

# DOCUMENTOS DE TRABAJO

ISSN 2409-1863  
DT 053-Diciembre 2017  
Banco Central de Nicaragua

## Un análisis de sensibilidad macroeconómica para Nicaragua: Un enfoque bayesiano

William Mendieta Alvarado



*Banco Central de Nicaragua*  
Emitiendo confianza y estabilidad



# *Banco Central de Nicaragua*

## **Un analisis de sensibilidad macroeconomica para Nicaragua:un enfoque bayesiano**

**William Mendieta Alvarado\***

**DT-053-2017**

La serie de documentos de trabajo es una publicación del Banco Central de Nicaragua que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar a la discusión de temas de interés económico y de promover el intercambio de ideas. El contenido de los documentos de trabajo es de exclusiva responsabilidad de su(s) autor(es) y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Nicaragua. Los documentos pueden obtenerse en versión PDF en la dirección <http://www.bcn.gob.ni/>

The working paper series is a publication of the Central Bank of Nicaragua that disseminates economic research conducted by its staff or third parties sponsored by the institution. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant economic issues and to promote the exchange of ideas. The views expressed in the working papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Nicaragua. PDF versions of the papers can be found at <http://www.bcn.gob.ni/>.

# Un análisis de sensibilidad macroeconómica para Nicaragua: un enfoque bayesiano

William Mendieta Alvarado\*

Esta versión: Diciembre 2017

## Resumen

Este documento presenta una cuantificación de la sensibilidad del crecimiento económico y de la tasa de inflación de Nicaragua debida a choques internos y externos. Este análisis de vulnerabilidad utiliza las estimaciones de un modelo BVAR, y los choques son analizados y cuantificados mediante funciones impulso-respuesta, descomposiciones de varianzas y descomposiciones históricas. El análisis sugiere que tanto el crecimiento como la inflación son muy sensibles a la incidencia de factores externos. Políticas económicas dirigidas hacia el aumento de la productividad, la efectividad de la política fiscal y la implementación de una política monetaria más activa, ayudarían a reducir estas vulnerabilidades en el corto y mediano plazo.

## Abstract

This paper quantifies the sensitivity of the economic growth and the inflation rate in Nicaragua due to internal and external shocks. This macroeconomic vulnerability analysis rests on the estimations of a Bayesian Vector Autorregression (BVAR) model, and the shocks are analyzed and quantified through impulse-response functions, forecast error variance decompositions and historical decompositions. The analysis suggests that both the economic growth and the inflation rate are highly sensitive to foreign shocks. Policies directed towards the boost of productivity, to increase the effectiveness of fiscal policies and the implementation of an active monetary policy framework could help to reduce these vulnerabilities in the short term as well as the mid-term.

**Palabras claves:** BVAR, Crecimiento, Inflación, Política Monetaria, Política Fiscal.

**Código JEL:** C3, O47, E31, E52, E62

---

\*El autor es Investigador Principal II del Banco Central de Nicaragua. Para comentarios contactar al autor a través de [wmendieta@bcn.gob.ni](mailto:wmendieta@bcn.gob.ni). El contenido de este documento es de exclusiva responsabilidad del autor y no necesariamente representa la posición oficial del Banco Central de Nicaragua.

# 1. Introducción

En el período 2010-2016 el desempeño macroeconómico de Nicaragua ha sido uno de los más destacados de la región centroamericana. El crecimiento económico promedio de Nicaragua fue 5.2 por ciento en este período (3.0 % en los 7 años anteriores), con un crecimiento del PIB per-cápita de 5.7 por ciento. Además, la tasa de inflación se ha mantenido en línea con sus fundamentales de mediano plazo, situándose en promedio en 6.0 por ciento y, además, exhibiendo una menor volatilidad (2.3 % en 2010-2016 versus 5.1 % 2003-2009).

¿Qué se ha hecho en estos últimos años para alcanzar estos resultados macroeconómicos evidentemente positivos? ¿Se han implementado políticas domésticas prudentes y efectivas? y/o ¿estos resultados son una consecuencia de la recuperación de la economía mundial y de los precios de las materias primas? Cualitativamente se podría argumentar que estos resultados tienen su origen en ambos factores: tanto los choques domésticos como los externos ha favorecido a un mayor crecimiento económico del país y a una menor tasa de inflación. Sin embargo, para el análisis de la efectividad de las políticas económicas domésticas esto es insuficiente. ¿Qué factores son cuantitativamente más importantes para el crecimiento económico y para la dinámica inflacionaria del país? ¿Son las políticas domésticas (como el gasto del gobierno y la política de tipo de cambio) cuantitativamente significativas para aportar (respectivamente) al crecimiento económico y al control de la inflación?

En este sentido, este documento contribuye a la literatura empírica de Nicaragua a través de la cuantificación de la relevancia de los choques internos y externos para las dinámicas del crecimiento económico y de la inflación. Para llevar esto a cabo, se utiliza un modelo de Vectores Autorregresivos estimado bajo el enfoque bayesiano (BVAR). El modelo descansa sobre las investigaciones de Gámez (2006), Abrego, L. y Osterholm, P. (2010) y Villani (2009).

Gámez (2006) utiliza un VAR, estimado bajo el enfoque frecuentista, para cuantificar las contribuciones relativas a las dinámicas del crecimiento, la balanza comercial y las reservas internacionales. En su análisis modela choques de oferta, de demanda, nominales y externos. Estas contribuciones son inferidas a partir de un análisis de descomposición de varianzas. Uno de los principales resultados en Gámez (2006) es que la dinámica del crecimiento económico se explica en gran medida a través de choques de oferta y de términos de intercambio, mientras que los choques de demanda agregada tienen poca repercusión sobre el crecimiento de corto plazo del PIB. Particularmente, los choques de oferta explican aproximadamente el 65.0 por ciento de la dinámica del crecimiento en un mes, y 41.1 por ciento luego de 15 meses. Por su parte, los choques externos no son significativos en el corto plazo, y solo explican el 0.2 por ciento en el primer mes. No obstante, luego de 15 meses los términos de intercambio explican casi la mitad de la varianza del crecimiento económico (49 %).

Este documento busca extender esta evidencia en dos dimensiones. En primer lugar, el modelo es estimado mediante técnicas bayesianas. Diversos estudios, entre ellos Koop, G. y Korobilis, D. (2009), Banbura et al. (2010), sugieren que el enfoque bayesiano permite mitigar los efectos de la maldición de la dimensionalidad, a la cual están sujetas los modelos VAR. Según Litterman (1986) modelos de pequeña escala son susceptibles a la sobre-parametrización, la cual lleva a una estimación inconsistente de los parámetros del modelo. Esto, en última instancia, afecta el desempeño del modelo en términos de análisis y calidad de los pronósticos. En segundo lugar, el estudio de Gámez (2006) se complementa con el análisis de las funciones impulso respuesta, para tener una perspectiva de las dinámicas que generan los diversos choques externos e internos. Además, se realizan descomposiciones históricas para cuantificar las contribuciones a las tasas de crecimiento y la tasa de inflación. Esto, además de complementar la descomposición de varianzas, provee al Banco Central de Nicaragua (BCN) una herramienta de cuantificación para las dinámicas de crecimiento e inflación.

Además, el documento de Abrego, L. y Osterholm, P. (2010) es utilizado como guía para la selección de las variables del modelo. En su trabajo estiman un BVAR con ocho variables, utilizando la metodología de Villani (2009) para la imposición de *priors* de estado estacionario. Ellos consideran un bloque de variables internacionales y un bloque doméstico. El primero, está compuesto por Los *priors* de estado estacionario ayudarían a mejorar el desempeño del modelo en horizontes de análisis más lejanos. Abrego, L. y Osterholm, P. (2010) estudian el caso de Colombia y analizan la incidencia de factores externos sobre el crecimiento económico. Además, en su estudio modelan explícitamente factores domésticos como la política fiscal y la política monetaria. Su modelo también trata de capturar cambios en el clima de inversión en Colombia, el cual podría incidir en las decisiones de política económica. En su estudio, encuentran evidencia de que la demanda externa y el gasto del gobierno son los factores más importantes para explicar la dinámica de crecimiento económico. Además, ellos realizan proyecciones del crecimiento económico condicionales a una desaceleración del crecimiento mundial. El resultado de este ejercicio sugería que el PIB de Colombia es más sensible a las dinámicas de crecimiento del mundo en relación a otros países de América Latina.

Considerando lo anterior, este documento presenta un modelo que considera explícitamente factores internos y externos, que empírica e intuitivamente tienen una incidencia importante en el comportamiento del crecimiento y de la inflación. Las estimaciones realizadas sugieren que para el caso del crecimiento, los factores domésticos son los más importantes para explicar su dinámica de corto plazo. Sin embargo, en la medida que el horizonte de análisis se extiende, los factores externos explican más de la mitad del crecimiento económico del país. Para el caso de la inflación, el control que tiene el BCN sobre la misma es más limitado, porque en menos de un año los factores externos pueden incidir de forma significativa sobre la evolución de la inflación. El análisis sugiere que tanto el crecimiento como la inflación son sensibles a factores que no son controlados por los *policy markers*. La elevada sensibilidad de ambas variables a los factores externos podría verse aumentada por la baja efectividad de la política fiscal y de la política monetaria. Por tal motivo, debido a que los ciclos económicos de Nicaragua están determinados por los ciclos externos, se deben realizar esfuerzos para potenciar el rol de ambos tipos de política, de modo que contribuyan a suavizar los ciclos económicos de la economía Nicaragüense.

El resto del documento se organiza de la siguiente manera: en la sección 2 se explica la metodología utilizada. En esta se extiende la explicación de la racionalidad de utilizar técnicas bayesianas y se describe el modelo VAR bayesiano de estado estacionario propuesto en Villani (2009). En la sección 3 se presenta la especificación del modelo. En esta sección se justifica la incorporación de cada uno de los choques analizados, así como el análisis realizado para la definición de la información *prior*. Además, en esta sección se presenta la metodología para la identificación de los choques estructurales. En seguida, la sección 4 presenta el análisis de sensibilidad macroeconómica para el caso de Nicaragua, el cual se realiza mediante funciones impulso-respuesta, descomposiciones de varianzas y descomposiciones históricas del crecimiento y de la inflación. En la sección 5 se presenta un análisis de robustez de los resultados obtenidos en la sección anterior. Finalmente, en la sección 6 se presentan las principales conclusiones y recomendaciones de políticas derivadas del presente análisis.

