produce de forma exclusiva un efecto renta ya que cada sujeto pasivo reduce tanto el consumo como el ahorro. Bajo el supuesto de oferta de trabajo fija, la suma de ambas reducciones equivale al cambio experimentado por la renta, o sea, el impuesto pagado. De este modo, se puede indicar que el ingreso impositivo se divide entre consumo y ahorro reducidos. Si tiene lugar un efecto sustitución, el consumo puede aumentar y el ahorro puede disminuir (o viceversa). Cuando se combinan ambos efectos, la suma de los cambios en el consumo y ahorro (que pueden moverse en direcciones opuestas) sigue siendo

²² Un impuesto es regresivo “si imponen una carga mayor a las familias de renta baja que a las familias de renta alta” (Samuelson y Nordhaus, 2002)

igual al ingreso obtenido por la autoridad. Sin embargo, el decrecimiento del consumo o del ahorro puede ser superior al ingreso del fisco. En realidad, se puede encontrar cambios sustanciales en el consumo y ahorro (si tienen igual magnitud) con un ingreso impositivo nulo. El concepto de rendimiento impositivo, al dividirse en ahorro y consumo, se reemplaza por el de los efectos de la imposición sobre el consumo y el ahorro.

3 METODOLOGÍA DE VECTORES AUTORREGRESIVOS (VAR)

Dentro de las herramientas econométricas que permiten el análisis conjunto de variables endógenas están los vectores autorregresivos (VAR). En estos modelos está implícito el criterio de simultaneidad entre variables.

Los VARs son un sistema de ecuaciones dinámicas que examinan la interrelación entre variables económicas con una buena representación estadística de las relaciones pasadas y presentes de las variables. Sims (1980) introduce inicialmente estos modelos mostrando que proveían un enfoque más coherente y creíble para la descripción de los datos, pronóstico, análisis estructural de la economía y medición del impacto de decisiones de política económica (Bank of England, 1999). La modelización VAR se fundamenta sobre la hipótesis de que la evolución de la economía esta aproximada por la descripción del comportamiento dinámico de un vector de N variables lineales que dependen del pasado y presente (Lardic y Mignon, 2002).

Estos modelos presenta algunas características que hacen que sean los más adecuados para la estimación de efectos de políticas públicas a mediano y largo plazo. Por una parte, los VARs permiten observar como el cambio de una variable afecta al comportamiento de las otras. Por otra parte, esta metodología trata con igualdad a las variables sin que exista una distinción a priori entre variables endógenas y exógenas; es decir, se supone que ninguna de las variables se determina de manera exógena y por tanto todas están interrelacionadas (Pereira y Roca-Sagalés, 2007).

3.1 DEFINICIÓN BÁSICA DE UN PROCESO VAR

Un modelo de vectores autorregresivos básico es una regresión de series de tiempo, donde cada variable depende de manera dinámica de los rezagos de ella misma y de otras variables. Un VAR básico puede ser expresado de la siguiente manera:

$$Y_t = V + A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + U_t \quad (3.1)$$

Donde

- $Y_t = (y_{1t}, \dots, y_{kt})'$ es el vector $K \times 1$ de variables endógenas,
- $V = (v_1, \dots, v_k)'$ es el vector $K \times 1$ de interceptos,
- A_k es la matriz $K \times K$ de coeficientes,
- Y_{t-k} es el vector $K \times 1$ de rezagos de las variables endógenas, y
- $U_t = (u_{1t}, \dots, u_{kt})'$ es el vector de K -dimensionalidad de ruidos blancos²³.

En esta especificación se puede tomar en cuenta los efectos contemporáneos de las variables. Lardic y Mignon (2002) toman dos variables estacionarias x_1 y x_2 . Cada variable es función de sus propios rezagos, pero también de los valores presentes y pasados de otras variables. Por lo tanto, se puede escribir un modelo VAR con 4 rezagos ($p = 4$) de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} x_{1t} &= a_1 + \sum_{i=1}^4 b_{1i}x_{1t-i} + \sum_{j=1}^4 c_{1j}x_{2t-j} - d_1x_{2t} + u_{1t} \\ x_{2t} &= a_2 + \sum_{i=1}^4 b_{2i}x_{2t-i} + \sum_{j=1}^4 c_{2j}x_{1t-j} - d_1x_{1t} + u_{2t} \end{aligned} \quad (3.2)$$

donde u_{1t} y u_{2t} son dos ruidos blancos no correlacionados. De forma matricial, el proceso VAR(4) se escribe:

$$BX_t = \Phi_0 + \sum_{i=1}^4 \Phi_i X_{t-i} + U_t \quad (3.3)$$

donde:

$$\mathbf{B} = \begin{bmatrix} 1 & d_1 \\ d_2 & 1 \end{bmatrix} \quad \Phi_0 = \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \end{bmatrix} \quad \mathbf{X}_t = \begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} \quad \Phi_i = \begin{bmatrix} b_{1i} & c_{1i} \\ b_{2i} & c_{2i} \end{bmatrix} \quad \mathbf{U}_t = \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix}$$

²³ Un proceso estacionario ε_t es un ruido blanco si:

- $E[\varepsilon_t] = 0 \forall t$,
- $V[\varepsilon_t] = \sigma_\varepsilon^2 \forall t$,
- $Cov(\varepsilon_t, \varepsilon_{t'}) = 0$ para $t \neq t'$

Un ruido blanco se nota: $\varepsilon_t \sim RB(0, \sigma_\varepsilon^2)$.

Si se multiplica cada término de la ecuación (3.3) por B^{-1} y si B es invertible, se obtiene el proceso de la forma básica:

$$X_t = A_0 + \sum_{i=1}^4 A_i X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3.4)$$

Donde $A_i = B^{-1}\Phi_i$ y $\varepsilon_t = B^{-1}U_t$. Se puede notar una distinción entre las ecuaciones (3.1) y (3.4). El primero es conocido como *sistema primario* y el segundo como *forma estándar*. Además, los errores ε_t se determinan a partir de los shocks u_{it} . Para el ejemplo se expresa como:

$$\begin{aligned} \varepsilon_{1t} &= (u_{1t} - d_1 u_{2t}) / (1 - d_1 d_2) \\ \varepsilon_{2t} &= (u_{2t} - d_1 u_{1t}) / (1 - d_1 d_2) \end{aligned} \quad (3.5)$$

3.2 CARACTERÍSTICAS DE UN VAR ESTACIONARIO

Antes de realizar las pruebas específicas sobre la serie y buscar el modelo de la misma, varias etapas preliminares son necesarias como estudiar si su esperanza y varianza son estables en el tiempo. De esta manera, se plantea $X_t, t = 1, \dots, T$, una serie temporal donde T es el número de observaciones de la serie.

3.2.1 Estacionariedad en Sentido Estricto o Estacionariedad Fuerte

Un proceso X_t es estacionario en sentido estricto si $\forall t_1, t_2, \dots, t_n$ con $t_i \in T, i = 1, \dots, n$ y si $\forall \tau \in T$ con $t_{i+\tau} \in T, X_{t_1}, \dots, X_{t_n}$ tiene la misma distribución de probabilidad que $X_{t_1+\tau}, \dots, X_{t_n+\tau}$.

Un proceso es estrictamente estacionario cuando tiene todos sus momentos invariantes dentro del tiempo. Sin embargo, esta definición de estacionariedad es demasiado estricta, por lo cual se define la estacionariedad en segundo orden²⁴

3.2.2 Estacionariedad en Segundo Orden o Estacionariedad Débil

Un proceso X_t es estacionario en segundo orden si y solo si:

²⁴ En adelante, el término estacionariedad se entenderá con el concepto de estacionariedad en segundo orden

$$E(X_t^2) < \infty, \forall t \in Z \quad (3.6)$$

$$E(X_t) = m, \forall t \in Z \quad (3.7)$$

$$Cov(X_t, X_{t+h}) = \gamma_h, \forall t, h \in Z \quad (3.8)$$

La ecuación (3.6) indica que el proceso es estacionario en segundo orden (los momentos de segundo orden son finitos). Según la condición de (3.7), la media del proceso es constante para cualquier período t . Finalmente, la tercera condición muestra que la covarianza entre dos periodos t y $t + h$ depende únicamente de la diferencia h de los períodos. Además, se observa que la varianza $\sigma_X^2 = Cov(X_t, X_t) = \gamma_0$ es independiente del tiempo²⁵. Este resultado se traduce como la propiedad de homoscedasticidad.

3.3 REPRESENTACIÓN MA(∞) DE UN PROCESO VAR

Para Lütkepohl (2005), la representación *moving average* (MA) es expresar un VAR en términos del pasado y presente del error. Para ilustrar lo anterior, se propone un VAR(1) que sigue la forma de la ecuación (3.1):

$$Y_t = A_0 + A_1 Y_{t-1} + U_t \quad (3.9)$$

Si este proceso comienza en el tiempo $t = 1$, se obtiene:

$$\begin{aligned} Y_1 &= A_0 + A_1 Y_0 + U_1, \\ Y_2 &= A_0 + A_1 Y_1 + U_2 = A_0 + A_1(A_0 + A_1 Y_0 + U_1) + U_2, \\ Y_2 &= (I_K + A_1)A_0 + A_1^2 Y_0 + A_1 U_1 + U_2 \\ &\vdots \\ Y_t &= (I_K + A_1 + \dots + A_1^{t-1})A_0 + A_1^t Y_0 + \sum_{i=0}^{t-1} A_1^i U_{t-i} \\ &\vdots \end{aligned} \quad (3.10)$$

Por lo tanto, los vectores Y_1, \dots, Y_t y su distribución conjunta son determinados únicamente por Y_0, U_1, \dots, U_t . Aunque a veces, se asume que un proceso inicia en un periodo específico, también conviene aceptar que inicia en el pasado infinito (ecuación 3.10). Por lo tanto, Y_t

²⁵ γ_h es la función de autocovarianza del proceso

puede definir como un proceso estocástico bien definido si todos los valores propios de A_1 tienen módulos menores que 1 ²⁶ :

$$Y_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} A_1^i U_{t-i}, \quad t = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \quad (3.11)$$

donde $\mu := (I_K - A_1)^{-1} A_0$. Las distribuciones marginales y conjuntas de los Y_t 's son determinados únicamente por la distribución de los procesos U_t ²⁷ .

3.4 PRINCIPALES FUNCIONES DE LOS VARs

3.4.1 Función de Impulso Respuesta (IR)

Para iniciar, se puede suponer un modelo VAR que puede escribirse como una representación de MA. En efecto, la ecuación (3.4) es la representación MA de (3.3), donde las variables están expresadas en términos de los valores presentes y pasados de los errores. Esta representación es una característica esencial de la metodología de Sims (1980), ya que le permite trazar la trayectoria temporal de los diversos shocks de las variables incluidas en el sistema. Para ilustrar lo anterior, se tiene un modelo de primer orden de dos variables:

²⁶ La condición de que los valores propios de la matriz A_1 son menores a 1 establece que un proceso VAR(1) es *estable*. Esta condición es equivalente a:

$$\det(I_K - A_1 z) \neq 0, \text{ para } |z| \leq 1$$

²⁷ Donde el primer y segundo momento del proceso Y_t es:

$$\begin{aligned} E(Y_t) &= \mu, \forall t \\ \Gamma_Y(h) &:= E(Y_t - \mu)(Y_{t-h} - \mu)' \\ &= \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n A_1^i E(U_{t-i} U_{t-h-j}') A_1^{j'} \end{aligned} \quad (3.12)$$

Dado que $E(U_t U_s') = 0$ para $s \neq t$ y $E(U_t U_t') = \Sigma_U$ para todo t , entonces:

$$\Gamma_Y(h) = \lim_{n \rightarrow \infty} \sum_{i=0}^n A_1^{h+i} \Sigma_U A_1^{i'} = \sum_{i=0}^{\infty} A_1^{h+i} \Sigma_U A_1^{i'}$$

$$\begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{10} \\ a_{20} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_{1t-1} \\ x_{2t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix} \quad (3.13)$$

O, usando la ecuación (3.11), se obtiene:

$$\begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix} \quad (3.14)$$

Sin embargo, este proceso se puede reescribir tomando en cuenta la ecuación (3.5), donde se muestran las relaciones de U_t con ε_t , teniendo como resultado la siguiente combinación:

$$\begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \end{bmatrix} + [1/(1 - d_1 d_2)] \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix}^i \begin{bmatrix} 1 & -d_1 \\ -d_2 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \quad (3.15)$$

Para simplificar, se nota de la siguiente forma a la matriz Φ_i con los elementos $\phi_{jk}(i)$:

$$\Phi_i = [A_1^i / (1 - d_1 d_2)] \begin{bmatrix} 1 & -d_1 \\ -d_2 & 1 \end{bmatrix} \quad (3.16)$$

Por lo tanto, la representación MA de (3.14) puede escribirse en términos de ε_{1t} y ε_{2t} :

$$\begin{bmatrix} x_{1t} \\ x_{2t} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \end{bmatrix} + \sum_{i=0}^{\infty} \begin{bmatrix} \phi_{11}(i) & \phi_{12}(i) \\ \phi_{21}(i) & \phi_{22}(i) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t-i} \\ \varepsilon_{2t-i} \end{bmatrix} \quad (3.17)$$

O de manera más compacta:

$$X_t = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \Phi_i \varepsilon_{t-i} \quad (3.18)$$

La representación de medias móviles es una herramienta especialmente utilizada para examinar la interrelación entre las variables. Los coeficientes de Φ_i pueden utilizarse para generar los efectos de los shocks ε_{1t} y ε_{2t} en toda la trayectoria del tiempo de x_{1t} y x_{2t} . Además, los cuatro elementos ϕ_{jk} , conocidos como las **Funciones de Impulso Respuesta**, son los multiplicadores de impacto. Una interpretación de estos coeficientes es, por ejemplo, que el coeficiente $\phi_{12}(0)$ es el impacto instantáneo del cambio de una unidad de ε_{2t} en x_{1t} . En el mismo sentido, los elementos $\phi_{11}(1)$ y $\phi_{12}(1)$ son la respuesta en un período del cambio unitario en ε_{1t-1} y ε_{2t-1} sobre x_{1t} , respectivamente.

El efecto acumulativo del impulso unitario en ε_{1t} y/o ε_{2t} puede obtenerse por la suma de los coeficientes de la función de impulso respuesta. Así, por ejemplo, se nota que después de n períodos el efecto de ε_{2t} en el valor de x_{1t+n} es $\phi_{12}(n)$. Por lo tanto, después de n períodos la suma acumulada de los efectos de ε_{2t} sobre x_{1t} es:

$$\sum_{i=0}^n \phi_{12}(i) \quad (3.19)$$

Si n tiende a infinito se produce el multiplicador de largo plazo.

