

Un VAR bayesiano de mediana escala para la economía nicaragüense

*William Mendieta Alvarado **

Resumen

Este estudio estima un modelo de vectores autorregresivos bayesianos (BVAR) de mediana escala para la economía nicaragüense. El modelo BVAR es usado para analizar las ventajas de utilizar un gran conjunto de datos para pronosticar variables macroeconómicas como el crecimiento y la inflación. A través del análisis de las funciones impulso respuesta generadas por el modelo se estudian algunos mecanismos de transmisión presentes en la economía nicaragüense, simulando un incremento en el precio del petróleo y en el gasto del gobierno. Este análisis brinda argumentos para debatir acerca de la posición de corto y largo plazo de la política fiscal en el suavizamiento de los ciclos económicos del país.

Palabras claves: Economía nicaragüense, VAR bayesiano, políticas económicas, choques domésticos y externos, habilidad predictiva.

Código JEL: C11, E6, F41, C53.

* El autor es Investigador Principal II de la Dirección de Análisis Macroeconómico del Banco Central de Nicaragua. Para comentarios comunicarse al correo del autor wmendieta@bcn.gob.ni. El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad de su autor y no representa la posición oficial del BCN.

1. Introducción

Para la formulación de políticas económicas es útil realizar una caracterización amplia de la economía nacional, para lo cual es necesario utilizar una diversa gama de indicadores y/o variables macroeconómicas que capturen información de todos los mercados que integran esta economía. Más importante aún es comprender la dinámica y las interrelaciones que existen entre estos sectores, lo cual aporta a la comprensión de las repercusiones de una política sectorial sobre otros sectores de la economía.

Al respecto, este documento de investigación tiene dos objetivos: 1) construir un modelo de vectores autorregresivo bayesiano (BVAR) de mediana escala, que contribuya a caracterizar la economía nacional y de este modo, facilitar el análisis de la dinámica de las interrelaciones entre variables macroeconómicas principales, en presencia de perturbaciones externas e internas y 2) evaluar la habilidad predictiva del modelo BVAR para pronosticar variables macroeconómicas importantes como el Índice Mensual de Actividad Económica (IMAE) y el Índice de Precios al Consumidor (IPC).

El motivo por el cual se utilizan métodos bayesianos es para rehuir del problema de dimensionalidad inherente a los modelos VAR estimados bajo un enfoque frecuentista. Los modelos VAR son utilizados para realizar análisis de los mecanismos de transmisión presentes en una economía y son conocidos por tener una buena habilidad predictiva. Sin embargo, cuando se utiliza una cantidad considerable de variables, los modelos VAR son susceptibles al problema de dimensionalidad, lo que conduce a una estimación inconsistente de parámetros y a un pobre desempeño en términos de calidad de pronóstico.

El modelo BVAR en cambio, mediante la selección de una distribución de probabilidad anterior (*prior*) sobre los parámetros, tiene un menor riesgo de sobreparametrización, permitiendo de esta forma la estimación de un modelo más general que capturaría una parte importante de las dinámicas e interrelaciones de los mercados que integran la economía nicaragüense. Esto permitiría evaluar de forma amplia el impacto de la implementación

de políticas macroeconómicas, la incidencia de *shocks* de oferta-demanda agregada y/o perturbaciones externas, sin tener que recurrir a la selección de un conjunto reducido de variables. Esto último a la larga puede ser costoso en términos de información, pues se podría dejar fuera del modelo información relevante para el análisis de política económica.

En este contexto, los resultados encontrados muestran una amplia ventaja en términos de habilidad predictiva del modelo BVAR sobre los modelos de comparación. Al utilizar el modelo BVAR para pronosticar tanto el crecimiento como la inflación, reduce la varianza del error de predicción, generando de esta forma proyecciones más precisas. Esto permite justificar el uso de un conjunto más amplio de indicadores a considerar para realizar un análisis estructural.

A través de funciones impulso respuesta, se realiza un análisis estructural de la economía nicaragüense, enfocado en estudiar la posición de corto y largo plazo que debería adoptar la política fiscal de Nicaragua. Los resultados sugieren que en el corto plazo los impulsos fiscales no son idóneos para incentivar a la economía, pues generan presiones inflacionarias y las ganancias en términos de dinamismo económico son estadísticamente no significativas. No obstante, en el largo plazo la política fiscal podría fungir un rol estabilizador de los ciclos económicos, pues podría reducir su amplitud, de esta manera mitigar tanto la probabilidad de ocurrencia de crisis económicas, como los costos asociados a éstas.

El resto del documento se estructura de la siguiente manera: la sección 2 contextualiza al modelo BVAR en la literatura de mecanismos de transmisión en Nicaragua, destacando las contribuciones de este modelo y describe la especificación del modelo BVAR, enfatizando en la selección de la distribución *prior*, paso que es fundamental en la estimación bajo un enfoque bayesiano. Luego, la sección 3 presenta los datos y realiza el análisis de la habilidad predictiva del modelo BVAR. En la sección 4 se describe los resultados del análisis estructural, y se muestra la reacción de la economía a perturbaciones internas y externas, a saber: un impulso fiscal y un *shock* de precio de petróleo. Por último, en la sección 5 se concluye sobre los hallazgos del estudio.

2. Revisión de literatura

2.1. Análisis de mecanismos de transmisión en Nicaragua

Desde el trabajo seminal de Sims, C. (1980) los modelos VAR han tenido un amplio uso entre los macroeconomistas. Stock, J. y Watson, M. (2001) argumentan que los modelos VAR son una herramienta poderosa para realizar descripciones y pronósticos de datos que combinados con supuestos de identificación razonables, contribuyen a caracterizar vínculos causales entre diversas variables macroeconómicas (mecanismos de transmisión), lo que la convierte en una herramienta útil para la evaluación de políticas.

Por su parte, otra clase de modelos que exploran los mecanismos de transmisión son los modelos macroeconómicos, los cuales consisten en un modelo de ecuaciones simultáneas utilizado para realizar simulaciones de políticas y/o *shocks* de oferta y demanda agregada (Sargent, T. y Wallace, N. 1976., Carnot, N. et al. 2011). En este sentido, con el objetivo de escapar de la crítica de Lucas, R. (1976), surgen los modelos microfundamentados de Equilibrio General, Dinámicos y Estocásticos (DSGE, por sus siglas en inglés).

En la literatura de mecanismos de transmisión para el caso de Nicaragua destaca el trabajo de Gámez. O. (2005), en el cual se utilizó un modelo VAR estructural para analizar la transmisión de choques estructurales a diversas variables de la economía nicaragüense. Por su parte, López, H., Sarria F. y Treminio, J. (2013) estudian los mecanismos de transmisión de *shocks* externos usando un modelo macroeconómico y evalúan los efectos que éstos tienen sobre variables como el ciclo económico, el déficit comercial y la acumulación de reservas internacionales.

Otros estudios destacados de mecanismos de transmisión son los de Acevedo, I. (2011) y Flores, A. (2013). El primero construye un modelo DSGE para analizar los mecanismos de transmisión asociados a la política tributaria en Nicaragua, en el cual el análisis se realiza suponiendo que Nicaragua es una economía cerrada. El segundo, mediante un modelo

DSGE de economía abierta donde el Banco Central de Nicaragua (BCN) tiene una política monetaria independiente, analiza los mecanismos de transmisión detrás de *shocks* de demanda, inflación y productividad, entre otros. La construcción de estos modelos supone un avance importante en los estudios empíricos del país, siendo necesario someterlos a pruebas de robustez. Además, éstos no consideran el canal financiero, el cual a raíz de la crisis financiera internacional ha probado ser un mecanismo de transmisión importante de las economías.

Dado el contexto anterior, este documento pretende extender el análisis de los mecanismos de transmisión de Nicaragua a través de una opción aún no explorada en los estudios empíricos del país: un modelo BVAR. Mediante este enfoque, el modelo BVAR permitiría realizar un análisis amplio y versátil de los mecanismos de transmisión asociados a diversos *shocks* sectoriales: evaluar políticas de gasto del gobierno, políticas para mejorar las condiciones de intermediación financiera e inclusive, en la medida que el modelo sea extendido, el estudio de la incidencia de fenómenos climáticos sobre las variables fundamentales de la economía (Bloor, C. y Matheson, T. 2008).

Los resultados del modelo BVAR estarán conformados por la interacción de dos elementos: la distribución *prior* del modelo y la función de verosimilitud de los datos que lo alimentan. Un aporte adicional es que el modelo BVAR provee un marco de proyecciones de corto plazo para una cantidad considerable de variables.

2.2. Especificación del modelo BVAR

Los modelos VAR son útiles para la modelización econométrica y un punto de comparación estándar para el análisis de problemas económicos dinámicos (Ciccarelli, M. y Rebuci, A. 2003). Sin embargo, su principal debilidad radica en la gran flexibilidad de los modelos VAR. De Mol, C. y Giannone, D. (2008), Koop, G. y Korobilis, D. (2010), Del Negro, M. y Schorfheide, F. (2009), Banbura, M. et al (2009) y Giannone, D. et al (2012), alegan que éstos son propensos al problema de dimensionalidad,

lo que en modelos de mediana y gran escala conlleva a una estimación inconsistente de los parámetros del mismo, en última instancia a un pobre desempeño en términos de calidad de pronóstico.

Esto tiene implicaciones importantes, pues limita el análisis a modelos que consideran un conjunto reducido de variables. Por ejemplo, Litterman, R. (1986) encuentra que el aplicar contracción bayesiana a un VAR de seis variables conduce a un mejor desempeño en cuanto a calidad de pronóstico, sugiriendo que la proliferación de parámetros es un tema importante aún en sistemas de moderado tamaño (Banbura, M. et al. 2009).

En este sentido, el enfoque bayesiano ha permitido la construcción de modelos de vectores autorregresivos con un mayor número de variables. Así, mediante la selección de una distribución *prior* sobre los parámetros del modelo, el enfoque bayesiano permite rehuir del problema de dimensionalidad inherente a los modelos VAR (Koop, G. y Korobilis, D. 2009. Banbura, M. et al, 2009. González, W., 2012). Esto permitiría analizar los mecanismos de transmisión presentes en la economía nacional, sin la necesidad de restringir el análisis a un conjunto acotado de variables.