## 2. Metodología

### 2.1. Racionalidad de la estimación bayesiana

Los modelos VAR son herramientas muy útiles y flexibles para modelar el comportamiento de series de tiempo macroeconómicas. Sin embargo, diversos académicos como De Mol et al. (2008), Koop, G. y Korobilis, D. (2009), DelNegro, M. y Schorfheide, F. (2011), Banbura et al. (2010), Giannone et al. (2015), entre otros, sugieren que en su flexibilidad radica su mayor debilidad. Los modelos VAR son susceptibles a la maldición de la dimensionalidad, lo que limita el análisis del investigador a un set reducido de variables.

El enfoque bayesiano ha permitido el uso de modelos de mayor escala, los cuales son más ricos en términos de las dinámicas e interrelaciones que pueden capturar acerca de la economía. Así, mediante la especificación de una distribución anterior para los parámetros del modelo, y mediante su combinación con la información provista por los datos, el análisis bayesiano permitiría rehuir del problema de sobre-parametrización de los modelos VAR.

Usando una notación como en Villani (2009), un VAR puede ser escrito en su forma reducida como:

$$\Pi(L)x_t = \phi d_t + \varepsilon_t \quad t = 1, \dots, T \quad (1)$$

donde  $\Pi(L) = I_p - \Pi_1 L - \dots - \Pi_k L^k$ ,  $L$  es el operador de rezagos,  $\varepsilon_t \sim N_p(0, \Sigma)$  y es independiente entre períodos de tiempo,  $x_t$  es una serie de tiempo p-dimensional y  $d_t$  es una matriz q-dimensional de variables exógenas.

El análisis bayesiano requiere de una distribución conjunta para todos los parámetros del modelo, estos son  $\Pi_1, \dots, \Pi_k, \Sigma$  y  $\phi$ . Dado esto, la estimación del BVAR tiene tres aspectos importantes: la distribución *prior* sobre los parámetros, lo que se define como todas las creencias e información que tiene el investigador previo a la observación de los datos; la función de verosimilitud, que corresponde a toda la información contenida en los datos y, finalmente, la distribución posterior, la cual es una combinación, a través del teorema de Bayes, de las primeras dos.

La información *prior* es de gran importancia para el análisis, porque mientras ésta sea informativa, el BVAR tiene un mejor desempeño que el VAR estimado bajo un enfoque frecuentista. Mientras menos informativa sea esta distribución, los pronósticos del BVAR convergerían a aquellos realizados bajo un enfoque frecuentista.

En este sentido, Villani (2009) argumenta que las proyecciones de VAR estacionarios convergen a la media incondicional del proceso, esto es,  $\mu_t = \Pi^{-1}(L)\phi d_t$ . Entonces  $\mu_t$  es de gran importancia para el análisis bayesiano porque usualmente hay una gran cantidad de información acerca de él, y el añadir información *prior* de  $\mu_t$  a la estimación puede mejorar de forma significativa el desempeño del modelo, especialmente para horizontes más largos. El no incorporar esta información al modelo implica que el estado estacionario va a estar determinado por los datos, por lo que los pronósticos de largo plazo pueden diferir de forma significativa de la opinión previa del investigador.

## 2.2. Un enfoque de estado estacionario para la distribución *prior*

Villani (2009) argumenta que  $\mu_t$  es una compleja función no lineal de  $\Pi(L)$  y  $\phi$ . Él sugiere que una especificación alternativa para el VAR es

$$\Pi(L)(x_t - \Psi d_t) = \epsilon_t \quad (2)$$

La ecuación 2 es la representación del VAR de estado estacionario, también conocido como VAR ajustado por la media. Los parámetros de este modelo son altamente no lineales, sin embargo la media incondicional del proceso está directamente especificada por  $\Psi d_t$ . Específicamente, al tomar expectativas y reordenar los términos en la ecuación 2, uno obtiene el estado estacionario de las variables endógenas, esto es  $\mathbb{E}(x_t) = \Psi d_t = \mu$ , donde  $\mu$  es un vector de constantes. Por lo tanto, Villani (2009) sugiere que si el investigador tiene información acerca del comportamiento de largo plazo de las variables endógenas, este conocimiento puede ser incorporado en el modelo a través de la *prior* de  $\mu$ .

Adicionalmente, la inferencia bayesiana sobre la ecuación 2 requiere la especificación de tres bloques de distribuciones *prior*, a saber:  $\Sigma$ ,  $\Pi = (\Pi_1, \dots, \Pi_k)'$  y  $\Psi$ . Siguiendo a Villani (2009) una distribución impropia es fijada para  $\Sigma$  (ver ecuación 3). También, la *prior* para  $\Pi$  es fijada como una distribución normal multivariada (ver ecuación 4), donde  $\theta_\Pi$  y  $\Omega_\Pi$  son determinadas como en la *prior* de Minnesota.

$$p(\Sigma) \propto |\Sigma|^{-(p+1)/2} \quad (3)$$

$$vec(\Pi) \sim N(\theta_\Pi, \Omega_\Pi) \quad (4)$$

Tomando en cuenta que no tiene sentido el estimar un VAR de estado estacionario cuando no existe información para  $\mu_t$ , la *prior* para  $\Psi$  debe ser como mínimo moderadamente informativa. Dieppe et al. (2016) sugieren especificar un intervalo de probabilidad subjetivo para los valores *prior*, en donde la media y la varianza son calculados de forma retrospectiva desde este intervalo.

## 3. Especificación del modelo

En este documento se sigue a Abrego, L. y Osterholm, P. (2010) como guía para la especificación del modelo. En primer lugar, se elige un conjunto de variables que conforman el bloque externo de la economía. Entre estas variables se encuentran el crecimiento de EEUU ( $y^*$ ), la tasa de los Bonos del Tesoro a 3 meses ( $i^*$ ), precios del petróleo ( $p^o$ ) y los precios de alimentos ( $p^a$ ). Asimismo, el modelo incluye un set de variables domésticas, a saber: la tasa pasiva doméstica ( $i$ ) el gasto del gobierno ( $g$ ), el crecimiento de Nicaragua medido a través del IMAE ( $y$ ), las reservas internacionales ( $rin$ ) y la inflación ( $inf$ ). Así, siguiendo la notación de la ecuación 2,  $x_t = (y_t^*, i_t^*, p_t^o, p_t^a, i_t, g_t, y_t, rin_t, inf_t)'$ . La selección de las variables es sustentada por la estimación de correlaciones cruzadas del crecimiento y la inflación respecto a las variables antes mencionadas. En los gráficos 9 y 10 del anexo se observa que adelantos y rezagos de las variables seleccionadas están correlacionadas de forma significativa con el crecimiento y la inflación.

El modelo BVAR permitiría analizar un amplio conjunto de choques macroeconómicos, los cuales son clave en la dinámica del crecimiento y de la inflación. Específicamente, por el lado del bloque

de variables externas se modelan choques a la demanda externa ( $\varepsilon_{y^*,t}$ ), choques a la tasa de interés internacional ( $\varepsilon_{i^*,t}$ ), choques de precios del petróleo ( $\varepsilon_{p^o,t}$ ) y choques de precios de alimentos ( $\varepsilon_{p^a,t}$ ). Por el lado de las variables domésticas, se modelan cambios en la tasa de interés ( $\varepsilon_{i,t}$ ), choques de gasto de gobierno ( $\varepsilon_{g,t}$ ), choques a la producción doméstica ( $\varepsilon_{y,t}$ ), choques nominales canalizados a través de las reservas internacionales ( $\varepsilon_{rin,t}$ ) y choques de precios domésticos ( $\varepsilon_{inf,t}$ ).

En particular, el choque  $\varepsilon_{y^*,t}$  es de gran relevancia para Nicaragua, dada la alta sincronización entre el ciclo económico de EEUU y Nicaragua. Existen diversas razones por las cuales hay una estrecha relación entre ambos. Por ejemplo, EEUU es el principal socio comercial de Nicaragua, es el principal origen de las remesas, el córdoba se devalúa a un ritmo constante respecto al dólar y, esta moneda es utilizada de manera amplia como reserva de valor y unidad de cuenta en Nicaragua.

Adicionalmente,  $\varepsilon_{i^*,t}$  permite capturar cambios en la política monetaria de EEUU, los cuales afectan los costos de fondeo de los bancos y, en última instancia, generarían un endurecimiento de las condiciones financieras domésticas. Esto puede llevar a una caída en la inversión. Adicionalmente, puede generar una caída aún mayor en el crecimiento por la naturaleza del régimen cambiario, pues no existiría una compensación por el lado del sector externo (debido a una mayor depreciación del tipo de cambio). Dado esto, y el hecho de que EEUU inició un proceso gradual de normalización de su política monetaria, es importante para las autoridades del BCN el conocer y analizar las consecuencias de esta política externa.

Para el caso de  $\varepsilon_{p^{oil},t}$ , Nicaragua es altamente sensible a choques de precio de petróleo porque su estructura productiva depende de las importaciones de esta materia prima. Por ejemplo, casi la mitad de la energía que se produce en Nicaragua proviene de combustibles fósiles. En este sentido, los esfuerzos del gobierno por transformar la matriz energética han sido cruciales para reducir la dependencia en este *commodity*. Por el lado de  $\varepsilon_{p^{food},t}$ , permite choques que afectan la oferta interna de alimentos. Los precios de alimentos es uno de los principales factores que contribuyen a la tasa de inflación en Nicaragua.

Por su parte, el choque  $\varepsilon_{i,t}$ , recoge condiciones financieras en Nicaragua. El sistema financiero juega un rol crucial en el desempeño de la economía doméstica, y las tasas de interés reflejan los cambios en los costos de fondeo para firmas y empresas. Asimismo,  $\varepsilon_{g,t}$  permite modelar cambios en la política fiscal. Esto es muy importante ya que Nicaragua tiene un *crawling peg* como arreglo cambiario. Debido a esto, según el modelo de Mundell-Fleming, la política monetaria no es efectiva para mitigar fluctuaciones bruscas en el ciclo económico, por lo que este rol debe de ser desempeñado por la política fiscal.

Por su parte,  $\varepsilon_{y,t}$  modela los cambios en la estructura de costos marginales de las empresas domésticas dentro de Nicaragua, por ejemplo, choques de naturaleza climática, cambios en políticas salariales, choques de productividad, entre otros. Para el caso de  $\varepsilon_{rin,t}$ , los choques nominales son comprendidos como los principales determinantes de las fluctuaciones en el tipo de cambio. Debido a que Nicaragua tiene un tipo de cambio con deslizamiento respecto al dólar, los choques nominales repercuten de forma directa sobre la acumulación de reservas internacionales del BCN. Finalmente,  $\varepsilon_{ipc,t}$  recoge choques de precios domésticos.

### 3.1. Especificación de la información *prior*

Con respecto a la fijación de la distribución *prior* para los valores de largo plazo de las variables antes mencionadas,  $\mu$  es fijado como un intervalo de confianza al 95 por ciento para las series de tiempo en  $x_t$ . Estos intervalos de confianza se construyen de forma subjetiva como en Dieppe et al.