3.4.2 Descomposición de la Varianza

Los VARs sin restricciones no son particularmente útiles para las previsiones a corto plazo. Sin embargo, los errores de pronóstico de estos modelos son muy útiles para entender las interrelaciones entre las variables en el sistema. Si se toma en cuenta la ecuación (3.9), se puede suponer que se conocen los coeficientes de A_0 y A_1 . Bajo este criterio, se desea predecir varios valores medios de X_{t+i} sobre el valor observado de X_t . De esta manera, se tiene $X_{t+1} = A_0 + A_1 X_t + U_{t+1}$ y donde la esperanza de X_{t+1} es:

$$E_t X_{t+1} = A_0 + A_1 X_t \quad (3.20)$$

Por consiguiente, el error de predicción adelantado en un período es $X_{t+1} - E_t X_{t+1} = U_{t+1}$. De manera recursiva, se puede mostrar que la esperanza de X_{t+n} es:

$$E_t X_{t+n} = (I + A_1 + A_1^2 + \dots + A_1^{n-1}) A_0 + A_1^n X_t \quad (3.21)$$

Mientras que, los errores de predicción asociados son:

$$X_{t+n} - E_t X_{t+n} = U_{t+n} + A_1 U_{t+n-1} + A_1^2 U_{t+n-2} + \dots + A_1^{n-1} U_{t+1} \quad (3.22)$$

Según Enders (2009), se puede considerar estos errores de predicción en términos de una representación MA ya que el modelo VAR y esta representación contienen exactamente la misma información. Para identificar las interrelaciones entre las variables es conveniente expresar los errores de predicción en términos del proceso ε_t . Además, si se utiliza la ecuación (3.9) para la predicción condicionada de X_{t+n} , la expresión es:

$$X_{t+n} = \mu + \sum_{i=0}^{\infty} \phi_i \varepsilon_{t+n-i} \quad (3.23)$$

Donde el error de predicción para los períodos n es:

$$X_{t+1} - E_t X_{t+1} = \sum_{i=0}^{n-1} \phi_i \varepsilon_{t+n-i} \quad (3.24)$$

De manera específica, si se enfoque un solo proceso, el error de predicción en los n períodos es:

$$\begin{aligned} x_{1t+n} - E_t x_{1t+n} &= \phi_{11}(0) \varepsilon_{1t+n} + \phi_{11}(1) \varepsilon_{1t+n-1} + \dots + \phi_{11}(n-1) \varepsilon_{1t+1} \\ &+ \phi_{12}(0) \varepsilon_{2t+n} + \phi_{12}(1) \varepsilon_{2t+n-1} + \dots + \phi_{12}(n-1) \varepsilon_{2t+1} \end{aligned} \quad (3.25)$$

De esta manera, la varianza del error de predicción de los n períodos de x_{1t+n} es:

$$\begin{aligned} \sigma_1^2(n) &= \sigma_1^2 [\phi_{11}^2(0) + \phi_{11}^2(1) + \dots + \phi_{11}^2(n-1)] \\ &+ \sigma_2^2 [\phi_{12}^2(0) + \phi_{12}^2(1) + \dots + \phi_{12}^2(n-1)] \end{aligned} \quad (3.26)$$

Como todos los valores de $\phi_{jk}^2(i)$ son estrictamente no negativos, la varianza del error de predicción incrementa conforme el horizonte de predicción incrementa en n . De acuerdo con lo anterior, se puede descomponer los n adelantos del error predicho en cada uno de los shocks. En particular, las proporciones de $\sigma_1^2(n)$ para los shocks ε_{1t} y ε_{2t} son:

$$\frac{\sigma_1^2[\phi_{11}^2(0) + \phi_{11}^2(1) + \dots + \phi_{11}^2(n-1)]}{\sigma_1^2(n)} = \frac{\sigma_1^2 \sum_{i=0}^{n-1} \phi_{11}^2(i)}{\sigma_1^2(n)} \quad (3.27)$$

$$\frac{\sigma_2^2[\phi_{12}^2(0)^2 + \phi_{12}^2(1)^2 + \dots + \phi_{12}^2(n-1)]}{\sigma_1^2(n)} = \frac{\sigma_2^2 \sum_{i=0}^{n-1} \phi_{12}^2(i)}{\sigma_1^2(n)} \quad (3.28)$$

La **Descomposición de la Varianza del Error de Predicción** (FEVD, por sus siglas en inglés) permite medir los cambios en las variables ocasionados por sus propios shocks frente a los de las otras variables (Gachet et al., 2008). Por lo tanto, si el shock ε_{2t} no explica la FEVD de x_{1t} en todo el horizonte de predicción se puede indicar que x_{1t} es exógena. Mientras tanto, si ε_{2t} podría explicar la descomposición de x_{1t} en todo el horizonte, entonces x_{1t} sería enteramente endógena.

3.5 VECTORES AUTORREGRESIVOS ESTRUCTURALES (SVAR)

Según Keating (1996), los primeros modelos SVAR fueron desarrollados por Bernanke (1986), Blanchard y Watson (1986) y Sims (1986), quienes utilizaron teoría económica para identificar restricciones en el comportamiento de los agentes. Los SVARs tienen la ventaja de validar de manera empírica los aportes de los diferentes pensamientos económicos. Además, en esta metodología existen dos tipos de modelos: *i*) los de **corto plazo**, que permiten introducir restricciones en las correlaciones contemporáneas entre las variables, y, *ii*) los de **largo plazo** que introducen restricciones que acumulan los efectos en el tiempo.

3.5.1 Modelos de Corto Plazo

Modelo A

Un enfoque aproximado para encontrar un modelo con residuos no correlacionados contemporáneamente es aquel que tiene relaciones instantáneas directas entre las variables observadas. De esta manera, se puede considerar una estructura modificada de la ecuación 3.4:

$$AY_t = A_1^*Y_{t-1} + \dots + A_p^*Y_{t-p} + \varepsilon_t \quad (3.29)$$

Donde $A_j^* := AA_j$ ($j = 1, \dots, p$) y $\varepsilon_t := Au_t \sim (0, \Sigma_\varepsilon = A\Sigma_u A')$. De este modo, una elección adecuada de la matriz A es cuando ε_t tenga una matriz de covarianza diagonal. Si lo anterior se muestra como una representación MA, la expresión es:

$$Y_t = \theta_0 \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2} + \dots \quad (3.30)$$

Donde los elementos de la matriz θ_j representa las respuestas de los shocks ε_t . Si la estructura de la ecuación (3.29) puede ser encontrada, el impulso-respuesta correspondiente es único²⁸. De esta manera, para obtener una única matriz A de efectos instantáneos, las restricciones necesarias deben partir de la siguiente relación:

$$\Sigma_\varepsilon = A \Sigma_U A' \quad (3.31)$$

Además, se toma el supuesto de que la matriz Σ_ε es diagonal. De esta manera, se tiene $K(K - 1)/2$ ecuaciones independientes; es decir, todos los elementos $K(K - 1)/2$ fuera de la diagonal de $A \Sigma_U A'$ son iguales a cero. Sin embargo, se necesita K^2 ecuaciones para encontrar los K^2 elementos, en otras palabras, se requiere $K(K + 1)/2$ ecuaciones adicionales para obtener un modelo A. Estas restricciones pueden crearse como restricciones para los elementos de la matriz A. Claramente, los elemento de la diagonal de la matriz A pueden ser iguales a la unidad ya que el k -ésimo componente (y_{kt}) de la ecuación (3.29) puede ser endógeno. Aunque todavía se necesiten otras $K(K - 1)/2$ restricciones, no se pueden tomar restricciones como el orden de causalidad de Wold²⁹ ya que y_{1t} tendrá un impacto instantáneo en todas las variables; sin embargo, y_{2t} tendría un impacto instantáneo sobre todas las otras variables excepto sobre y_{1t} y así sucesivamente:

$$A = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ a_{21} & 1 & 0 & 0 \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{K1} & a_{K2} & \dots & 1 \end{bmatrix}$$

Esta matriz tiene la forma de una triangular inferior. De esta manera, se tiene las suficientes restricciones para que los errores y los impulsos respuesta asociados sean identificados de forma exacta. Además, según Lütkepohl (2005, capítulo 2), el impulso respuesta θ_j resultante es cualitativamente el mismo que el impulso respuesta ortogonalizado basado en la descomposición de Cholesky de Σ_U . La única diferencia es que en el último caso el impulso tiene varianzas unitarias mientras que el modelo A no tiene normalizada la varianza.

²⁸ El concepto de impulso respuesta se amplía en la sección (3.4)

²⁹ Para ampliar el concepto de causalidad de Wold se puede revisar Lütkepohl (2005).

Modelo B

Para Lütkepohl (2005), los estudios que han aplicado el análisis de impulso-respuesta han dado un énfasis a la interpretación de los shocks más que a las relaciones entre las variables observadas. Por lo tanto, la identificación de los errores estructurales ε_t a partir de los errores estimados (o de la forma reducida de los residuos U_t) es algo normal.

Se puede partir de la ecuación (3.30) y suponer que los errores de predicción son funciones lineales de las innovaciones estructurales. En este caso, se tiene la relación $U_t = B\varepsilon_t$ y, en consecuencia, $\Sigma_U = B\Sigma_U B'$. Además, cuando la varianza de los errores estructurales es normalizada, es decir, asumir que $\varepsilon_t \sim (0, I_k)$, se tiene:

$$\Sigma_U = BB' \quad (3.32)$$

Como la matriz de covarianza es simétrica, estas relaciones especifican solo $K(K+1)/2$ ecuaciones diferentes y se necesitan $K(K-1)/2$ relaciones para identificar todos los K^2 elementos de B. De esta manera, la matriz B es triangular inferior y una alternativa es la descomposición de Cholesky. Esta estructura identifica la forma de la matriz B siempre y cuando se tenga una justificación teórica considerando a los ε_t 's como innovaciones estructurales. Por lo cual, esta forma matricial es la más utilizada (e.g. Eichenbaum y Evans (1993), Christiano et al. (1994), Rezk et al. (2006)) aunque se puede introducir otras restricciones para la matriz B.

Modelo AB

Una alternativa compleja de estos modelos de corto plazo es la implementación simultánea de ambas restricciones. Además, se formula un sistema de ecuaciones simultáneas donde se puede notar el cambio de las restricciones entre variables y errores (Gali, 1992). De esta manera, se parte de la relación combinada de los modelos A y B:

$$AU_t = B\varepsilon_t, \varepsilon_t \sim (0, I_K) \quad (3.33)$$

Por lo tanto, en el modelo AB se tiene $U_t = A^{-1}B\varepsilon_t$ y, por ende, $\Sigma_U = A^{-1}BB'A^{-1}$. De modo que, el SVAR tiene $K(K+1)/2$ ecuaciones y necesita adicionalmente $2K^2 - \frac{1}{2}K(K+1)$ restricciones para identificar todos los $2K^2$ elementos de las matrices A y B. De esta manera, se necesita $2K^2 - \frac{1}{2}K(K+1)$ restricciones para identificar los coeficientes (aunque los elementos diagonales de A sean iguales a uno). En la práctica, la mayoría de estudios consideran los casos especiales de $A = I_k$ (modelo B) o $B = I_k$ (modelo A) con las restricciones normalizadas

o de forma lineal.

3.5.2 Modelos de Largo Plazo

Para Lütkepohl (2005) está claro que no es fácil encontrar las restricciones para las matrices A y B. De hecho, el autor indica que el modelo de largo plazo de Blanchard y Quah (1989)³⁰ es una alternativa para imponer las restricciones de forma indirecta e identificar los errores estructurales y los impulsos-respuesta. Ellos reconsideran la descomposición del PIB real de y_t para conocer si las perturbaciones de oferta y demanda agregada son permanentes o temporales en el Producto Interno Bruto y la tasa de desempleo. De esta manera, Blanchard y Quah asumen que los shocks de productividad de oferta tienen un efecto permanente y los de demanda tienen un efecto temporal³¹. Además, se asume que el PIB y el desempleo tienen una relación dinámica y, por ende, los dos procesos son afectados por los perturbaciones de corto y largo plazo. Para ilustrar lo anterior, se puede tomar la ecuación (3.2) considerando que no hay intercepto y no existen efectos contemporáneos entre las variables:

$$\begin{aligned}\Delta y_t &= \sum_{i=1}^p b_{1i}x_{1t-i} + \sum_{j=1}^p c_{1j}x_{2t-j} + u_{1t} \\ z_t &= \sum_{i=1}^p b_{2i}x_{2t-i} + \sum_{j=1}^p c_{2j}x_{1t-j} + u_{2t}\end{aligned}\tag{3.34}$$

Por lo tanto, estos procesos Δy_t y z_t pueden expresarse como una representación MA:

$$\begin{aligned}\Delta y_t &= \sum_{k=0}^{\infty} c_{11}(k)\varepsilon_{1t-k} + \sum_{k=0}^{\infty} c_{12}(k)\varepsilon_{2t-k} \\ z_t &= \sum_{k=0}^{\infty} c_{21}(k)\varepsilon_{1t-k} + \sum_{k=0}^{\infty} c_{22}(k)\varepsilon_{2t-k}\end{aligned}\tag{3.35}$$

O de manera más compacta:

³⁰ Shapiro y Watson (1989) también proponen las restricciones de largo plazo. El trabajo utiliza la hipótesis que la identificación de las crisis sólo por la oferta, como las crisis a la tecnología, los precios del petróleo, y la oferta de trabajo afectan a la producción en el largo plazo. Los shocks de demanda agregada monetaria y real pueden afectar la producción, pero sólo en el corto plazo.

³¹ Estos supuestos siguen la teoría keynesiana. Ver Keynes (1935)

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11}(L) & C_{12}(L) \\ C_{21}(L) & C_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \quad (3.36)$$

Donde:

- Δy_t es el crecimiento del PIB real
- z_t es la tasa de desempleo
- $C_{ij}(L)$ es el polinomio del operador de rezagos L y el coeficiente individual de $C_{ij}(L)$ se denota como $c_{ij}(k)$
- ε_{1t} es el shock de la oferta agregada
- ε_{2t} es el shock de la demanda agregada

Como se explica antes, Blanchard y Quah (1989) asumen supuestos keynesianos sobre la demanda y oferta. De esta manera, se indica que un shock de demanda agregada tiene efectos de corto plazo en el PIB y uno de oferta agregada tiene un efecto de largo plazo. Por consiguiente, el efecto acumulativo del shock ε_{2t} en Δy_t es igual a cero:

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t \\ u_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11}(L) & 0 \\ C_{21}(L) & C_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{bmatrix} \quad (3.37)$$

El orden de las variables de la matriz C en el ejemplo al parecer indica que la estructura es igual por la descomposición de Cholesky. Sin embargo, la matriz C puede tener una estructura diferente a una matriz triangular inferior o como el caso de Sarmiento y Ramírez (2005), Picchetti y Kanczuk (2001) o Misas y Posada (2000), quienes aclaran que es una coincidencia la forma matricial de las restricciones.

Un problema de esta metodología es recuperar la estimación del modelo VAR ya que no se puede observar la magnitud de los shocks de demanda y oferta agregada. De esta manera, la siguiente expresión es una representación VAR del modelo C :

$$\begin{bmatrix} \Delta y_t \\ z_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} A_{11}(L) & A_{12}(L) \\ A_{21}(L) & A_{22}(L) \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta y_{t-1} \\ u_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} u_{1t} \\ u_{2t} \end{bmatrix} \quad (3.38)$$

O de manera compacta:

$$X_t = A(L)X_{t-1} + U_t \quad (3.39)$$

Donde:

- X_t es el vector columna $(\Delta y_t, u_t)'$,
- U_t es el vector columna $(u_{1t}, u_{2t})'$, y
- $A(L)$ es la matriz 2×2 con los elementos de los polinomios $A_{ij}(L)$ con los coeficientes $a_{ij}(k)$.

