

# **Cambios en el tiempo de los efectos de los precios de las materias primas en Bolivia**

Mauricio Mora Barrenechea\*

---

\* Documento presentado en la XXIV Reunión de la Red de Investigadores de Banca Central, efectuada entre el 30 y 31 de octubre de 2019 en Madrid, España y en el XII Encuentro de Economistas de Bolivia, efectuado entre el 22 y 23 de agosto de 2019 en La Paz, Bolivia.

Analista en Investigaciones Senior del Departamento de Investigaciones en Banca Central del Banco Central de Bolivia.

Correo electrónico: mmora@bcb.gob.bo.

Las conclusiones, opiniones y puntos de vista expresados en este documento no representan necesariamente aquellos del BCB ni de sus autoridades y son de exclusiva responsabilidad del autor.

## RESUMEN

Bolivia, al ser una economía pequeña, abierta y exportadora de productos primarios, ha estado expuesta a las fluctuaciones en los precios de las materias primas. En el presente documento se estima un modelo bayesiano TVP-SVAR con volatilidad estocástica para evaluar si existieron cambios en la relación entre los precios de los *commodities* y las variables internas. Los resultados señalan que el efecto del precio internacional del petróleo hacia el crecimiento económico disminuyó entre 2000 y 2018 tanto por un efecto volumen (menor demanda externa) como un efecto valor (bajos precios del petróleo). El efecto de los precios internacionales de los alimentos hacia la inflación es significativo y disminuye levemente desde 2015 por una moderación de la tasa crecimiento de la importación de alimentos. El tipo de cambio nominal se apreció inicialmente para mitigar las presiones inflacionarias importadas y, posteriormente, por un mayor ingreso de divisas, también su grado de respuesta disminuyó en el tiempo.

**Clasificación JEL:** *C32, E31, F31, F41*

**Palabras clave:** *Precios internacionales de commodities, crecimiento económico, inflación, parámetros cambiantes en el tiempo, TVP-SVAR*

# Changes over time on the effects of commodity prices in Bolivia\*

## ABSTRACT

Bolivia is a small, open and exporting of primary products economy, so it has been exposed to external shocks, mainly to fluctuations in commodity prices. In this paper, I used a Bayesian TVP-SVAR model with stochastic volatility to assess whether there were changes in the relationship between commodity prices and the main macroeconomic variables. Results show that the effect of the international oil price on economic growth decreased between 2000 and 2018 due to a volume effect (lower external demand) as a value effect (low oil prices). The pass-through of international food prices to domestic inflation is significant and shows a slight decrease since 2015 due to a moderation in the growth rate of food imports. The nominal exchange rate initially was appreciated to mitigate the imported inflationary pressures and subsequently its degree of response decreased over time thanks to a greater entry of foreign currency to the economy.

**JEL Classification:** C32, E31, F31, F41

**Keywords:** *International price of commodities, economic growth, inflation, time-varying parameters, TVP-SVAR*

## I. Introducción

Los efectos de las fluctuaciones de los precios internacionales de los *commodities* han sido una fuente de debate entre economistas, analistas y hacedores de políticas por largo tiempo. La globalización y el creciente comercio mundial han motivado una amplia literatura acerca de las repercusiones de las fluctuaciones de los precios de las materias primas sobre la actividad económica, tanto en países desarrollados como en países emergentes y en desarrollo, aplicando una extensa variedad de instrumentos con el propósito de cuantificar estos efectos. Uno de los principales hallazgos de la evidencia empírica es que los efectos de los precios de los *commodities* no son completos y cambian con el tiempo (IMF, 2011; y Al-Shawarby y Selim, 2012). Especialmente, los efectos de las variaciones de los precios del petróleo y de los alimentos han sido foco de numerosos estudios.

Bolivia, al ser una economía pequeña, abierta y exportadora de productos primarios, ha estado expuesta a diferentes *shocks* externos, principalmente a aquellos relacionados con los cambios en los precios de los *commodities*. Esta situación incentivó a varios investigadores a conocer con mayor precisión cuál es la magnitud de los efectos de los precios de los *commodities*. Si bien se corroboró en diferentes ocasiones que los movimientos de los precios de las materias primas tuvieron efectos significativos sobre el desempeño económico, no se consideró los posibles cambios que pudieron haber ocurrido en la relación entre los precios de los *commodities* y las variables macroeconómicas internas, dado que la economía nacional atravesó por cambios estructurales importantes. Por un lado, el sector de los hidrocarburos adquirió un papel importante gracias a los elevados volúmenes de exportación de gas natural (cuyo precio de venta se ve influenciado por los movimientos del precio del petróleo). Por otra parte, se dio un aumento significativo de las importaciones de alimentos y otros bienes, lo que implicaría que actualmente existe una mayor participación de los bienes importados en la estructura de consumo de las familias.

En ese sentido, en el presente documento se analiza si existieron cambios en la relación entre los precios de los *commodities* y las

principales variables macroeconómicas locales. Se consideró que la herramienta más pertinente para este caso es un modelo bayesiano de Vectores Autorregresivos Estructurales con parámetros cambiantes en el tiempo con volatilidad estocástica (*Time-Varying Parameters Structural Vector Autoregressive model, TVP-SVAR*) siguiendo a Primiceri (2005), Del Negro y Primiceri (2015), Essaadi (2016), y Kang et al. (2017). Se empleó como variables externas el precio internacional del petróleo WTI (*West Texas Intermediate*) y el Índice de precios de alimentos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO por sus siglas en inglés) y como variables internas el crecimiento económico y la inflación. Adicionalmente, se introdujo el tipo de cambio nominal para reflejar la respuesta de la política monetaria. Se utilizaron datos con frecuencia mensual, considerando el periodo comprendido entre enero de 1992 y diciembre de 2018 (las primeras 96 observaciones fueron empleadas como *training sample* para calibrar la distribución de las *priors*). Se utilizaron las variaciones a doce meses de los logaritmos de todas las variables para evitar problemas de estacionalidad.

Este trabajo se organiza en seis secciones. En la siguiente parte se describe la evolución de los precios de los *commodities* y sus principales efectos; posteriormente, se explica brevemente el desempeño del sector externo boliviano; seguidamente, se detalla la metodología empleada; en la quinta sección se presentan los resultados obtenidos; finalmente se exponen las conclusiones.

## II. Evolución de los precios de las materias primas y sus efectos

La globalización y los mayores niveles de comercio mundial motivaron el estudio sobre las repercusiones de las fluctuaciones de los precios internacionales de los *commodities*, tanto en economías desarrolladas como en economías emergentes y en desarrollo. Para tal efecto, se han empleado diversas aproximaciones empíricas con el propósito de cuantificar los impactos de estos *shocks* sobre diferentes variables macroeconómicas de interés.

Especialmente los efectos de las variaciones del precio del petróleo han sido foco de muchas investigaciones (existen estudios desde la década iniciada en 1970). El precio de este *commodity* es bastante volátil puesto que se ve afectado por diversos factores (Espinosa y Vaca, 2012): i) la demanda estructural de crudo, correlacionada con el dinamismo macroeconómico mundial; ii) el costo de producción, influenciado por las inversiones en campos petroleros así como la aplicación de nuevas tecnologías; iii) el tiempo con que se amplía la capacidad de producción; iv) los mercados financieros que generan un componente especulativo; y v) los riesgos geopolíticos que afectan la producción, transporte y distribución.

Los efectos que puedan llegar a tener las fluctuaciones del precio del petróleo dependen de si es un país importador o exportador (Lescaroux y Mignon, 2008; y Berument et al. 2010). En el caso de las economías importadoras, un aumento del precio del petróleo conlleva a un incremento de los precios domésticos y una desaceleración económica (Doğrul y Soytaş, 2010; y Aydin y Acar, 2011).

En el caso de los exportadores, un incremento del precio del petróleo beneficia a la economía local gracias al mayor ingreso de divisas. No obstante, también puede tener efectos adversos como un alza de la inflación (Rodríguez, 2011). Por el contrario, una caída de precios puede desembocar en una recesión (Kilian, 2005). En ese sentido, los movimientos del precio del petróleo pueden provocar importantes fluctuaciones macroeconómicas en estas economías (Mehrara y Oskui, 2007).

A partir del trabajo de Paladines y Paladines (2017), se pueden identificar diferentes canales de transmisión por los que pueden afectar las fluctuaciones del precio del petróleo. El primer canal que se puede mencionar es del costo. Un alza del precio del petróleo puede implicar un alza de los precios de los combustibles que consumen tanto las familias como las empresas; estas últimas se verían en la necesidad de traspasar los mayores costos a los precios de los bienes finales (Tang et al., 2010). El efecto final se reflejaría en un repunte inflacionario.

El siguiente canal es el del tipo de cambio. Ante un alza del precio del petróleo se esperaría que la moneda local se aprecie como medida para mitigar el impacto del encarecimiento de los precios de los combustibles importados. No obstante, la reacción final del tipo de cambio depende del régimen cambiario; por ejemplo, Céspedes et al. (2005) indican que un régimen cambiario flexible permite suavizar las fluctuaciones provocadas por *shocks* externos. Por otra parte, Volkov y Yuhn (2016) señalan que las perturbaciones del precio del petróleo pueden ocasionar volatilidad en los tipos de cambio de países exportadores.

Otro canal que se debe considerar es el fiscal. Un aumento del precio del petróleo implica un mayor ingreso de recursos para el gobierno de los países exportadores, lo que provoca un aumento de la inversión y del gasto público (Huseynov y Ahmadov, 2013); este último puede traducirse en un repunte inflacionario (Farzanegan, 2011). Contrariamente, una caída del precio del petróleo reduce los ingresos fiscales, afectando al gasto público y a la ejecución de proyectos futuros.

Por su parte, los movimientos de los precios internacionales de los alimentos y sus consecuencias igualmente han generado un gran interés entre los economistas. La evolución de los precios de los alimentos también está determinada por varios elementos, los cuales pueden dividirse en dos grupos (Piñeiro y Bianchi, 2009). El primero corresponde a factores de largo plazo: i) la mayor demanda por parte de países en desarrollo, en línea con un aumento de la población y una mejora de ingresos; ii) el creciente uso de biocombustibles; iii) la productividad de la tierra por hectárea; y iv) las normativas para la preservación del medio ambiente. En el segundo se encuentran los factores de corto plazo: i) el comportamiento del precio del petróleo, que manda señales al resto de los *commodities* y afecta los costos de producción y transporte; ii) la evolución del dólar estadounidense y otros activos en esta denominación (los inversionistas buscan refugio en las materias primas cuando el dólar muestra debilidad); iii) condiciones climáticas; y iv) la volatilidad suscitada por los mercados financieros.

La mayoría de los estudios principalmente analizaron las secuelas sobre los precios domésticos. El alza de precios de los alimentos produce un repunte inflacionario, tanto en economías emergentes y en vías de desarrollo (Langebaek y González, 2007; Al-Shawarby y Selim, 2012; y Ahsan et al., 2012) como en economías avanzadas (Lee y Park, 2013). Lora et al. (2011) mencionaron que, para el caso de América Latina, la rapidez y magnitud de los efectos dependen de la flexibilidad de los sistemas cambiarios, el grado de importador o exportador de alimentos, y de la importancia de los alimentos importados en el consumo de los hogares.

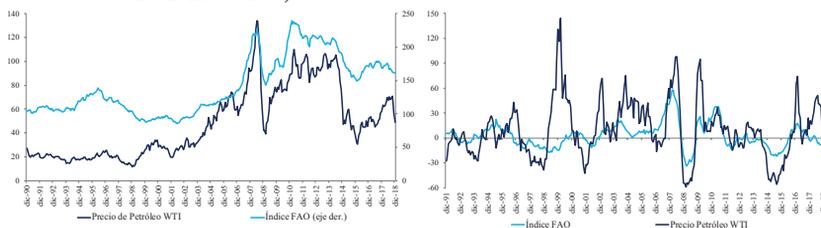
Otros documentos se enfocaron en los aspectos sociales, especialmente en los casos de países emergentes o en vías de desarrollo. Una de las principales conclusiones fue que el alza de precios de alimentos tiene implicaciones en la pobreza, al restringirse el acceso de los grupos con menor capacidad de compra a estos productos. Existe una gran cantidad de trabajos para América Latina al respecto (Ivanic y Martin, 2008; Soto y Faiguenbaum, 2008; y Piñeiro y Bianchi, 2009).