(2016), no obstante también toman en consideración evidencia empírica previa y el comportamiento de los datos.

Particularmente, la información *prior* para el crecimiento de EEUU se utilizan estimaciones de la Reserva Federal de St. Louis. Así, el límite inferior y superior del intervalo de confianza son fijados de modo que repliquen estimaciones mínimas y máximas del PIB potencial para el período 2017-2019. Para la tasa de Bonos del Tesoro a 3 meses se asume que la Reserva Federal aumentará su tasa de política en 150 puntos básicos, lo cual es consistente con una media *prior* de 2.01 por ciento. Los precios del petróleo se asumen como altamente inciertos, por lo que se impone una mayor varianza a este intervalo de confianza (3.83%). Sin embargo, la información *prior* sugiere que en el mediano plazo los precios del petróleo aumentarán. Para el caso de los precios de los alimentos, se espera que estos también aumenten, aproximadamente 1.5 por ciento.

En cuanto a las variables domésticas, por simplicidad, se supone un traspaso completo de las variaciones de la tasa de interés internacional sobre la tasa doméstica. Esto implica que en el horizonte estipulado las tasas de interés domésticas aumentarían en 150 puntos básicos. El intervalo de confianza para el crecimiento se fija entre 4.3 y 4.7 por ciento, con una desviación estándar de 0.10 por ciento. Este intervalo de confianza se contruye alrededor de las estimaciones del PIB potencial de Nicaragua. En este sentido, la media *prior* proviene de la fuerte correlación contemporánea entre el IMAE y el PIB de Nicaragua<sup>1</sup> y de estimaciones del PIB potencial realizadas en Urbina (2015). La desviación estándar se fija relativamente baja debido a la similitud de estas estimaciones respecto a las realizadas por el Banco Central de Nicaragua y el Fondo Monetario Internacional.

Para el caso de la inflación de mediano plazo, está en línea con sus determinantes de mediano plazo, que son la tasa de devaluación (5%) y el objetivo de inflación de EEUU (2%). El límite inferior es fijado en 5.0 por ciento y el límite superior en 9.0, lo que implícitamente sugiere una media *prior* de 7.0 por ciento y una desviación estándar de 1.02. Finalmente, para el caso de las reservas internacionales se fija un intervalo de confianza [5%, 6.7%], el cual es fijado en consonancia con las proyecciones de mediano plazo del Programa Monetario 2017 del Banco Central de Nicaragua, el cual fue revisado en abril 2017. Las proyecciones del Programa Monetario sugieren un crecimiento de mediano plazo para las reservas internacionales de 6.1 por ciento, lo que implica una desviación estándar de 0.56. Finalmente, para el caso del gasto del gobierno el intervalo de confianza se fija de forma que su media sea igual a la media histórica. En la tabla 1 se presentan a manera de resumen las *priors* impuestas a  $\mu$ .

Finalmente, todos los datos se obtienen de la página web del Banco Central de Nicaragua, la Reserva Federal de St. Louis, el Fondo Monetario Internacional y *Macroeconomic Advisors* (ver tabla 3).

---

<sup>1</sup>Esta correlación se estima que es aproximadamente de 0.8, estadísticamente significativa

Tabla 1: *Priors* de Estado Estacionario

Variables	Límite inferior	Media ( <i>prior</i> )	Límite superior	Desviación estándar
$y_t^*$	1.58 %	1.66 %	1.76 %	0.05 %
$i_t^*$	1.76 %	2.01 %	2.26 %	0.13 %
$p_t^o$	2.50 %	5.00 %	12.50 %	3.83 %
$p_t^a$	0.00 %	1.50 %	3.00 %	0.77 %
$i_t$	12.40 %	12.65 %	12.90 %	0.13 %
$g_t$	11.64 %	12.74 %	13.83 %	0.56 %
$y_t$	4.30 %	4.50 %	4.70 %	0.10 %
$rin_t$	5.00 %	6.10 %	6.70 %	0.56 %
$inf_t$	5.00 %	7.00 %	9.00 %	1.02 %

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2. Identificación de choques estructurales

Para analizar los determinantes del crecimiento económico y la inflación de Nicaragua es necesario imponer algunas restricciones sobre el BVAR para identificar los choques estructurales del modelo. Esto es porque el vector de errores de pronósticos  $\epsilon_t$  es una combinación lineal de los choques estructurales de la economía, tales como  $\varepsilon_{y^*,t}$  y  $\varepsilon_{g,t}$ . Para ello, la ecuación 2, la cual es el BVAR en su forma reducida, debe de ser reescrito en su forma estructural, esto es:

$$\Pi_0 x_t = \Pi_0 \Psi d_t - (\Pi_1(x_{t-1} - \Psi d_{t-1}) + \dots + \Pi_p(x_{t-p} - \Psi d_{t-p})) + \epsilon_t \quad (5)$$

$\Pi_0$  es la matriz de efectos contemporáneos de la variable  $i$  sobre sí misma y las demás variables que integran el BVAR. Al pre-multiplicar cada lado de la ecuación 5 por la matriz inversa  $\Pi_0^{-1}$  se obtiene que:

$$x_t = \Psi d_t - \Pi_0^{-1}(\Pi_1(x_{t-1} - \Psi d_{t-1}) + \dots + \Pi_p(x_{t-p} - \Psi d_{t-p})) + \Pi_0^{-1}\epsilon_t \quad (6)$$

donde  $\Pi_0^{-1}\epsilon_t$  puede ser reescrito como  $\varepsilon_t$ . Para identificar  $\varepsilon_t$  es suficiente con imponer 10 restricciones.<sup>2</sup>

La estrategia de identificación consiste en una descomposición de Choleski para la matriz de efectos contemporáneos de las variables. Si bien a priori esta descomposición no genera una interpretación económica factible para los choques estructurales, mediante ciertos supuestos relacionados al ordenamiento de las variables se le puede dotar de contenido económico.

En primer lugar se reconoce el hecho de que Nicaragua es una economía pequeña y abierta. Por lo tanto, el conjunto de datos se ordena de forma tal que las variables externas preceden temporalmente a las variables domésticas. Esto implica que las variables externas son insensibles a cambios contemporáneos en las variables domésticas.

Dada esta separación del conjunto de datos, se deben ordenar de forma adecuada cada una de las variables que componen cada bloque. Este ordenamiento se decide utilizando pruebas de causalidad

<sup>2</sup>El número de restricciones está dado por  $(n^2 - n)/2$ , donde  $n$  es el número de variables incluidas en el VAR.

en el sentido de Granger (1969) (ver tablas 4 y 5). Cabe mencionar que esta prueba estadística no se interpreta como causalidad en el sentido estricto, sino que se refiere a la precedencia temporal de las series de tiempo. En aquellos casos en los que el *test* no es conclusivo, se utilizan modelos económicos de referencia para imponer estas restricciones .

Para el caso del bloque de variables externas, las pruebas de causalidad de Granger muestran que la tasa de interés de los Bonos del Tesoro a 3 meses precede temporalmente al crecimiento de EEUU, y no al sentido contrario. En segundo lugar, las pruebas sugieren que el PIB de EEUU precede temporalmente a los precios de alimentos (lo cual es válido para el test con rezagos desde 1 hasta 3). En tercer lugar, el precio de los alimentos precede temporalmente al precio del petróleo (el test es robusto hasta para 12 rezagos). Dado lo anterior, el ordenamiento que se le da a las variables del bloque externo es el siguiente:  $i_t^* \rightarrow y_t^* \rightarrow p_t^a \rightarrow p_t^o$ .

Para el caso de las variables domésticas las pruebas de causalidad de Granger no son conclusivas. En primer lugar, como la variable más exógena del sistema se selecciona al gasto del gobierno, pues es la variable de política fundamental para el caso de Nicaragua. En segundo lugar se eligen las reservas internacionales, las cuales constituyen el objetivo operativo del Banco Central de Nicaragua, las cuales, según el test de causalidad a la Granger, preceden temporalmente a la tasa de interés. Finalmente, la prueba de causalidad a la granger entre la inflación y el crecimiento sugiere que se ordene como más exógena a la inflación. Dado lo anterior, el ordenamiento que se le da a las variables del bloque externo es el siguiente:  $g_t \rightarrow rin_t \rightarrow i_t \rightarrow ipc_t \rightarrow y_t$ .

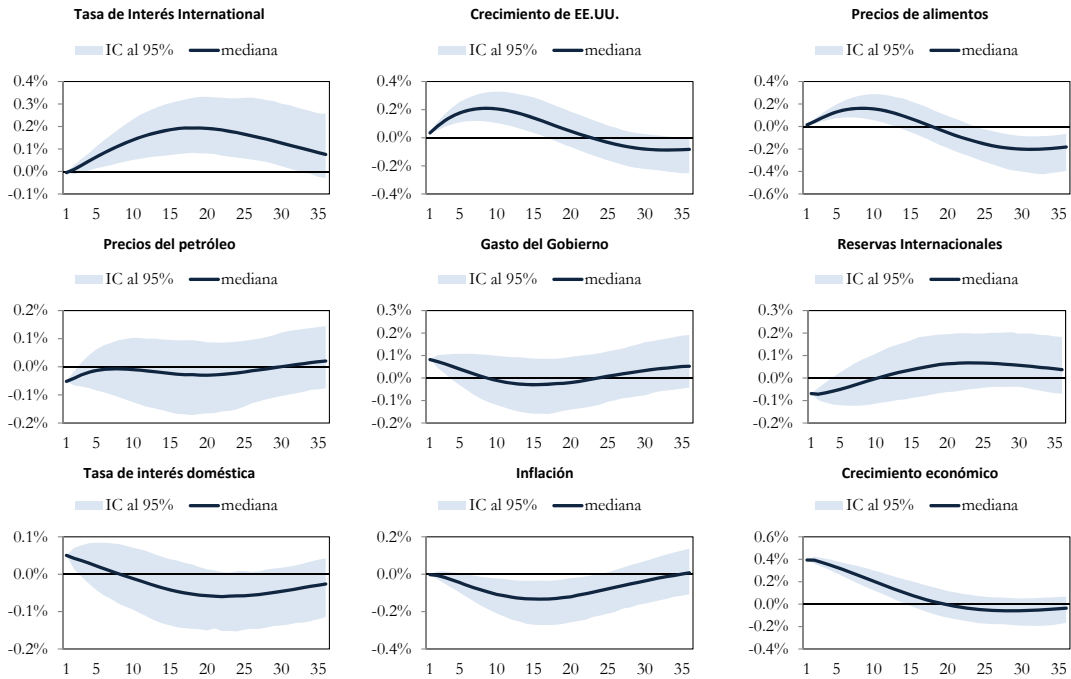
## 4. Análisis de sensibilidad del crecimiento y la inflación

A través de las funciones impulso respuesta, la descomposición de varianzas y la descomposición histórica de los choques estructurales, se analizan los determinantes de corto plazo para el caso del crecimiento en Nicaragua y la inflación.