3.6 METODOLOGÍA DE BOX-JENKINS

La metodología de Box-Jenkins utilizada en el análisis y la previsión es considerada como la técnica de pronóstico más eficiente. Los tres pasos estratégicos de **identificación, estimación y validación** requieren que la persona encargada de elaborar previsiones de tener experiencia y conocimiento (Box et al., 2008). A diferencia de otras técnicas, la metodología de Box-Jenkins es un procedimiento que utiliza el comportamiento pasado de una variable para seleccionar el mejor modelo de predicción de una clase general de modelos.

3.6.1 Identificación del Modelo

La primera etapa de la metodología de Box-Jenkins es identificar el número de rezagos que necesita el modelo para ser óptimo. Box et al. (2008) mencionan que la identificación es un paso esencial para un modelo.

Una forma de selección del modelo es la utilización de los criterios de información tales como AIC (Criterio de Información de Akaike) propuesto por Akaike (1974) o BIC (Criterio de Información Bayesiano) de Schwarz (1978). Estos criterios son estimados mediante el método

de máxima verosimilitud³².

Según Lütkepohl (2005), si predecir es el objetivo se tiene que escoger el orden de rezagos de tal manera que la medida de precisión de predicción sea mínima. Por lo tanto, Akaike (1969, 1971) sugiere basar la elección del orden del VAR según la predicción del error cuadrático de la media (MSE, por sus siglas en inglés) en un período:

$$\Sigma_{\hat{x}}(1) = \frac{T + Kp + 1}{T} \Sigma_U \quad (3.41)$$

Donde:

- p es el orden del proceso VAR construido por los datos.
- T es la muestra y
- K es el número de ecuaciones.

Para obtener este criterio, la matriz de covarianza Σ_U del ruido blanco se reemplaza por un estimador. Por lo tanto, se obtiene una solución única cuando se tenga un criterio escalar. Además, Akaike sugiere utilizar el estimador de mínimos cuadrados con grados de libertad ajustados para Σ_U y se toma el determinante de la siguiente expresión:

$$\hat{\Sigma}_U = \frac{T}{T - Kp - 1} \tilde{\Sigma}_U(p) \quad (3.42)$$

De esta manera, $\tilde{\Sigma}_U(p)$ es el estimador de máxima verosimilitud de Σ_U para ajustar un modelo VAR(p). El criterio resultante es conocido como el **Error de Predicción Final** (FPE, por sus siglas en inglés):

³² Según Hamilton (1994), el Logaritmo de Verosimilitud para un VAR(p) es:

$$LL = - \left(\frac{T}{2} \right) \left\{ \ln \left(\left| \hat{\Sigma} \right| \right) - K \ln(2\pi) - K \right\} \quad (3.40)$$

Donde:

- T es el número de observaciones,
- K es el número de ecuaciones y
- Σ es el estimador de máxima verosimilitud de $E[u_t u_t']$

$$\begin{aligned}
FPE(p) &= \det \left[\frac{T + Kp + 1}{T} \frac{T}{T - Kp - 1} \tilde{\Sigma}_U(p) \right] \\
&= \left[\frac{T + Kp + 1}{T - Kp - 1} \right]^K \det \tilde{\Sigma}_U(p)
\end{aligned} \tag{3.43}$$

A partir de este se crearon otros criterios con mayor consistencia estadística:

- Criterio de Información de Akaike (1974)

$$AIC(p) = \ln \left| \tilde{\Sigma}_U(p) \right| + \frac{2pK^2}{T} \tag{3.44}$$

- Criterio de Información de Hannan y Quinn (1979)

$$HQIC(p) = \ln \left| \tilde{\Sigma}_U(p) \right| + \frac{2 \ln \ln T}{T} pK^2 \tag{3.45}$$

- Criterio de Información Bayesiano de Schwarz (1978)

$$SBIC(p) = \ln \left| \tilde{\Sigma}_U(p) \right| + \frac{\ln T}{T} pK^2 \tag{3.46}$$

Lütkepohl (2005) indica que los criterios de información FPE y AIC no son consistentes ya que asintóticamente son equivalentes, mientras que HQIC y SBIC si lo son por su construcción. Además, los dos últimos son mejores para modelos con muestras consistentes y los de FPE y AIC son preferible utilizarlos para muestras pequeñas. Enders (2009), también, muestra que el coeficiente más consistente es el SBIC ya que AIC tiene un sesgo a escoger un modelo sobreparametrizado.

3.6.2 Estimación del Modelo

El proceso de identificación llega a una formación tentativa de un modelo. Por lo cual, se necesita obtener una estimación eficiente de los parámetros. Para Box et al. (2008), los parámetros del proceso VAR no pueden ser estimados por Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO), por lo que generalmente, se utiliza la técnica de Máxima Verosimilitud (MV). En especial, cuando los parámetros están sujetos a restricciones (SVAR) es conveniente utilizar MV (Lardic y Mignon, 2002). Esta técnica asume que los errores tienen una función de distribución normal. Para ilustrar lo anterior, se considera un proceso VAR(p):

$$Y_t = A_1 Y_{t-1} + A_2 Y_{t-2} + \dots + A_p Y_{t-p} + U_t \tag{3.47}$$

Donde U_t es un ruido blanco con una matriz de covarianza Σ_U . Por lo tanto, la verosimilitud condicional para todos los valores pasados del proceso es:

$$L(X_1, \dots, X_T) = \prod_{t=1}^T L(X_t | \underline{X_{t-1}}) \quad (3.48)$$

Donde $\underline{X_{t-1}}$ denota todo el pasado de X_t hasta $t-1$. Por lo que la función de verosimilitud se escribe:

$$L(X_1, \dots, X_T) = \prod_{t=1}^T \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^K \sqrt{\det \Sigma_U}} \quad (3.49)$$

$$\exp \left[-\frac{1}{2} \sum_{t=1}^T \left(X_t - \sum_{i=1}^p A_i X_{t-i} \right)' \Sigma_U^{-1} \left(X_t - \sum_{i=1}^p A_i X_{t-i} \right) \right] \quad (3.50)$$

De esta manera, el logaritmo de verosimilitud se expresa de la siguiente manera:

$$LL(X_1, \dots, X_T) = -\frac{KT}{2} \ln 2\pi - \frac{T}{2} \ln |\Sigma_U| - \frac{1}{2} \sum_{t=1}^T U_t' \Sigma_U^{-1} U_t \quad (3.51)$$

Después, esta expresión se maximiza para obtener estimaciones de A_0, \dots, A_p y de Σ_U

3.6.3 Validación del Modelo

Cuando el modelo ha sido identificado y los parámetros estimados, la validación (o revisión del diagnóstico) se aplica sobre este modelo ajustado. El diagnóstico se basa en que el modelo debe cumplir ciertas reglas como tener una distribución normal de los residuos, no tener autocorrelación en los residuos, entre otras. La mayoría de pruebas son sujetas a los residuos o errores ya que son la parte estocástica del modelo³³.

- Test del Multiplicador de Lagrange.- esta prueba permite analizar si los residuos se encuentran autocorrelacionados. Esta prueba tiene la hipótesis nula (H_0) de que no existe autocorrelación.
- Test de Normalidad.- este permite verificar que los residuos tenga una distribución normal. La hipótesis nula del test es que los errores están distribuidos normalmente.

³³ Lütkepohl (2005) también asevera que las pruebas que se realizan son sobre los residuos del modelo subyacente.

- Test de Wald.- esta prueba identifica el rezago que tenga los coeficientes iguales a cero. Su hipótesis nula es que los coeficientes de los rezagos tienen un valor igual a cero.

4 APLICACIÓN PARA ECUADOR

4.1 APLICACIÓN DE LOS SVARs

Los vectores autorregresivos son los más utilizados para medir los cambios en política monetaria y fiscal ya que estos modelos cuantifican los impactos en las variables económicas. Además, los VARs tienen una metodología especial que permite introducir restricciones económicas (SVAR). Como se indica en la sección (3.5.2), los SVAR fueron introducidos por Blanchard y Watson (1986), Bernanke (1986) y Sims (1986). El primer documento es el pionero de este tipo de modelos aplicados a la economía. Los autores investigan dos cuestiones: *i)* Si los ciclos económicos se deben a una acumulación de pequeños shocks o por shocks inesperados de gran tamaño. El análisis muestra que ninguna de las dos opciones extremas caracterizan con precisión los ciclos. *ii)* Si los ciclos se deben principalmente a una fuente de perturbaciones, por ejemplo monetaria, fiscal, entre otras. Finalmente, ellos concluyen que la evidencia empírica apoya a la hipótesis de que los ciclos están dados por varios shocks.

A partir de estos estudios, en especial el de Blanchard y Watson (1986), se desarrollaron varias investigaciones. Así por ejemplo, se tiene a Bernanke y Mihov (1998), quienes midieron los cambios de política monetaria y sus efectos macroeconómicos por medio de un VAR semi-estructural. En el análisis, ellos compararon la medición de shocks de política monetaria con la nueva medida de política basada en la estimación de los procesos operativos del Banco Central.

En América Latina, García (2001) desarrolla un modelo VAR estructural (SVAR) para evidenciar la efectividad de la meta de reducir la tasa de inflación en Chile entre 1991-1997. Este estudio encuentra los siguiente resultados: *i)* La política de reducir la inflación alteró las expectativas de los individuos en ese período. *ii)* La meta llevó a la inflación al rango de un dígito sin una caída en el producto.

Giuliodori (2004) proporciona algunas pruebas empíricas sobre una de las implicaciones teóricas más polémicas de la nueva literatura de economía abierta. Este aporte se refiere al papel de la cuenta corriente en el mecanismo de transmisión monetaria internacional. El autor realiza dos modelos SVAR estimados para 14 países industrializados. En los principales resultados empíricos se destaca la importancia del papel de las perturbaciones nominales sobre

las fluctuaciones de la cuenta corriente. Además, se encuentra que aquellos shocks nominales expansivos que generan excedentes temporales en la cuenta corriente están correlacionados positivamente con la apertura de los países individuales.

Gil-Alana (2009) presenta un procedimiento que permite probar los parámetros estacionales fraccionarios de una forma reducida del VAR. Este ayuda a recuperar los parámetros del modelo estructural por restricciones simples. Además, el autor realiza un estudio basado en un sistema bivariate entre el PIB y el desempleo de Reino Unido, EE.UU. y Japón. Los resultados demostraron que un shock positivo en el PIB produce un efecto negativo significativo sobre el desempleo para los casos de Reino Unido y E.E.U.U., aunque este efecto tiende a desaparecer a largo plazo. Sin embargo, este shock en el PIB es insignificante para Japón.

Finalmente, Sun y An (2009) desarrollan un modelo VAR estructural con fundamentos macro-financieros. Los autores toman varios tipos de flujos de capital para explicar las fluctuaciones de los tipos de cambio flotantes de las monedas de Australia, Canada y Estados Unidos entre 1980-2004. La motivación de este estudio es que los fundamentos tradicionales macroeconómicos han proporcionado poca comprensión de los impactos de varios tipos de flujos de capital sobre la dinámica de tipos de cambio flotantes.

Las conclusiones de la investigación que obtuvieron fueron las siguientes: *i*) Entre los fundamentos tradicionales macroeconómicos, la tasa de interés relativa todavía juega un papel significativo en la explicación de la dinámica de tipo de cambio para las tres divisas. *ii*) Los flujos de capital son fundamentales en la explicación de las fluctuaciones en el Dólar australiano y canadiense, pero no el de Estados Unidos. *iii*) En particular, la inversión de cartera es el factor más explicativo para el Dólar australiano y el dólar canadiense. Para el dólar estadounidense, la tasa de interés relativa explica la mayor parte de fluctuaciones de tipo de cambio.

4.2 APLICACIÓN DE LOS SVARs EN LA POLÍTICA FISCAL

La aplicación de los modelos SVARs son importantes al momento de evaluar la influencia de la Política Fiscal en la economía. Así se tiene a Blanchard y Perotti (1999), quienes analizan los efectos dinámicos de los shocks del gasto de gobierno y los impuestos en la actividad productiva de los Estados Unidos después de la segunda guerra mundial. De manera consistente, los resultados son: *i*) los cambios positivos del gasto público tienen un efecto positivo sobre el producto; *ii*) los shocks positivos del impuesto tienen un efecto negativo sobre el PIB, y; *iii*) un resultado diferente es que un aumento de los impuestos y el gasto público tiene un efecto negativo sobre el gasto de inversión.

Por medio de un SVAR, Perotti (2002) estudia los efectos de la política fiscal sobre el PIB, los precios y las tasas de interés en 5 países de la OCDE³⁴. Sus resultados son: *i*) los efectos de la política fiscal sobre el PIB y sus componentes son más débiles en los últimos 20 años; *ii*) los multiplicadores fiscales tienden a ser negativos, aunque en magnitud son pequeños; *iii*) los shocks del gasto gubernamental tienen efectos significativos en la tasa de interés real a corto plazo, pero los signos son inciertos; *iv*) los shocks de los impuestos netos tienen efectos pequeños en los precios; *v*) Estados Unidos es un caso atípico en varias dimensiones ya que este país no tiene una respuesta representativa a los shocks fiscales.

Cerda et al. (2005) analizan los efectos dinámicos de la política fiscal en la actividad económica de Chile. Estos autores utilizan la metodología de los vectores autorregresivos estructurales (SVAR) para este análisis. Como resultado se obtuvo que un shock positivo tanto del gasto fiscal como de los impuestos tienen un efecto temporal negativo en la producción en el primer trimestre.

De Castro y Hernández de Cos (2006) estiman un modelo SVAR para conocer los efectos de cambios exógenos de la política fiscal en España. Uno de los resultados es que los shocks expansivos de gasto público tienen un impacto positivo sobre la producción en el corto plazo a costa de mayor inflación, déficit público y una menor producción en el mediano y largo plazo. Por otro lado, el aumento de los impuestos tienen un impacto negativo sobre la actividad económica en el mediano plazo, mientras que sólo estos tienen un efecto positivo temporal sobre el déficit público. Finalmente, los autores indican que la aplicación de estos resultados para el análisis de política fiscal en España desde la mitad de los 90's llevaron a concluir que: *i*) el proceso de consolidación al parece no tiene costos en términos de crecimiento de la producción, y *ii*) la orientación de la política fiscal es anticíclica para este país.

Pereira y Roca-Sagalés (2007) estiman los efectos macroeconómicos de largo plazo que tiene el gasto público y los impuestos en cuatro países de la Unión Europea (UE) utilizando un SVAR. Los resultados empíricos que se obtuvieron indican que ante un mismo cambio fiscal existen diferentes reacciones sobre la producción y los precios por parte de las economías europeas. Mientras tanto, los efectos keynesianos asociados a las políticas fiscales no son dominantes en el largo plazo y que los efectos nominales tienen mayor persistencia que los efectos reales.