No solo los efectos de los precios de los *commodities* sobre las economías locales atrajeron la atención de los analistas, también lo hizo la relación entre los precios del petróleo con los de los alimentos. Esmaeili y Shokoohi (2011) encontraron que los precios del petróleo tienen un efecto indirecto sobre los precios de los alimentos. Por su parte, Baumeister y Kilian (2014) señalaron que los precios de los alimentos reaccionan a los *shocks* del precio del petróleo, pero no existe evidencia que pase lo mismo al revés. Mientras que Zmami y Ben-Salha (2019) encontraron que existen efectos asimétricos de los precios del petróleo hacia los precios de alimentos.

Ciertamente, se puede observar cierto co-movimiento entre estas dos variables en la última década. Tanto el precio internacional del petróleo como los precios de los alimentos, presentaron una evolución volátil desde los años 1990, aunque esta se tornó más fluctuante a partir de los años 2000 cuando empezaron a alcanzar niveles históricamente elevados (Gráfico 1). Los precios de ambos mostraron repuntes sustanciales entre los periodos 2007–2008 y

2010–2011, ocasionados principalmente por un mayor dinamismo de la actividad económica mundial, especialmente por parte de las economías emergentes, entre otros factores. También exhibieron marcadas caídas en 2009 y 2014–2015, las cuales se vieron influenciadas fundamentalmente por una desaceleración económica mundial, junto con otros elementos.

**Gráfico 1: EVOLUCIÓN DE LOS PRECIOS DE LAS MATERIAS PRIMAS**  
**a) En niveles**  
 (Precio por barril en dólares e Índice (Precio por barril en dólares e Índice 2002-2004=100))  
**b) Variaciones a doce meses**  
 (En porcentaje)



Fuente: FAO, U.S. Energy Information Administration

En síntesis, los efectos de las fluctuaciones de los precios de las materias primas son una fuente de debate entre economistas, analistas y hacedores de políticas. En los trabajos del Fondo Monetario Internacional - FMI (IMF, 2011) y Al-Shawarby y Selim (2012) se indica que entre los principales hallazgos de la literatura acerca de los efectos de los precios internacionales de los alimentos, se encontraron que: i) el efecto traspaso hacia los precios domésticos no es completo y cambia con el tiempo; ii) son efectos asimétricos (Ferrucci et al., 2010); y iii) el impacto es mayor en economías emergentes y en desarrollo que en economías avanzadas. Estas inferencias pueden ser válidas para el caso de los efectos del precio del petróleo si se toma en cuenta los resultados de los trabajos de Essaadi (2016) y Kang et al., (2017).

### III. Comportamiento del sector externo boliviano

Bolivia nació a la independencia con una herencia exportadora de productos primarios (especialmente minerales en un principio).

En ese sentido, no es de sorprender que las condiciones externas, primordialmente las cotizaciones internacionales de los *commodities*, hayan jugado un papel importante en el desempeño de su actividad económica a lo largo de su historia.

En el Siglo XIX, la producción de plata era la principal actividad económica hasta inicios del siglo XX, momento en el que cambios en la matriz económica y monetaria mundial provocaron una crisis de la minería argentífera. Paralelamente, el nuevo marco internacional impulsó la demanda del estaño, lo cual dinamizó al sector externo nacional y trajo profundos cambios estructurales<sup>1</sup>. Durante este periodo, los elevados ingresos generados por el sector minero, incentivaron una mayor importación de bienes suntuarios y de alimentos. Tiempo después, el mercado del estaño se vería afectado por el estallido de la Primera Guerra Mundial, lo cual conllevaría efectos negativos sobre la economía local.

Posteriormente, entre los años sesenta y setenta, la economía se dinamizó impulsada por actividades relacionadas, principalmente, con el mercado local como el comercio, mientras que el sector extractivo perdió protagonismo. Las principales exportaciones del país en ese entonces eran las de estaño (que llegó a representar casi el 70%) y los hidrocarburos<sup>2</sup>, sector que empezó a ganar protagonismo por la inversión de la *Gulf Oil Company* en este sector y el inicio de la venta de gas natural a Argentina<sup>3</sup>.

En la primera mitad de los ochenta, Bolivia atravesó por una de las peores crisis económicas de su historia. La situación se complejizó cuando empezaron a bajar los precios internacionales de los minerales, especialmente del estaño (fuerte caída en la Bolsa de Metales de Londres). El buen desempeño de los hidrocarburos también se vio

---

1 Con la caída de la minería de la plata, la Casa de la Moneda se paralizó, dejando de producir la moneda potosina (aceptada como medio de pago internacional por décadas). Esto provocó que la economía boliviana se volviera más sensible a las fluctuaciones de los precios de sus exportaciones, especialmente del estaño y, en menor medida, del caucho (BCB, 2015).

2 En 1965 se promulgó la Ley de Fomento a las Inversiones, otorgando ventajas a la inversión extranjera en minería e hidrocarburos.

3 En mayo de 1972 comienza la era de los hidrocarburos con la firma del contrato de venta de largo plazo (1972-1992) con la República de Argentina.

afectado por retrasos en los pagos desde la Argentina y fluctuaciones de los precios internacionales. En ese periodo se observó: i) menores ingresos de divisas y presiones a la depreciación de la moneda nacional<sup>4</sup>; ii) caída de las importaciones<sup>5</sup>; y iii) reducidos ingresos fiscales por caída de los impuestos provenientes de las exportaciones y de los aranceles a las importaciones<sup>6</sup>.

En los años noventa, las exportaciones apenas lograban superar los USD1.000 millones (Gráfico 2a). La participación de las exportaciones de minerales bajó de 44% en 1990 a 29% en el año 2000, afectada por la caída del precio del estaño (que se extendió hasta el 2002) y sus repercusiones sobre el sector minero. Entretanto, los hidrocarburos no representaban un sector importante; en promedio tuvieron una participación igual a 10%, afectados por los bajos precios internacionales del petróleo y los limitados volúmenes de venta de gas a la Argentina. Ante la debilidad de los sectores extractivos, los no tradicionales se constituyeron en las principales exportaciones del país. Por su parte, las importaciones fueron levemente mayores que las exportaciones, en promedio estuvieron por los USD1.500 millones (Gráfico 2b), resultando en continuos déficits de cuenta corriente en ese periodo. Analizando la composición de las importaciones, la mayor parte correspondió a bienes de capital e intermedios, mientras que casi USD330 millones (23%) eran bienes de consumo (de los cuales cerca de 53% fueron bienes duraderos como vehículos, muebles y aparatos electrónicos).

---

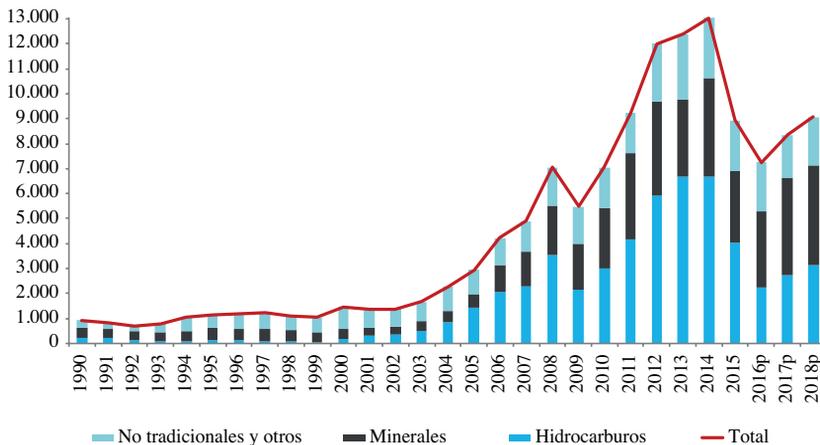
4 Kiguel y Liviatan (1988) mencionan que la crisis del estaño en octubre de 1985 ocasionó una devaluación masiva de la moneda nacional.

5 Según Morales et al. (1991) las importaciones del sector público (destinado principalmente a inversión) eran bastante sensibles a la variación de ingresos provenientes de los minerales e hidrocarburos.

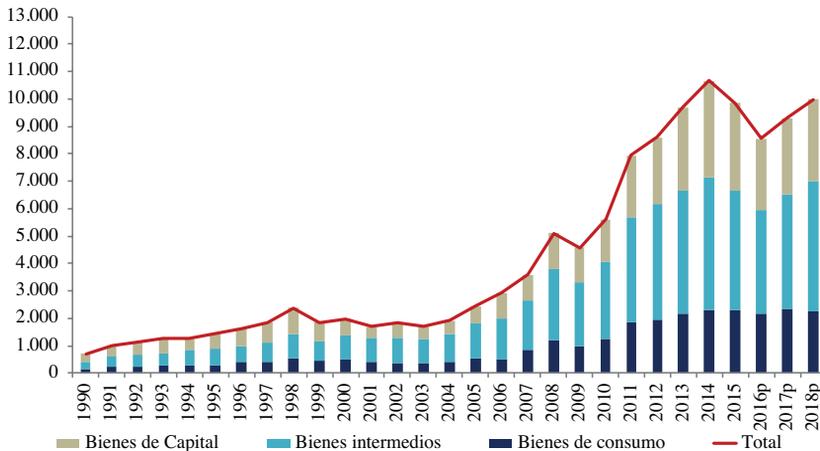
6 Morales et al. (1992) indicaron que las cuentas del sector público posiblemente eran el principal mecanismo de transmisión de las fluctuaciones de precios de las exportaciones a la economía interna.

**Gráfico 2: EVOLUCIÓN DEL SECTOR EXTERNO DE BOLIVIA 1990 - 2018**  
(En millones de dólares americanos)

**a) Exportaciones**



**b) Importaciones**



Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), Banco Central de Bolivia (BCB)

Nota: (p) dato preliminar.

Entre 2000 y 2003, las exportaciones, en promedio, estuvieron por los USD1.500 millones, mientras que las importaciones rondaron por los USD1.800 millones. Durante este tiempo, el sector de los hidrocarburos comenzó a ganar mayor protagonismo gracias a la venta del gas natural a Brasil, que se inició en julio de 1999<sup>7</sup>. Por su parte, las importaciones bajaron debido a que la demanda interna se resintió por los efectos de las crisis cambiarias en América del Sur sobre la economía nacional.

El contexto externo se tornó más favorable a partir de 2004, puesto que las exportaciones aumentaron de USD2.265 millones hasta llegar a USD13.304 millones en 2014. Analizando por sectores, las exportaciones de hidrocarburos pasaron de USD851 millones hasta USD6.675 millones en este periodo. En ese sentido, el destacado incremento de las exportaciones bolivianas se debió especialmente a los crecientes valores de exportaciones de los hidrocarburos (Gráfico 3a) a causa de diversos factores, entre los que destacaron: i) los mayores volúmenes de demanda de gas natural por parte de Brasil y, en menor magnitud, de Argentina, ii) los elevados precios internacionales del petróleo<sup>8</sup>, y iii) la implementación de diferentes proyectos productivos.