### 4.1. Crecimiento económico

En la figura 1 se muestran las funciones impulso-respuesta (FIR) para el caso del crecimiento. En primer lugar, si se analiza la respuesta del crecimiento por el lado de las variables del bloque externo se observa que en todos los casos, excepto el precio del petróleo, el crecimiento responde de forma positiva luego del primer mes. Particularmente, las FIR sugieren que ante un choque positivo al dinamismo económico de EEUU aumenta el crecimiento de Nicaragua, el cual es estadísticamente significativo durante 19 meses después del choque. En términos acumulados, un choque de 1 desviación estándar en el crecimiento de EEUU implica una mediana de crecimiento para Nicaragua de 2.8 por ciento.

Figura 1: Funciones Impulso-Respuesta del Crecimiento



Fuente: *Elaboración propia.*

Este resultado se podría explicar debido a la alta sincronización entre el ciclo económico de EEUU y el de Nicaragua<sup>3</sup>. Estimaciones con mínimos cuadrados ordinarios y mínimos cuadrados en dos etapas sugieren que una desviación de 1 por ciento frente a su comportamiento de tendencia del PIB de EEUU generaría una desviación respecto al PIB potencial de Nicaragua entre 0.9 y 0.8 por ciento.

<sup>3</sup>El coeficiente de correlación entre el ciclo económico de EEUU y el de Nicaragua es de 0.8 por ciento. El ciclo económico de ambos es calculado como las desviaciones porcentuales con respecto al PIB trimestral de tendencia. La tendencia es calculada mediante un filtro de Hodrick-Prescott, utilizando el parámetro de suavizamiento sugerido de 1,600 para datos trimestrales

Tabla 2: Sincronización del ciclo económico de Nicaragua y EEUU

Variable	MCO		MC2E	
Constante	-0.0069		0.0222	
	[0.1432]		[0.1447]	
Ciclo Económico de EEUU	0.9072	***	0.7948	***
	[0.1853]		[0.2444]	
Ciclo Económico de Nicaragua (t-1)	0.4578	***	0.4986	***
	[0.1029]		[0.1183]	
$R^2$	0.77		0.77	
$\tilde{R}^2$	0.76		0.76	
Estadístico F	65.15	***	58.60	
Estadístico J	n.a.		1.16	

Errores estándar entre corchetes "[ ]"  
p-value: \*\*\* < 0,01, \*\* < 0,05, \* < 0,1  
n.a.: No Aplica.

Fuente: Elaboración propia.

Para el caso del aumento de la tasa de interés internacional, el modelo sugiere un mayor dinamismo para el crecimiento, aunque con cierto rezago, pues no reacciona de forma contemporánea. Además, el efecto de una política monetaria contractiva de EEUU aumentaría el dinamismo económico en un horizonte de aproximadamente 24 meses. El modelo de Mundell-Fleming sugiere que un aumento de la tasa de interés internacional es equivalente a una política fiscal contractiva para el caso de una economía abierta con tipo de cambio fijo, pues genera un encarecimiento de la inversión sin una compensación por el lado del sector externo debido a la no depreciación del tipo de cambio.

La razón de esta divergencia entre el modelo de Mundell-Fleming y el BVAR estimado podría obedecer a tres factores. En primer lugar, el córdoba no se mantiene completamente fijo frente al dólar. En este sentido, la política cambiaria del país permite una devaluación del 5 por ciento anual del córdoba frente al dólar. Si bien esta depreciación es fija, en contextos de inflación baja y estable permitiría generar pequeñas depreciaciones del tipo de cambio real y, por ende, algunas ganancias en la competitividad del país, que mitigarían hasta cierto punto las condiciones financieras internacionales más restrictivas.

En segundo lugar, la política monetaria de EEUU es más contractiva cuando la economía presenta condiciones de sobrecalentamiento (rápido crecimiento económico y tasas de inflación elevadas). Debido a la alta sincronización entre el ciclo económico de EEUU y el de Nicaragua, alzas en la tasa de interés son coherentes con un buen dinamismo de la economía estadounidense, lo cual incidiría positivamente en el crecimiento del país. Así, el canal de demanda externa compensaría el incremento en la tasa de interés internacional.

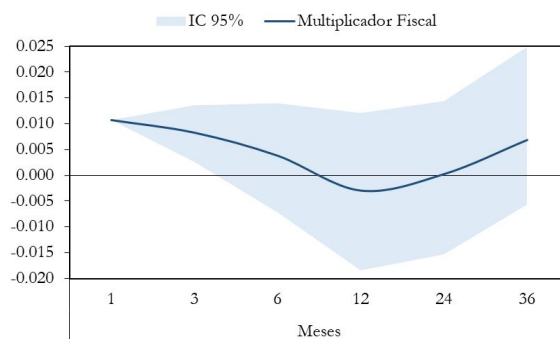
En tercer lugar, las tasas de interés domésticas presentan una alta persistencia. Estimaciones realizadas en Clevy (2015) sugieren que la tasa pasiva presenta una persistencia entre 0.94 y 0.95 por ciento. De hecho, un aumento de 100 puntos básicos en la tasa de interés internacional implicaría en el corto plazo un incremento de 6.1 puntos básicos de la tasa de interés doméstica. Al controlar por factores microeconómicos como el grado de concentración bancaria y el nivel de riesgo crediticio, el traspaso disminuye a un rango entre 2.2 y 3.5 puntos básicos. En el largo plazo, el traspaso de la tasa de interés internacional a las tasas domésticas tampoco es completo. Sus estimaciones sugieren que el traspaso en el largo plazo, dado un aumento de 100 puntos básicos en la tasa de interés

internacional, estaría en un rango entre 43.5 y 71 puntos básicos. Esta evidencia sugeriría que los cambios en los costos de invertir en el país no variarían en la misma magnitud que la tasa de interés internacional, lo cual debilitaría la incidencia del canal de inversión como lo sugerido por el modelo de Mundell-Fleming.

Por su parte, un choque de precios de petróleo generaría un menor dinamismo para el caso de Nicaragua. Concretamente, reduce el crecimiento del IMAE durante dos meses después del choque. Luego, su efecto no es estadísticamente significativo. Por su parte, el choque de precios de alimentos tiene una incidencia mixta en el crecimiento económico. Aproximadamente para los primeros 12 meses después choque un aumento de una desviación estándar del precio de los alimentos propicia un mayor crecimiento, luego el dinamismo económico se reciente debido a este choque.

En términos de los efectos de las variables domésticas, una política fiscal expansiva aumenta el dinamismo económico a lo largo de tres meses. Después de este tiempo, el efecto de sobre el crecimiento no es estadísticamente significativa. Este resultado es coherente respecto a los hallazgos de Garry, S. y Rivas, J.C. (2017) quienes encuentran una débil respuesta del crecimiento a la política fiscal. Ellos estiman que para el caso del gasto de capital, el multiplicador es negativo, no obstante el multiplicador de gasto corriente tiene un importante impacto acumulativo en el crecimiento. En este sentido, se computó el multiplicador fiscal para el gasto total del gobierno a partir de las FIR. El multiplicador fiscal tiene un comportamiento en forma de *U*. Inicialmente, el choque contribuye al crecimiento en los primeros tres meses. En 24 meses el multiplicador es negativo, debido a la incidencia del gasto de capital, mientras que en 36 meses el multiplicador es positivo nuevamente, debido a la importancia acumulada del gasto corriente (ver figura 2). Adicionalmente, el gasto corriente ha aportado en el período 2015-2016 0.2 puntos porcentuales al crecimiento del IMAE (4.6% en promedio), por lo que se debe profundizar en el análisis de los multiplicadores fiscales y las causas que hacen que su contribución sea baja.

Figura 2: Multiplicadores Fiscales



Fuente: *Elaboración propia.*

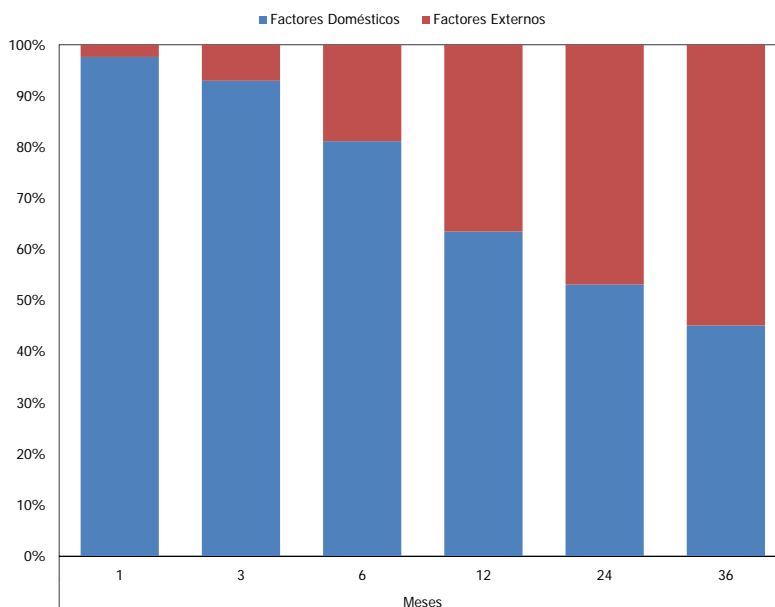
El choque de reservas internacionales contribuye a mejorar el dinamismo económico, aunque la incidencia de este choque es estadísticamente significativo solo en los primeros tres meses. Los choques de inflación generan costos en términos de crecimiento económico. Esto va en línea con el hecho de que la inflación genera distorsiones en los precios relativos de los bienes y servicios transados en la economía lo que, en última instancia, genera decisiones subóptimas por parte de los agentes y, como consecuencia, deriva en una mala asignación de los recursos.