2.3. Estimación bayesiana de un VAR

En esta subsección se describe brevemente la idea detrás de la estimación bayesiana de un modelo VAR, con base en los trabajos de Koop, G. (2003), Cicarelli y Rebuci (2003), Koop, G., Pourier y Tobias (2007), Koop, G. y Korobilis, D. (2009) y van de Schoot, et al. (2014). Un modelo VAR puede ser escrito en su forma simplificada como:

$$Y_t = X_t\beta + \varepsilon_t, \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

donde $X_t = (I_n \otimes W_{t-1})$ es una matriz $n \times nk$, $W_{t-1} = (Y'_{t-1}, \dots, Y'_{p-1})$ es de dimensión $k \times 1$, y $\beta = \text{vec}(B_1, \dots, B_p)$ es un vector de coeficientes de dimensión $nk \times 1$. Los parámetros a estimar son β y Σ , la cual corresponde a la matriz de varianzas y covarianzas.

La estimación del modelo BVAR tiene tres aspectos importantes: la distribución *prior* de los parámetros, es decir, todos los conocimientos previos de las variables antes de observar las realizaciones (datos), la función de verosimilitud de los datos observados y la distribución posterior de los parámetros, resultado de la combinación de los dos elementos anteriores mediante el teorema de Bayes.

Sea $pdf(\beta, \Sigma)$ una función de densidad de probabilidad conjunta anterior (*prior*) para los parámetros del modelo descrito por (1). Sea $L(Y|\beta, \Sigma)$ la función de densidad de probabilidad de los datos condicional a los parámetros, es decir, la función de verosimilitud de toda la información contenida en los datos, la cual puede ser descrita por la ecuación (2)^{1/}

$$L(Y|\beta, \Sigma) \propto \frac{1}{|\Sigma|^{-T/2}} \exp \left\{ -\frac{1}{2} \sum_t (Y_t - X_t \beta)' \Sigma^{-1} (Y_t - X_t \beta) \right\} \quad (2)$$

La función de densidad de probabilidad conjunta posterior de los parámetros del modelo VAR puede ser obtenida a través del teorema de Bayes, esto es:

$$\begin{aligned} pdf(\beta, \Sigma|Y) &= \frac{pdf(\beta, \Sigma)L(Y|\beta, \Sigma)}{p(Y)} \\ &\propto pdf(\beta, \Sigma) L(Y|\beta, \Sigma) \end{aligned} \quad (3)$$

Es decir, la función de densidad de probabilidad conjunta posterior es proporcional a la función de densidad conjunta anterior por la función de verosimilitud de los datos condicional a los parámetros. Dado $pdf(\beta, \Sigma|Y)$, las distribuciones posteriores marginales condicionales en los datos, $pdf(\beta|Y)$ y $pdf(\Sigma|Y)$, pueden ser obtenidas al integrar Σ y β , de $pdf(\beta, \Sigma|Y)$. Las medidas de tendencia central y dispersión de $pdf(\beta|Y)$ y $pdf(\Sigma|Y)$ pueden ser analizadas para obtener estimaciones punto de los parámetros de interés así como medidas de precisión, comparables a aquellas obtenidas bajo un enfoque frecuentista.

1/ Suponiendo que los factores asistemáticos provienen de una distribución normal.

2.4. Especificación de la distribución *prior*

En esta subsección se describe la especificación de la distribución *prior* para los parámetros del modelo descrito por la ecuación (1). El modelo VAR es estimado usando un enfoque bayesiano. Esto implica el fijar con antelación creencias sobre los parámetros del modelo y con ello rehuir del problema de dimensionalidad.

En este documento se utiliza la *prior* propuesta por Litterman, R. (1996), la cual consiste en suponer que las n variables que conforman el modelo VAR son a *priori* caminatas aleatorias. Un argumento a favor de seleccionar esta distribución *prior* es que las caminatas aleatorias tienen un buen poder predictivo sobre series de tiempo macroeconómicas (Canova, F. 2007).

Sea $Y_t = (Y_{1,t}, Y_{2,t}, \dots, Y_{m,t})'$ un vector de variables aleatorias. La ecuación (1) puede reescribirse como:

$$Y_t = c + B_1 Y_{t-1} + \dots + B_p Y_{t-p} + u_t \quad (4)$$

Donde u_t es un ruido blanco gaussiano n -dimensional, con matriz de varianzas y covarianzas $E u_t u_t' = \Psi$, $c = (c_1, \dots, c_n)'$ es un vector n -dimensional de constantes y B_1, \dots, B_p son matrices $n \times n$ de coeficientes.

Ante el modelo planteado, Litterman, R. (1996) sugiere usar una distribución *prior* tal que todas las ecuaciones que conforman (4) estén centradas alrededor de una caminata aleatoria con *drift*, es decir, la media asociada a la distribución *prior* puede ser descrita con la siguiente representación de Y_t :

$$Y_t = c + Y_{t-1} + u_t$$

Mediante esta especificación se contraen los elementos de la diagonal de B_1 hacia uno y los parámetros restantes en B_1, \dots, B_p hacia cero. También la distribución *prior* supone una mayor ponderación para los rezagos más recientes, pues se espera que éstos provean información más importante que la atribuida por aquellas más distantes. Asimismo, supone que los

rezagos de una misma variable deberían explicar una mayor proporción de su varianza en contraste con los rezagos de otras. Estas creencias son impuestas al fijar los siguientes momentos de la *prior* para los coeficientes:

$$\mathbb{E}(B_k)_{ij} = \begin{cases} \delta_i, & j = i, k = 1 \\ 0, & \text{en otro caso} \end{cases}, \quad \mathbb{V}[(A_k)_{ij}] = \begin{cases} \frac{\lambda^2}{k^2}, & j = i, k = 1 \\ \vartheta \frac{\lambda^2 \sigma_i^2}{k^2 \sigma_j^2}, & \text{en otro caso} \end{cases} \quad (5)$$

Donde $(B_k)_{ij}$ se refiere al elemento ij de la matriz B correspondiente al rezago k . Los coeficientes de las matrices B son asumidos como independientes con distribución normal. Además, se asume que la matriz de varianzas y covarianzas de los residuos es constante y conocida, es decir: $\Psi = \Sigma$, donde Σ es una matriz diagonal cuyos elementos corresponden a la varianza asociada a las n variables que conforman el sistema, esto es: $\Sigma = \text{diag}(\sigma_1^2, \dots, \sigma_n^2)$. Se supone un *prior* difuso para los interceptos.

En esta investigación, tomando como base a Banbura, M., Giannone, D. y Reichlin, L. (2009) se fija $\delta_i = 1$ para aquellas variables que son no estacionarias. Es decir, se considera el *prior* de caminata aleatoria. Para aquellas que son estacionarias que presentan una fuerte reversión a la media, se considera un *prior* de ruido blanco $\delta_i = 0$. Los demás parámetros de la ecuación 2 se explican en la Tabla 1.

Si bien para todas las variables que conforman el VAR a *priori* se asume el *prior* de Litterman, R. (1996), a *posteriori* cada una de las series de tiempo puede seguir un proceso más complejo en dependencia de la información que provean los datos.

Tabla 1: Parámetros de la distribución *prior* de los coeficientes

Parámetros	Propósito
λ	Grado de contracción bayesiana. Si $\lambda \rightarrow 0$ los datos no influyen a la distribución posterior. Si $\lambda \rightarrow \infty$ el <i>prior</i> no influye a la distribución posterior.
$1/k^2$	distribución <i>prior</i> con el aumento del número de rezagos del modelo.
σ_i^2 / σ_j^2	Controla por la escala y variabilidad de los datos.
ϑ	Importancia de los rezagos de otras variables. $\vartheta \in (0,1)$.

Fuente: Elaboración propia con base en Litterman (1996) y Banbura, et al (2010).

3. Métodos y datos

3.1. Datos

El modelo BVAR de mediana escala es estimado usando 25 series de tiempo, con periodicidad mensual, entre enero 2004 y diciembre 2016. En términos generales, la base de datos consiste en seis categorías de variables: producción y actividad económica, empleo y salarios, precios, sector monetario y financiero, sector externo y gobierno. Estas categorías se eligieron para capturar los sectores más representativos de la economía nicaragüense. Las variables son detalladas en la Tabla 2. Todas las variables se expresan en variaciones interanuales, a excepción de aquellas que son tasas las cuales se mantienen en niveles. Asimismo, la Tabla A1 define tres clases de modelos: uno de escala pequeña (modelo 1), uno de escala intermedia (modelo 2) y uno de mediana escala (modelo 3). Las tres especificaciones son utilizadas para realizar la evaluación de los pronósticos. El modelo 3 además se utiliza para realizar el análisis estructural.

Tabla 2: Variables seleccionadas

No.	Categoría	Nombre	Descripción	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3	Fuente
1		IPC	IPC	x	x	x	BCN
2	Precios	IPCA	Índice de precios de alimentos			x	BCN
3		IPCT	Índice de precios de transporte			x	BCN
4	Actividad económica	IMAEC	IMAE Comercio			x	BCN
5		IMAET	IMAE Transporte			x	BCN
6		IMAE	IMAE		x	x	x
7	Mercado	LC	Trabajo Comercio			x	BCN
8		L	Trabajo	x	x	x	BCN
9	Laboral	WC	Salario Comercio			x	BCN
10		W	Salario		x	x	BCN
11	Monetario y Financiero	RIN	Reservas Internacionales Netas		x	x	BCN
12		CRED	Crédito total			x	BCN
13		DEP	Depósitos totales				BCN
14		NUM	Numerario			x	BCN
15		ICIF	Índice de Condiciones Financieras			x	Mendieta (2016)
16	Sector Externo	OIL	Precio del petróleo		x	x	FMI
17		FFR	Fed's Funds Rate		x	x	FRED
18		COF	Precio del café		x	x	FMI
19		RER	Tipo de cambio real	x	x	x	SECMCA
20		X	Exportaciones (principales productos)		x	x	BCN
21		M	Importaciones totales			x	BCN
22	Gobierno	T	Ingresos tributarios			x	MHCP
23		IVA	Impuesto al Valor Agregado				MHCP
24		GC	Gasto Corriente	x	x	x	MHCP
25		GK	Gasto de Capital			x	MHCP

Nota : La "x" indica que la variable fue incluida en el modelo.

Fuente : Elaboración propia.