Tiscordio y Bucacos (2008) analizan la efectividad de la política fiscal en Uruguay desde un punto de vista teórico y empírico mediante un SVAR. Las variables en el modelo fueron los impuestos netos, los egresos primarios del sector público y el PIB. De esta manera, los principales resultados son: *i*) los efectos de shocks fiscales en el producto son temporales; *ii*)

³⁴ OCDE = Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

un shock en el gasto primario tiene un efecto positivo sobre el PIB tal como se explica en la teoría keynesiana; *iii*) los shocks en el producto resultan de importancia para afectar las variables fiscales destacando la respuesta positiva del gasto primario.

4.3 DESCRIPCIÓN DE LOS DATOS Y VARIABLES

Las variables que se toman para el análisis son: *i*) Sector Real: el Producto Interno Bruto (PIB) y componentes; es decir, consumo de hogares, consumo de gobierno, inversión, exportaciones e importaciones, ya que estas agregan la producción del Ecuador; *ii*) Sector Fiscal: los impuestos directos e indirectos puesto que de manera teórica son las variables fiscales que tienen mayor influencia en el producto. Estas variables tienen una periodicidad trimestral ya que de manera consistente se pueden observar la reacción ante un cambio en la política fiscal. Además, el análisis se realiza en función del crecimiento relativo de los impuestos, el PIB y sus componentes a precios del 2000³⁵.

Para este análisis, todas las series son desestacionalizadas utilizando la metodología TRAMO-SEATS³⁶. Esta metodología realiza varias pruebas estadísticas para validar un modelo desestacionalizado (Centro de Estudios Fiscales, 2010). De esta manera, TRAMO-SEATS elimina la componente estacional ya que puede distorsionar el análisis afectando la especificación econométrica de los modelos (Bravo et al., 2002).

4.4 RESTRICCIONES EMPÍRICAS DEL MODELO

La mayoría de modelos de largo plazo que siguen el método de Blanchard y Quah (1989) introducen restricciones de teoría económica desarrollada en países capitalistas industrializados. Sin embargo, la estructura que se plantea para el modelo SVAR para el Ecuador tiene 28 restricciones económicas ($K(K - 1)/2$) establecidas en base al estudio de Gachet et al. (2009). El estudio antes mencionado investiga el conjunto de hechos estilizados de largo plazo que caracterizan a la economía ecuatoriana.

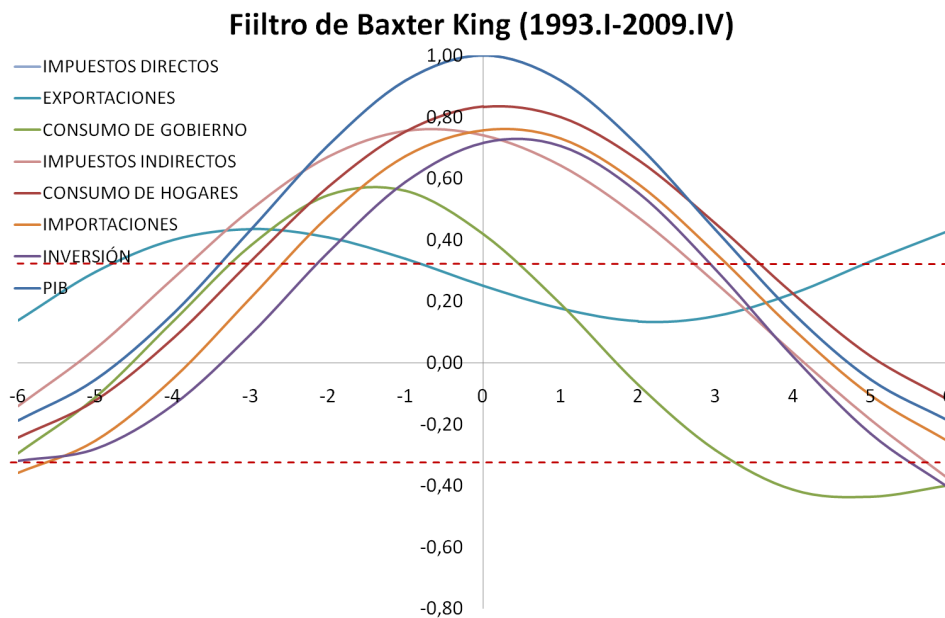
La motivación para introducir restricciones empíricas, y no teóricas, es que se debe estudiar una economía en base a las relaciones empíricas que tiene el país o región. Como indica

³⁵ Para obtener el crecimiento relativo se utiliza la primera derivada del logaritmo de las variables

³⁶ La metodología TRAMO-SEATS está implementada en el programa DEMETRA. Esta metodología es creada por el Banco de España en el año de 1996. Sus siglas en inglés indican que TRAMO es “*Times Series Regression with ARIMA Noise, Missing Observations and Outliers*” y SEATS es “*Signal Extraction in ARIMA Time Series*”

Kaldor (1963): “una macroeconomía realista debe basarse en ‘hechos estilizados’, o generalizaciones empíricas establecidas de forma jerárquica a nivel macro, sectorial y micro acerca de la economía en estudio”.

Gráfico 6: Correlación de las variables $X(t + i)$ con el PIB(t)



Las correlaciones planteadas se obtienen con el filtro de Baxter King para el período de 1993.I-2009.IV (figura 6)³⁷. Según Agénor (2004), una correlación trimestral entre dos variables es significativa cuando es mayor o igual a 0.32 (en el gráfico 6 la línea roja entrecortada). Además, en el caso en que exista más de una correlación significativa entre dos variables se toma en cuenta la correlación más alta en valor absoluto. De esta manera, el comportamiento del consumo de gobierno es el más adelantado al Producto Interno Bruto y las exportaciones tiene el mayor retraso en la correlación con el PIB. Por lo tanto, si se ordena a las variables con el criterio de correlaciones en el tiempo, el orden es:

Consumo de Gobierno (cgob)

Impuestos Indirectos (ind)

Inversión (inv)

Importaciones (m)

Consumo de Hogares (chog)

Producto Interno Bruto (pib)

Impuestos Directos (dir)

Exportaciones (x)

³⁷ Según Flores (2000), el filtro de Baxter King es más consistente que el de Hodrick-Prescott.

Como se menciona en la sección (3.5.2), la matriz C no se debe confundir con la descomposición de Cholesky ya que si se cambia el orden de las variables (manteniendo las mismas restricciones), los coeficientes de esta matriz no cambia. Sarmiento y Ramírez (2005), Picchetti y Kanczuk (2001), Misas y Posada (2000), Giuliadori (2004), entre otros, utilizan la misma estructura en la matriz C y, de igual manera, ellos aclaran que no hay que confundir con la descomposición de Cholesky. Por lo cual, en la siguiente matriz se presentan las restricciones que se imponen al modelo en base a las correlaciones encontradas con el filtro de Baxter King:

$$\begin{bmatrix} C_{11}(L) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ C_{21}(L) & C_{22}(L) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ C_{31}(L) & C_{32}(L) & C_{33}(L) & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ C_{41}(L) & C_{42}(L) & C_{43}(L) & C_{44}(L) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ C_{51}(L) & C_{52}(L) & C_{53}(L) & C_{54}(L) & C_{55}(L) & 0 & 0 & 0 \\ C_{61}(L) & C_{62}(L) & C_{63}(L) & C_{64}(L) & C_{65}(L) & C_{66}(L) & 0 & 0 \\ C_{71}(L) & C_{72}(L) & C_{73}(L) & C_{74}(L) & C_{75}(L) & C_{76}(L) & C_{77}(L) & 0 \\ C_{81}(L) & C_{82}(L) & C_{83}(L) & C_{84}(L) & C_{85}(L) & C_{86}(L) & C_{87}(L) & C_{88}(L) \end{bmatrix} \quad (4.1)$$

4.5 APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA DE BOX-JENKINS

En la mayoría de trabajos de SVAR no se presentan todos los resultados de la metodología de Box-Jenkins. Sin embargo, este trabajo es uno de los primeros en Ecuador que impone restricciones empíricas a los modelos de vectores autorregresivos. Por esta razón, se muestran las pruebas de hipótesis, el orden de rezagos, las matrices, entre otros resultados.

4.5.1 Orden de rezagos del Modelo

Los criterios de información que se toman en cuenta para elegir el orden de rezagos son FPE, AIC, HQIC y SBIC. Estos criterios admiten tres modelos (Tabla 2). Se escoge el VAR con tres rezagos por las siguientes razones: *i*) Según (Lütkepohl, 2005), los criterios FPE y AIC son estadísticos convenientes para muestras pequeñas (menores a 100 observaciones) y para predecir³⁸. *ii*) El modelo con 5 rezagos no cumple con la condición de normalidad en los

³⁸ En el cálculo de los criterios se nota que existe una interrupción en FPE indicando que no puede continuar con el proceso. Este resultado puede deberse a que la muestra de datos es pequeña siendo una característica de los países latinoamericanos sufren de no tener un buen historial de estadísticas económicas transparentes

errores y de no autocorrelación.

Tabla 2
Orden de Rezagos para el Modelo

Rezagos	FPE	AIC	HQIC	SBIC
1	4.50E-26	-58.4477	-57.476	-55.5163
2	3.00E-26	-59.5428	-57.5994	-53.6798
3	4.9e-28*	-66.4413	-63.5262	-57.6468
4	.	-540.303	-536.417	-528.578
5	.	-577.427*	-572.569*	-562.77*
6	.	-575.408	-569.578	-557.819
7	.	-576.069	-569.268	-555.549
8	.	-573.07	-565.296	-549.618
9	.	-569.295	-560.55	-542.912
10	.	-565.425	-555.708	-536.11
11	.	-561.338	-550.649	-529.092
12	.	-558.543	-546.883	-523.366

4.5.2 Estimación de la Matriz C

La estimación de los coeficientes se realiza con el método de máxima verosimilitud. De esta manera, los coeficientes de la matriz C son:

$$\begin{bmatrix}
 0.053 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\
 0.071 & 0.075 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\
 0.032 & -0.021 & 0.057 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\
 0.071 & -0.027 & 0.041 & 0.032 & 0.000 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\
 0.040 & -0.023 & 0.021 & 0.015 & 0.011 & 0.000 & 0.000 & 0.000 \\
 0.036 & -0.024 & 0.021 & 0.009 & 0.007 & 0.006 & 0.000 & 0.000 \\
 0.173 & 0.052 & 0.028 & 0.038 & 0.018 & 0.015 & 0.028 & 0.000 \\
 0.037 & -0.039 & 0.018 & 0.017 & 0.001 & 0.012 & 0.008 & 0.015
 \end{bmatrix} \tag{4.2}$$

4.5.3 Diagnóstico del Modelo

La sección (3.6.3) indica las pruebas que un modelo SVAR debe superar. En la prueba de normalidad, la hipótesis nula es que los residuos tienen una distribución normal. En el modelo, los errores de la Inversión no cumplen la condición; sin embargo, los residuos del modelo en conjunto si tienen la distribución normal requerida (Tabla 3).

Tabla 3
Estadísticos para la Prueba de Normalidad

Variable	Jarque-Bera	p
Consumo de Gobierno	1.779	0.411
Impuestos Indirectos	0.699	0.705
Inversión	12.497	0.002
Importaciones	0.169	0.919
Consumo de Hogares	4.824	0.090
PIB	1.194	0.550
Impuestos Directos	0.123	0.940
Exportaciones	4.431	0.109
Modelo	25.716	0.058

Por otro lado, el test de multiplicador de Lagrange pretende verificar si los residuos del modelo no están autocorrelacionados (hipótesis nula). Los p-valores de la prueba indican que los errores no se encuentran autocorrelacionados en los tres rezagos puesto que los p-valores son mayores a 0.05 (Tabla 4).

Tabla 4
Estadísticos para la Prueba de Autocorrelación

rezagos	chi2	p-valor
1	73.932	0.186
2	61.155	0.578
3	62.017	0.547

El Consumo de Hogares, las Exportaciones y el Consumo de Gobierno tiene rezagos iguales a cero (Prueba de Wald). Sin embargo, el modelo en conjunto tiene todos sus rezagos diferentes de cero (Tabla 5).

Tabla 5
Estadísticos para la Prueba de Wald

Variable p-valor	1	2	3
Consumo de Gobierno	0.689	0.547	0.138
Impuestos Indirectos	0.001	0.077	0.000
Inversión	0.000	0.020	0.090
Importaciones	0.002	0.002	0.000
Consumo de Hogares	0.331	0.213	0.000
PIB	0.003	0.029	0.000
Impuestos Directos	0.000	0.019	0.000
Exportaciones	0.061	0.421	0.046
Modelo	0.000	0.000	0.000

4.6 RESULTADOS

En esta sección se presentan las funciones de impulso respuesta y descomposición de varianza del modelo³⁹. El horizonte de análisis es 8 trimestres (2 años) y los intervalos de confianza son estimados mediante simulaciones de bootstrap con 200 réplicas.

4.6.1 Resultados de las Funciones de Impulso Respuesta

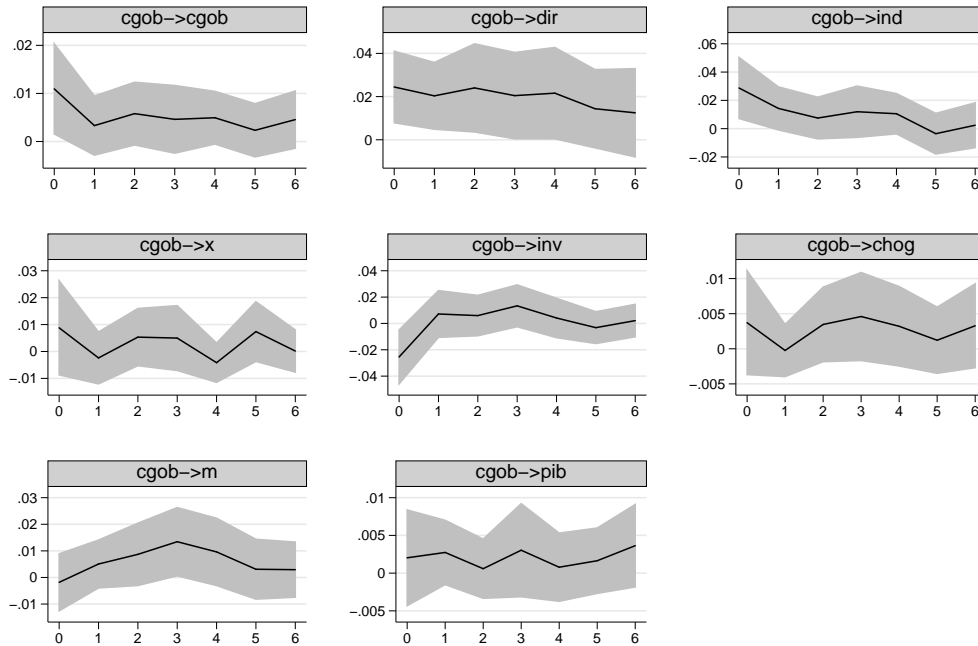
En esta parte se presentan los resultados que se obtiene con las funciones de impulso-respuesta. Por un lado, se muestran los efectos dinámicos de las variables gubernamentales; es decir, los gráficos del gasto de gobierno, impuestos directos e indirectos. Por otro lado, se incluyen los efectos del Producto Interno Bruto ya que este es un impulso en toda la economía⁴⁰. Como se indica en la sección (3.4.1), la función impulso-respuesta es la respuesta de las variables ante un cambio unitario en una variable específica. Para este modelo, esta función responde a la pregunta: ¿qué sucede si se aumenta en 1% el crecimiento de una variable?.