El análisis anterior sugiere que la dinámica de crecimiento de Nicaragua es susceptible tanto a factores domésticos y externos. Mediante el análisis de descomposición de varianzas se puede

determinar el grado de importancia de estos factores. El gráfico 3 muestra que en un horizonte de un trimestre el crecimiento de Nicaragua está determinado en un 93 por ciento por choques generados a nivel doméstico. En particular, los choques de oferta interna, es decir, aquellos relacionados con los factores climáticos, programas dirigidos hacia la mejora de la productividad total de los factores, cambios en la estructura de salarios, entre otros, son los más relevantes para explicar la dinámica del crecimiento económico. Este resultado, no obstante es válido en el corto plazo, en un horizonte de menos de un año. Concretamente, el 89.5 por ciento de la variabilidad del crecimiento es explicado por factores de oferta en el primer mes, en un horizonte de tiempo de 12 meses, los factores de oferta explican el 55.4 por ciento del crecimiento, mientras que a 36 meses 29.3. Estos resultados se encuentran en línea con los obtenidos por Gámez (2006), quién encuentra que los choques de oferta tienen una alta contribución en el corto plazo, pero ésta va disminuyendo en la medida que se extiende el horizonte de análisis. Particularmente, Gámez (2006) encuentra que el 65 y 41 por ciento del crecimiento económico en un horizonte de 1 y 15 meses, respectivamente.

En la medida que se analizan horizontes de tiempo más alejados, los factores externos logran explicar una mayor proporción de la variabilidad del crecimiento económico. En un horizonte de 12 meses los choques externos representan el 36.5 por ciento de la variabilidad del crecimiento, mientras que para horizontes de 24 y 36 meses estos son 46.9 y 54.9 por ciento de la varianza del crecimiento. Esto indica que el crecimiento económico de Nicaragua es muy sensible a la evolución de las variables externas, particularmente las de la economía estadounidense. En la misma línea, Gámez (2006) estima que los choques externos a un horizonte de 15 meses representan el 49 por ciento de la variabilidad del crecimiento. La descomposición de varianzas antes analizada se muestra en la tabla 6.

Figura 3: Descomposición de Varianzas: IMAE

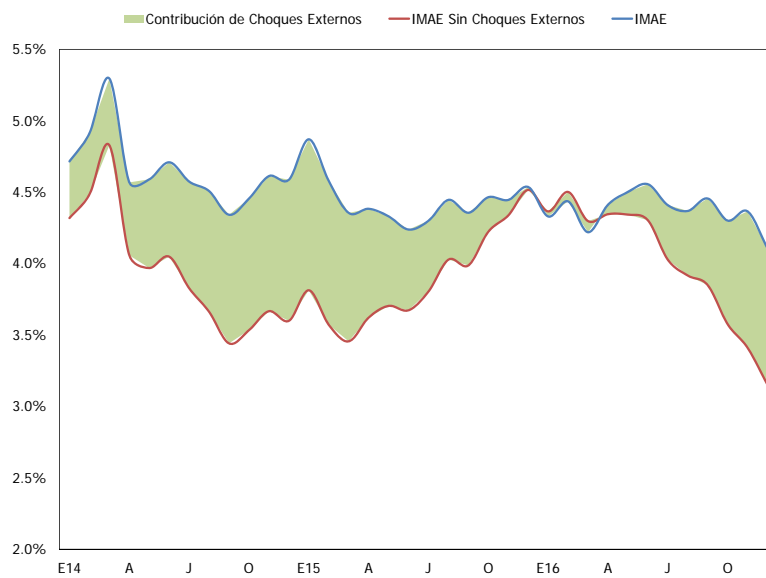


Fuente: *Elaboración propia.*

Al analizar la descomposición histórica del IMAE, para el período entre 2014 y 2016 los factores externos han aportado, aunque no de forma elevada, al crecimiento de Nicaragua (ver figura 4). En particular, para el período 2014-2016 los choques externos aportaron 0.5 por ciento a la tasa de cre-

cimiento promedio (4.5%). En particular, en el año 2014 el crecimiento económico se vio favorecido por un contexto externo favorable. No obstante, esto se observó hacia fines de dicho año. En 2015, se revirtió esta tendencia, principalmente en la segunda mitad del año, con una ralentización de la demanda externa y menores precios de las materias primas, lo cual afectó al sector exportador del país. Por su parte, en el año 2016 el aporte de los choques externos al crecimiento aumentó principalmente en la última mitad del año, cuando se empezaron a observar alguna mejoría en los indicadores de comercio exterior. Así, las tasas de crecimiento promedio de Nicaragua registradas en los años 2014, 2015 y 2016 fueron 4.7, 4.4 y 4.4 por ciento, respectivamente. En ausencia de choques externos, el crecimiento que se hubiese observado en esos años es de 4.0, 3.9 y 4.0 por ciento, respectivamente.

Figura 4: Descomposición Histórica del IMAE (2014-16)



Fuente: *Elaboración propia.*

El análisis anterior sugiere que el crecimiento de Nicaragua es sensible tanto a los factores domésticos como externos. La importancia de estos factores depende del horizonte de tiempo que se esté analizando. Así, en el corto plazo los factores domésticos, especialmente aquellos relacionados con los choques de oferta, son más relevantes para explicar las dinámicas de crecimiento. No obstante, la importancia relativa de los choques externos respecto a los domésticos es creciente en el horizonte temporal del análisis.

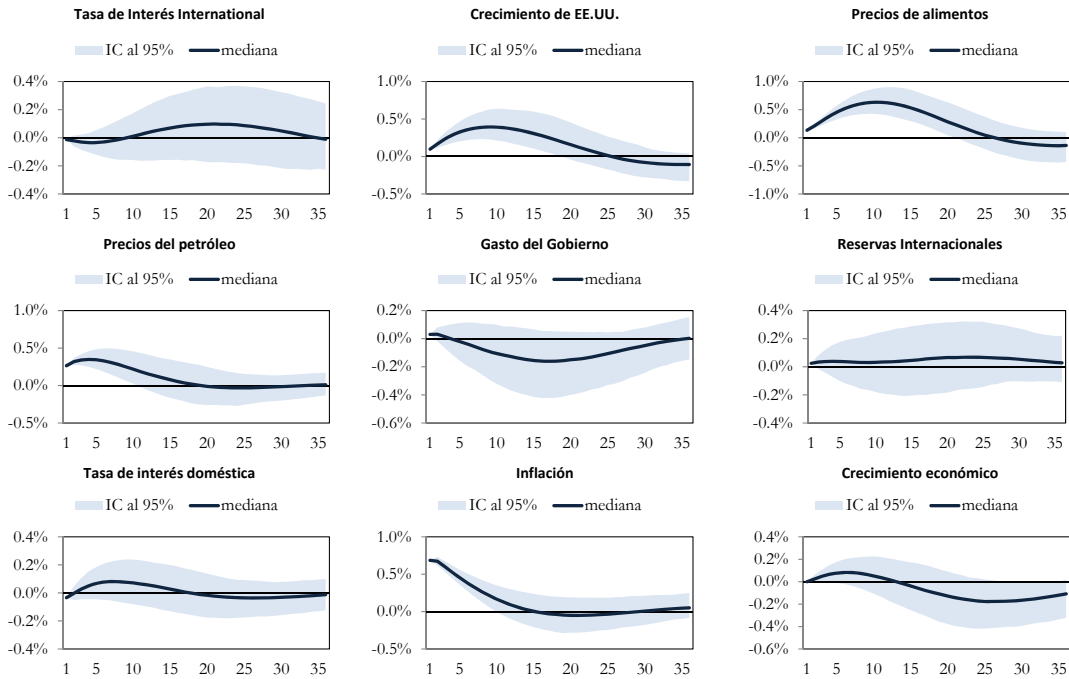
## 4.2. Inflación

En la figura 5 se muestran las FIR para el caso de la inflación. En primer lugar, la inflación disminuye ante un aumento de la tasa de interés internacional en el primer mes después del choque. El efecto acumulado en un año de un choque de tasa de interés hace que la inflación disminuya, sin embargo este efecto es estadísticamente no significativo.

Para el caso de los choques de demanda externa, las FIR muestran que un choque de este



Figura 5: Función Impulso-Respuesta de la Inflación



Fuente: *Elaboración propia.*

tipo genera presiones inflacionarias más allá de un horizonte de 12 meses, siendo estadísticamente significativo.

Con respecto a la incidencia de los precios de los alimentos y del precio del petróleo, en la figura 11 del anexo se muestran los ratios entre el índice de precio del petróleo y el índice de precios de alimentos a razón del índice de precios al consumidor de Nicaragua. A lo largo de gran parte de la muestra estos ratios mantienen un elevado grado de asociación lineal. En este sentido, el modelo da evidencia de la alta sensibilidad de la inflación a los choques de precios de alimentos y de petróleo. En particular, un alza en el precio de los alimentos tiene una incidencia positiva, estadísticamente significativa, desde el primer mes que se observa el choque hasta 22 meses después. Así, el efecto contemporáneo de un choque de inflación de alimentos es 0.1 por ciento, mientras que en el transcurso de un año este choque generaría presiones inflacionarias acumuladas entre 4.0 y 7.5 por ciento. Por su parte, el precio del petróleo tienen también una incidencia positiva, estadísticamente significativa, desde el primer mes en que se observa el choque hasta 10 meses después. El efecto contemporáneo suscita un aumento de la inflación de 0.3 por ciento y en términos acumulados, en un año el choque de precios de petróleo supone presiones inflacionarias entre 1.8 y 4.4 por ciento.

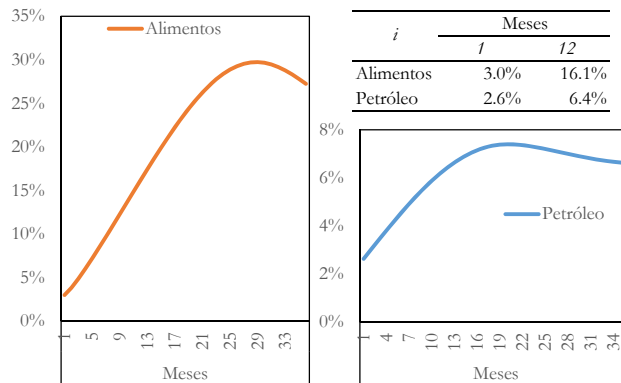
Debido a la gran importancia de estos choques para la dinámica inflacionaria de Nicaragua, se calcula el coeficiente de traspaso del choque de precios de alimentos y del choque de precios del

petróleo hacia la inflación, siguiendo la metodología de Juste, S. y Sansone, A. (2015), la cual se resume en la ecuación 7.