En este sentido, gracias a la amplitud de la base de datos, el modelo BVAR permite analizar una gran cantidad de choques macroeconómicos. Por ejemplo, los efectos sectoriales de una política fiscal expansiva (contractiva) mediante el aumento (disminución) del gasto público. En este sentido, en este documento se discute acerca de la posición de la política fiscal en el corto y el largo plazo. El modelo BVAR goza de una alta flexibilidad, por lo que se puede utilizar para estudiar medidas que incentiven a cierto sector de la economía como al sector comercio o transporte, así como para determinar los efectos sectoriales de una política dirigida a relajar las condiciones de intermediación financiera, entre otros.

3.2. Habilidad predictiva

En esta sección se evalúa la habilidad predictiva del modelo BVAR para pronosticar el crecimiento, medido a través de la tasa de variación del IMAE y la tasa de inflación. No obstante, el modelo puede utilizarse para proyectar cualquiera de las variables que lo componen. El análisis se lleva a cabo comparando diversas especificaciones del modelo BVAR con dos tipos de modelos *benchmark*. En primer lugar, se estiman las mismas especificaciones del modelo BVAR bajo el enfoque frecuentista. El motivo de utilizar otras especificaciones del modelo es con el propósito de evaluar si existen ventajas en términos de una mejor habilidad predictiva al ampliar el conjunto de datos. En segundo lugar, las proyecciones se comparan con aquellas obtenidas de una caminata aleatoria para el IMAE y el IPC. Las variables que componen cada una de las especificaciones de los modelos VAR y BVAR se listan en la Tabla 2.

En particular, la estimación del modelo VAR *benchmark* (estimado bajo el enfoque frecuentista) puede explicarse desde el punto de vista bayesiano mediante el indicador de contracción bayesiana λ . En este caso, λ se fija con un valor igual a infinito. Es decir, la distribución posterior es proporcional al comportamiento de los datos. Por lo tanto, no incorpora la información proveniente de la distribución *prior* previamente impuesta. Esto en esencia constituye la estimación bajo un enfoque frecuentista.

Se estiman modelos VAR y BVAR de tres diferentes escalas. Se estima un BVAR de pequeña escala que incluye las variables tradicionales para el análisis de política económica en una economía abierta. Otro de escala intermedia extiende el conjunto de datos para incorporar información del sector monetario y financiero como del sector externo. Al final se evalúa la capacidad predictiva de un modelo BVAR de mediana escala, compuesto por los 25 indicadores listados en la Tabla 2.

La evaluación de la capacidad predictiva es pseudo fuera de muestra y se realiza como se detalla a continuación:

1. Usando una submuestra $T' < T$ se estiman todos los modelos (BVAR, VAR y caminatas aleatorias)^{2/} utilizando una ventana móvil de 24 meses.
2. Con estos modelos en cada iteración se proyectan $T'' < T' < T$ períodos de las variables bajo evaluación (crecimiento e inflación).
3. Se utiliza la raíz del error cuadrático medio (RECM) como principal criterio de evaluación (ver ecuación 6). Así, se estudia la habilidad predictiva de los modelos estimados en una submuestra de dimensión $T'' \ll T$, la cual contiene los valores observados de los indicadores que acaban de ser proyectados.

$$RECM_{x_i} = \sqrt{\frac{1}{T''} \sum_{i=t}^{T''} (x_{i+h} - \hat{x}_{i+h|t})^2} \quad (6)$$

Donde $x_i = \{\text{crecimiento, inflación}\}$.

4. Las proyecciones de los modelos BVAR se evalúan a 1, 3, 6 y 12 meses hacia adelante. Se evalúa en total predicciones para 24 meses.

4. Resultados

En las Tablas 3 y 4 se resumen los principales resultados de la evaluación de la habilidad predictiva del modelo BVAR. En ambas tablas se muestra

2/ Los modelos de caminatas aleatorias son estimados bajo una sola especificación, la cual se muestra a continuación:

$$x_{i,t} = \beta_{i,1} x_{i,t-1} + \varepsilon_{i,t}$$

Donde $\beta_{1i} = 1$ y $\varepsilon_{i,t} \sim N(0, \sigma_{\varepsilon_i}^2)$, $\forall i$

la RECM relativa^{3/} entre el modelo BVAR (bajo sus tres especificaciones) y su modelo *benchmark* correspondiente. Así, valores menores a uno indican una mejor habilidad predictiva del modelo BVAR en relación con el modelo *benchmark*. En términos generales ambas tablas muestran una clara superioridad en términos de habilidad predictiva para el modelo BVAR, tanto al compararlo bajo las tres diversas especificaciones, como para la mayoría de los horizontes de proyección bajo estudio.

En primer lugar, al comparar las proyecciones de los modelos de vectores autorregresivos estimados bajo ambos enfoques (bayesiano y frecuentista), para ambas variables (IMAE e IPC) el modelo BVAR es superior en casi todos los horizontes de proyección. Este resultado se mantiene inclusive en la especificación del modelo de pequeña escala, en la cual se utilizan 5 indicadores para caracterizar a la economía nicaragüense.

Tabla 3: Raíz del error cuadrático medio relativa (BVAR-VAR)

Variable	Modelo 1				Modelo 2				Modelo 3			
	<i>h</i> =1	<i>h</i> =3	<i>h</i> =6	<i>h</i> =12	<i>h</i> =1	<i>h</i> =3	<i>h</i> =6	<i>h</i> =12	<i>h</i> =1	<i>h</i> =3	<i>h</i> =6	<i>h</i> =12
IMAE	1.18	0.92	0.91	1.08	0.50	0.47	0.50	0.45	0.24	0.29	0.39	0.59
IPC	0.68	0.74	0.77	0.56	0.58	0.88	0.96	0.53	0.49	0.52	0.35	0.27

Fuente: Elaboración propia.

Este resultado es un indicador de que el problema de dimensionalidad es importante, aun en sistemas de pequeña escala. Así, el emplear un enfoque bayesiano contribuye a mejorar de manera significativa las proyecciones del crecimiento y la inflación. Este resultado está en línea con aquellos obtenidos por Banbura, M., Giannone, D. y Reichlin, L. (2010), Bloor, C. y Matheson, T. (2011), Giannone, D., Lenza, M. y Primiceri, G. (2012) y González, W. (2012).

3/ La RECM relativa es:

$$R_{x_i} = \frac{RECM_{x_i}}{RECM_{benchmark}}$$

Así, un $R_{xi} < 1$ indica una mejor habilidad predictiva por parte del BVAR.

En segundo lugar, al comparar los resultados de los modelos BVAR con la calidad de las proyecciones del modelo de caminata aleatoria, las conclusiones son similares al caso anterior. El modelo BVAR es superior al modelo de caminata aleatoria para ambas variables y para la mayoría de los horizontes de proyección. En este sentido, el modelo de caminata aleatoria supera al BVAR para los horizontes 6 y 12 bajo las especificaciones 1 y 2 del BVAR, en el resto de los casos, el BVAR es superior. Para el caso de la inflación, solo la tercera especificación del BVAR es superada por el modelo de caminata aleatoria, aunque solamente en los horizontes 6 y 12.

Tabla 4: Raíz del error cuadrático medio relativa
(*BVAR-caminata aleatoria*)

Variable	Modelo 1				Modelo 2				Modelo 3			
	<i>h=1</i>	<i>h=3</i>	<i>h=6</i>	<i>h=12</i>	<i>h=1</i>	<i>h=3</i>	<i>h=6</i>	<i>h=12</i>	<i>h=1</i>	<i>h=3</i>	<i>h=6</i>	<i>h=12</i>
IMAE	0.38	0.63	1.14	1.09	0.32	0.43	0.61	0.75	0.27	0.79	1.33	2.30
IPC	0.39	0.71	0.83	0.84	0.38	0.72	0.74	0.88	0.45	0.92	1.06	1.47

Fuente: Elaboración propia.

Con el objetivo de dar un mayor fundamento estadístico a estos resultados, se realizó la prueba de habilidad predictiva de Giacomini, R. y White, H. (2006). Esta prueba estadística es aplicada para pronósticos fuera de muestra y es robusto a situaciones en las cuales el modelo puede estar mal especificado. Además, es un *test* válido tanto para modelos anidados como no anidados. La prueba descansa sobre funciones de pérdida obtenidas por los modelos. En este documento, la función de pérdida que se considera es la de los errores de predicción al cuadrado, castigando por igual tanto a sobreestimaciones como subestimaciones. En las Tablas 5 y 6 se muestran los resultados de estas pruebas estadísticas. Un signo negativo indica que el modelo BVAR genera una menor función de pérdida (es superior).

Tabla 5: Habilidad predictiva de Giacommini-White (2006) para el crecimiento
(valores estadísticos)

Horizonte	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	VAR	RW	VAR	RW	VAR	RW
1	-4.16**	-1.74	-3.65*	-1.72	-6.23**	-1.61
3	-1.46	-1.89	-0.82	-1.27	-5.03**	-0.3
6	-1.35	-0.34	-0.17	-0.61	-4.51**	0.06
12	-9.51***	-0.32	-34.06***	-0.12	-14.74***	4.36**

* : Indican significancia estadística al 10%.

** : Indican significancia estadística al 5%.

*** : Indican significancia estadística al 1%.

Fuente : Elaboración propia.

Para el caso del crecimiento, en la mayoría de los casos (considerando los horizontes de proyección y para ambos tipos de modelo *benchmark*) se observa un signo negativo para los valores estadísticos. Esto indica que el modelo BVAR genera menores errores de predicción que los modelos de referencia. Al igual que con el criterio de la RECM, la segunda especificación del modelo BVAR es la preferida, pues es la que genera las mayores diferencias en términos de habilidad predictiva respecto a los modelos de referencia (respecto a los VAR estimados bajo el enfoque frecuentista).

Para el caso de la inflación, el dominio del modelo BVAR es aún superior. En tan solo uno de los casos el modelo BVAR es superado por uno de los modelos de referencia. No obstante, la diferencia en términos de habilidad predictiva no es estadísticamente significativa.

Tabla 6: Habilidad predictiva de Giacommini-White (2006) para la inflación
(valores estadísticos)

Horizonte	Modelo 1		Modelo 2		Modelo 3	
	VAR	RW	VAR	RW	VAR	RW
1	0.88	-0.88	-9.33***	-0.95	-5.64**	-1.02
3	-0.21	-0.61	-5.74**	-1.06	-8.01***	-0.18
6	-0.11	0.25	-7.76***	-0.86	-10.3***	0.65
12	0.2	0.11	-34.47***	-0.8	-3.24*	12.9***

* : Indican significancia estadística al 10%.