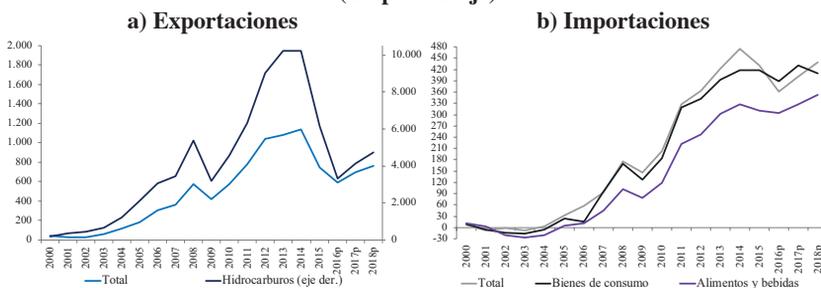
El aumento de las exportaciones provocó un mayor ingreso de recursos a la economía, lo cual estimuló un mayor consumo tanto de bienes y servicios locales como externos. Entre 2000 y 2014, las importaciones pasaron de USD1.977 millones a USD10,674 millones, un incremento de 476% (Gráfico 3b). Si bien la mayor parte de las importaciones continuó correspondiendo a bienes de capital e intermedios (cerca del 80%), los bienes de consumo también mostraron un fuerte aumento,

7 La relación energética entre Bolivia y Brasil comenzó en 1936, cuando los gobiernos de ambos países suscribieron un acuerdo para el aprovechamiento y exportación del petróleo boliviano hacia Brasil. En febrero de 1993 se firmó el primer contrato de compraventa suscrito entre Yacimientos Petrolíferos Fiscales Bolivianos (YPFB) y *Petroleo Brasileiro* (Petrobras). El factor que sellaría definitivamente la relación energética entre ambos países fue el gasoducto binacional Río Grande – San Pablo, colosal proyecto que comenzó a ejecutarse en julio de 1997 y se entregó en febrero de 1999 (CBHE, 2015).

8 El precio del petróleo tiene influencia sobre el precio de venta del gas natural porque en los contratos de venta se estableció que el precio efectivo vigente para un determinado trimestre (Brasil) o semestre (Argentina) se calcule con base a la relación promedio de los precios internacionales de diferentes tipos de *fuel oil* los cuales cambian en línea con el precio internacional del petróleo WTI. Es por esta razón que el precio del petróleo se convirtió en una variable relevante para la economía boliviana.

pasando de USD466 millones a USD2.286 millones en el mismo periodo. Especialmente, se importó una mayor cantidad de bienes de consumo no duradero (representaron alrededor del 58% de los bienes de consumo) destacando la importación de alimentos y bebidas (alza de USD114 millones a USD441 millones). Por lo tanto, los bienes importados adquirieron una mayor participación en la estructura de consumo de las familias.

**Gráfico 3: CRECIMIENTO ACUMULADO RESPECTO A 1999 (En porcentaje)**



Fuente: INE, BCB

A partir del segundo semestre de 2014, la coyuntura externa se tornó adversa. Las exportaciones cayeron en -32% en 2015 y -19% en 2016 debido fundamentalmente a una disminución de las exportaciones de los hidrocarburos (-40% y -44% en los mismos años). Este sector se vio afectado por una caída tanto en valor (disminución sustancial del precio del petróleo de USD100 hasta USD50) como en volumen (menor demanda de Brasil y Argentina por la desaceleración de sus economías). En los últimos dos años, las exportaciones mostraron una leve mejora. Aunque la participación de la exportación de los hidrocarburos bajó de 45% en 2015 a 35% en 2018, continúa siendo importante para la economía nacional.

Las importaciones igualmente disminuyeron, aunque en menor magnitud, con tasas de -8% en 2015 y -13% en 2016. Analizando por grupos, los bienes de consumo importados fueron los menos afectados; precisamente entre 2015 y 2018, estas se mantuvieron en torno a USD2.260 millones, mientras que los alimentos y bebidas importados,

en promedio, fueron iguales a USD437 millones, lo cual indicaría que las familias bolivianas siguieron demandando productos importados. Al igual que las exportaciones, las importaciones volvieron a crecer ligeramente en los últimos dos años.

Ante esta realidad, surgió una extensa literatura en Bolivia con el propósito de comprender mejor cómo las variaciones de los precios internacionales de las materias primas afectan a la economía nacional. Por ejemplo, diversos estudios explicaron el papel que desempeñó el sector externo durante la crisis económica de los años ochenta. Se pueden mencionar los trabajos de Morales et al. (1991), Morales et al. (1992) y Morales (1992).

Entre los años noventa y el primer quinquenio del siglo XXI, el comportamiento del sector externo se vio afectado por diversos *shocks*. En ese sentido, varios trabajos concluyeron que la economía boliviana era significativamente vulnerable a las perturbaciones externas (Nina y Brooks, 2001; Loza, 2002; y Jemio y Wiebelty, 2002). No obstante, otro grupo de estudios se centraron en los potenciales beneficios de la exportación del gas natural (Andersen y Meza, 2001 y Andersen y Faris, 2001).

El *boom* de los precios internacionales de los *commodities* incentivó el surgimiento de un gran número de investigaciones que analizaron los puntos positivos (crecimiento económico, bienestar social), los aspectos negativos (repuntes inflacionarios) y los efectos indirectos (desarrollo del sistema financiero) con mayor énfasis en el sector de hidrocarburos. Se pueden mencionar los trabajos de IMF (2008), Lora et al. (2011), Trajtenberg et al. (2015), Murillo y Pantoja (2015), y Aguirre y Grillo (2017).

A pesar de que se corroboró en diferentes ocasiones que los movimientos de los precios de las materias primas tuvieron efectos significativos sobre la actividad económica boliviana, no se consideró los posibles cambios que pudieron haber ocurrido en la relación entre los precios de los *commodities* y las variables macroeconómicas internas, dado que la economía atravesó por cambios estructurales importantes.

Por un lado, el sector de hidrocarburos (afectado por las fluctuaciones de los precios internacionales del petróleo) adquirió una mayor relevancia no solo en las exportaciones, sino también en los ingresos del sector público<sup>9</sup> y, por ende, en la actividad económica. Un alza de la cotización de este energético mejora los términos de intercambio, lo cual favorece al desempeño de la economía (Gráfico 4a). Entre 2000 y 2003, la tasa de crecimiento económico anual promedio fue casi de 2,5% (el precio del petróleo estaba por los USD30 por barril) mientras que entre 2004 y 2007 el crecimiento promedio anual subió a 4,5% (el precio del petróleo aumentó de USD30 a USD80). Las tasas de crecimiento más altas se registraron entre 2008 y 2014 (sin considerar el 2009) en promedio, igual a 5,5% (el precio del petróleo estuvo por los USD100). Entre 2015 y 2018 la tasa de crecimiento promedio fue de 4,4%, en un contexto de caída del precio del petróleo de USD100 hasta USD31 (febrero de 2016) con una recuperación temporal hasta los USD71 (octubre de 2018).

Por otra parte, los bienes importados obtuvieron un mayor peso en la estructura de consumo de las familias, por lo que los *shocks* de los precios internacionales de los *commodities* podrían tener mayores repercusiones sobre los precios locales, especialmente en el caso de los alimentos<sup>10</sup>, toda vez que los precios de los combustibles se encuentran subvencionados desde los años noventa<sup>11</sup>. Por ejemplo, entre diciembre de 2006 y junio de 2008, la inflación interanual total pasó de 4,9% hasta 17,3%, cuando la variación interanual de los precios internacionales de alimentos subió de 10,3% a 43,4% (Gráfico 4b). Otra alza importante de los precios mundiales de los alimentos se dio entre junio de 2010 y abril de 2011 (de 11,4% a 38,2%) coincidiendo con un repunte de la inflación interanual (de 2,2% a 11%). El alza de precios internacionales de los *commodities* habría generado presiones inflacionarias por distintos canales: i) subida de los precios de bienes de consumo; ii) encarecimiento de

9 Los ingresos del Estado por hidrocarburos, a inicios de los 2000, estaban cerca a los USD400 millones, mientras que en los últimos años estuvieron alrededor de los USD2.000 millones.

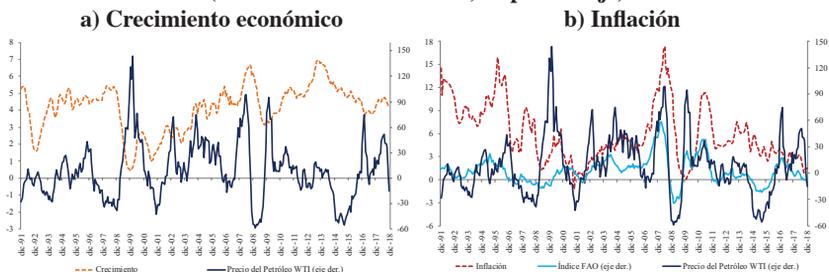
10 Los alimentos son el grupo con mayor peso en la canasta básica del Índice de Precios al Consumidor (IPC) de Bolivia (42% según el IPC base 2016).

11 Ver Medinaceli (2012) para mayor información.

insumos<sup>12</sup>; y iii) desabastecimiento de productos en los mercados locales<sup>13</sup>.

**Gráfico 4: EVOLUCIÓN DE LAS VARIABLES INTERNAS Y LOS PRECIOS DE MATERIAS PRIMAS**

(Variaciones a doce meses, en porcentaje)



Fuente: INE, FAO, U.S. Energy Information Administration

## IV. Metodología empírica

Considerando que los efectos de los precios internacionales de materias primas cambian con el tiempo (IMF, 2011; y Al-Shawarby y Selim, 2012) y que no existe un estudio para Bolivia que considere este aspecto, en el presente documento se busca evaluar si existieron cambios en la relación entre los precios de los *commodities* y las principales variables macroeconómicas nacionales.

Se consideró que la herramienta más pertinente para este caso es un modelo bayesiano de Vectores Autorregresivos Estructurales con parámetros cambiantes en el tiempo con volatilidad estocástica (*Time-Varying Parameters Structural Vector Autoregressive model, TVP-SVAR*) siguiendo los trabajos de Primiceri (2005), Del Negro y Primiceri (2015), Essaadi (2016), y Kang et al., (2017) por lo que se utiliza un modelo de series de tiempo multivariado con coeficientes y matriz de varianzas-covarianzas cambiantes en el tiempo.

12 En BCB (2008) se señala que, entre 2007 y 2008, el alza de las cotizaciones mundiales de los granos aumentó el costo de los alimentos balanceados e insumos que utilizaban los productores de carnes y de leche.

13 Los altos precios internacionales de los alimentos incentivaron a los productores locales a destinar una mayor parte de su oferta a los mercados extranjeros, generando una escasez en los centros de abasto. Ante esta situación varios países, incluido Bolivia, impusieron restricciones a las exportaciones, controles de precios, o ambos, con el propósito de abastecer sus mercados internos y controlar los precios (Von Braun, 2008).

Como señala Primiceri (2005), los parámetros cambiantes en el tiempo (*time-varying coefficients*) permiten capturar la existencia de no linealidades o cambios en el tiempo de la estructura de los rezagos. Mientras que la matriz de varianzas-covarianzas cambiante en el tiempo (volatilidad estocástica multivariante) ayuda a capturar la existencia de una posible heteroscedasticidad de los *shocks* y no linealidades en las relaciones simultáneas entre las variables incluidas en el modelo. De esta forma, se permite a los datos determinar si las variaciones en el tiempo de la estructura lineal provienen de cambios en el tamaño de los *shocks* (impulso) o si es por cambios en el mecanismo de propagación (respuesta).

#### IV.1. Modelo

Considere el siguiente modelo:

$$\begin{aligned} y_t &= c_t + \beta_{1,t} y_{t-1} + \dots + \beta_{k,t} y_{t-k} + \mu_t \\ t &= 1, \dots, T. \end{aligned} \quad (1)$$

donde  $y_t$  es un vector de dimensión  $n \times 1$  de variables endógenas observadas;  $c_t$  es un vector de  $n \times 1$  de *time-varying coefficients* que multiplican los términos constantes;  $\beta_{i,t}$ ,  $i = 1, \dots, k$  son matrices de  $n \times n$  de los *time-varying VAR coefficients* que multiplican los rezagos del vector de variables endógenas  $y_{t-i}$ ,  $i = 1, \dots, k$ ;  $\mu_t$  es el vector de *shocks* no observados heteroscedásticos con una matriz de varianzas-covarianzas  $\Omega_t$ .