El coeficiente de traspaso ( $CT_i^h$ ) en  $h$  meses es computado como la función impulso respuesta acumulada debido al choque  $i$  (=alimentos, petróleo), lo cual se denota como  $FIR_{inf,i}^h$ . Además, para normalizar este número, se divide  $FIR_{inf,i}^h$  entre la función impulso respuesta acumulada del choque  $i$  en sí mismo en  $h$  meses, esto es,  $FIR_{i,i}^h$ . En la figura 6 se muestran los coeficientes de traspaso calculados. Estos reflejan que la inflación es más sensible a las variaciones de los precios de los alimentos, por ejemplo éstos se traspasan 3.0 por ciento en el primer mes, 16.1 en 12 meses y 28.4 en 24 meses. Por su parte, los choques de precios del petróleo se traspasan 2.6 por ciento en un mes, 6.4 en 12 meses y 7.3 en 24 meses.

$$CT_i^h = \frac{FIR_{inf,i}^h}{FIR_{i,i}^h} \quad (7)$$

Figura 6: Coeficientes de Traspaso ( $p_t^a$  y  $p_t^o$ )



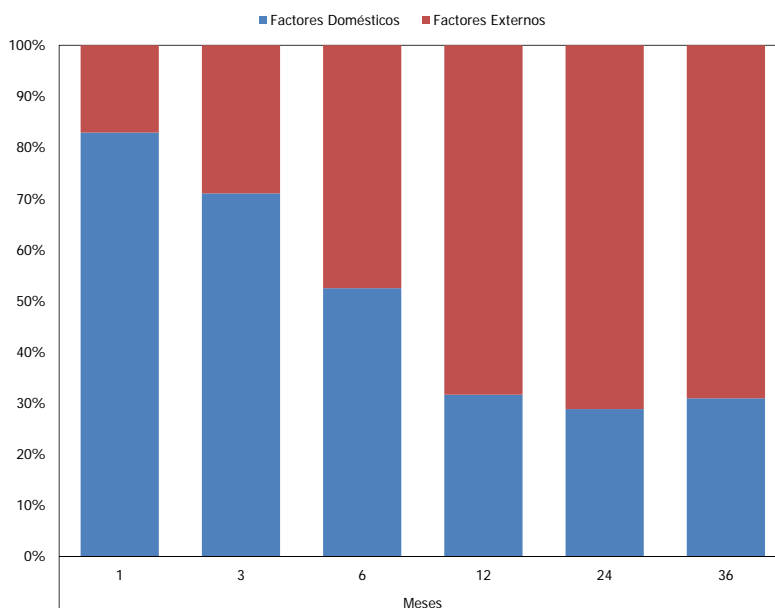
Fuente: *Elaboración propia.*

Para el caso de la variables domésticas, en su mayoría estas no tienen una incidencia estadísticamente significativa sobre la tasa de inflación. No obstante, se debe enfatizar en el comportamiento de la inflación ante choques de tasa de interés doméstica. En este caso, la inflación es insensible a las variaciones de la tasa de interés, lo cual sugiere un traspaso de cero desde la tasa de interés a la inflación. Esto se debe a que en Nicaragua, dada la naturaleza del régimen cambiario, la tasa de interés no es utilizada como instrumento de política monetaria. No obstante, la experiencia internacional sugiere que generalmente este es un instrumento efectivo para el control de la inflación, por lo que su implementación debería de ser considerada por los *policy markers*.

Al analizar la descomposición de varianzas de la inflación (ver figura 7), se observa que los choques externos explican una proporción muy importante. Si bien en tres meses los factores domésticos

explican el 71 por ciento de la varianza de la tasa de inflación, luego de 6, 12 y 24 meses los factores externos explican el 47.5, 68.4 y 71.2 por ciento, respectivamente. Esto sugiere que la tasa de inflación es un fenómeno que, en su mayoría responde a choques originados en el exterior, considerando que los factores domésticos explican menos del 30 por ciento de la varianza de la inflación en un horizonte de 24 meses. La información antes analizada se detalla en la tabla 7.

Figura 7: Descomposición de Varianzas de la Inflación

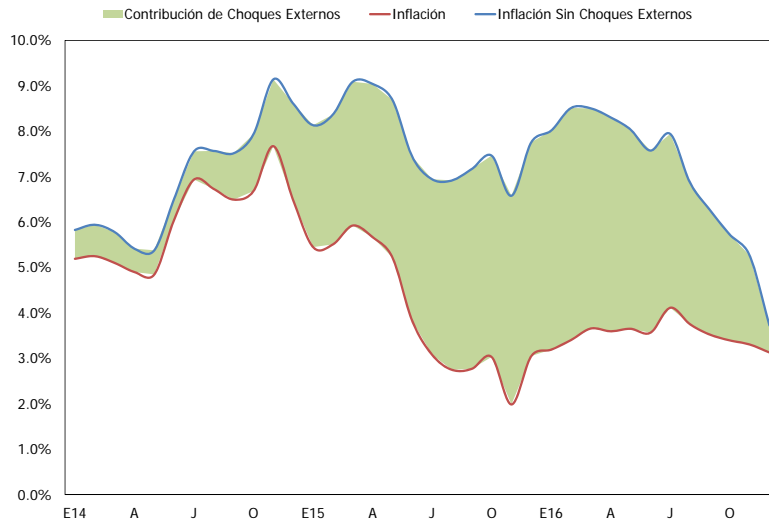


Fuente: *Elaboración propia.*

Al analizar la evolución de la inflación mediante la descomposición histórica de la serie (ver figura 8), los factores externos han contribuido a mantener una tasa por debajo de los fundamentales de mediano plazo de la inflación de Nicaragua. En este sentido, los factores externos han contribuido, en promedio, a disminuir la tasa de inflación en -0.9, -3.8 y -3.5 por ciento en 2014, 2015 y 2016, respectivamente. No obstante lo anterior, se debe destacar que aún en ausencia de choques externos, Nicaragua hubiese registrado inflaciones de un dígito, y en línea con sus fundamentales de mediano plazo.

Particularmente, en 2015 la caída en los precios del petróleo contribuyeron con una disminución de la tasa de inflación de 1.1 por ciento en promedio. En 2016, el adecuado abastecimiento interno de alimentos, la estabilidad de los precios internacionales y precios del petróleo relativamente bajos contribuyeron a la disminución de la inflación en 2.4 por ciento. Por su parte, los determinantes de mediano plazo de la inflación (el deslizamiento cambiario y la inflación internacional) constituyeron el principal factor inflacionario del país.

Figura 8: Descomposición Histórica de la Inflación (2014-16)



Fuente: *Elaboración propia.*

El análisis anterior sugiere que la inflación es un fenómeno que es muy sensible a las variables externas. En menos de un año, más del 50 por ciento de la dinámica inflacionaria obedece a factores externos. Esto indica que las variaciones en el costo de la vida en Nicaragua son susceptibles a factores que no son controlados. Debido a que la inflación es costosa, pues afecta la estructura de precios relativos de la economía y propicia una asignación ineficiente de recursos, los *policy makers* deben implementar políticas encaminadas a reducir esta vulnerabilidad de la inflación. En este sentido, y considerando que existen espacios para hacer de la tasa de interés un instrumento para el control de la inflación, se sugiere considerar un régimen monetario en el cual la tasa de interés sea el principal instrumento de política monetaria y que permita alcanzar una meta de inflación relativamente baja. Esta alternativa, a nivel de la región de Centroamérica y República Dominicana, es la aplicada actualmente por Costa Rica, Guatemala y República Dominicana.

## 5. Análisis de robustez

En esta sección se presentan los resultados del análisis de sensibilidad del crecimiento y la inflación utilizando un método de identificación alternativo a la estrategia descrita en la sección 3. La racionalidad del análisis de robustez es que la estrategia de identificación a través de la descomposición de Choleski es sensible al ordenamiento de las variables. Por tal motivo, como alternativa de identificación se utilizarán las funciones impulso respuesta generalizadas, desarrolladas por Pesaran, H. y Shin, Y. (1998). Esta estrategia es insensible al ordenamiento de las variables.

Las funciones impulso respuesta generalizadas se definen a partir de un modelo VAR en su forma reducida, como el de la ecuación 1. Para simplificar la notación, supongamos que el modelo no incluye variables exógenas ( $\phi d_t = 0$ ). Además, suponiendo que el sistema cumple con la condición de estabilidad, este puede ser reescrito como un vector de medias móviles infinito, es decir:

$$x_t = \sum_{i=0}^{\infty} A_i \varepsilon_{t-i} \quad (8)$$

Donde  $A_0$  es igual a la matriz identidad y  $A_i \neq 0, \forall i > 0$ . La función impulso respuesta generalizada mide los efectos de diferentes choques en un punto particular en el tiempo sobre el valor esperado de los valores futuros de las variables en el sistema dinámico representado en la ecuación 8.

Pesaran, H. y Shin, Y. (1998) denotan la historia de la economía hasta el tiempo  $t - 1$  como un conjunto de información no decreciente  $\Omega_{t-1}$ ; la función impulso respuesta generalizada de  $x_t$  a un horizonte de  $n$  períodos está definida como:

$$FIRG_x = (n, \delta, \Omega_{t-1}) = \mathcal{E}(x_{t+n} | \varepsilon_t = \delta, \Omega_{t-1}) - \mathcal{E}(x_{t+n} | \Omega_{t-1}) \quad (9)$$

donde  $FIRG_x$  denota la función impulso respuesta generalizada y  $\mathcal{E}$  al operador de esperanzas. Si se sustituye la ecuación 8 en 9 se obtiene que  $FIRG_x = (n, \delta, \Omega_{t-1}) = A_n \delta$ , es decir, la función impulso respuesta generalizada es independiente de  $\Omega_{t-1}$ , pero depende de la composición de los choques  $\delta$ , por lo que una apropiada identificación de los choques es crucial para las propiedades de las funciones impulso respuesta.

?? proponen utilizar la ecuación 8 pero en lugar de simular un choque para todos los elementos de  $\varepsilon$ , eligen un choque al elemento  $j$ , mediante un vector de selección  $e_j$  (el cual está conformado por un 1 en el elemento  $j$  y ceros en el resto de elementos) e integran los efectos de los otros choques utilizando la distribución histórica de los errores. En este caso los efectos de un choque de una desviación estándar al elemento  $j$  en el tiempo  $t$  sobre los valores esperados de  $x$  en  $t + n$  es:

$$FIRG_x = (n, \delta, \Omega_{t-1}) = \sqrt{\sigma_{jj}} A_n \Sigma e_j, \quad (10)$$

donde  $\sigma_{jj}$  es la varianza de  $e_j$  y  $\delta = \mathcal{E}(\varepsilon_t | \varepsilon_{j,t} = \sqrt{\sigma_{jj}})$ .

En las tablas 8 y 9 se muestran los resultados comparativos entre las contribuciones de los choques externos y domésticos a la varianza del crecimiento y de la inflación. En términos generales las contribuciones de los choques externos son menores que los encontrados con la estrategia de identificación inicial, tanto para el caso del crecimiento como el de la inflación. No obstante, se debe destacar que los resultados son robustos al cambio en la estrategia de identificación en cuanto a que el aporte de los choques externos, aunque menores que en el caso base, continúan siendo muy importantes para las dinámicas de ambas variables.