** : Indican significancia estadística al 5%.

*** : Indican significancia estadística al 1%.

Fuente : Elaboración propia.

4.1. Análisis estructural

En esta sección se realiza un análisis estructural de la economía nicaragüense empleando el modelo BVAR de mediana escala (ver Tabla 2, modelo 3). Por medio de las funciones impulso respuesta se caracteriza la dinámica y evolución de algunas variables macroeconómicas importantes.

Debido a la amplia gama de *shocks* que pueden ser estudiados mediante el modelo BVAR y con el objetivo de acotar las diversas opciones para el análisis estructural, el estudio se concentra en dos choques transitorios y no anticipados, a saber: 1) un aumento del gasto de capital del gobierno y 2) un incremento del precio del petróleo. En la literatura, el análisis estructural mediante modelos BVAR está concentrado en los efectos sectoriales de la política monetaria, a excepción de los casos de González, W. (2012) quien simula *shocks* de premio por riesgo y *shocks* bursátiles y el de Bloor, C. y Matheson, T. (2008) quienes simulan *shocks* de tipo climático^{4/}.

El análisis estructural se realiza aplicando el esquema de identificación recursiva, el cual sigue a Banbura, M. et al (2010), Bernanke, B. et al (2005), Christiano, L. et al. (1999) y Stock, J. y Watson, M. (2005). Para este tipo de análisis, se divide el panel de variables en dos categorías: de

4/ El modelo BVAR de mediana escala que se presenta en este documento puede ser fácilmente extendido para estudiar mecanismos de transmisión no tradicionales, como los relacionados a *shocks* climáticos.

movimiento lento y movimiento rápido. Esta división consiste en separar las variables reales de las financieras. La variable que separa a ambas es el objetivo operativo del BCN, las reservas internacionales.

Para realizar análisis del tipo estructural se necesita la imposición de algunas restricciones sobre el sistema, de modo que esté identificado. Debido a la gran cantidad de variables que tiene el modelo, resulta complejo realizar una descomposición de los *shocks* estructurales mediante el método de identificación de Sims, C. (1980), como el utilizado por Gámez, O. (2005).

Como alternativa se utiliza una descomposición de Cholesky para la identificación de los *shocks* estructurales de la economía nicaragüense. De esta forma, sea $\beta = CD^{1/2}$, $CDC' = E[u_t u_t'] = \Psi$ corresponde a la matriz de varianzas y covarianzas del VAR descrito en (1) y $D = \text{diag}(\Psi)$. Sea $e_t = (e_{1t}, \dots, e_{mt})' = C^{-1} u_t$ la transformación lineal de los residuos de (1). El *shock* i es a la fila e_i correspondiente a la posición r_t , *este es* $e_{n_{1+1},t}$. La ecuación (1) en su versión estructural puede escribirse como:

$$A_0 Y_t = v + A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + e_t, \quad e_t \sim N(0, D) \quad (7)$$

Donde $v = C^{-1} c$, $A_0 = C^{-1} y$ y $A_j = C^{-1} B_j$, $j=1, \dots, p$.

Las funciones impulso respuesta serán evaluadas en un horizonte de 36 meses.

4.2. *Shock* de gasto de gobierno

Las funciones impulso-respuesta generadas por este *shock* se pueden ver en los Graficos A1. Estas muestran que un impulso fiscal vía aumento del gasto público, ralentiza la actividad económica medida a través del IMAE. Este resultado puede sugerir que los individuos se comportan como agentes ricardianos. Es decir, incorporan en sus decisiones la restricción presupuestaria intertemporal del gobierno. En otras palabras, los agentes internalizan en sus decisiones de consumo e inversión la manera en la que será financiado el impulso fiscal. Lo anterior sugiere, que los agentes se

comportan como individuos *forward-looking*, pues toman sus decisiones con base en la evolución esperada de la economía.

En este sentido, los individuos podrían ver que este impulso será financiado vía inflación, lo cual explica las presiones inflacionarias que muestran las funciones impulso-respuesta. Las alzas en la inflación son positivas y estadísticamente significativas en los primeros 6 meses después del choque. Cabe destacar, que estas presiones inflacionarias se materializan en diversos *ítems* del IPC, principalmente en los precios de los alimentos. Además, el mercado laboral sigue una dinámica parecida al IMAE.

El impulso fiscal propicia pérdidas en las reservas internacionales netas. Esta pérdida en reservas se podría explicar a través del incremento en la liquidez en moneda nacional del sistema financiero, debido al mayor gasto del gobierno. Dada la naturaleza del régimen cambiario en Nicaragua, los excedentes de liquidez pueden ser drenados a través de Operaciones de Mercado Abierto por la venta de divisas del BCN, al Sistema Financiero por medio de la Mesa de Cambio.

La pérdida de reservas internacionales es acentuada debido al deterioro de la balanza comercial. En este sentido, las importaciones aumentan mientras que las exportaciones tienen un comportamiento neutro. El incremento en las importaciones es consistente con la apreciación del tipo de cambio real. Esto va en línea con las predicciones que realiza el modelo Neo Keynesiano, en el cual impulsos fiscales suscitan en apreciaciones del tipo de cambio real. Esto a su vez genera un deterioro de los términos de intercambio, propiciando un deterioro en la balanza comercial mediante el mayor valor de las importaciones.

4.3. Shock de precios del petróleo

Las funciones impulso-respuesta generadas por el *shock* de precios del petróleo se pueden ver en los Gráficos A2. Un *shock* de gasto de petróleo de forma inmediata se traduce en presiones inflacionarias en todos los *ítems* de la inflación considerados. El modelo predice incrementos en la tasa de inflación los primeros 10 meses después del choque. Este comportamiento

sugiere que la estructura de precios de la economía nicaragüense es susceptible al comportamiento del precio del petróleo. Los esfuerzos por transformar la matriz energética son positivos pues mitigan las distorsiones de los precios relativos generados por la volatilidad del precio del petróleo.

Otro aspecto que cabe resaltar es que el *shock* genera presiones negativas en la riqueza de las familias nicaragüenses, eso puede explicar las mayores necesidades de financiamiento por parte de éstas, lo cual se ve reflejado en el incremento en el crédito entre el tercer y onceavo mes después del choque. A pesar de esto, es probable que debido a las distorsiones en la estructura de precios relativos de la economía, un *shock* de precios de petróleo reduce el dinamismo económico en la mayoría de los sectores al cabo de 24 meses. Por ejemplo, el sector comercio y el sector transporte sufren el efecto negativo de la subida en el precio del crudo, siendo más severo en el sector transporte.

Un hallazgo importante que se revela gracias a este *shock* es que el gobierno en materia de política fiscal se comporta de manera neutral ante *shocks* macroeconómicos externos como el simulado. En este sentido, si bien en el primer mes después del incremento en el precio del petróleo se observa un aumento tanto en el gasto corriente como en el gasto de capital, desde el mes dos la respuesta de la política fiscal es estadísticamente no significativa y cercana a cero.

Debido a que Nicaragua es una economía caracterizada por un esquema cambiario de mini-devaluaciones, la política fiscal es la herramienta principal para suavizar los ciclos económicos del país. No obstante, este resultado sugiere que, si bien el gasto fiscal no amplifica los ciclos económicos, tampoco contribuye a suavizarlos. En este sentido, en tiempos de *boom* económico la posición de la política fiscal debiese ser contractiva, mientras que en tiempos de *bust* económico su posición debiese ser expansiva.

Si bien en el corto plazo los efectos de la política fiscal pueden ser revertidos debido al comportamiento ricardiano de los agentes, en el largo plazo puede tener un rol de estabilización de los ciclos económicos. En

este contexto, la mayor contribución de la política fiscal podría enfocarse hacia la suavización de los ciclos económicos del país, de modo que la senda de crecimiento de Nicaragua sea más estable. A pesar que bajo este enfoque los períodos de auge económico son menos amplios, también se reduce la amplitud de los períodos en los cuales la economía se debilita, minimizando de esta manera tanto las probabilidades de crisis económicas como sus costos.

El choque de precios de petróleo genera un endurecimiento de las condiciones en las que se desarrolla el proceso de intermediación financiera, explicando así la caída tanto en los depósitos como en el crédito luego de veinticuatro meses. Por su parte, se observan presiones sobre las reservas internacionales, que propician una desacumulación a lo largo de los primeros veinte meses después de haberse observado el *shock*.

Esta desacumulación de reservas se puede explicar por el deterioro de los términos de intercambio, consistente con la apreciación del tipo de cambio real. En este sentido, el modelo sugiere que el choque de precios de petróleo activa el canal del *expenditure-switching*, en otras palabras, la sustitución temporal de exportaciones por importaciones. Además de propiciar pérdidas en la posición de activos externos netos, genera un deterioro en la cuenta corriente del país.

5. Comentarios finales

En este estudio se presentó un modelo de vectores autorregresivos estimado bajo un enfoque bayesiano. La ventaja de utilizar este enfoque es que permite obtener una gran flexibilidad para el análisis de mecanismos de transmisión y proyecciones más precisas de diversas variables macroeconómicas. Esto se logra a través de la contracción bayesiana, mediante la imposición de creencias sobre el comportamiento de las variables, previo a la observación de los datos, se rehúye del problema de dimensionalidad inherente a los modelos VAR. En este sentido, se optó por utilizar el *prior* de Litterman, R. (1996), conocido también como el *prior* de Minnesota. En seguida, mediante la combinación a través del teorema de Bayes de la función de verosimilitud de los datos y la distribución *prior*, se obtuvo la distribución

posterior de las variables, con ello las estimaciones de los parámetros que caracterizan a todo el sistema de ecuaciones del modelo BVAR.

Por una parte, se evaluó la habilidad predictiva del modelo BVAR para pronosticar el IMAE y el IPC. Los pronósticos fueron evaluados seudofuera de muestra, utilizando un esquema de proyecciones de ventanas móviles (*rolling forecasts*). Los resultados favorecen el uso del modelo BVAR, pues la varianza del error de predicción, bajo las tres especificaciones consideradas, es menor que aquella registrada por los modelos *benchmark*. Éstos resultados también sugieren que la proliferación de parámetros es un tema importante aún en modelos de pequeña escala (como lo es en el caso del modelo de pequeña escala). En este contexto, el utilizar métodos bayesianos, en particular el modelo BVAR, es una alternativa viable para realizar pronósticos de las principales variables que caracterizan a la economía nicaragüense.