El impulso del Consumo de Gobierno (cgob) tiene varios efectos temporales y de mediano plazo (Gráfico 7). Este shock tiene un efecto positivo de un trimestre en los Impuestos Indirectos. Esto puede suceder porque el gobierno aumenta su gasto en bienes, salarios, entre otros que puede conllevar al aumento de la recaudación del IVA y ICE. Además, este cambio tiene

³⁹ Los gráficos de predicción de las variables se encuentran en el Anexo B.

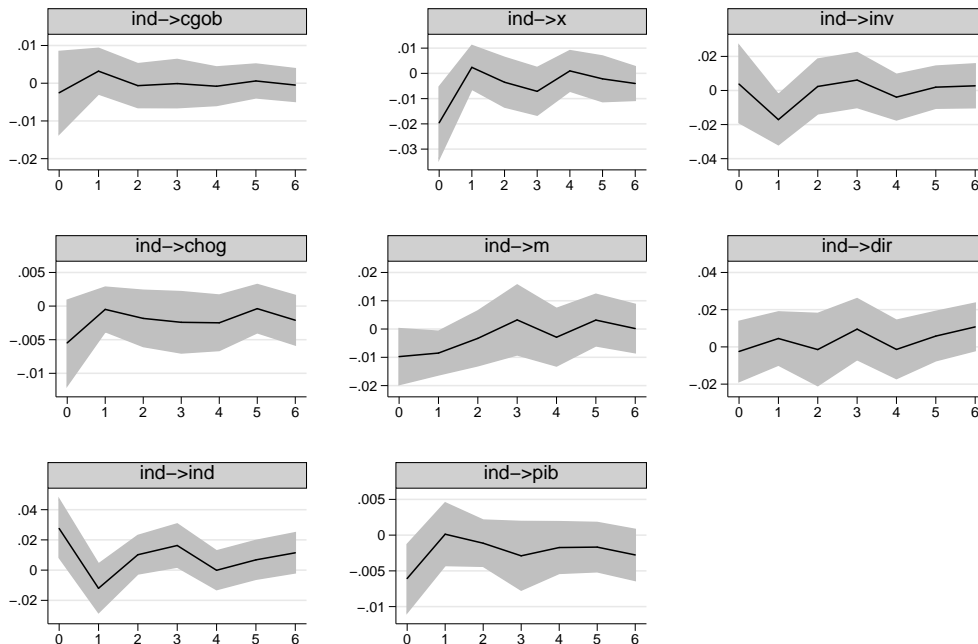
⁴⁰ Los demás gráficos de las funciones de impulso respuesta se pueden revisar en el Anexo A

Gráfico 7
Función Impulso-Respuesta del Consumo de Gobierno



Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico 8
Función Impulso-Respuesta de los Impuestos Indirectos



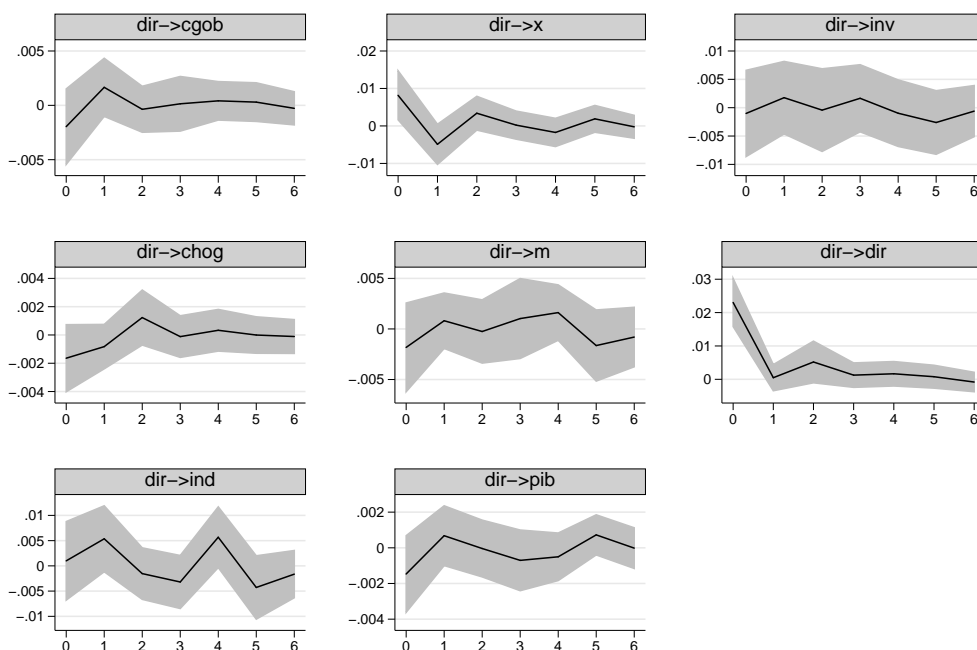
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

un efecto negativo en la inversión con una duración de 1 trimestre. Este efecto puede darse ya que el gobierno destina una mayor proporción del presupuesto al gasto de gobierno. Por

otro lado, este incremento tiene efectos de mediano plazo (3 trimestre) en la recaudación de Impuestos Directos. Este efecto se puede dar porque el aumento del consumo público genera mayores ingresos a las empresas.

El crecimiento de los impuestos indirectos tiene un efecto negativo de 1 trimestre en las exportaciones (Gráfico 8). Esta disminución de las exportaciones puede suceder cuando los clientes de los exportadores no compran los productos porque el empresario traslada hacia adelante este impuesto; o, también, porque el empresario asume este impuesto y exporta menores cantidades del bien. Además, este shock un efecto negativo en el PIB con una duración de 1 trimestre. Esto puede darse porque el aumento de estos tributos distorsionan el mercado interno del Ecuador.

Gráfico 9
Función Impulso-Respuesta de los Impuestos Directos



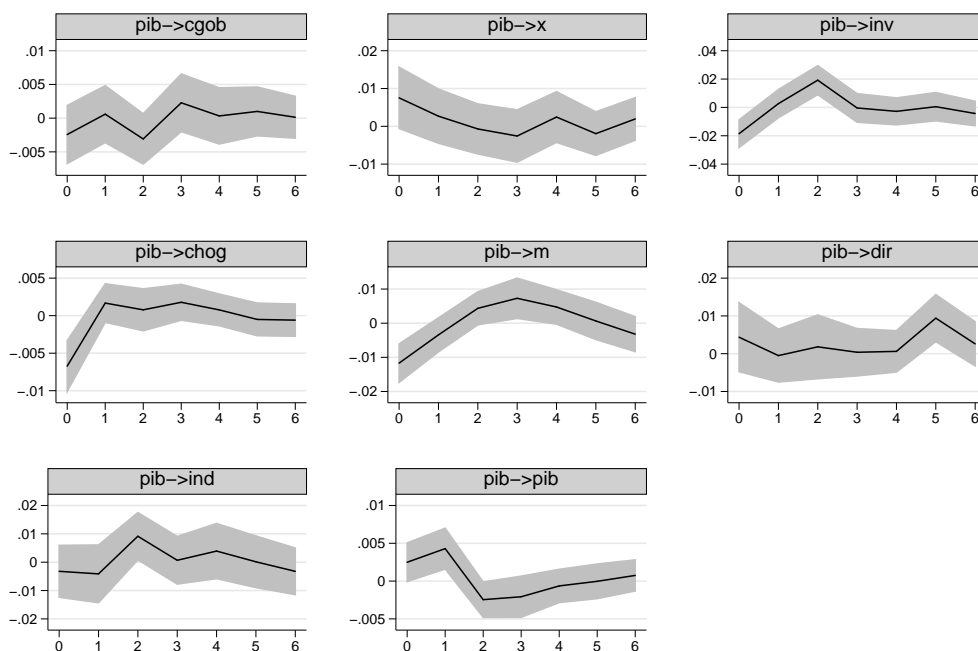
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

El shock en los impuestos directos no tiene efectos significativos en las mayoría de variables (excepto las exportaciones). Según Rezk et al. (2006), este impacto se puede dar porque no existe una adecuada recaudación de los impuestos. En efecto, para Andino y Parra (2007), el Impuesto a la Renta⁴¹ es el tributo con mayor evasión en el país. Ellos indican que “la brecha de recaudación del impuesto a la renta de las empresas en términos globales es de 61%”.

El PIB tiene dos efectos temporales en la inversión con distintos signos. Por un lado, se tiene

⁴¹ El Impuesto a la Renta abarca el 99% de la recaudación directa

Gráfico 10
Función Impulso-Respuesta del PIB



Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

que este shock provoca una disminución en la inversión indicando que existe un aumento del gasto total y, por ende, una disminución del ahorro⁴². Por otro lado, este crecimiento del PIB estimula la inversión en el tercer trimestre de análisis (a partir del período cero). Este resultado puede darse porque el aumento del gasto que existe en el primer trimestre induce a las empresas a invertir para satisfacer este aumento de la demanda. Además, este aumento provoca una disminución en las Importaciones y el Consumo de Hogares; sin embargo, estos efectos son temporales en un período⁴³.

4.6.2 Resultados de las Funciones de Descomposición de la Varianza

En esta sección se presentan los resultados de la función de descomposición de la varianza para conocer las relaciones que tienen las variables en el largo plazo. Además, esta función muestra la exogeneidad de las variables en el modelo. Con estos resultados se responde a la pregunta ¿con qué porcentaje una variable ayuda a explicar a otra variable en el largo plazo?.

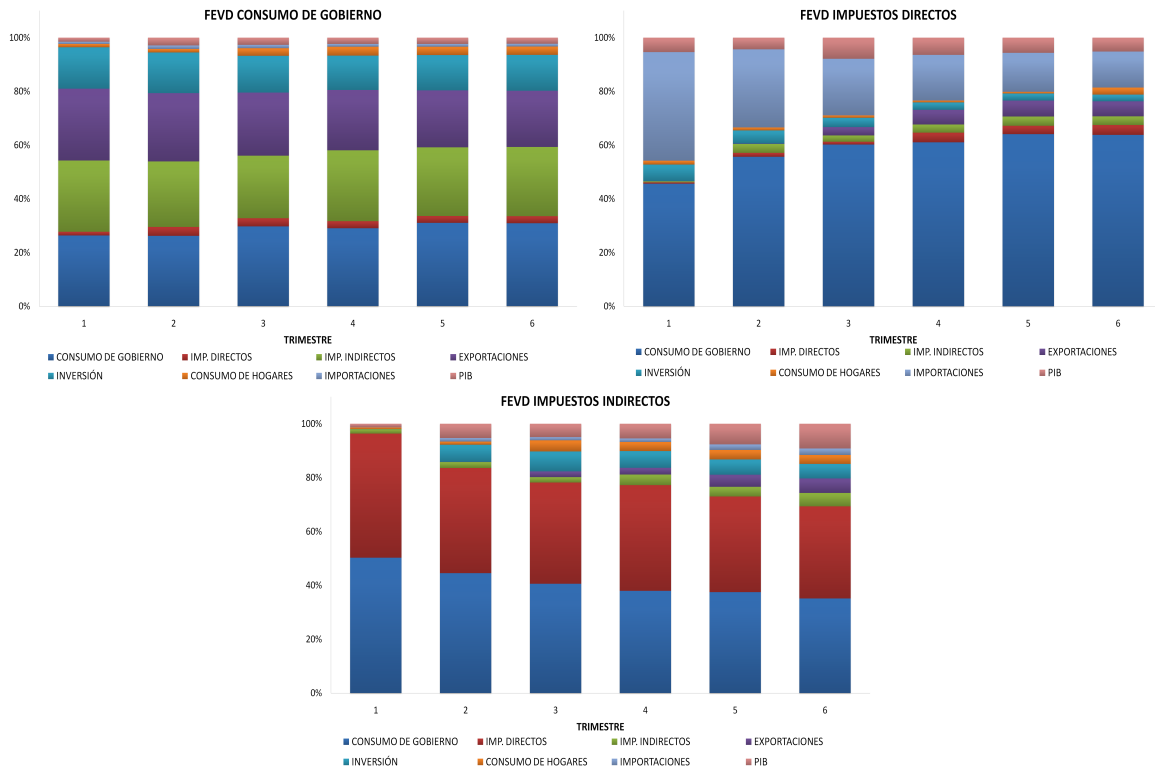
Las variables que se encuentra relacionadas con el Consumo de Gobierno son los Impuestos Indirectos, el mismo Consumo Público, las Exportaciones y la Inversión. La relación de este Consumo con la imposición indirecta se da porque estos tributos son los mayores aportantes

⁴² Según Keynes (1935), el ahorro es igual a la inversión.

⁴³ La Inversión y el Consumo de Hogares son las únicas variables que tiene efectos en el PIB.

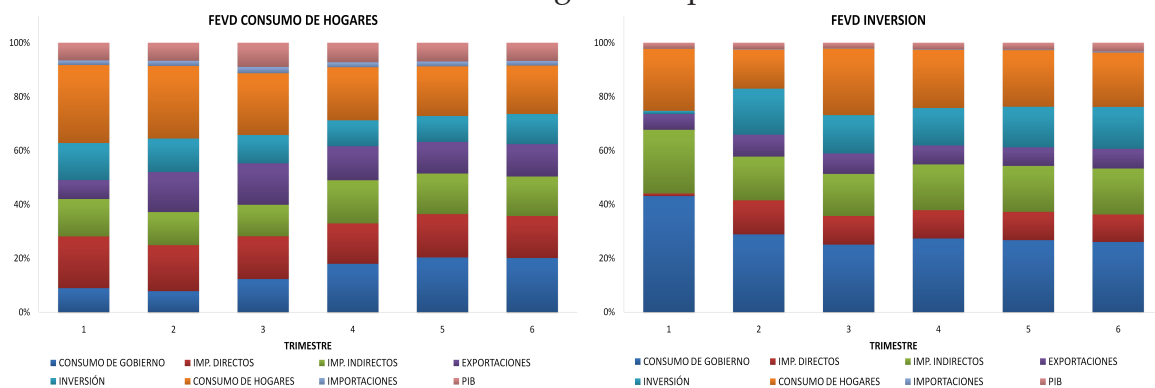
a los ingresos gubernamentales (Banco Central del Ecuador, 2010). La relación que tienen con las exportaciones se puede dar ya que el Estado exporta petróleo teniendo altos ingresos en el presupuesto. Finalmente, el Gobierno tiene una interrelación con la Inversión ya que la inversión pública proporciona el 60% de la Inversión Total (Banco Central del Ecuador, 2010).