Con el propósito de permitir de que la matriz de varianzas-covarianzas  $\Omega_t$  pueda cambiar en el tiempo, considere la reducción triangular de  $\Omega_t$ , de tal forma que:

$$\Omega_t = A_t^{-1} \Sigma_t \Sigma_t' (A_t^{-1})'$$

Lo que es equivalente a:

$$A_t \Omega_t A_t' = \Sigma_t \Sigma_t' \quad (2)$$

donde  $A_t$  es un matriz triangular inferior:

$$A_t = \begin{bmatrix} 1 & 0 & \cdots & 0 \\ \alpha_{21,t} & 1 & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ \alpha_{n1,t} & \cdots & \alpha_{nn-1,t} & 1 \end{bmatrix}$$

y  $\Sigma_t$  es la matriz diagonal:

$$\Sigma_t = \begin{bmatrix} \sigma_{1,t} & 0 & \cdots & 0 \\ 0 & \sigma_{2,t} & \ddots & \vdots \\ \vdots & \ddots & \ddots & 0 \\ 0 & \cdots & 0 & \sigma_{n,t} \end{bmatrix}$$

Por lo tanto, la ecuación (1) puede reescribirse como:

$$y_t = c_t + \beta_{1,t}y_{t-1} + \cdots + \beta_{k,t}y_{t-k} + A_t^{-1}\Sigma_t\varepsilon_t \quad (3)$$

donde  $\varepsilon_t$  es el vector de los errores i.i.d. (*independent identically distributed*) y su varianza es igual a una matriz identidad de dimensión  $n$ ,  $var(\varepsilon_t) = I_n$ .

La ecuación (3) puede reescribirse juntando todos los coeficientes del lado derecho de la ecuación en el vector  $\beta_t$ , para obtener:

$$y_t = X_t'\beta_t + A_t^{-1}\Sigma_t\varepsilon_t \quad (4)$$

donde:

$$X_t' = I_n \otimes [1, y'_{t-1}, \dots, y'_{t-k}]$$

donde el símbolo  $\otimes$  representa el producto de Kronecker.

En la ecuación (4) se debe destacar que es esencial permitir que la matriz  $A_t$  varíe en el tiempo, puesto que de lo contrario, un *shock* o una innovación a la  $i$ -ésima variable tendría el mismo efecto en el tiempo

sobre la  $j$ -ésima variable. Esto resultaría indeseable en un modelo de este tipo, puesto que lo que se busca es modelar la variación en el tiempo en un modelo de ecuaciones simultáneas, las cuales juegan un papel fundamental en cualquier modelo VAR.

La estrategia de modelación consiste en realizar las estimaciones a partir de la ecuación (4). A continuación, se debe especificar la ley de movimiento que seguirán los diferentes parámetros del modelo<sup>14</sup>. Para tal efecto, se define  $\alpha_t$  como el vector de elementos distintos de cero y de uno de la matriz  $A_t$  (apilados por filas) y  $\sigma_t$  como el vector conformado por los elementos de la diagonal principal de la matriz  $\Sigma_t$ . Entonces, la dinámica de los parámetros cambiantes en el tiempo se especifica de la siguiente forma:

$$\beta_t = \beta_{t-1} + v_t \quad (5)$$

$$\alpha_t = \alpha_{t-1} + \zeta_t \quad (6)$$

$$\log \sigma_t = \log \sigma_{t-1} + \eta_t \quad (7)$$

donde  $\beta_t$  y  $\alpha_t$ , que representan los coeficientes del VAR y los elementos de la matriz  $A_t$  siguen un proceso de paseo aleatorio (*random walk*) mientras que las desviaciones estándar ( $\sigma_t$ ) se mueven como un paseo aleatorio geométrico (*geometric random walk*) lo cual permite trabajar con una estructura de volatilidad estocástica. De esta forma, se asegura que las variables cambien permanentemente y se trabaja con un número reducido de parámetros en el procedimiento de estimación.

Se puede apreciar que el modelo planteado sigue la forma de los modelos estado-espacio donde la ecuación (4) representa la ecuación de medición (*measurement equation*) y las ecuaciones (5), (6) y (7) representan las ecuaciones de estado (*state equations*). En cuanto a las innovaciones del modelo ( $\varepsilon_t$ ,  $v_t$ ,  $\zeta_t$ ,  $\eta_t$ ) situadas en las ecuaciones (4, 5, 6, 7) se asume que siguen una distribución normal de forma conjunta con la siguiente matriz de varianzas-covarianzas:

14 Se utilizan los mismos supuestos de Primiceri (2005).

$$V = \text{Var} \begin{pmatrix} \varepsilon_t \\ v_t \\ \zeta_t \\ \eta_t \end{pmatrix} = \begin{bmatrix} I_n & 0 & 0 & 0 \\ 0 & Q & 0 & 0 \\ 0 & 0 & S & 0 \\ 0 & 0 & 0 & W \end{bmatrix} \quad (8)$$

donde  $Q$ ,  $S$  y  $W$  se definen como matrices positivas. La adopción de esta forma para la matriz  $V$  responde a dos necesidades. En primer lugar, permite reducir el número de parámetros a estimar, un modelo como este ya cuenta con un gran número de parámetros para estimar, y estimarlos fuera de la diagonal principal de la matriz  $V$  requeriría la inclusión de un *prior* sensible, capaz de prevenir la aparición de parámetros mal estimados. Segundo, permite realizar una interpretación estructural de las innovaciones. Finalmente, se asume que la matriz  $S$  es diagonal en bloques (*block diagonal*) lo que ocasiona que los coeficientes de las relaciones contemporáneas entre las variables evolucionen independientemente. Este supuesto, aunque no es esencial, simplifica la inferencia y aumenta la eficiencia del algoritmo de estimación.

## IV.2. Información y estrategia de estimación

El presente documento utiliza datos con frecuencia mensual para el periodo 1992:M1 hasta 2018:M12. Todas las variables fueron introducidas en logaritmos y se calcularon las variaciones a doce meses para evitar problemas de estacionalidad<sup>15</sup>. Asimismo, dada la complejidad del modelo y con el propósito de conservar los grados de libertad, la estimación del modelo se realizó con dos rezagos, aunque sin descuidar la estabilidad del modelo. A continuación se presentan las variables que se utilizaron en el orden en el que entraron en el modelo.

En el caso de los precios de los *commodities* se utilizó el precio WTI del petróleo (cuyos datos se obtuvieron de *U.S. Energy Information Administration*) y el Índice de precios de alimentos de la FAO. Por otra parte, se empleó el Índice Global de Actividad Económica (IGAE)

<sup>15</sup> Las variables que reflejan estacionalidad son el Índice Global de Actividad Económica (IGAE) y el Índice de Precios al Consumidor (IPC).

acumulado como variable *proxy* de la actividad económica en frecuencia mensual y el Índice de Precios al Consumidor (IPC) para calcular la inflación. La información de ambas variables proviene del Instituto Nacional de Estadística.

Finalmente, se introdujo el tipo de cambio (TC) nominal para reflejar la respuesta de la política monetaria para mitigar los efectos de los *shocks* externos. Bolivia adoptó un régimen de tipo de cambio reptante (*crawling-peg*) desde los años ochenta, por lo que el TC oficial se encuentra administrado por el Banco Central de Bolivia (BCB). El comportamiento del TC bajo este régimen denota dos periodos totalmente diferentes. El primer periodo (1990–2005) se caracterizó por constantes depreciaciones de la moneda nacional con el objetivo de mantener la competitividad externa de la economía; sin embargo, esto ocasionó un elevado efecto traspaso hacia los precios internos y una fuerte dolarización. El segundo periodo (2006–2018) se identificó por apreciaciones y estabilidad, puesto que la política cambiaria se reorientó a mitigar las presiones inflacionarias externas (ocasionadas por el alza de los precios internacionales de las materias primas) y mantener la confianza en la moneda local frente a un escenario externo de incertidumbre.<sup>16</sup>

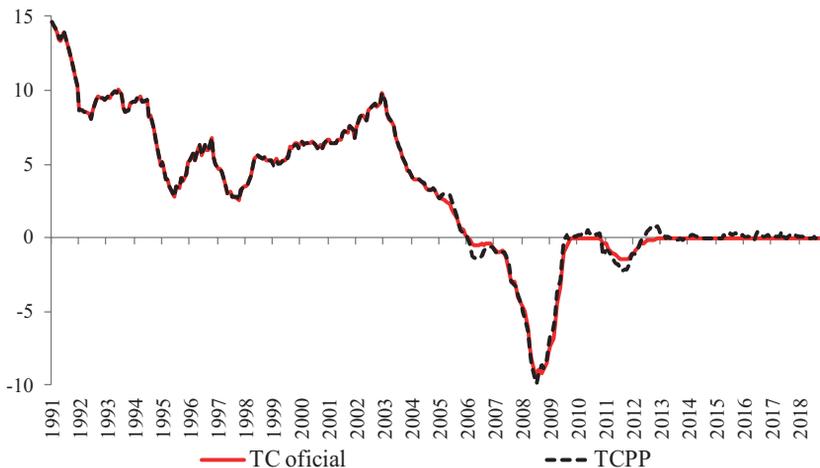
Si bien esta variable resulta relevante para este modelo, tiene un inconveniente: el TC no muestra movimiento alguno desde el año 2011, lo cual no es favorable cuando se utilizan modelos SVAR. En ese sentido, y solo con fines metodológicos, se utilizará el Tipo de Cambio Promedio Ponderado (TCPP)<sup>17</sup> como variable *proxy*. El TCPP refleja el mismo comportamiento que el TC oficial aunque con leves variaciones en los últimos años (Gráfico 5).

---

16 Para mayor información, se recomienda ver el capítulo 2 de BCB (2018).

17 El TCPP es una variable calculada por el BCB que refleja el valor promedio ponderado del tipo de cambio de venta y compra de las operaciones estándar (realizadas mediante las ventanillas y cajeros automáticos) y preferenciales (efectuadas a precios preferenciales con clientes que tienen capacidad de negociación) entre el sistema financiero y sus clientes.

**Gráfico 5: VARIACIÓN A DOCE MESES DEL TIPO DE CAMBIO OFICIAL Y EL TCPP (En porcentaje)**



Fuente: Banco Central de Bolivia.

### IV.3. Identificación e interpretación estructural

Partiendo de la ecuación (4) y considerando que

$$\Xi_t = A_t^{-1}\Sigma_t$$

Se obtiene:

$$y_t = X_t'\beta_t + \Xi_t\varepsilon_t$$

Es en la matriz  $\Xi_t$  ( $t = 1, \dots, T$ ) donde se introducen las  $\frac{n*(n-2)}{n}$  restricciones necesarias que garantizan la identificación para cualquier periodo  $t$ . Cabe mencionar que  $n$  representa el número de variables en el modelo.

Acorde con Kang et al., (2017), se utiliza la descomposición de Cholesky para ortogonalizar los residuos (matriz triangular inferior) y se asume que el TCPP responde contemporáneamente a todos los *shocks* estructurales en el sistema. Por su parte, el crecimiento económico y la inflación responden contemporáneamente a los *shocks*

estructurales de los precios de los *commodities*, pero responden a los *shocks* del TCPP con un rezago.

#### ***IV.4. Inferencia bayesiana***

Dado que se trabajará con variables no observables, lo más óptimo para realizar las estimaciones es emplear métodos bayesianos. Por lo tanto, primero se deben definir las *priors* para los diferentes parámetros que se estimarán; estas definirán los puntos de inicio y las distribuciones de las estimaciones a realizar. Seguidamente, se utiliza métodos bayesianos para evaluar la distribución de las *posteriors* de los parámetros de interés, que son las variables no observables ( $\beta^T$ ,  $A^T$ ,  $\Sigma^T$ ) y los hiperparámetros de la matriz de varianzas-covarianzas  $V$ . Para el análisis numérico de las *posteriors* de los parámetros de interés se utiliza el algoritmo Gibbs Sampler.