Por otro lado, gracias a la gran flexibilidad del modelo BVAR se puede realizar un análisis amplio de los mecanismos de transmisión presentes en la economía nicaragüense, sin incurrir en el problema de dimensionalidad. Mediante el análisis de las funciones impulso respuesta generadas se estudiaron los mecanismos de transmisión asociados a perturbaciones internas y externas transitorias, un impulso fiscal y un incremento del precio del petróleo. Estas permiten realizar algunas recomendaciones relacionadas a la finalidad de la política fiscal y al rol que ésta tiene en el corto y el largo plazo.

El análisis del primer *shock* sugiere que los agentes se comportan como individuos *forward-looking*, es decir, toman sus decisiones en base a la evolución esperada de la economía. Por lo tanto, si bien los impulsos fiscales incentivan la actividad económica en los primeros meses, dado el carácter ricardiano de los agentes, éstos internalizan en sus decisiones de consumo y ahorro la restricción presupuestaria intertemporal del gobierno. Entonces, impulsos fiscales se materializan únicamente a través de presiones inflacionarias en diversos *ítems* del Índice de Precios al Consumidor (IPC).

No obstante, al analizar el *shock* de precios de petróleo se puede argumentar que dada la política monetaria y cambiaria vigente en el país, la política fiscal puede jugar un rol determinante en el crecimiento de largo plazo del país. Si bien los impulsos fiscales en el corto plazo no contribuyen a incentivar la actividad económica, en el largo plazo podrían fungir como estabilizadores del ciclo económico de Nicaragua, lo cual permitiría al país estar en una senda de crecimiento económico más estable.

6. Referencias bibliográficas

- Acevedo, I. (2011). *Impacto de las Reformas Tributarias en Nicaragua*. Documento de Trabajo N° 20. Banco Central de Nicaragua. 21 pp.
- Banbura, M., Giannone, D., y Reichlin, L. (2008). *Large Bayesian VARs*. Working Paper Series, N° 966. European Central Bank. 44 pp.
- Banbura, M., Giannone, D. y Reichlin, L. (2009). Large Bayesian vector auto regressions. *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 25, No. 1, 71-92.
- Bernanke, B. Boivin, J. y Elias, P. (2005). Measuring the effects of monetary policy: a factor-augmented autoregressive (FAVAR) approach. *The Quarterly Journal of Economics*, Vol 120, No. 1. 387-422.
- Bloor, C., y Matheson, T. (2008). *Analysing shock transmission in a data-rich environment: A large BVAR for New Zealand*. Discussion Paper Series DP2008/09. Federal Reserve Bank of New Zealand. 34 pp.
- Canova, F. (2007). *Methods for Applied Macroeconomic Research*. Princeton, New Jersey, USA. Princeton University Press.
- Carnot, N., Koen, V., y Tissot, B. (2011). *Economic Forecasting and Policy*. Hampshire, UK. y New York, USA. Palgrave Macmillan.

- Christiano, L. (1999). Monetary policy shocks: what have we learned and to what end? En Taylor JB, Woodford M (Ed.), *Handbook of Macroeconomics* (Vol. 1, ch 2, pp. 65-148). Amsterdam: Elsevier.
- Ciccarelli, M., y Rebucci, A. (2003). BVARs: A survey of the recent literature with an application to the European Monetary System. *Rivista di Politica Economica*, Vol. 93, No. 5. 47-112.
- De Mol, C., y Giannone, D. (2008). Forecasting using a large number of predictors: Is Bayesian shrinkage a valid alternative to principal components? *Journal of Econometrics*, Vol. 146, No. 2. 318-328.
- Del Negro, M., y Schorfheide, F. (2011). Bayesian Macroeconometrics. En *The Oxford Handbook of Bayesian Econometrics* (págs. 293-389). Oxford, UK: Oxford University Press.
- Flores, A. (2013). *Perturbaciones Internas y Externas en Pequeñas Economías Abiertas: un Análisis de Equilibrio General para el Caso de Nicaragua (1994-2011)*. Documento de Trabajo N° 127. Banco Central de Guatemala. 64 pp.
- Gámez, O. (2005). *Identificación y Medición de las Contribuciones Relativas de los Shocks Estructurales en la Economía Nicaragüense*. Documento de Trabajo N° 7. Banco Central de Nicaragua. 17 pp.
- Giacomini, R. y White, H. (2006). Tests of Conditional Predictive Ability. *Econometrica*, Vol. 74, No. 6. 1545–1578.
- Giannone, D., Lenza, M., y Primiceri, G. (2012). *Prior Selection for Vector Autoregressions*. Working Paper Series N° 1494. European Central Bank. 41 pp.
- González, W. (2012). *Un gran VAR bayesiano para la economía chilena*. Documentos de Trabajo N°653. Banco Central de Chile. 50 pp.

- Koop, G. Dale, P. y Justin, T. (2007). *Bayesian Econometric Methods*. Cambridge, UK. Cambridge University Press.
- Koop, G., y Korobilis, D. (2010). Bayesian Multivariate Time Series Methods for Empirical Macroeconomics. *Foundations and Trends in Econometrics*, Vol. 3, No. 4. 267-358.
- Litterman, R. (1986). Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions: Five Years of Experience. *Journal of Business and Economic Statistics*, Vol. 4, No. 1. 25-38.
- López, H., Treminio, J., y Sarria, F. (2013). *Choques externos y ciclos económicos en Nicaragua*. Documento de Trabajo N° 32. Banco Central de Nicaragua. 37 pp.
- Lucas, R. (1976). Econometric policy evaluation: A critique. Carnegie-Rochester Conference Series on Public Policy. *Elsevier*, Vol. 1, No. 1. 19-46.
- Robertson, J., y Tallman, E. (1999). Vector Autoregressions: forecasting and reality. *Economic Review*, Vol. 84, No. 1. 4-18.
- Rudebusch, G. (2005). Assessing the Lucas Critique in Monetary Policy Models. *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 37, No. 2. 245-272.
- Sargent, T. y Wallace, N. (1976). Rational expectations and the theory of economic policy. *Journal of Monetary Economics*, Vol. 2, No.2. 169-183.
- Sims, C. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, Vol. 48, N° 1. 1-48.
- Stock, J., y Watson, M. (2005). *An empirical comparison of methods for forecasting using many predictors*. Manuscript, Princeton University. 59 pp.

van de Schoot, R., Kaplan, D., Denissen, J., Asendorpf, J. y Neyer, F. (2014). A gentle introduction to bayesian analysis: applications to developmental research. *Child development*. Vol 85, No. 3. 842-860.

Watson, M., y Stock, J. (2001). Vector Autoregressions. *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 15, No. 4. 101-115.

7. Anexos

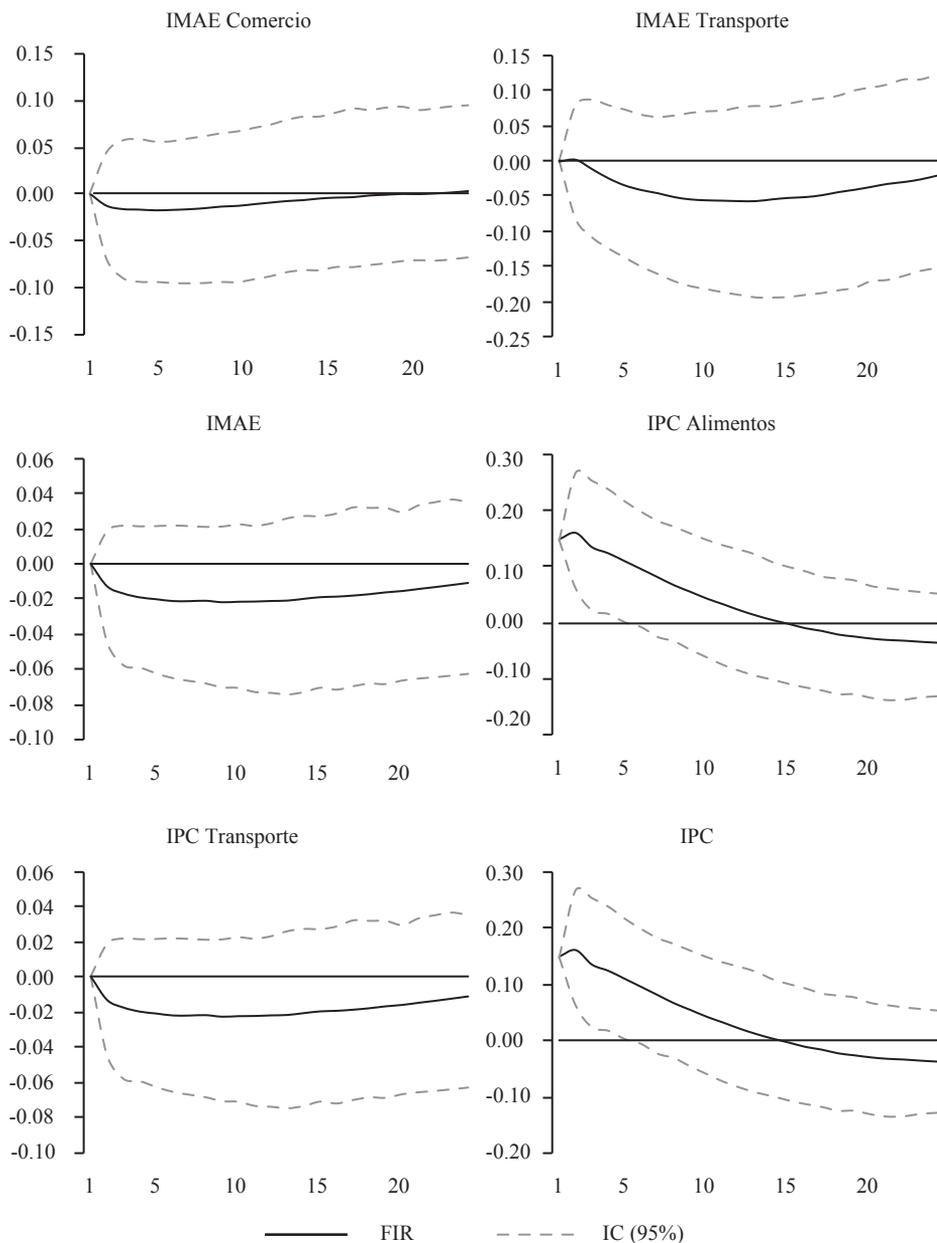
Tabla A1: Raíz del error cuadrático medio

Variable	Modelo	Modelo 1				Modelo 2				Modelo 3			
		h=1	h=3	h=6	h=12	h=1	h=3	h=6	h=12	h=1	h=3	h=6	h=12
	BVAR	0.40%	0.66%	1.21%	1.52%	0.35%	0.45%	0.65%	1.04%	0.29%	0.83%	1.42%	3.22%
IMAE	VAR	0.34%	0.72%	1.34%	1.41%	0.69%	0.96%	1.29%	2.32%	1.20%	2.83%	3.62%	5.48%
	RW	1.07%	1.05%	1.06%	1.40%	-	-	-	-	-	-	-	-
	BVAR	0.53%	1.24%	1.65%	1.52%	0.52%	1.27%	1.46%	1.59%	0.61%	1.61%	2.10%	2.67%
IPC	VAR	0.77%	1.69%	2.13%	2.72%	0.89%	1.45%	1.52%	2.99%	1.24%	3.08%	6.04%	9.90%
	RW	1.35%	1.76%	1.98%	1.82%	-	-	-	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia con base a estadísticas BCN.