Gráfico 11
FEVD de las Variables del Gobierno



Los Impuestos Directos tienen una alta interrelación de largo plazo con el Consumo de Gobierno ya que este consumo tiene una participación de 64%. Estos tributos, también, tienen una relación con las Importaciones participando con un 14% a la predicción de los impuestos. Por otro lado, los Impuestos Indirectos tienen una alta interrelación con el Gasto Público y los Impuestos Directos ya que estas dos variables aportan con 36% y 35% respectivamente.

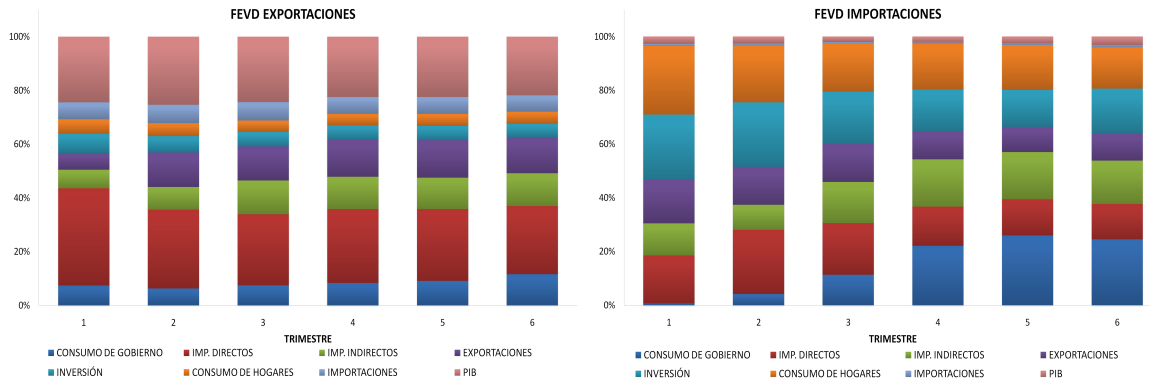
Gráfico 12
FEVD del Ingreso Disponible



Según Keynes (1935), el ingreso disponible está dividido en consumo y ahorro siendo este

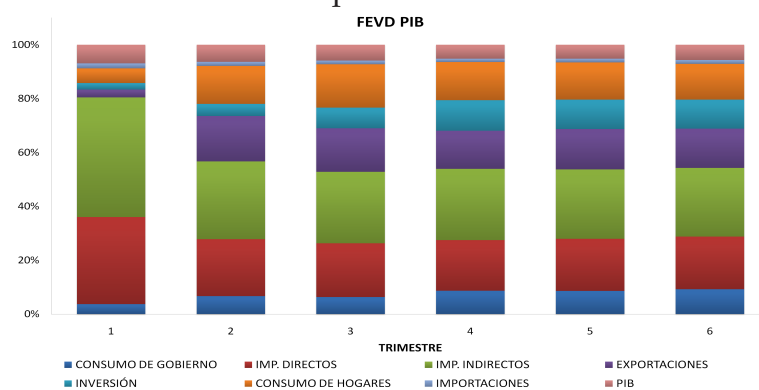
último igual a la inversión. De esta manera, se analiza en conjunto la descomposición en la varianza del Consumo de Hogares y de la Inversión. Ambas variables tienen interrelaciones con el Gasto Público, los Impuestos y ellas mismas. De manera individual, el Consumo Privado tiene interrelaciones con el Consumo de Gobierno (20%), el mismo (18%) y los Impuestos Directos e Indirectos (16% y 15%). Por otro lado, la Inversión Total está relacionado con el Gasto Gubernamental (26%), el Consumo Familiares (20%), los impuestos Indirectos (17%) y ella misma (15%).

Gráfico 13
FEVD del Comercio Exterior



Las variables del comercio exterior tienen comportamientos diferentes entre ellas. Sin embargo, ambas tienen interrelaciones con los Impuestos y el Consumo de Gobierno. Por un lado, las Exportaciones tienen una relación con los Impuestos Directos (25%), la producción total (22%), ellas mismas (13%), los Impuestos Indirectos (12%) y el Consumo Público (12%). Por otro lado, las Importaciones están interrelacionadas con el Gasto Gubernamental (25%), el Consumo de Hogares (17%), la Inversión Total (16%) y los Tributos Indirectos (16%).

Gráfico 14
La Función de Descomposición de la Varianza del PIB



Según Samuelson y Nordhaus (2002), el Producto Interno Bruto es la producción total de bienes y servicios finales valorada en dinero; es decir, es la suma de valores monetarios del consumo privado y público, inversión y las exportaciones netas (exportaciones menos importaciones). El PIB ecuatoriano está interrelacionado con los componentes ya que el consumo total, la inversión total y las exportaciones netas tienen una participación de 49%. Las

Exportaciones y el Consumo de Hogares son los componentes que tienen la mayor relación con el Producto (15% y 13%). Además, los impuestos indirectos y directos participan con 25% y 20% respectivamente.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

A continuación se presentan las conclusiones que se pudieron extraer de la investigación:

- Para conocer las interrelaciones de las variables económicas es importante realizar un estudio de hechos estilizados para saber la estructura económica del país.
- El Sector Real tiene una relación significativa con el Sector Fiscal. Los impuestos indirectos tienen una mayor influencia en los componentes del PIB que los impuestos directos.
- Los shocks del Consumo de Hogares y de la Inversión tienen mayores efectos en el crecimiento del Producto Interno Bruto. Esto asevera la teoría keynesiana de que la inversión es el motor de crecimiento de una economía.
- La intervención del gobierno es clave en la sostenibilidad de la producción ya que sus instrumentos tienen una alta relación con el PIB.
- Ninguna variable tiene una exogeneidad total ya que todas tienen altas relaciones con las demás variables.
- Las variables con más interrelacionadas son el Consumo de Hogares y la Inversión Total. Esto indicaría que estos componentes son sensibles a cambios de otras variables macroeconómicas.
- El estudio presente puede presentar ciertas fallas como: existir relaciones de cointegración de largo plazo, la muestra de datos no es extensa, la falta de mejor calibración por restricciones de software⁴⁴, entre otras.

5.2 RECOMENDACIONES

A continuación se presentan algunas recomendaciones extraídas del estudio:

- Los trabajos de modelos estructurales son importante para realizar política macroeconómica ya que deben incorporar un estudio de hechos estilizados.

⁴⁴ Stata no permite incorporar signos en la calibración de la matriz C

- Los hacedores de política fiscal deben conocer las interrelaciones que tienen los impuestos con la producción.
- Los impuestos directos no tienen mayor efecto en las variables macroeconómicas. Sin embargo, el aumento de las tasas tributarias deben tener una evaluación político-social.
- Los impuestos indirectos es la variable gubernamental que tiene mayor efecto en la economía ecuatoriana.
- Se debería realizar un modelo similar de corto plazo para evaluar política económica de forma coyuntural.
- Debe ser prioritario realizar otros tipos de modelos como VEC para confrontar los resultados obtenidos en el presente estudio.

BIBLIOGRAFÍA

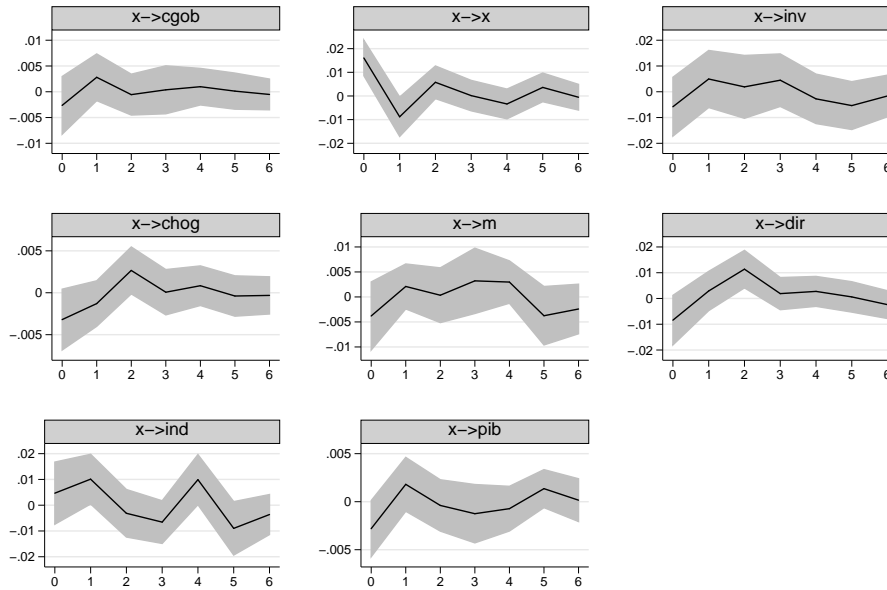
- Agénor, P. (2004). *The economics of adjustment and growth*. New York: Harvard University Press, second edition.
- Akaike, H. (1969). *Fitting autoregressive models for prediction*, volume 21.
- Akaike, H. (1971). Autoregressive model fitting for control. *Ann. Inst. Statist. Math.*, 23(2), 163–180.
- Akaike, H. (1974). *A new look at the statistical model identification*, volume 19.
- Albertos, A. (1999). Crítica de amartya sen a la economía utilitarista. *Cuadernos de Anuario Filosófico*, (86).
- Andino, M. y Parra, J. C. (2007). Estimación de la brecha de recaudación del iva e impuesto a la renta de las sociedades por industria. *Revista Fiscalidad*, (43), 101–139.
- Banco Central del Ecuador, B. (2010). *Información Estadística Mensual*. Reporte Estadístico 1896, Banco Central del Ecuador.
- Bank of England (1999). *Economic Models at the Bank of England*. BANK OF ENGLAND.
- Barro, R. (2008). *Macroeconomics: A Modern Approach, International Edition*. South-Western, primera edición.
- Bernanke, B. (1986). Alternative explanations of the money-income correlation. (1842).
- Bernanke, B. y Mihov, I. (1998). Measuring monetary policy*. *Quarterly Journal of Economics*, 113(3), 869–902.
- Blanchard, O. y Perotti, R. (1999). An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output. (7269).
- Blanchard, O. y Quah, D. (1989). The dynamic effects of aggregate demand and supply disturbance. (497).
- Blanchard, O. y Watson, M. (1986). Are business cycles all alike? (pp. 123–180).
- Box, G., Jenkins, G., y Reinsel, G. (2008). *Time Series Analysis: Forecasting and Control*. John Wiley, cuarta edición.

- Bravo, H., Luna, L., Correa, V., y Ruiz, F. (2002). Desestacionalización de series económicas: el procedimiento usado por el banco central de Chile.
- Centro de Estudios Fiscales, C. (2010). Índice de actividad empresarial no petrolera (iae-np). (pp.13). Departamento de Estudios Tributarios.
- Cerda, R., Lagos, L. F., y González, H. (2005). Efectos dinámicos de la política fiscal. *Cuadernos de Economía (Latin American Journal of Economics)*, 42(125), 63–77.
- Christiano, L., Eichenbaum, M., y Evans, C. (1994). The effects of monetary policy shocks: evidence from the flow of funds. (94-2).
- De Castro, F. y Hernández de Cos, P. (2006). The economic effects of exogenous fiscal shocks in Spain: a svar approach. (0604).
- Dornbusch, R., Fischer, S., y Startz, R. (2004). *Macroeconomía*. McGraw-Hill, novena edición.
- Eichenbaum, M. y Evans, C. (1993). Some empirical evidence on the effects of monetary policy shocks on exchange rates. (4271).
- Enders, W. (2009). *Applied econometric times series*. John Wiley and Sons, tercera edición.
- Flores, M. (2000). El filtro de Baxter King, metodología y aplicaciones.
- Friedman, M. (1962). *Capitalism and Freedom / Milton Friedman with the assistance of Rose D. Friedman*. University of Chicago Press, Chicago ; London :.
- Gachet, I., Maldonado, D., Oliva, N., y Ramirez, J. (2009). Hechos estilizados de la economía ecuatoriana. (1).
- Gachet, I., Maldonado, D., y Pérez, W. (2008). Determinantes de la inflación en una economía dolarizada: El caso ecuatoriano. *Cuestiones Económicas*, 24(1), 5–28.
- Gali, J. (1992). How well does the IS-LM model fit postwar U.S. data. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 709–38.
- García, C. (2001). *Políticas de Estabilización en Chile Durante los Noventa*. Working Papers Central Bank of Chile 132, Central Bank of Chile.
- Gil-Alana, L. (2009). A seasonal fractional multivariate model. A testing procedure and impulse responses for the analysis of GDP and unemployment dynamics. *Empirical Economics*, 38(2), 471–501.
- Giuliodori, M. (2004). Nominal shocks and the current account: A structural VAR analysis of 14 OECD countries. *Review of World Economics (Weltwirtschaftliches Archiv)*, 140(4), 569–591.
- Hamilton, J. (1994). *Time series analysis*. Princeton, NJ: Princeton Univ. Press.
- Hannan, E. J. y Quinn, B. G. (1979). The determination of the order of an autoregression. *Journal of the Royal Statistical Society*, 41(2), 190–195. Series B (Methodological).
- Kaldor, N. (1963). Capital accumulation and economic growth.
- Keating, J. (1996). Structural information in recursive VAR orderings. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 20(9-10), 1557 – 1580.
- Keynes, J. M. (1935). *The general theory of employment, interest and money*. Macmillan for the Royal Economic Society, London :.
- Lardic, S. y Mignon, V. (2002). *Econométrie des séries temporelles macroéconomiques et financières*, volume 418. Economica, 1 edición.
- Larraín, F. y Sachs, J. (2002). *Macroeconomía en la economía global*. Pearson, segunda edición.