Siguiendo a Primiceri (2005) se asume que los valores iniciales de estado (*initial states*) para los coeficientes, las covarianzas, las varianzas en logaritmos y los hiperparámetros son independientes entre sí. En el caso de las *priors* de los hiperparámetros,  $Q$ ,  $W$  y los bloques de  $S$ , se asume que siguen una distribución *Inverse-Wishart* de forma independiente. Para las *priors* de los *initial states* de los *time-varying coefficients*, las relaciones simultáneas y los logaritmos de las desviaciones estándar,  $p(\beta_0)$ ,  $p(\alpha_0)$  y  $p(\log \sigma_0)$ , se asume que siguen una distribución normal. Estos supuestos, junto con la ley de movimiento de las ecuaciones (5), (6) y (7) implican *priors* normales para la entera secuencia de  $\beta$ ,  $\alpha$  y  $\log \sigma$ , condicional a  $Q$ ,  $S$  y  $W$ .

Los primeros ocho años de la muestra (96 observaciones, de 1992:M1 a 1999:M12) fueron utilizados para calibrar la distribución de las *priors*; esta sub-muestra (*training sample*) está representada por  $\tau$ . Para la media y la varianza de  $\beta_0$  y  $A_0$  se escogieron las estimaciones puntuales con Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) y cuatro veces la varianza estimada con un VAR normal con la submuestra inicial. Para el caso de  $\log \sigma_0$ , la media para la distribución es el logaritmo de las estimaciones puntuales con MCO de los errores estándar del mismo modelo VAR normal, mientras que la matriz de varianzas-covarianzas se supone arbitrariamente que es la matriz identidad.

$$\begin{aligned} B_0 &\sim N(\hat{B}_{OLS}, 4 \cdot V(\hat{B}_{OLS})), \\ A_0 &\sim N(\hat{A}_{OLS}, 4 \cdot V(\hat{A}_{OLS})), \\ \log \sigma_0 &\sim N(\log \hat{\sigma}_{OLS}, I_n), \end{aligned}$$

Como Primiceri (2005), para la matriz  $Q$  los grados de libertad son iguales a  $\tau$ ,  $S_i$  denota los bloques correspondientes de la matriz  $S$ , mientras que  $\hat{A}_{i,OLS}$  representan los bloques correspondientes de  $\hat{A}_{OLS}$ . Con estas consideraciones, se utilizaron las siguientes distribuciones para las matrices de escala (*scale matrices*):

$$\begin{aligned} Q &\sim IW(k_Q^2 \cdot V(\hat{B}_{OLS}), \tau), \\ W &\sim IW(k_W^2 \cdot (1 + \dim(W)) \cdot I_n, (1 + \dim(W))), \\ S_i &\sim IW(k_S^2 \cdot (1 + \dim(S_i)) \cdot V(\hat{A}_{i,OLS}), (1 + \dim(S_i))), \end{aligned}$$

Se tomaron en cuenta los siguientes valores para los parámetros:  $k_Q = k_W = 0,01$  y  $k_S = 0,1$ . Los resultados de la estimación se obtuvieron de 40,000 iteraciones con el algoritmo de *Gibbs sampler*, en línea con Primiceri (2005) y Del Negro y Primiceri (2015), descartando las primeras 20.000 iteraciones para la convergencia<sup>18</sup>. Para evitar una posible autocorrelación de los *draws*, se mantuvo solo cada décima iteración.

## V. Resultados

En esta sección se presentan los resultados de las funciones impulso-respuesta de las variables internas seleccionadas ante *shocks* de los precios internacionales de las materias primas.

### V.1. Respuesta a shocks del precio del petróleo

Las respuestas medias estimadas ante un aumento inesperado del precio internacional del petróleo están acordes con los resultados de otros documentos; se observa un incremento de los precios internacionales

<sup>18</sup> En el apartado A del Apéndice se encuentra el diagnóstico de la convergencia de los hiperparámetros.

de los alimentos, un mayor crecimiento económico y una apreciación de la moneda nacional, pero en el caso de la inflación, los resultados no son exactamente como se indican en la literatura (Gráfico 6).

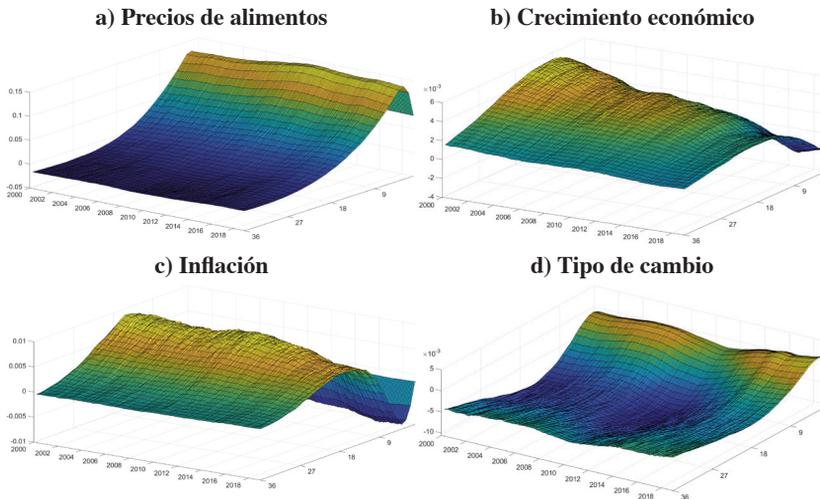
No existen efectos significativos inmediatos sobre el crecimiento económico, pues es a partir de los 6 meses que se comienzan a observar los efectos positivos. Este *shock* es bastante persistente puesto que después de 24 meses recién tiende a desaparecer su efecto. Un alza del precio del petróleo no significa que Bolivia vaya a recibir prontamente mayores ingresos, porque los precios establecidos en los contratos de venta de gas al Brasil y Argentina consideran el precio del petróleo promedio del último trimestre y semestre, respectivamente. No obstante, este mecanismo es el que causa que este *shock* sea persistente. Adicionalmente, los mayores ingresos conllevan, con el tiempo, a un alza del consumo público y privado, lo cual también favorece una mayor producción.

El tipo de cambio nominal se aprecia inmediatamente y este efecto tiende a aumentar a medida que ingresan más divisas a la economía local. Después de 9 meses se empiezan a observar las mayores tasas de apreciación, las cuales se mantienen por un periodo prolongado, hasta los 24 meses. Como en el anterior caso, este resultado se explica por los contratos de venta de gas, que generan un efecto rezagado y persistente de los *shocks* del precio del petróleo.

En el caso de la inflación, un *shock* del precio del petróleo tiene un efecto negativo hasta los primeros 9 meses (contrario a lo que expone la literatura) y recién a partir de los 12 meses se observa una respuesta positiva. Como se mencionó previamente, los precios de los combustibles en Bolivia se encuentran subvencionados, por lo tanto, estos no siguen la dinámica de los precios internacionales. Un alza del precio del petróleo no genera inmediatamente mayores ingresos, sino mayores gastos. El Gobierno debe gastar una mayor parte de sus recursos en el pago por combustibles importados, que son más caros que antes, lo que provoca que el gasto en otros sectores se deba reducir o posponer, esto implica un menor ingreso de recursos a la economía local y, por ende, menores presiones inflacionarias. Posteriormente, a medida que aumentan los recursos tanto para el sector público como

privado, se da un mayor consumo interno y un alza de la inflación que perdura por varios meses por las mismas razones explicadas en los anteriores dos casos.

**Gráfico 6: FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA CAMBIANTES EN EL TIEMPO ANTE UN *SHOCK* DE 1% DEL PRECIO DEL PETRÓLEO – ANÁLISIS 1**



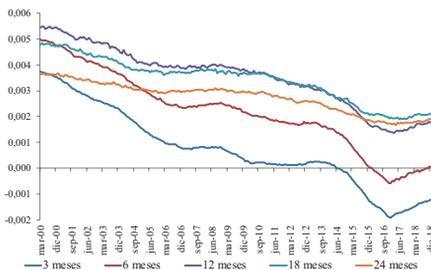
En el Gráfico 7 se pueden apreciar con mayor claridad la evolución en el tiempo de los cambios de las respuestas de las variables internas ante los *shocks* del precio del petróleo. A inicios de los años 2000 un *shock* del precio del petróleo tenía un efecto más rápido, fuerte y persistente sobre el crecimiento económico. Desde entonces, el grado de respuesta bajó, en un principio de manera paulatina, estabilizándose entre 2005 y 2013 y posteriormente, a un ritmo más pronunciado. Los cambios más notables se dieron en los horizontes de 3 y 6 meses que se tornaron negativos.

Este resultado está en línea con el comportamiento de las exportaciones de los hidrocarburos (Gráfico 8). Estas registraron su mayor crecimiento anual en el año 2000 por dos razones: i) un mayor volumen de ventas de gas a Brasil gracias a la puesta en marcha del gasoducto Río Grande – San Pablo y ii) un crecimiento sustancial

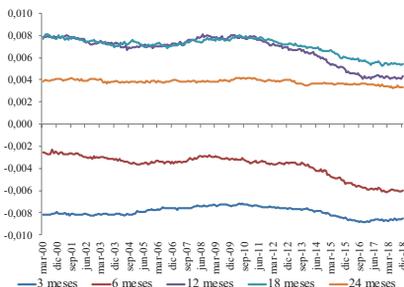
del precio del petróleo<sup>19</sup>. Desde entonces, si bien el sector de hidrocarburos mostró tasas de crecimiento significativas, no fueron de la misma magnitud, ni tampoco el precio del petróleo volvió a crecer a esas tasas<sup>20</sup>. Desde 2014, el valor de las exportaciones de hidrocarburos disminuyó (con variaciones negativas entre 2015 y 2016) por la desaceleración económica de Brasil y Argentina, que ocasionó que demandaran menores volúmenes de gas boliviano, así como por la fuerte caída del precio del petróleo (de alrededor de USD100 hasta USD50 en seis meses). Estos factores explicarían por qué cayó más la respuesta del crecimiento económico a los *shocks* del precio del petróleo en los últimos años<sup>21</sup>.

**Gráfico 7: RESPUESTAS AL SHOCK DEL PRECIO DEL PETRÓLEO EN HORIZONTES SELECCIONADOS EN DIFERENTES PERIODOS**

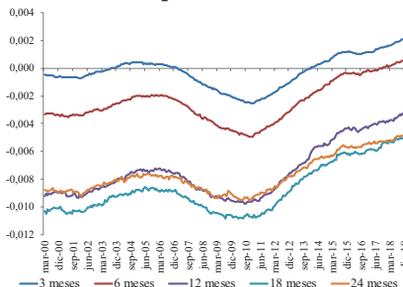
**a) Crecimiento económico**



**b) Inflación**



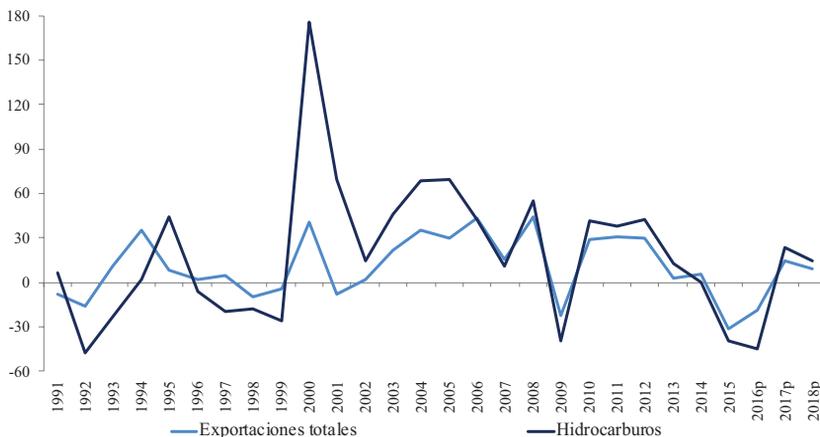
**c) Tipo de cambio**



19 Entre diciembre de 1999 y marzo de 2000 el precio del petróleo registró variaciones interanuales iguales en promedio a 123%, ver Gráfico 1b.