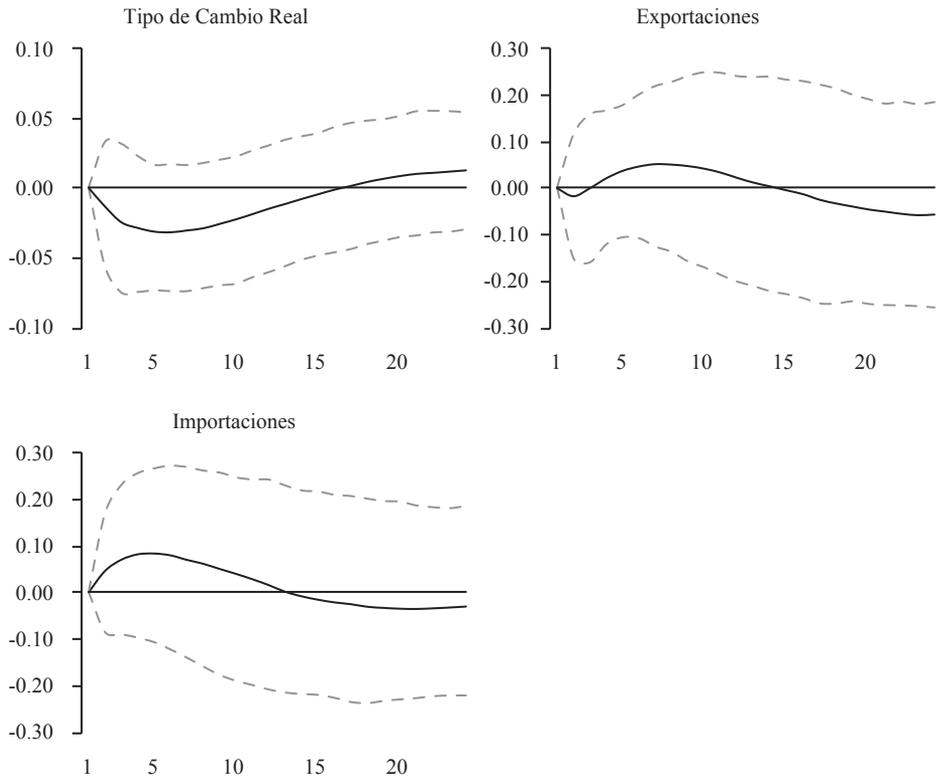
Gráficos A1: Choque de gasto corriente del gobierno

a) Respuesta de variables de precios y de actividad económica

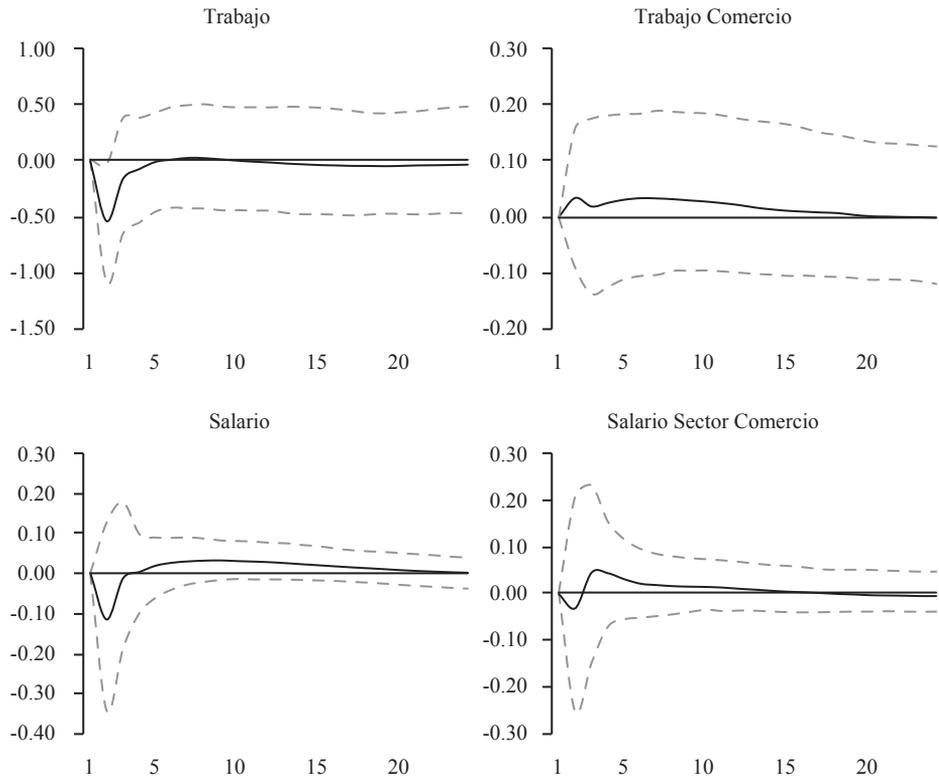


Fuente: Elaboración propia.

b) Respuesta de variables del sector externo

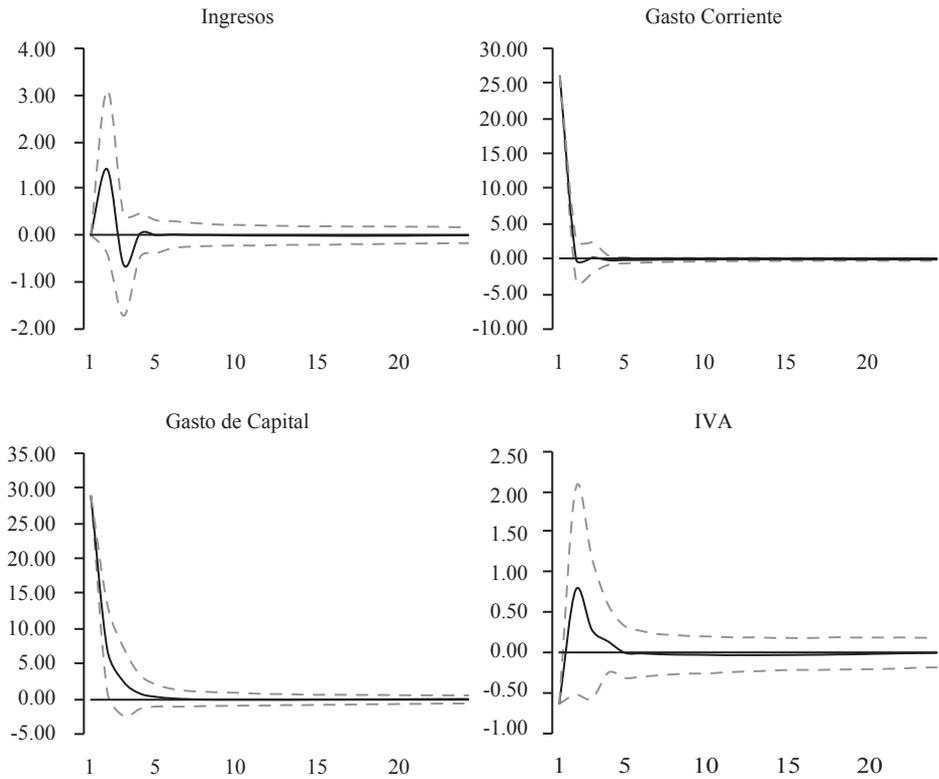


Fuente: Elaboración propia.

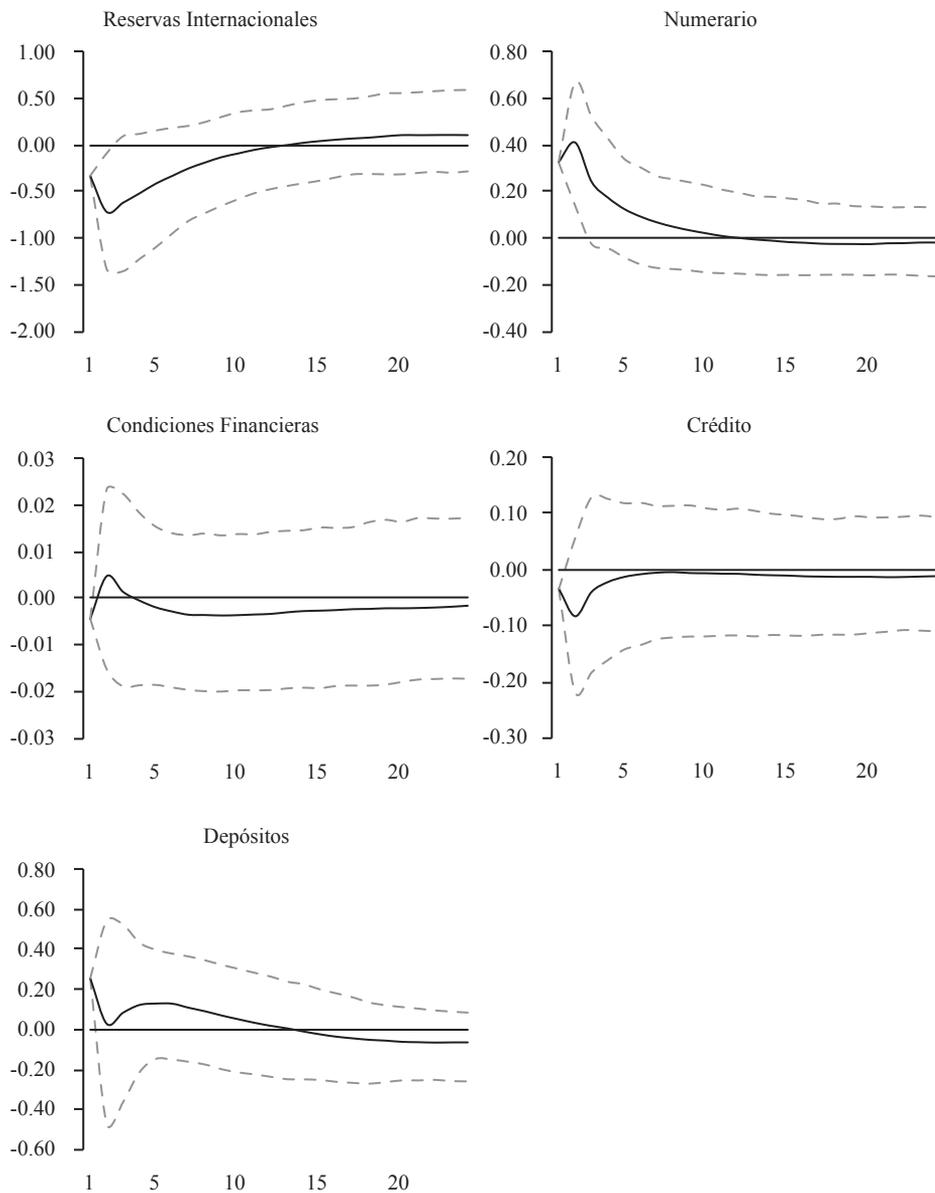
c) Respuesta de variables del mercado laboral