Particularmente para el crecimiento, la descomposición de varianzas inferidas a partir de las funciones impulso respuesta generalizadas muestran que al cabo de un mes los choques domésticos son más importantes para explicar el crecimiento, contribuyendo con 99.9 por ciento de la varianza (97.6% en el caso base). Por su parte, al considerar un horizonte de 36 meses las contribuciones de los choques externos contribuyen con el 42 por ciento de la varianza (54.9% en el caso base), sugiriendo, aunque siempre en una cuantía importante, una menor contribución de dichos choques a la dinámica del crecimiento.

Con respecto a la inflación, el análisis de sensibilidad entrega conclusiones similares a las del caso del crecimiento. En un mes, los choques domésticos son más importantes para la dinámica de

la inflación (82.9% en el caso base versus 89.8%). Los resultados son robustos al hecho de que los choques externos ganan importancia para explicar la dinámica de la tasa de inflación rápidamente, pues al cabo de 6 meses el análisis de sensibilidad sugiere una contribución de 45.6 por ciento (47.5% en el caso base), y al cabo de un año explican 50.6 por ciento (68.4% en el caso base). Al término de 36 meses, la dinámica de la inflación es explicada en más del 50 por ciento por los factores externos.

## 6. Conclusiones

En esta investigación se realiza un análisis de la sensibilidad del crecimiento y de la inflación en Nicaragua, utilizando un modelo BVAR de estado estacionario. La estimación se realiza utilizando técnicas bayesianas con la finalidad de rehuir del problema de la dimensionalidad que aqueja a los modelos VAR, debido a su tendencia hacia la sobreparametrización.

En el documento se presenta la cuantificación de la relevancia histórica de los choques internos y externos sobre las dinámicas del crecimiento y de la inflación. Del análisis realizado se pueden desprender algunas recomendaciones de política.

En primer lugar, el crecimiento es un fenómeno que depende en el corto plazo de factores domésticos y en menor proporción de factores externos. No obstante en un horizonte de 24 y 36 meses ambos tipos de factores son clave para la dinámica de crecimiento del país, y en proporciones similares. Debido a que los factores domésticos en su mayoría están representados por choques de oferta, los *policy makers* deben formular políticas encaminadas hacia la mejora de la productividad total de los factores.

Políticas encaminadas hacia la transformación de la matriz productiva del país son fundamentales para potenciar el crecimiento en un horizonte de 3 años. Actualmente se llevan a cabo políticas dirigidas hacia este propósito. Por ejemplo, el modelo de diálogos y consenso entre empresarios, trabajadores y gobierno y las reuniones técnicas realizadas en el Banco Central de Nicaragua con los sectores productivos del país. No obstante lo anterior, se deben realizar esfuerzos para diversificar los destinos de las exportaciones, migrar hacia un esquema productivo que de un mayor valor agregado a los productos elaborados en Nicaragua, entre otros.

Adicionalmente, las actuales políticas de demanda agregada tienen una incidencia limitada sobre el crecimiento económico. Si bien en el largo plazo la teoría Neo-Keynesiana sugiere que las políticas de demanda agregada no tienen incidencia sobre el crecimiento de largo plazo, en el corto plazo permiten suavizar los ciclos económicos. Esto significa que en episodios de crisis económicas, Nicaragua contaría con un conjunto de instrumentos que le permitirían mitigar los costos de dichos episodios. Actualmente, la política monetaria es inefectiva en este objetivo, y la política fiscal, considerando el ejercicio de multiplicadores fiscales y las FIR, tiene un impacto muy limitado y que se acota en un período máximo de 3 meses.

Con respecto a esta política, bajo el régimen cambiario actual la política fiscal es clave para el suavizamiento de los ciclos económicos. En este sentido, el modelo de Mundell-Fleming sugiere que la política monetaria no es efectiva para incidir sobre el producto de corto plazo, por lo que este rol debe de ser llevado a cabo por la política fiscal. Por tal motivo, se deben realizar esfuerzos para aumentar el valor de los multiplicadores fiscales, lo que implica la implementación de políticas que promuevan una mayor efectividad y eficiencia del gasto público.

En segundo lugar, la inflación es un fenómeno altamente susceptible a los factores externos. En un horizonte 1, 2 y 3 años los factores externos explican la mayor parte de la dinámica inflacionaria

(68.4%, 71.2% y 69.1%, respectivamente). Con el conjunto de instrumentos actuales, la inflación es muy vulnerable ante los choques externos. Se deben implementar políticas que permitan tener un mayor control sobre la inflación. Por ejemplo, el esquema de metas de inflación que se implementa en Costa Rica, Guatemala y República Dominicana permite incidir en la inflación utilizando la tasa de interés como principal instrumento de política monetaria. Este esquema no solo implica un mayor control sobre la tasa de inflación, sino que permitiría mitigar las fluctuaciones cíclicas a las que está expuesto el crecimiento del país debido a los factores externos.

Finalmente, la agenda de trabajo de Nicaragua es vasta. Los resultados presentados en el documento sugieren que se debe potenciar la efectividad de la política fiscal y, además, fortalecer el rol de la política monetaria. En el corto y mediano plazo, esta agenda podría representar cambios importantes dentro del país, como por ejemplo una mayor flexibilidad del tipo de cambio. Sin embargo, con un plan de desarrollo estructurado y transparente, se podrían alcanzar mejoras significativas en aras de potenciar la efectividad de ambas políticas, las cuales permitirían a las autoridades propiciar una senda de crecimiento económico sostenible.

## Anexo 1. Datos

Tabla 3: Fuentes de datos

Variable	Transformación	Unidades	Fuente
$i_t^*$	Variación absoluta interanual	Puntos básicos	FED
$y_t^*$	Variación relativa interanual	Porcentaje	Macroeconomic Advisors
$p_t^o$	Variación relativa interanual	Porcentaje	FMI
$p_t^a$	Variación relativa interanual	Porcentaje	FMI
$i_t$	Variación absoluta interanual	Puntos básicos	BCN
$g_t$	Variación relativa promedio anual	Porcentaje	BCN
$y_t$	Variación relativa promedio anual	Porcentaje	BCN
$rin_t$	Variación relativa interanual	Porcentaje	BCN
$inf_t$	Variación relativa interanual	Porcentaje	BCN

Fuente: Elaboración propia.

## Anexo 2. Pruebas de Causalidad de Granger

Tabla 4: Bloque de Variables Externas

Hipótesis Nula	Rezagos				
	1	3	6	9	12
$p_t^o \rightarrow i_t^*$	0.1876	0.8599	0.2573	0.0224	0.0699
$i_t^* \rightarrow p_t^o$	0.8327	0.1908	0.2923	0.0767	0.0880
$p_t^a \rightarrow i_t^*$	0.1527	0.5338	0.6874	0.8693	0.6381
$i_t^* \rightarrow p_t^a$	0.2042	0.4586	0.1075	0.0163	0.0523
$y_t^* \rightarrow i_t^*$	0.0002	0.1827	0.2648	0.7418	0.9051
$i_t^* \rightarrow y_t^*$	0.6203	0.0252	0.0389	0.0369	0.0167
$p_t^a \rightarrow p_t^o$	0.0027	0.0000	0.0027	0.0021	0.0058
$p_t^o \rightarrow p_t^a$	0.1921	0.5951	0.5188	0.6657	0.4754
$y_t^* \rightarrow p_t^o$	0.5008	0.4005	0.2535	0.4900	0.0993
$p_t^o \rightarrow y_t^*$	0.7096	0.5994	0.6669	0.2875	0.2770
$y_t^* \rightarrow p_t^a$	0.0374	0.0773	0.1678	0.2380	0.1181
$p_t^a \rightarrow y_t^*$	0.6060	0.1817	0.1549	0.1574	0.1673

Ho:  $X \rightarrow Y \equiv X$  no causa en el sentido de Granger a  $Y$ .

Fuente: Elaboración propia.



Tabla 5: Bloque de Variables Domésticas

Hipótesis Nula	Rezagos				
	1	3	6	9	12
$g_t \rightarrow y_t$	0.0000	0.2654	0.0155	0.0038	0.0038
$y_t \rightarrow g_t$	0.0000	0.0005	0.0033	0.0056	0.0085
$inf_t \rightarrow y_t$	0.1912	0.0065	0.0069	0.0038	0.0010
$y_t \rightarrow inf_t$	0.0719	0.0677	0.2590	0.6284	0.5959
$rin_t \rightarrow y_t$	0.0001	0.0567	0.0173	0.0411	0.2064
$y_t \rightarrow rin_t$	0.1318	0.0571	0.0530	0.0501	0.1048
$i_t \rightarrow y_t$	0.0072	0.0615	0.0995	0.0991	0.6529
$y_t \rightarrow i_t$	0.0000	0.0410	0.3016	0.2753	0.0788
$inf_t \rightarrow g_t$	0.0084	0.0262	0.2566	0.3147	0.0557
$g_t \rightarrow inf_t$	0.0311	0.1139	0.3586	0.6807	0.5527
$rin_t \rightarrow g_t$	0.4027	0.5698	0.7052	0.8397	0.6006
$g_t \rightarrow rin_t$	0.4818	0.3322	0.3948	0.1388	0.1345
$i_t \rightarrow g_t$	0.0616	0.1562	0.1185	0.3282	0.0118
$g_t \rightarrow i_t$	0.0003	0.1170	0.1723	0.1737	0.2237
$rin_t \rightarrow inf_t$	0.0833	0.5753	0.8655	0.9703	0.8412
$inf_t \rightarrow rin_t$	0.5115	0.6880	0.9777	0.9925	0.9984
$i_t \rightarrow inf_t$	0.7693	0.9650	0.8424	0.7339	0.6941
$inf_t \rightarrow i_t$	0.0040	0.0368	0.1216	0.1266	0.1406
$i_t \rightarrow rin_t$	0.9905	0.8133	0.7796	0.5114	0.0840
$rin_t \rightarrow i_t$	0.0660	0.0075	0.0241	0.0043	0.0106

Ho:  $X \rightarrow Y \equiv X$  no causa en el sentido de Granger a  $Y$ .

Fuente: Elaboración propia.