20 Las mayores tasas de crecimiento interanual fueron de 98% a mediados de 2008 y de 90% a inicios de 2010.

21 Más adelante, en la sección 5.3 se encuentra un análisis complementario sobre este punto.

**Gráfico 8: CRECIMIENTO ANUAL DE LAS EXPORTACIONES DE BOLIVIA (En porcentaje)**

Fuente: INE, BCB

Nota: (p) dato preliminar.

La respuesta de la inflación no reflejó cambios relevantes en el tiempo (Gráfico 7). El cambio más llamativo se observa en el horizonte de 12 meses, que refleja un menor grado de respuesta desde 2014, mientras que el grado de respuesta del tipo del cambio también disminuyó con el tiempo. Las mayores apreciaciones se observan entre los horizontes de 12 hasta los 24 meses, especialmente entre 2007 y 2011 (las alzas de precios del petróleo se tradujeron en mejoras de los términos de intercambio y un mayor ingreso de divisas). No obstante, a partir de 2013 se observa un menor grado de respuesta; incluso en los horizontes de 3 y 6 meses se ven depreciaciones, las cuales se explican por los efectos negativos en el crecimiento económico en estos horizontes. En ese sentido, el tipo de cambio no responde en la misma magnitud que antes, debido a la disminución del grado de respuesta del crecimiento económico.

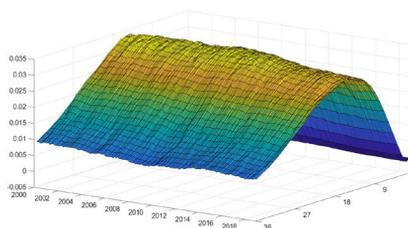
## V.2. *Respuesta a shocks de los precios de los alimentos*

Un incremento inesperado de los precios de los alimentos (Gráfico 9) tiene un efecto positivo sobre el crecimiento económico (mejora

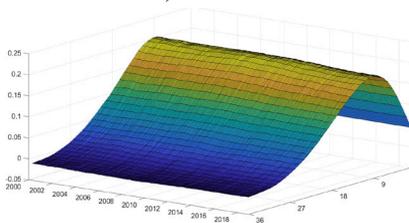
de los precios de exportación de productos alimenticios<sup>22</sup>, el mayor impacto se sentiría a partir de los 9 meses), un alza de la inflación (con efectos inmediatos por una mayor inflación importada y encarecimiento de productos locales) y una apreciación de la moneda nacional (instantáneamente como respuesta de la política monetaria para mitigar los efectos de la mayor inflación importada). Sin embargo, no se observan cambios en el grado de respuesta en el tiempo de las variables a pesar de que los precios de los alimentos mostraron un patrón volátil como en el caso del precio del petróleo y que la importación de productos alimenticios mostró un crecimiento importante en las últimas dos décadas.

**Gráfico 9: FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA CAMBIANTES EN EL TIEMPO ANTE UN *SHOCK* DE 1% DE LOS PRECIOS DE LOS ALIMENTOS**

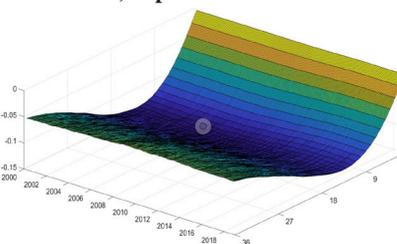
**a) Crecimiento económico**



**b) Inflación**



**c) Tipo de cambio**



### V.3. *Análisis complementario*

A partir de estos resultados, se estimó un segundo modelo con las mismas especificaciones pero incluyendo solamente el precio del petróleo. Posiblemente, parte de los efectos de las fluctuaciones del

<sup>22</sup> Entre las principales exportaciones de Bolivia se encuentra la soya y torta de soya y el índice de la FAO considera los cambios en los precios internacionales de los aceites vegetales.

precio del petróleo se transmiten a través de las variaciones de los precios internacionales de los alimentos; esta sería la razón por la que las respuestas de las variables internas ante los *shocks* de los precios de los alimentos no cambiaron en el tiempo, dado que los cambios en el tiempo ya estarían siendo capturados con los *shocks* del precio del petróleo. Se debe tomar en cuenta que ambas variables reflejaron una evolución similar, denotando un cierto co-movimiento en los últimos años. Precisamente, realizando un análisis de correlaciones cruzadas entre las variaciones interanuales del precio del petróleo y de los alimentos, considerando el periodo 2007-2018, se encuentra que ésta es bastante elevada (0,77). Asimismo, diversos estudios demostraron que el precio del petróleo tiene repercusiones sobre los precios de los alimentos (Piñeiro y Bianchi, 2009; Esmaeili y Shokoohi, 2011; Baumeister y Kilian, 2014; y Zmami y Ben-Salha, 2019).

Las respuestas medias estimadas ante un aumento inesperado del precio internacional del petróleo (Gráfico 10) con el modelo 2 son parecidas a las del modelo 1 en la sección V.1. La respuesta del crecimiento económico es positiva nuevamente, pero de mayor magnitud para los diferentes horizontes (corroborando que el *shock* de los precios de los alimentos reflejaba parte del *shock* del precio del petróleo). Las respuestas más fuertes se observan entre los horizontes de 12 y 18 meses.

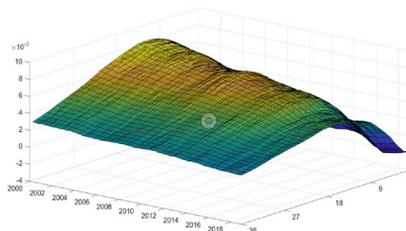
La inflación refleja un repunte casi inmediato, a diferencia del análisis 1, porque los *shocks* del precio del petróleo ahora se transmiten a través de los precios internacionales de los alimentos en el corto plazo, los cuales tienen repercusiones sobre los precios domésticos de los bienes alimenticios. Si bien el grado de respuesta en el análisis 2 es de mayor magnitud, no tiene el mismo grado de persistencia. Por ejemplo, en el análisis 1 el mayor impacto se advertía entre los horizontes de 12 y 18 meses, mientras que con el análisis 2 el mayor impacto se encuentra en el horizonte de 12 meses y desde entonces tiende a bajar. Esto se explicaría por la apreciación de la moneda nacional que mitiga las presiones inflacionarias externas.

La respuesta del tipo de cambio nominal muestra una apreciación de mayor magnitud y en menor tiempo, respecto a los resultados del análisis

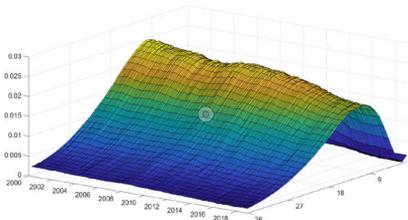
1. Esto se explica por dos razones: i) inicialmente como respuesta de la política monetaria para mitigar las presiones inflacionarias importadas; y después ii) por el ingreso de divisas, gracias a los mayores precios de venta de los hidrocarburos, por lo que las mayores tasas de apreciación se observan entre los horizontes de 12 meses hasta los 18 meses.

**Gráfico 10: FUNCIONES IMPULSO-RESPUESTA CAMBIANTES EN EL TIEMPO ANTE UN *SHOCK* DE 1% DEL PRECIO DEL PETRÓLEO – ANÁLISIS 2**

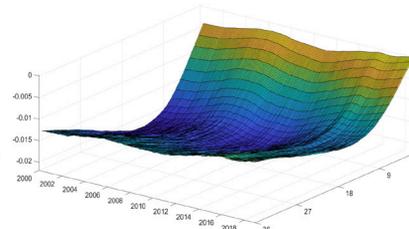
**a) Crecimiento económico**



**b) Inflación**



**c) Tipo de cambio**



En el Gráfico 11 se puede apreciar mejor la evolución en el tiempo de los cambios de las respuestas de las variables internas ante los *shocks* del precio del petróleo en el análisis 2. En el caso del crecimiento económico, su respuesta a distintos horizontes refleja la misma trayectoria descendente que en el análisis 1 (la explicación al respecto se encuentra en la sección V.1), aunque es de mayor magnitud. Cabe mencionar que la respuesta en el horizonte de 6 meses no se torna negativa como en los resultados del análisis 1.

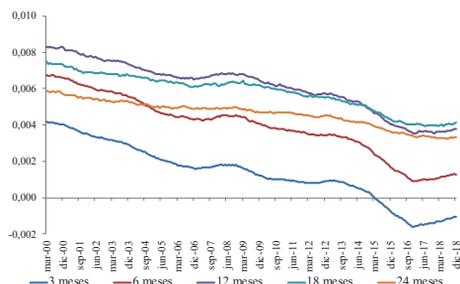
La respuesta de la inflación total muestra una leve disminución en los últimos cuatro años. A inicios de los años 2000, la inflación se veía afectada por el efecto del precio del petróleo sobre la actividad

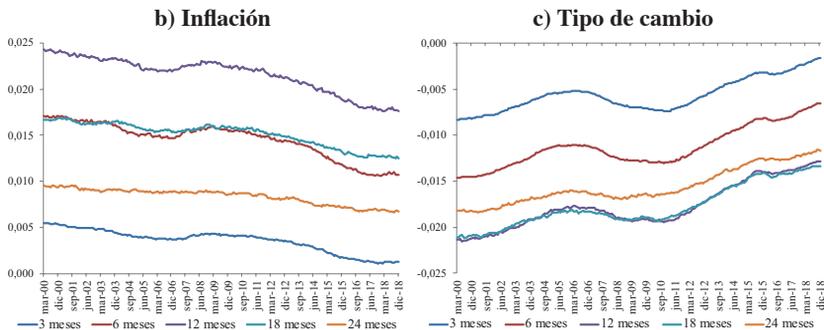
económica (los ingresos del exterior estimulaban un mayor consumo privado y público generando presiones inflacionarias). Entre 2006 y 2014, la inflación se vio afectada principalmente a través de las fluctuaciones de los precios internacionales de los alimentos; en este periodo se registró un crecimiento sostenido de la importación de bienes alimenticios foráneos. Desde 2015, el grado de respuesta baja ligeramente, debido a que la importación de alimentos mostró una moderación en su tasa de crecimiento (aunque aún se mantiene en niveles elevados) y, además, a la caída y bajos niveles de los precios internacionales de los *commodities*.

El tipo de cambio refleja una apreciación de mayor magnitud que en la sección V.1, y en los horizontes de 3 y 6 meses ya no se observan depreciaciones. Igualmente se observa una disminución del grado de respuesta en el tiempo, debido al menor efecto del precio del petróleo sobre el crecimiento económico (menor ingreso de divisas) y la menor necesidad de apreciar la moneda ante la debilidad de la dinámica de los precios internacionales de las materias primas (menores presiones inflacionarias externas).

**Gráfico 11: RESPUESTAS AL SHOCK DEL PRECIO DEL PETRÓLEO EN HORIZONTES SELECCIONADOS EN DIFERENTES PERIODOS – ANÁLISIS 2**

**a) Crecimiento económico**





Se calcularon los coeficientes de traspaso a partir de los resultados del análisis 2 (Cuadro 1). Para tal efecto, se utilizaron los resultados de las funciones impulso-respuesta acumuladas para evaluar el impacto en el tiempo de los precios de los *commodities* en la economía boliviana.