Fuente: Elaboración propia.

d) Respuesta de variables de gobierno



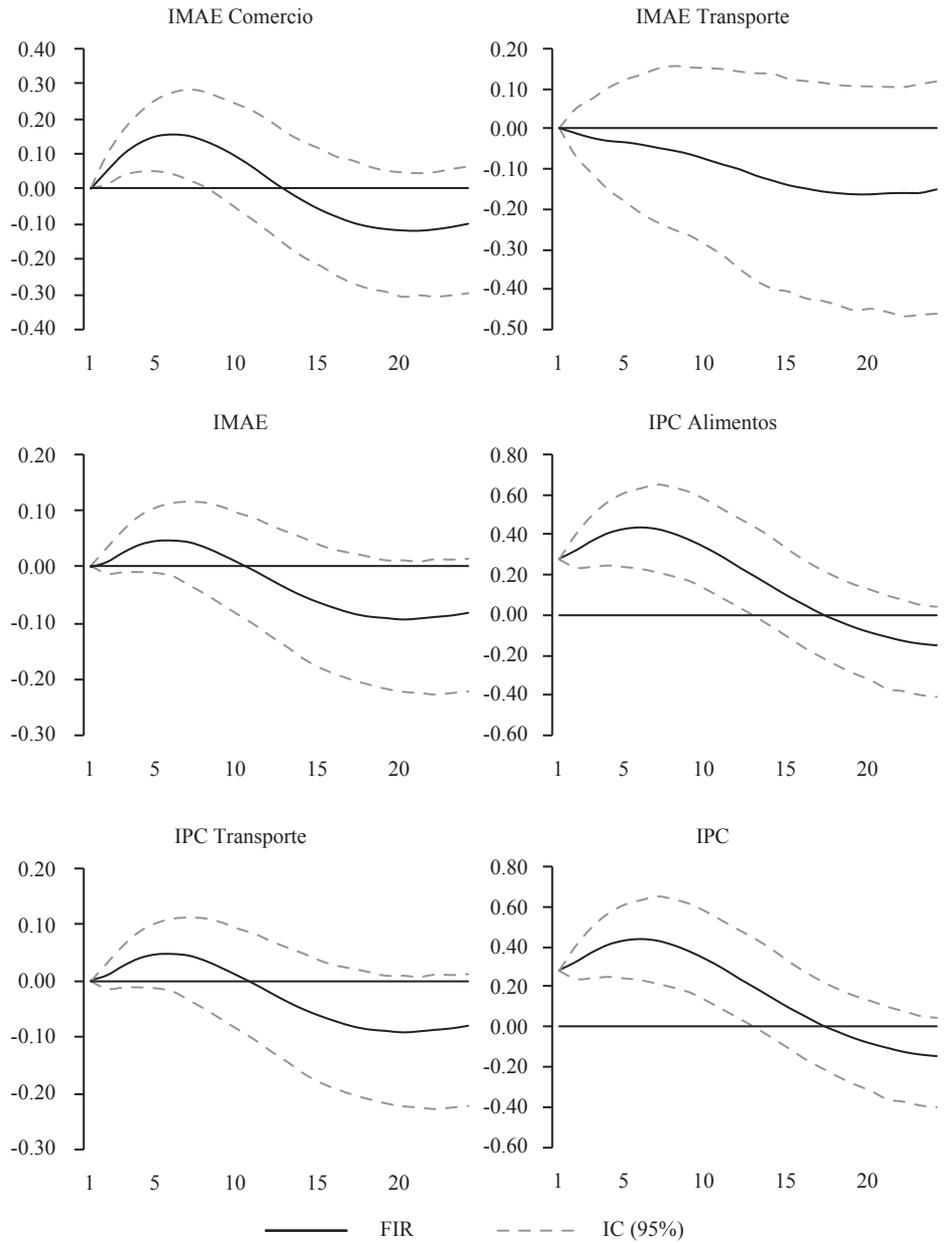
Fuente: Elaboración propia.

e) Respuesta de variables del sector monetario y financiero

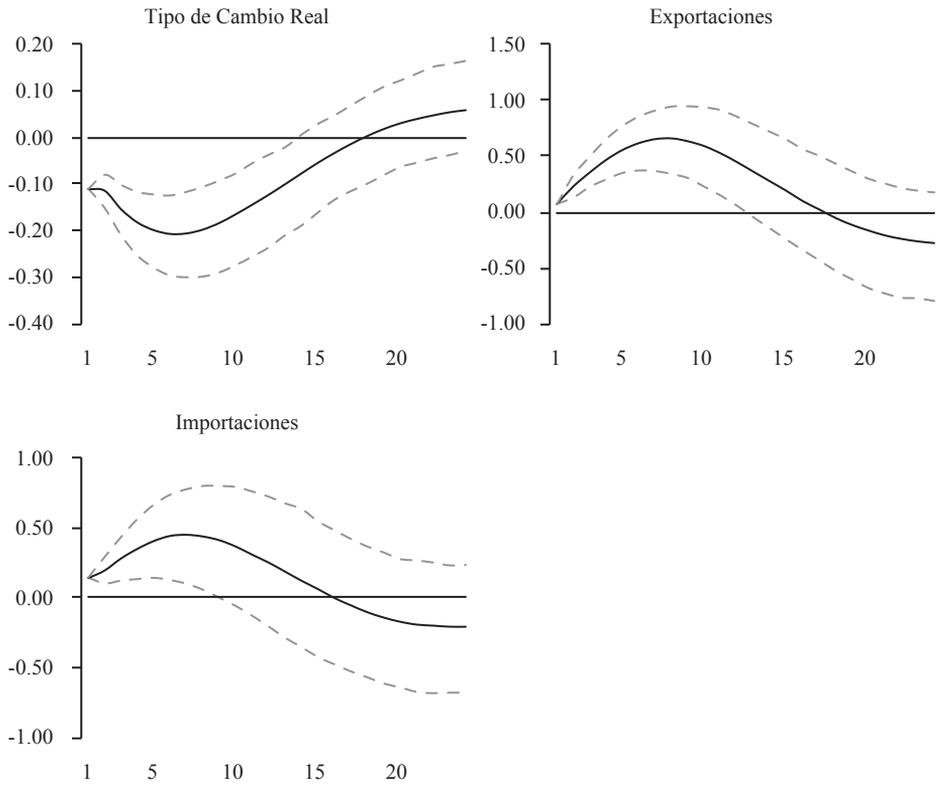
Fuente: Elaboración propia.

Gráficos A2: Choque de precios del petróleo

a) Respuesta de variables de precios y de actividad económica

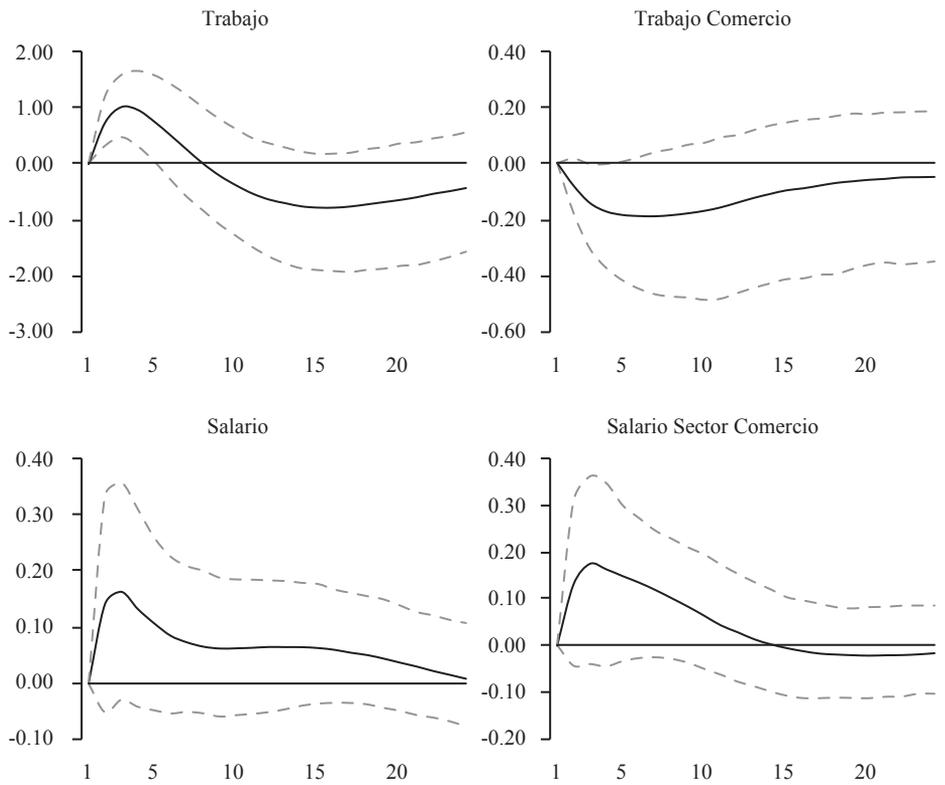


Fuente: Elaboración propia.