### Anexo 3. Descomposición de Varianzas

Tabla 6: Descomposición de Varianzas del Crecimiento

Horizonte	$i_t^*$	$y_t^*$	$p_t^g$	$p_t^r$	$g_t$	$rin_t$	$i_t$	$inf_t$	$y_t$
1	0.0 %	0.7 %	0.1 %	1.6 %	3.9 %	2.8 %	1.5 %	0.0 %	89.5 %
3	0.2 %	4.3 %	1.5 %	1.0 %	3.1 %	2.7 %	1.1 %	0.1 %	85.9 %
6	1.3 %	11.2 %	5.6 %	0.8 %	2.1 %	2.2 %	0.8 %	0.7 %	75.4 %
12	6.4 %	18.9 %	10.3 %	0.9 %	1.7 %	1.8 %	0.9 %	3.6 %	55.4 %
24	18.3 %	16.3 %	10.8 %	1.6 %	2.1 %	3.1 %	1.9 %	8.5 %	37.5 %
36	18.7 %	14.9 %	19.5 %	1.8 %	2.5 %	3.7 %	2.3 %	7.3 %	29.3 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7: Descomposición de Varianzas de la Inflación

Horizonte	$i_t^*$	$y_t^*$	$p_t^a$	$p_t^o$	$g_t$	$rin_t$	$i_t$	$inf_t$	$y_t$
1	0.0 %	1.7 %	3.1 %	12.3 %	0.2 %	0.1 %	0.2 %	82.4 %	0.0 %
3	0.1 %	5.0 %	8.2 %	15.7 %	0.2 %	0.2 %	0.1 %	70.4 %	0.2 %
6	0.2 %	10.7 %	20.0 %	16.7 %	0.3 %	0.3 %	0.4 %	50.9 %	0.5 %
12	0.4 %	16.6 %	38.6 %	12.8 %	1.0 %	0.6 %	0.7 %	28.6 %	0.7 %
24	1.6 %	17.2 %	42.4 %	9.9 %	3.2 %	1.5 %	1.0 %	20.5 %	2.6 %
36	2.4 %	16.6 %	40.6 %	9.4 %	3.7 %	2.1 %	1.2 %	19.1 %	4.9 %

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8: Análisis de Sensibilidad: Descomposición de varianzas del crecimiento

h	Choleski		$FIRG_x$	
	Externos	Domésticos	Externos	Domésticos
1	2.38	97.62	0.07	99.93
3	7.05	92.95	4.76	95.24
6	18.85	81.15	13.23	86.77
12	36.55	63.45	31.25	68.75
24	46.90	53.10	43.05	56.95
36	54.90	45.10	41.89	58.11

Fuente: Elaboración propia.

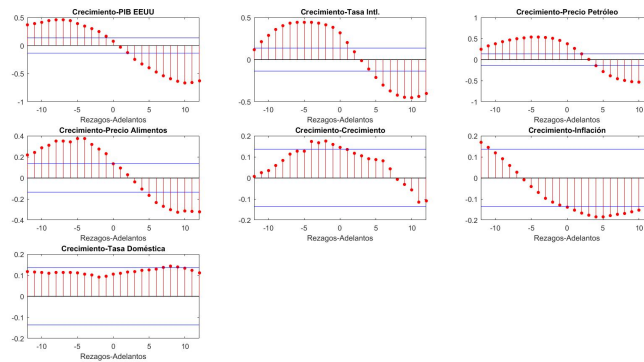
Tabla 9: Análisis de Sensibilidad: Descomposición de varianzas de la inflación

h	Choleski		$FIRG_x$	
	Externos	Domésticos	Externos	Domésticos
1	17.09	82.91	10.13	89.87
3	28.98	71.02	28.43	71.57
6	47.52	52.48	45.62	54.38
12	68.37	31.63	50.60	49.40
24	71.17	28.83	49.88	50.12
36	69.06	30.94	51.50	48.50

Fuente: Elaboración propia.

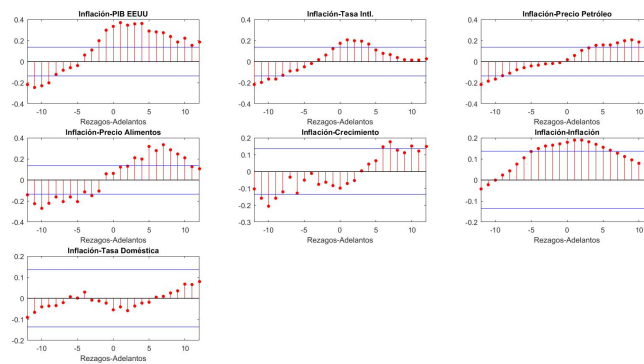
## Anexo 4. Gráficos

Figura 9: Correlaciones cruzadas: Crecimiento



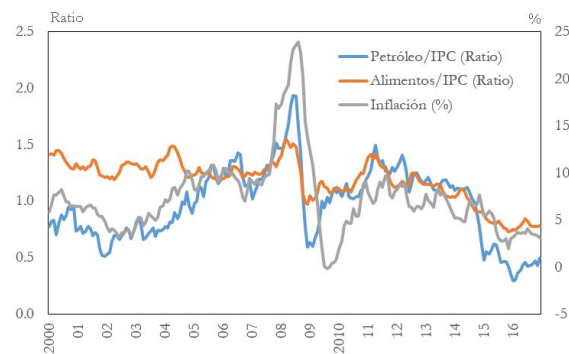
Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 10: Correlaciones cruzadas: Inflatión



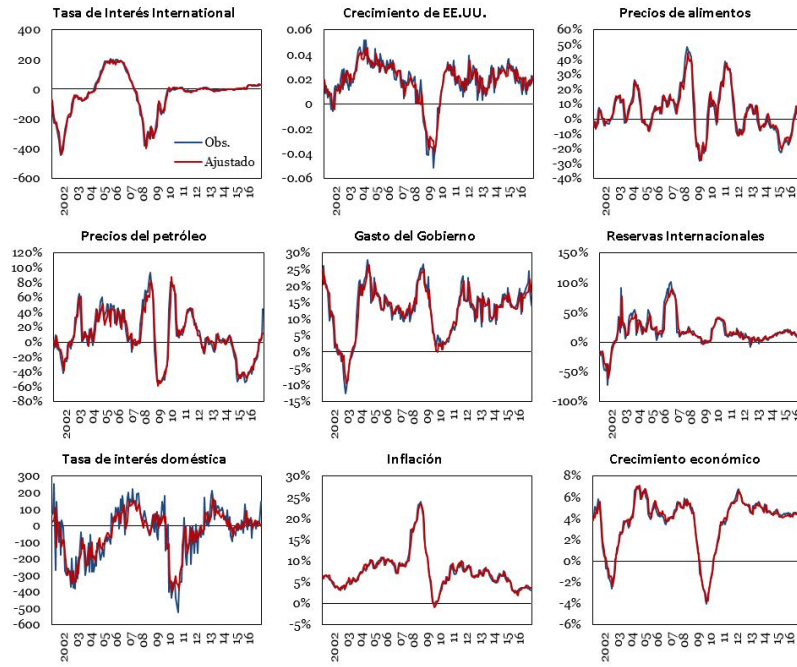
Fuente: *Elaboración propia.*

Figura 11: Inflatión y Precios Relativos ( $p_t^o$  y  $p_t^a$ )



Fuente: *Elaboración propia con base en datos del BCN y FMI.*

Figura 12: Datos Observados y Ajustados



Fuente: *Elaboración propia con base en datos del BCN, FMI y Macroeconomic Advisors.*

## Referencias

- Abrego, L. y Osterholm, P. (2010). External Linkages and Economic Growth in Colombia: Insights from a Bayesian VAR Model. *The World Economy*, 33(12):1788–1810.
- Acevedo, I. (2013). Modelos de Serie de Tiempo para Pronóstico del IMAE. Documentos de Trabajo No. 36, Banco Central de Nicaragua.
- Adolfson, M., Andersson, M. K., Lindé, J., Villani, M., and Vredin, A. (2007). Modern Forecasting Models in Action: Improving Macroeconomic Analyses at Central Banks. *International Journal of Central Banking*, 3(4):111–144.
- Banbura, M., Giannone, D., and Reichlin, L. (2010). Large Bayesian VARs. *Journal of Applied Econometrics*, 25:71–92.
- Bello, O. (2007). Modelo Macroeconómico de Proyección de Corto Plazo para Nicaragua. Documento de Trabajo No. 09, Banco Central de Nicaragua.
- Clevy, J. F. (2015). Estructura Microeconómica y Rigideces de Tasas de Interés: Evidencia para Nicaragua. *Revisa de Economía y Finanzas*, Vol. 2:1–26.
- De Mol, C., Giannone, D., and Reichlin, L. (2008). Forecasting using a large number of predictors: Is Bayesian shrinkage a valid alternative to principal components? *Journal of Econometrics*, 146(2):318–328.
- DelNegro, M. y Schorfheide, F. (2011). *The Oxford Handbook of Bayesian Econometrics*, chapter Bayesian Macroeconometrics, pages 293–389. Oxford University Press.
- Dieppe, A., Legrand, R., and van Roye, B. (2016). The BEAR toolbox. Working Paper Series 1934, European Central Bank.
- Gámez, O. (2006). Identificación y medición de las contribuciones relativas de los shocks estructurales en la economía nicaraguense. *Revista Monetaria. Centro de Estudios Monetarios Latinoamericanos (CEMLA)*, 29(4).
- Garry, S. y Rivas, J.C. (2017). An analysis of the contribution of public expenditure to economic growth and fiscal multipliers in Mexico, Central America and the Dominican Republic, 1990-2015. *Economic Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC)*.
- Giannone, D., Lenza, M., and Primiceri, G. E. (2015). Prior Selection for Vector Autoregressions. *The Review of Economics and Statistics*, 97(2):436–451.
- Granger, C. (1969). Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica*, 37(3):424–38.
- Juste, S. y Sansone, A. (2015). Exchange rate pass-through to prices: VAR evidence for Chile. *Documentos de Trabajo. No. 747. Banco Central de Chile*.
- Koop, G. y Korobilis, D. (2009). Bayesian Multivariate Time Series Methods for Empirical Macroeconomics. Working Paper Series 47-09, The Rimini Centre for Economic Analysis.
- Litterman, R. B. (1986). Forecasting with Bayesian Vector Autoregressions-Five Years of Experience. *Journal of Business & Economic Statistics*, 4(1):25–38.
- Pesaran, H. y Shin, Y. (1998). Generalized impulse response analysis in linear multivariate models. *Economics Letters*, 58(1):17 – 29.

- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and Reality. *Econometrica*, 48(1):1–48.
- Stock, J. H. and Watson, M. W. (2001). Vector Autoregressions. *Journal of Economic Perspectives*, 15(4):101–115.
- Urbina, J. (2015). Producto Potencial y Brecha del Producto en Nicaragua. *Revista de Economía y Finanzas*, 2:59–93.
- Vargas, A. S. (2017). Determinantes de la magnitud de los multiplicadores fiscales y factores que inciden en la política fiscal en Centroamérica, la República Dominicana y México. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL)*.
- Villani, M. (2009). Steady-state priors for vector autoregressions. *Journal of Applied Econometrics*, 24(4):630–650.