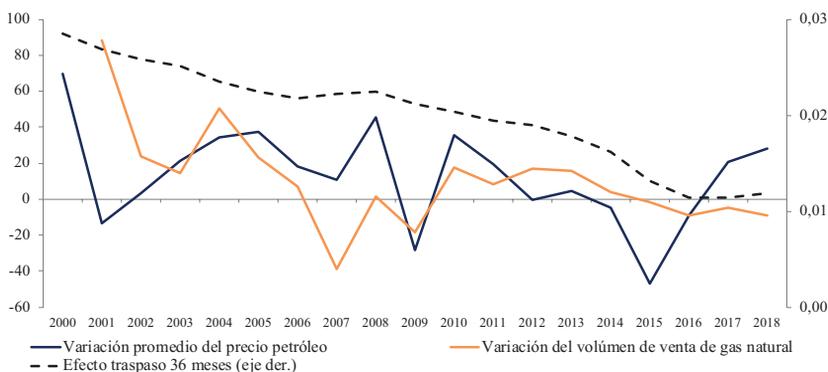
**Cuadro 1: EFECTO TRASPASO DE UN ALZA DEL 1% DEL PRECIO DEL PETRÓLEO EN EL ANÁLISIS 2 (En porcentaje)**

	Crecimiento económico					Inflación					Tipo de cambio				
	12 meses	18 meses	24 meses	36 meses	36 meses	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	36 meses	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	36 meses
2000	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	-0,01	-0,02	-0,04	-0,05	-0,08
2001	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	-0,01	-0,02	-0,04	-0,05	-0,08
2002	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05	-0,08
2003	0,01	0,01	0,02	0,03	0,03	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05	-0,07
2004	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,06	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,07
2005	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,07
2006	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,07
2007	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,05	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05	-0,07
2008	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,05	0,06	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05	-0,07
2009	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,04	0,04	0,05	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05	-0,07
2010	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05	-0,07
2011	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05	-0,07
2012	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,06
2013	0,005	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	-0,01	-0,02	-0,03	-0,04	-0,06
2014	0,004	0,01	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	-0,01	-0,01	-0,03	-0,04	-0,06
2015	0,002	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	0,04	-0,005	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05
2016	0,001	0,004	0,01	0,01	0,01	0,005	0,02	0,03	0,03	0,04	-0,005	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05
2017	0,002	0,004	0,01	0,01	0,01	0,005	0,02	0,03	0,03	0,04	-0,004	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05
2018	0,002	0,005	0,01	0,01	0,01	0,005	0,02	0,03	0,03	0,04	-0,003	-0,01	-0,02	-0,03	-0,05

En el caso del crecimiento económico, los resultados reflejan que un incremento del 1% del precio del petróleo no tendría efectos significativos en los primeros meses, produjo un crecimiento interanual de 0,01% a partir de los 12 meses (entre 2000 y 2012) y de 0,02% a partir de los 24 meses (entre 2000 y 2008) mientras que en un horizonte de 36 meses el efecto bajó de 0,03% (2000-2003) a 0,01% (2015-2018). Esta caída se explica, tanto por un efecto valor como por efecto volumen de exportación. Entre 2000 y 2003 las variaciones anuales del precio del petróleo y del

volumen de la venta de gas natural eran bastante altas, mientras que desde 2015 se dio una caída de los volúmenes de exportación de gas natural acompañados por bajos precios del petróleo (Gráfico 12). Estos resultados son similares a los que se presentan en el trabajo de IMF (2014). Según sus resultados, a partir de un modelo Global VAR (GVAR) en Bolivia, un aumento del 10% de los precios de los *commodities* de exportación provoca un crecimiento anual de casi 0,3% después de tres años. En este caso, un crecimiento de 10% del precio del petróleo produce un crecimiento económico interanual de 0,3% después de 36 meses, pero esto solo se habría dado entre 2000 y 2003.

**Gráfico 12: VARIACIÓN ANUAL DEL PRECIO DEL PETRÓLEO Y DEL VOLUMEN DE VENTAS DEL GAS NATURAL Y EL COEFICIENTE DE TRASPASO PARA EL HORIZONTE DE 36 MESES**  
(En porcentaje)



Fuente: U.S. Energy Information Administration, INE

Un incremento del 1% del precio del petróleo (que se canalizarían en un principio a través de los precios internacionales de los alimentos) genera un alza promedio de la inflación interanual de 0,01% en los primeros 6 meses, de 0,02% en 12 meses y de 0,03% en 18 meses. En los horizontes de 24 y 36 meses, los efectos bajaron de 0,05% a 0,03% y de 0,06% a 0,04%, respectivamente. Estos resultados nos indicarían que los efectos sobre la inflación se habrían mantenido básicamente estables en los primeros 18 meses; después de este horizonte los efectos habrían disminuido acorde con el menor efecto sobre el crecimiento económico.

Para ser más precisos, con la cuantificación del impacto de los precios internacionales de los alimentos sobre la inflación doméstica se calcularon los coeficientes de traspaso utilizando los resultados del análisis 1 (Cuadro 2). Un incremento del 1% de los precios internacionales de los alimentos (índice de la FAO) genera, en promedio, un aumento de la inflación interanual de 0,09% a los 6 meses, de 0,15% a los 12 meses, de 0,2% entre los 18 y 24 meses, y de 0,3% a los 36 meses. En el tiempo reciente, el efecto bajó levemente porque se moderó la tasa de crecimiento anual de la importación de alimentos (en promedio fue de 1,6% entre 2015 y 2018) aunque se mantuvo en niveles elevados (alrededor de USD400 millones). Estos valores finales son similares a los resultados obtenidos por Lora et al. (2011) quienes, con un modelo VAR, encontraron que la inflación total en Bolivia aumenta en 0,12% y 0,17% luego de 6 meses y 18 meses, respectivamente, ante un alza del 1% de los precios mundiales de los alimentos.

**Cuadro 2: EFECTO TRASPASO DE UN ALZA DEL 1% DE LOS PRECIOS INTERNACIONALES DE LOS ALIMENTOS HACIA LA INFLACIÓN – ANÁLISIS 1 (En porcentaje)**

	3 meses	6 meses	12 meses	18 meses	24 meses	36 meses
<b>2000</b>	0,06	0,09	0,15	0,20	0,24	0,29
<b>2001</b>	0,05	0,09	0,15	0,20	0,24	0,29
<b>2002</b>	0,05	0,09	0,15	0,20	0,24	0,29
<b>2003</b>	0,05	0,09	0,15	0,20	0,24	0,29
<b>2004</b>	0,05	0,09	0,15	0,20	0,24	0,29
<b>2005</b>	0,05	0,09	0,15	0,20	0,24	0,29
<b>2006</b>	0,05	0,09	0,15	0,20	0,24	0,29
<b>2007</b>	0,05	0,09	0,15	0,20	0,24	0,29
<b>2008</b>	0,05	0,09	0,15	0,20	0,24	0,29
<b>2009</b>	0,05	0,09	0,14	0,20	0,24	0,29
<b>2010</b>	0,05	0,09	0,14	0,20	0,24	0,29
<b>2011</b>	0,05	0,09	0,14	0,19	0,23	0,28
<b>2012</b>	0,05	0,09	0,14	0,19	0,23	0,28
<b>2013</b>	0,05	0,09	0,14	0,19	0,23	0,28
<b>2014</b>	0,05	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27
<b>2015</b>	0,05	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27
<b>2016</b>	0,05	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27
<b>2017</b>	0,05	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27
<b>2018</b>	0,05	0,09	0,14	0,19	0,23	0,27

Finalmente, el tipo de cambio responde a un *shock* del precio del petróleo, levemente a partir de los 6 meses, y el grado de respuesta aumenta con el tiempo. Un alza del 1% del precio del petróleo produce una apreciación interanual de -0,01% a los 6 meses (entre 2000 y 2014), de -0,02% a los 12 meses (entre 2000 y 2013), el efecto baja de -0,04% a -0,02% a los 18 meses, de -0,05% a -0,03% a los 24 meses y de -0,08% a -0,05% a los 36 meses. La respuesta del tipo de cambio disminuyó debido al menor efecto del precio del petróleo sobre el crecimiento económico y porque en los últimos cuatro años no se advirtieron presiones inflacionarias externas debido al débil dinamismo de las cotizaciones de los *commodities*.

## VI. Conclusiones

El objetivo del presente documento fue analizar si existieron cambios en la relación entre los precios internacionales de los *commodities* y las principales variables macroeconómicas de Bolivia, dado que la economía nacional atravesó por cambios estructurales importantes en las últimas dos décadas. Por un lado, el sector de los hidrocarburos adquirió un papel importante gracias a los elevados volúmenes de exportación de gas natural (cuyo precio de venta se ve influenciado por los movimientos del precio del petróleo). Por otra parte, se dio un aumento significativo de las importaciones de alimentos. Utilizando un modelo bayesiano TVP-SVAR con volatilidad estocástica, se encontró que las fluctuaciones de los precios de las materias primas sí tienen efectos sobre la actividad económica boliviana, pero estos habrían disminuido con el tiempo.

En el caso del crecimiento económico, utilizando los resultados del análisis 2, se encontró que el efecto traspaso disminuyó en línea con el comportamiento de las exportaciones de hidrocarburos. Estas registraron sus tasas más altas de crecimiento anual entre 2000 y 2003, influenciadas tanto por un efecto valor (un alza sustancial del precio del petróleo) como por volumen (mayores niveles de venta de gas natural a Brasil). Desde 2015, se observó una disminución más pronunciada del efecto traspaso, acorde con la caída de los volúmenes de exportación de gas natural (menor demanda de Brasil y

Argentina por la desaceleración de sus economías) acompañados por bajos precios del petróleo (afectadas por un menor crecimiento de la economía mundial, además de otros factores).

Por otra parte, un incremento del precio del petróleo conduce a un alza de la inflación total interanual después de seis meses. Los efectos sobre la inflación se mantuvieron básicamente estables, aunque se observa una leve disminución en los últimos años por el menor efecto sobre el crecimiento económico (menores recursos provenientes del exterior, menor aumento del consumo, menores presiones inflacionarias).

Para complementar los resultados, se calculó el efecto traspaso de los precios internacionales de los alimentos hacia la inflación doméstica a partir de los resultados del modelo 1. Un alza de los precios internacionales de los alimentos tiene un impacto significativo, aunque desde 2015, el grado de respuesta de la inflación bajó levemente debido a que la moderación en la tasa de crecimiento de la importación de alimentos (si bien se mantiene en niveles elevados) y, además, a la caída y bajos niveles de los precios internacionales de los *commodities*.

En el caso del tipo de cambio nominal, un alza del precio del petróleo produce una apreciación interanual. Inicialmente, la moneda nacional se aprecia como respuesta a la política monetaria para mitigar las presiones inflacionarias importadas y, posteriormente, por el ingreso de divisas gracias a la mejora de los precios de venta de hidrocarburos. Igualmente, se observa una disminución del grado de respuesta con el tiempo, debido al menor efecto del precio del petróleo sobre el crecimiento económico (menor ingreso de divisas) y la debilidad de la dinámica de los precios internacionales de las materias primas, por lo que no se traducen en presiones inflacionarias externas.

En síntesis, un alza de los precios internacionales de las materias primas no favorecería al crecimiento económico como a inicios del siglo XXI, sin embargo, sí tendría un efecto significativo sobre la inflación interna. Se recomienda continuar evaluando cómo cambiaron los efectos del contexto externo, pero considerando otros sectores para conocer mejor por cuáles canales la economía nacional puede ser más afectada actualmente.