- Low, E. y Gómez, J. (1997). *Teoría Fiscal*. Universidad Externado de Colombia, tercera edición.
- Lütkepohl, H. (2005). *New introduction to multiple time series analysis*. Berlin [u.a.]: Springer.
- Mas-Colell, A., Whinston, M., y Green, J. (1995). *Microeconomic theory*. San Diego [u.a.]: Oxford University Press New York.
- Misas, M. y Posada, C. (2000). Crecimiento y ciclos económicos en Colombia en el siglo xx: El aporte de un var estructural. (155).
- Musgrave, R. (1959). *Teoría de la Hacienda Pública*. McGraw-Hill, quinta edición.
- Musgrave, R. y Musgrave, P. (1981). *Hacienda Pública. Teórica y Aplicada*. McGraw-Hill, quinta edición.
- Pereira, A. y Roca-Sagalés, O. (2007). Efectos macroeconómicos de las políticas fiscales en la ue.
- Perotti, R. (2002). Estimating the effects of fiscal policy in oecd countries. (168).
- Perry, G. (1977). Las reformas tributarias de 1974 y 1975 en Colombia. *Coyuntura Económica*, 7(3).
- Picchetti, P. y Kanczuk, F. (2001). An application of quah and vahey's svar methodology for estimating core inflation in Brazil.
- Ramírez, J. (2010). Modelo de consistencia macroeconómica tributaria para el Ecuador. *Revista Fiscalidad*.
- Rezk, E., Avramovich, C., y Basso, M. (2006). Dynamic effects of fiscal shocks upon diverse macroeconomic variables: A structural var analysis for Argentina. *Annals of the Public Finance Workshop on Fiscal Indicators*.
- Samuelson, P. y Nordhaus, W. (2002). *Economía*. McGraw-Hill, decimoséptima edición.
- Sarmiento, J. y Ramírez, A. (2005). Los costos de la desinflación en Colombia según el modelo buiter-miller. *Revista Cuadernos de Economía*, 24(43), 129–159.
- Schwarz, G. (1978). *Estimating the dimension of a model*, volume 6. Institute of Mathematical Statistics.
- Shapiro, M. D. y Watson, M. W. (1989). Sources of business cycle fluctuations. (2589).
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica*, 48(1), 1–48.
- Sims, C. (1986). Are forecasting models usable for policy analysis? *Quarterly Review*, (Win), 2–16.
- Snyder, C. y Nicholson, W. (2008). *Microeconomic Theory Basic Principles and Extensions*. Thomson South-Western.
- Stiglitz, J. (2000). *La Economía del Sector Público*. Antoni Bosch S.A., tercera edición.
- Sun, W. y An, L. (2009). Dynamics of floating exchange rate: how important are capital flows relative to macroeconomic fundamentals? *Journal of Economics and Finance*.
- Sylos Labini, P. (1972). *Oligopolio y progreso técnico*. Oikos-Tau, S.A., primera edición.
- Tiscordio, I. y Bucacos, E. (2008). Efectos de la política fiscal en Uruguay: una aproximación a través de shocks fiscales. (pp.55).
- Varian, H. (2006). *Intermediate microeconomics: a modern approach*. New York: W.W. Norton.

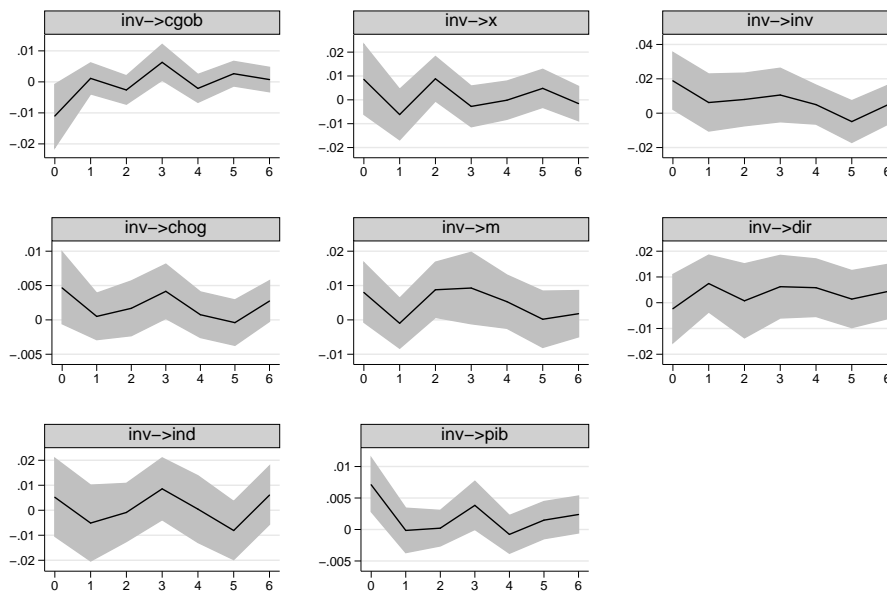
A FUNCIONES DE IMPULSO RESPUESTA

Gráfico A.1
Función Impulso-Respuesta de las Exportaciones



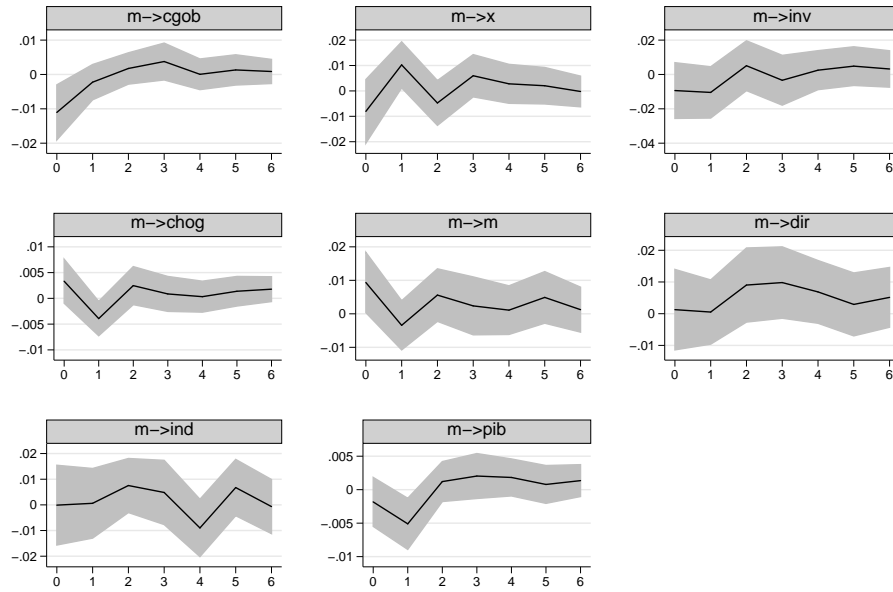
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico A.2
Función Impulso-Respuesta de la Inversión



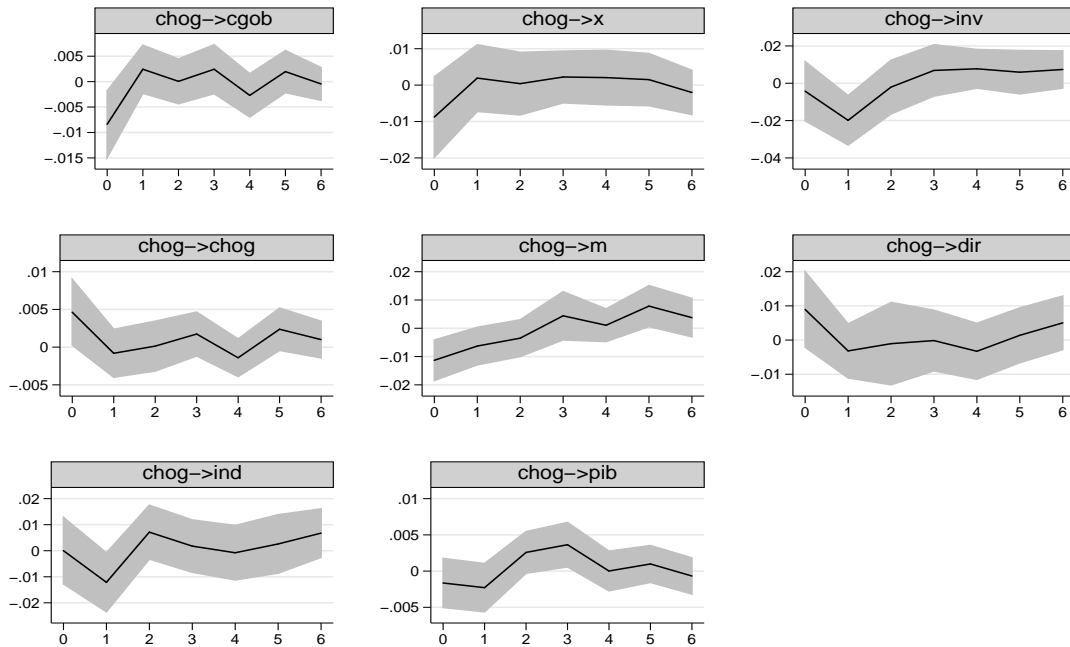
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico A.3
Función Impulso-Respuesta de las Importaciones



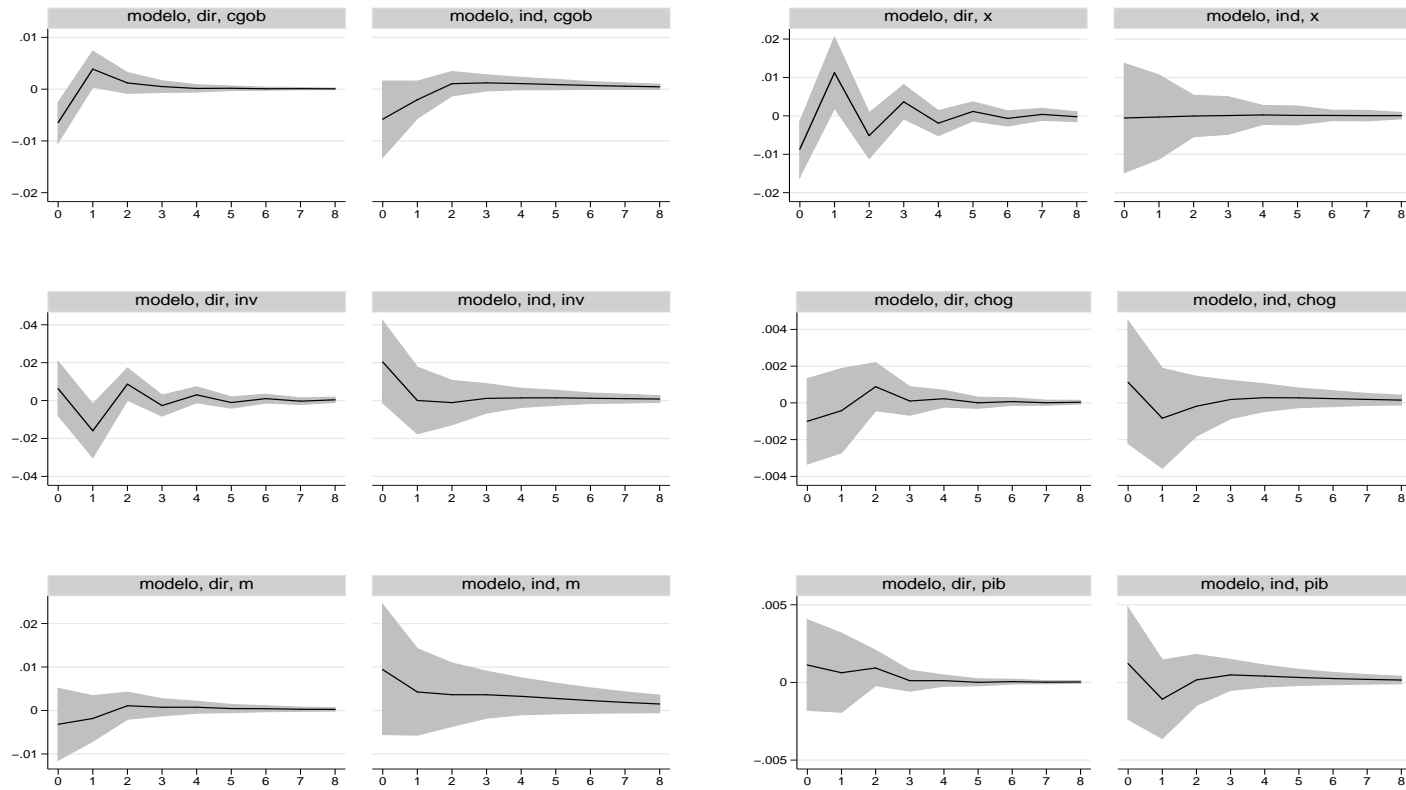
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico A.4
Función Impulso-Respuesta del Consumo de Hogares



Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico A.5
Función Impulso-Respuesta Combinada de los Impuestos



Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico A.6
 Función Impulso-Respuesta Combinada de los componentes del PIB

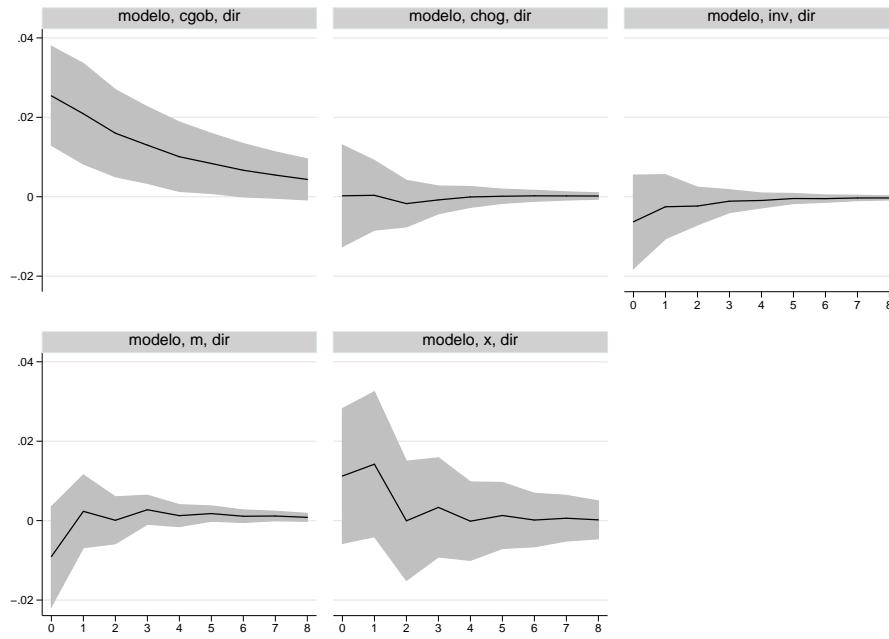
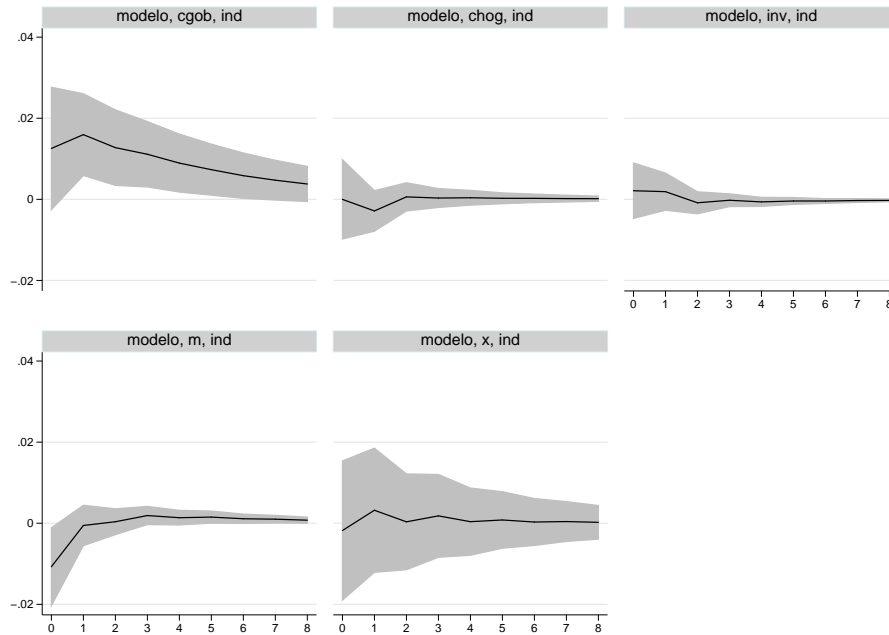
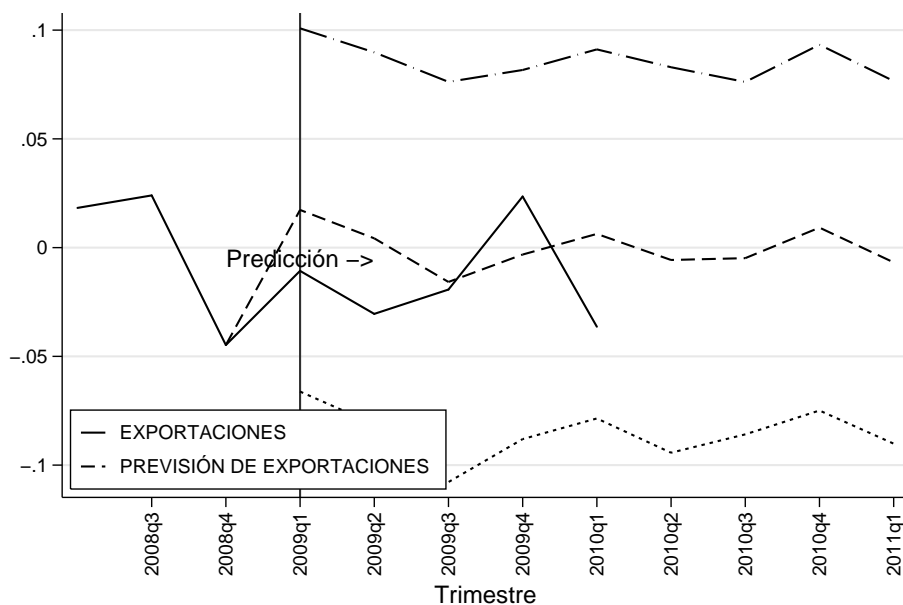


Gráfico A.7
 Función Impulso-Respuesta Combinada de los componentes del PIB (cont.)