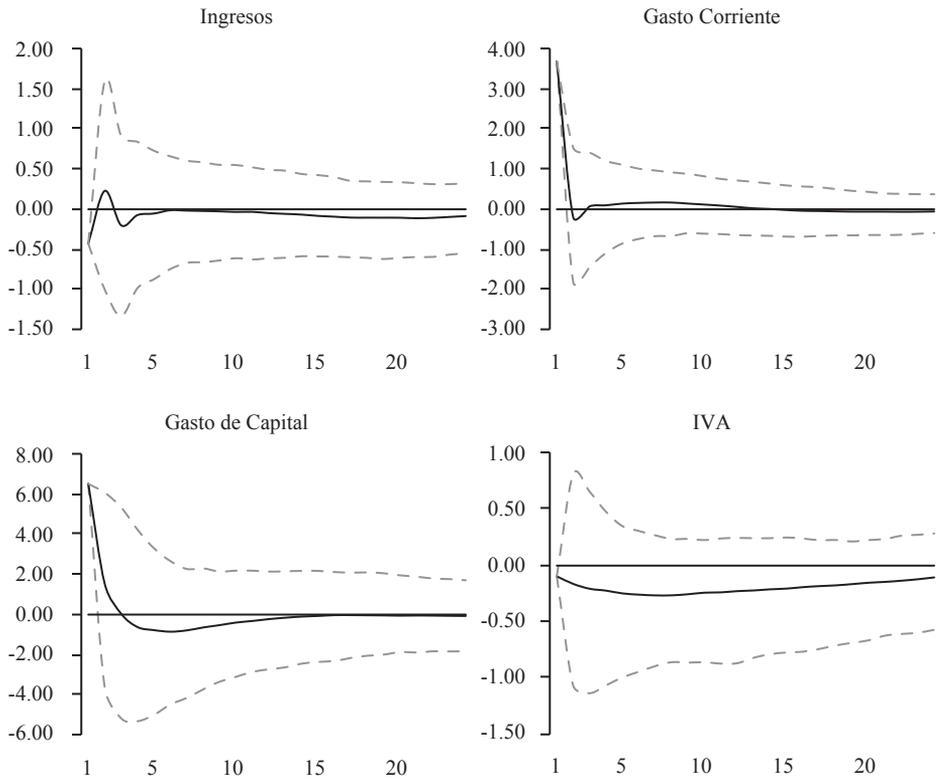
b) Respuesta de variables del sector externo

Fuente: Elaboración propia.

c) Respuesta de variables del mercado laboral

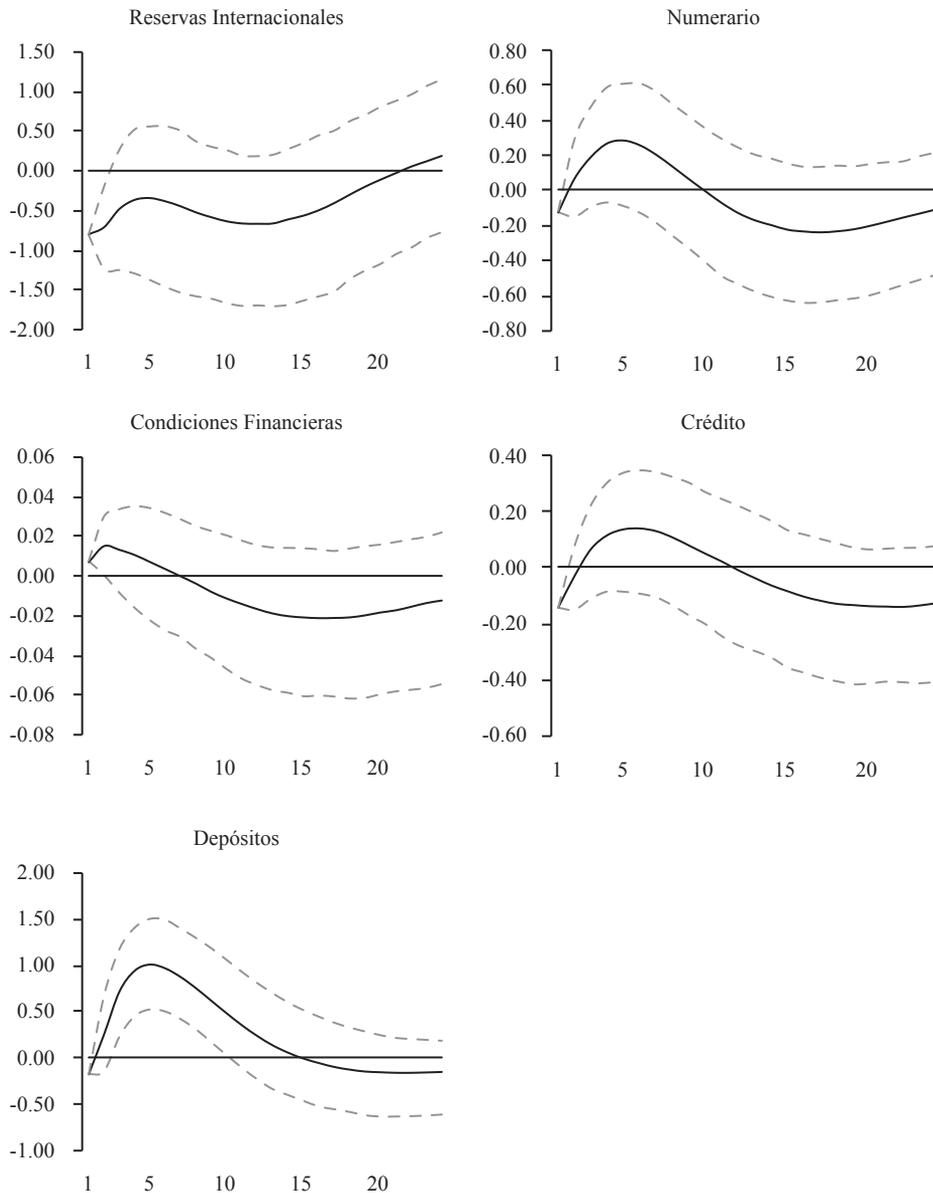


Fuente: Elaboración propia.

d) Respuesta de variables de gobierno

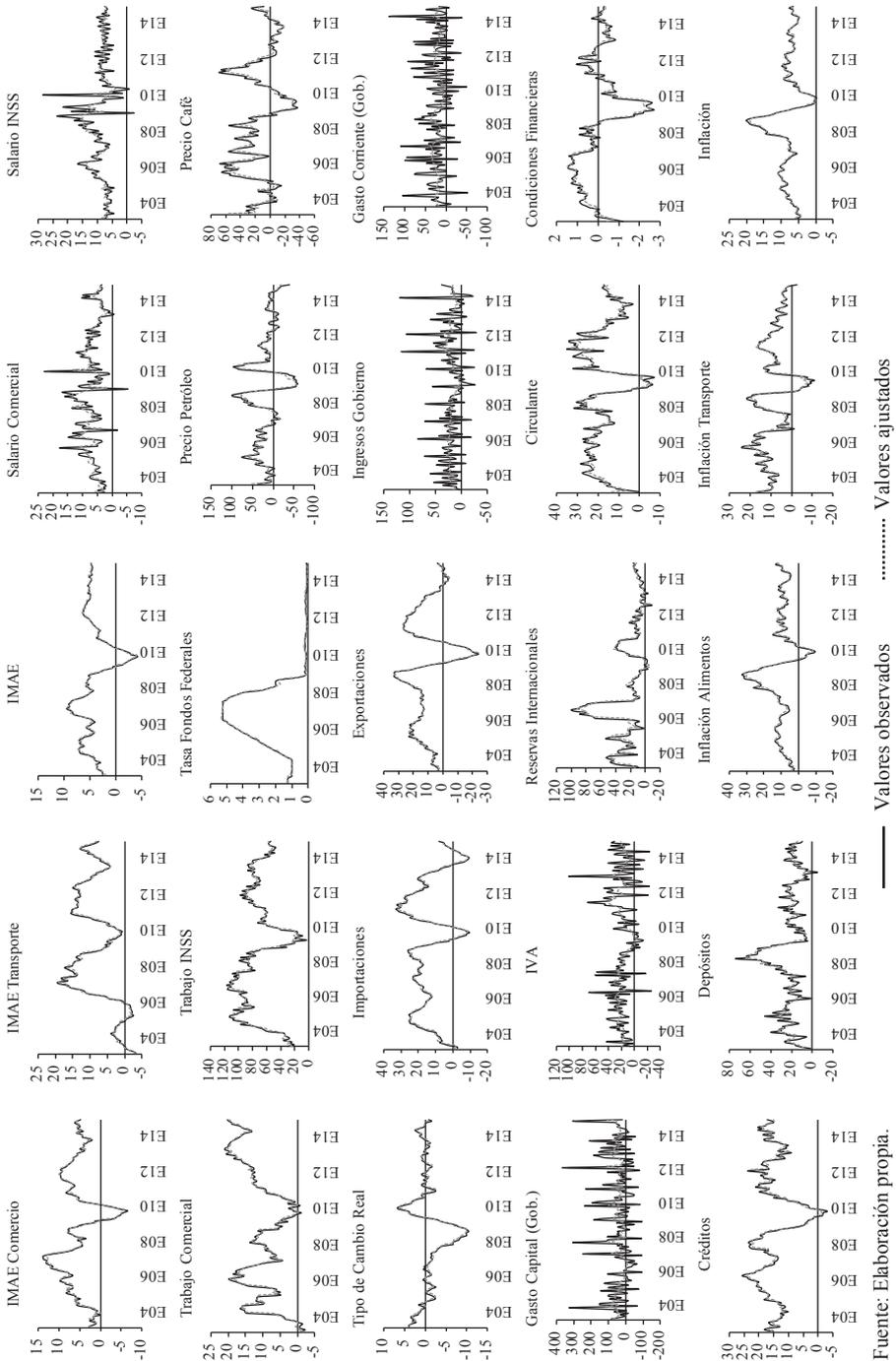
Fuente: Elaboración propia.

e) Respuesta de variables de gobierno



Fuente: Elaboración propia.

Gráficos A3: Ajuste dentro de muestra para las variables que componen el modelo 3



Fuente: Elaboración propia.