## Referencias bibliográficas

AGUIRRE, H. y F. GRILLO (2017). "Shocks externos y desempeño económico del Mercosur: Una aproximación empírica" Banco Central de la República de Argentina, Ideas de Peso, mayo, disponible en <https://ideasdepeso.com/2017/05/04/shocks-externos-y-desempeno-economico-del-mercosur-una-aproximacion-empirica/>

AHSAN, H., Z. IFTIKHAR, M. A. KEMAL (2012). "The Determinants of Food Prices in Pakistan" *The Lahore Journal of Economics*, 17 (1), pp. 101-128

AL-SHAWARBY, S. and H. SELIM, (2012). "Are International Food Price Spikes the Source of Egypt's High Inflation?" The Economic Research Forum, Working Paper 714, October

ANDERSEN, L. E. and R. FARIS (2001). "Reducing Volatility due to Natural Gas Exports: Is the Answer a Stabilization Fund?" Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio económicas, Documento de trabajo No. 11/01, noviembre

ANDERSEN, L. E. and M. MEZA (2001). "The Natural Gas Sector in Bolivia: An Overview" Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio Económicas, Documento de trabajo No. 01/2001, enero

AYDIN, L. and M. ACAR, (2011). "Economic impact of oil price shocks on the Turkish economy in the coming decades: A dynamic CGE analysis" *Energy Policy*, 39 (3), pp. 1722 - 1731

BANCO CENTRAL DE BOLIVIA (BCB) (2008). "Informe de Política Monetaria Julio 2008"

BANCO CENTRAL DE BOLIVIA (BCB) (2018). *Soberanía Monetaria, Estabilidad Macroeconómica y Desarrollo Económico y Social. Volumen II: El aporte de las políticas monetaria y cambiaria en el periodo 2006-2017* Asesoría de Política Económica, La Paz, Bolivia. Disponible en [https://www.bcb.gob.bo/?q=libreria\\_electronica\\_del\\_BCB](https://www.bcb.gob.bo/?q=libreria_electronica_del_BCB)

BAUMEISTER, C. and L. KILIAN (2014). "Do oil price increases cause higher food prices?" *Economic Policy*, 29 (80), pp. 691 – 747

BERUMENT, M. H., N. CEYLAN, N. DOGAN (2010). "The Impact of Oil Price Shocks on the Economic Growth of Selected MENA Countries" *The Energy Journal*, 31 (1), pp. 149 - 176

CÁMARA BOLIVIANA DE HIDROCARBUROS Y ENERGÍA (CBHE) (2015). "La historia jamás contada: La relación energética entre Bolivia y Brasil" Nota Energética N° 16, julio

CÉSPEDES, L. F., I. GOLDFAJN, P. LOWE, R. O. VALDÉS (2005). "Policy Responses to External Shocks: The Experiences of Australia, Brazil and Chile" Banco Central de Chile, Documento de Trabajo N° 321, mayo

DEL NEGRO, M. and G. E. PRIMICERI (2015). "Time Varying Structural Vector Autoregressions and Monetary Policy: A Corrigendum" *The Review of Economic Studies*, 82 (4), pp. 1342 -1345

DOĞRUL, H. G. and U. SOYTAS (2010). "Relationship between oil prices, interest rate, and unemployment: Evidence from an emerging market" *Energy Economics*, 32 (6), pp. 1523 - 1528

ESMAEILI, A. and Z. SHOKOOHI (2011). "Assessing the effect of oil price on world food prices: Application of principal component analysis" *Energy Policy*, 39 (2), pp. 1022 - 1025

ESPINOSA, O. A. y P. A. VACA (2012). "Impacto de los precios internacionales del petróleo WTI y los alimentos en la inflación y en el crecimiento sectorial y macroeconómico en Colombia" Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Económicas, Econógrafos N° 26, septiembre

ESSAADI, E. (2016). "Oil prices and macroeconomics variables relationship: TVP-VAR model approach" first draft, Doha Institute for Graduate Studies, February

FARZANEGAN, M. R. (2011). "Oil revenue shocks and government spending behavior in Iran" *Energy Economics*, 33 (6), pp. 1055 - 1069

FERRUCCI, G., R. JIMÉNEZ-RODRÍGUEZ, L. ONORANTE (2010). "Food price pass-through in the Euro Area: The role of asymmetries and non-linearities" European Central Bank, Working Paper Series No. 1168, April

HUSEYNOV, S. and V. AHMADOV (2013). "Oil Windfalls, Fiscal Policy and Money Market Disequilibrium", William Davidson Institute, Working Paper No. 1051, June

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) , "After the Boom—Commodity Prices and Economic Growth in Latin America and the Caribbean" in INTERNATIONAL MONETARY FUND (2014) *Regional Economic Outlook. Western Hemisphere. Risk Challenges*, April, Washington, D.C., pp. 49 - 56

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF), "Target What You Can Hit: Commodity Price Swings and Monetary Policy", in INTERNATIONAL MONETARY FUND (2011) *World Economic Outlook. Slowing Growth, Rising Risks*, September, Washington DC, pp. 101 - 133

INTERNATIONAL MONETARY FUND (IMF) (2008). "Food and Fuel Prices-Recent Developments, Macroeconomic Impact, and Policy Responses: An Update", Policy Papers, September

IVANIC, M. and W. MARTIN, (2008). "Implications of Higher Global Food Prices for Poverty in Low-Income Countries" The World Bank, Policy Research Working Paper 4594, April

JEMIO, L. C. and M. WIEBELT (2002). "Macroeconomic Impacts of External Shocks and Anti-Shock Policies in Bolivia: A CGE Analysis" Kiel Institute of World Economics, Kiel Working Paper No. 1100, March

KANG, W., R. A. RATTI, J. L. VESPIGNANI (2017). "Global Commodity Prices and Global Stock Volatility Shocks: Effects across countries" University of Tasmania, Tasmanian School of Business and Economics, Discussion Paper Series N 2017-05

KIGUEL, M. A. and N. LIVIATAN (1988). "Inflationary Rigidities and Orthodox Stabilization Policies: Lessons from Latin America" *The World Bank Economic Review*, 2 (3), pp. 273 - 298

KILIAN, L. (2005). "The Effects of Exogenous Oil Supply Shocks on Output and Inflation: Evidence from the G7 Countries" Centre for Economic Policy Research, Discussion Paper No. 5404, December

LANGEBAEK, A. y E. GONZÁLEZ (2007). "Inflación y precios relativos en Colombia" Banco de la República – Colombia, Borradores de Economía. N° 459, octubre

LEE, H.-H. and C.-Y. PARK (2013). "International Transmission of Food Prices and Volatilities: A Panel Analysis" Asian Development Bank, Economics, Working Paper Series No. 373, September

LESCAROUX, F. and V. MIGNON (2008). "On the influence of oil prices on economic activity and other macroeconomic and financial variables" *OPEC Energy Review*, 32 (4), pp. 343 - 380

LORA, E., A. POWELL, P. TAVELLA (2011). "¿Qué efecto inflacionario tendrá el *shock* de precios de los alimentos en América Latina?" Banco Interamericano de Desarrollo, Resumen de Políticas IDB-PB-210, abril

LOZA, G. (2002). "El *shock* de precios de los productos básicos en Bolivia" *Revista de la CEPAL*, 76, pp. 179 - 197

MEDINACELI, M. (2012). "Políticas de subsidio a los combustibles en América Latina: El precio del GLP" Organización Latinoamericana de Energía, septiembre

MEHRARA, M. and K. N. OSKOUI (2007). "The sources of macroeconomic fluctuations in oil exporting countries: A comparative study" *Economic Modelling*, 24 (3), pp. 365 - 379

MORALES, J. A., (1992). "Bolivia's Tin and Natural Gas Crises of 1985-1989" Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio-Económicas, Documento de trabajo No. 04/92, febrero

MORALES, J. A., J. ESPEJO, E. SHERIFF (1991). "Fluctuaciones de los ingresos de exportación y estabilidad macroeconómica" Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio-Económicas y CEMYD, mimeo, marzo

MORALES, J. A., J. ESPEJO, G. CHÁVEZ (1992). "Shocks externos transitorios y políticas de estabilización para Bolivia" Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio-Económicas, Documento de trabajo No. 03/92, enero

MURILLO, A. y J. PANTOJA (2015). "Precios de los *commodities*, política monetaria y crecimiento económico en Bolivia: Un enfoque estructural" Banco Central de Bolivia, Documento de trabajo N.º 07/2015, diciembre

NINA, O. y A. BROOKS (2001). "Vulnerabilidad macroeconómica ante *shocks* externos: El caso boliviano" Universidad Católica Boliviana, Instituto de Investigaciones Socio-Económicas, Documentos de trabajo No. 10/01, noviembre

PALADINES, J. R. and A.R. PALADINES (2017). "Consequences of Oil and Food Price Shocks on the Ecuadorian Economy" *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7 (3), pp. 146 - 151

PIÑEIRO, M. y E. BIANCHI (2009). "Precios de los alimentos, comercio internacional y pobreza" Latin American Trade Network, Working paper # 105, April

PRIMICERI, G. (2005): "Time Varying Structural Vector Autoregressions and Monetary Policy" *The Review of Economic Studies*, 72 (3), pp. 821 – 852

RODRÍGUEZ, H. (2011). "Estudio del fenómeno de inflación importada vía precios del petróleo y su aplicación al caso colombiano mediante el uso de modelos VAR para el periodo 2000-2009" *Estudios Gerenciales*, 27 (121), pp. 79 - 97

RODRÍGUEZ, G., O. ZEGADA, G. LOZA (2015). *Historia monetaria de Bolivia. Tomo II: Del periodo liberal 1875 al nuevo modelo económico 2013*, Banco Central de Bolivia, La Paz, Bolivia

SOTO, F. y S. FAIGUENBAUM (2008). "Aumento en los precios de los alimentos en América Latina y el Caribe", *Perspectiva*, 18, pp. 52 - 58

TANG, W., L. WU, Z. ZHANG (2010). "Oil price shocks and their short- and long-term effects on the Chinese economy" *Energy Economics*, 32 (1), pp. 3 - 14

TRAJTENBERG, L., S. VALDECANTOS, D. VEGA, "Los determinantes de la inflación en América Latina: Un estudio empírico del período 1990-2013" en BÁRCENA, A., A. PRADO, M. ABELES (Eds.) (2015) *Estructura productiva y política macroeconómica: Enfoques heterodoxos desde América Latina*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Santiago de Chile, pp. 163 - 190

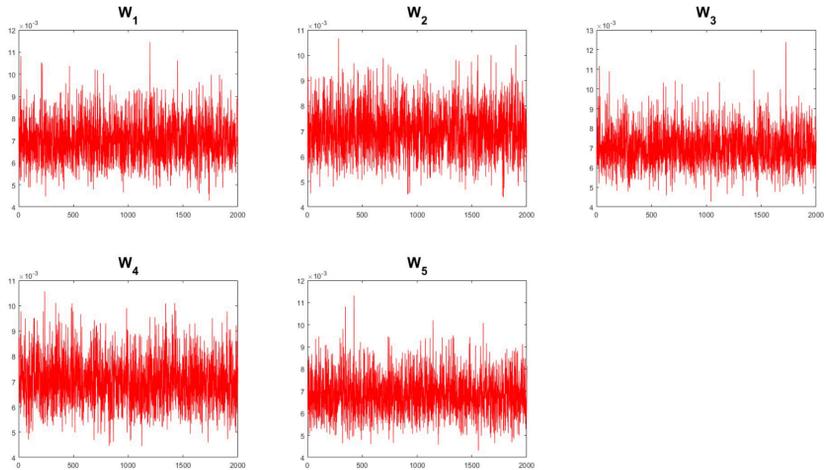
VOLKOV, N. I. and K. YUHN (2016). "Oil price shocks and exchange rate movements" *Global Finance Journal*, 31, pp. 18 - 30

VON BRAUN, J. (2008). "El aumento mundial en el precio de los alimentos: ¿Cómo enfrentar el problema?" International Centre for Trade and Sustainable Development, *Puentes*, IX (3), pp. 11 - 12

ZMAMI, M. and O. BEN-SALHA (2019). "Does Oil Price Drive World Food Prices? Evidence from Linear and Nonlinear ARDL Modeling" *Economies*, 7 (1), pp. 1 - 18

# APÉNDICE

## A. Diagnóstico de convergencia de los hiperparámetros Modelo 1



## B. Diagnóstico de convergencia de los hiperparámetros Modelo 2