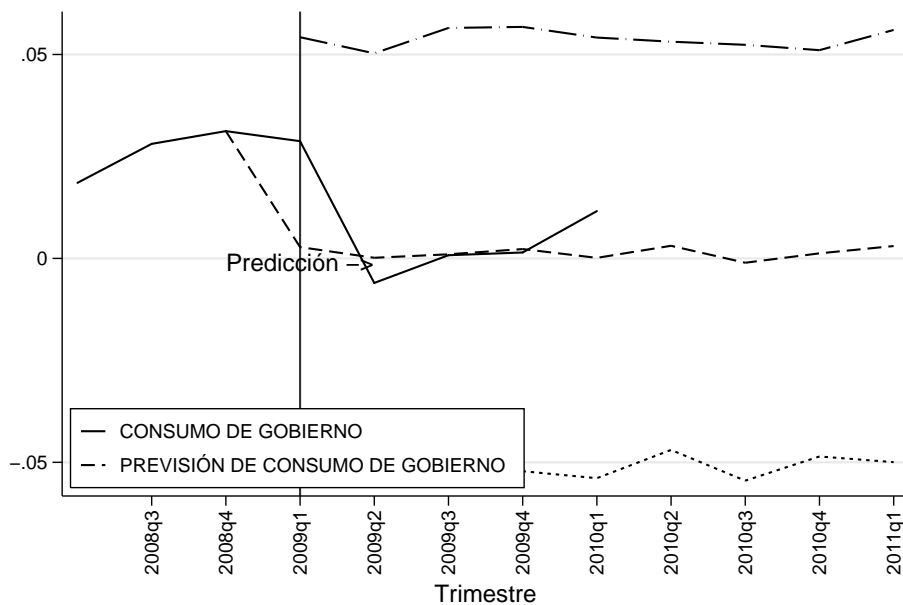
B PREDICCIÓN DE LAS VARIABLES

Gráfico B.1
Predicción de las Exportaciones



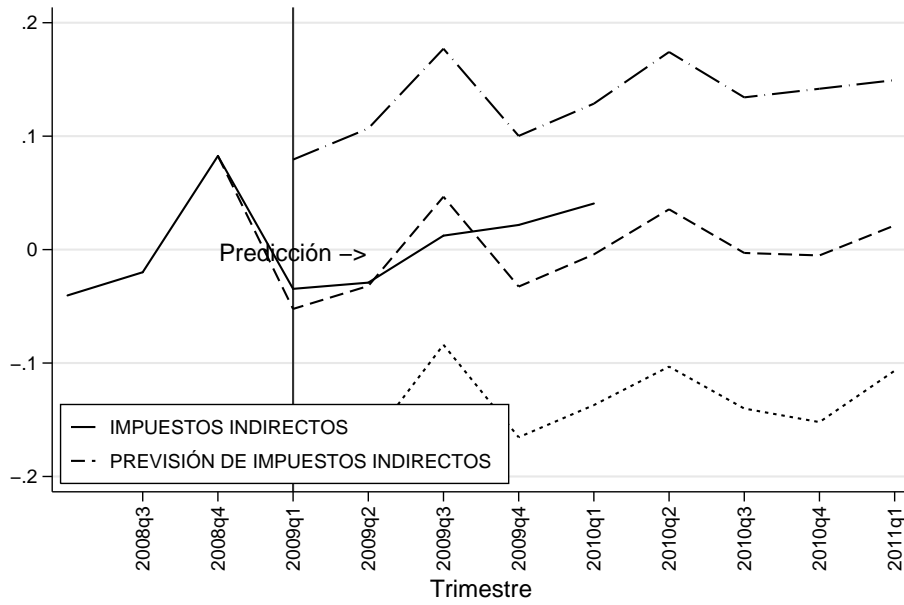
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico B.2
Predicción del Consumo de Gobierno



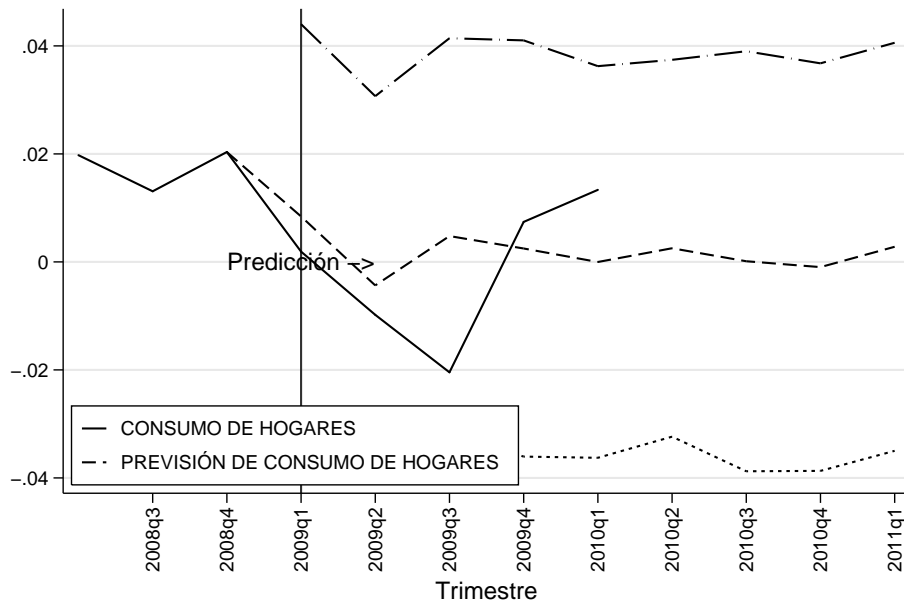
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico B.3
Predicción de los Impuestos Indirectos



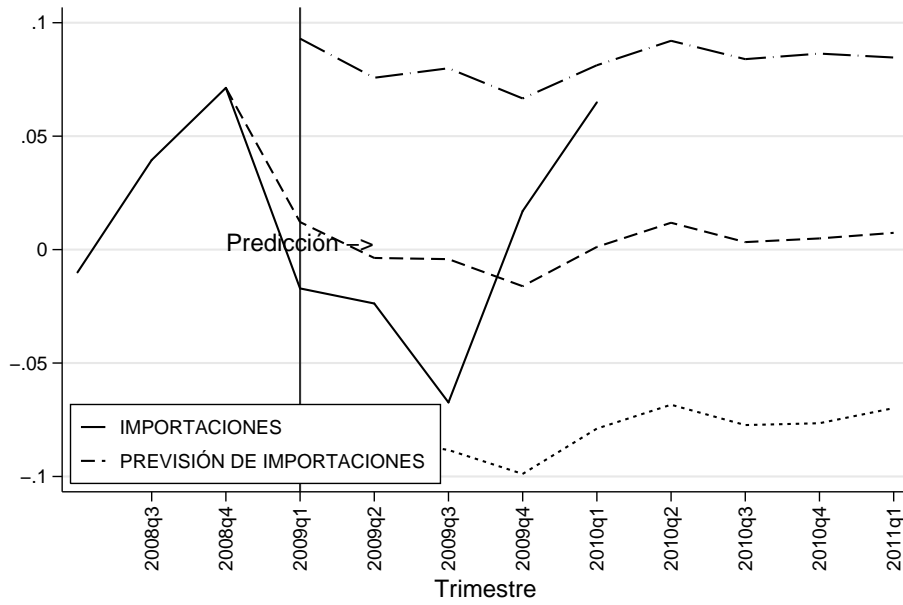
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico B.4
Predicción del Consumo de Hogares



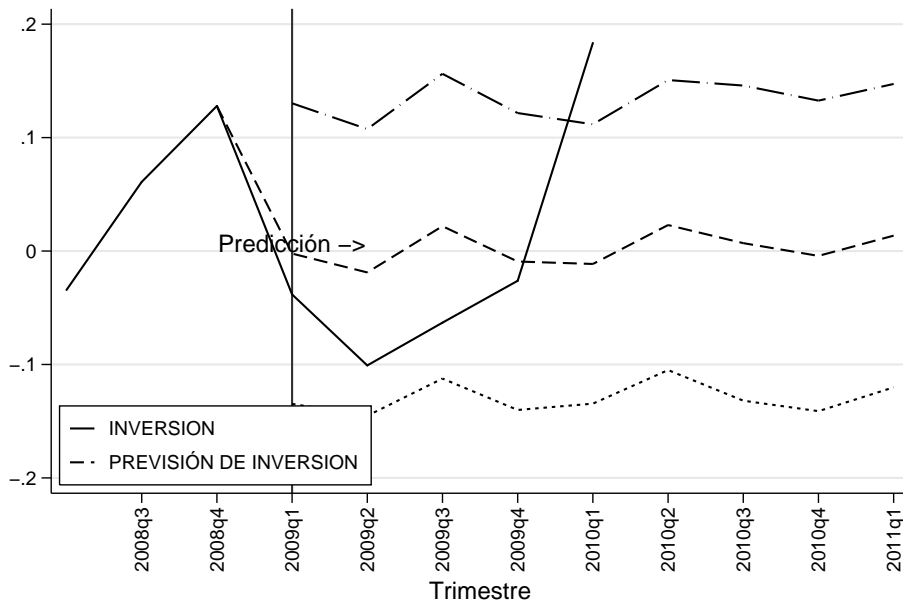
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico B.5
Predicción de las Importaciones



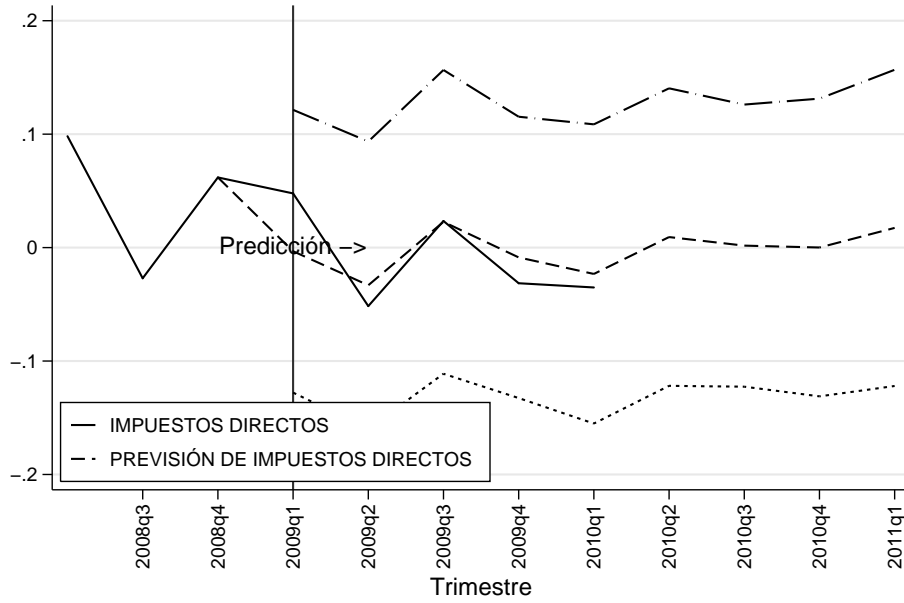
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico B.6
Predicción de la Inversión



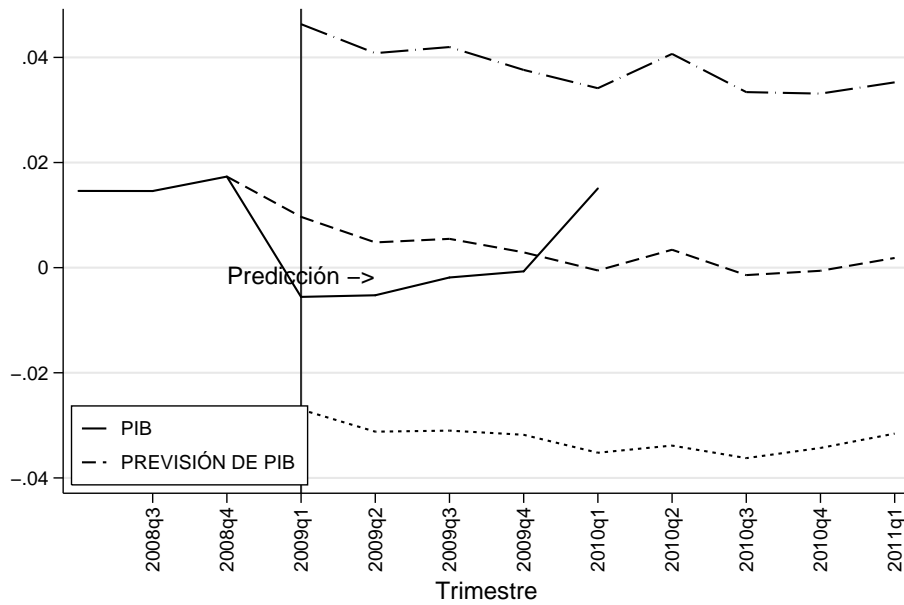
Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico B.7
Predicción de los Impuestos Directos



Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor

Gráfico B.8
Predicción del Producto Interno Bruto



Fuente: Banco Central del Ecuador y Servicio de Rentas Internas
Elaborado: El Autor