



DOCUMENTO DE TRABAJO  
N.º 003 | 2017

Enfoque de Balance Externo (EBA) para  
aproximar un tipo de cambio real

*Juan Diego Chavarría Mejía*

Fotografía de portada: "Presentes", conjunto escultórico en bronce, año 1983, del artista costarricense Fernando Calvo Sánchez. Colección del Banco Central de Costa Rica.

# Enfoque de Balance Externo (EBA) para aproximar un tipo de cambio real

Juan Diego Chavarría Mejía<sup>a</sup>

## Resumen

Este documento presenta una estimación del tipo de cambio real (TCR) siguiendo la metodología Enfoque de Balance Externo (EBA, por sus siglas en inglés), empleada por el Fondo Monetario Internacional (FMI) para el cálculo de ese indicador y de la cuenta corriente de manera coherente. El principal valor agregado es la selección de una muestra más amplia de países respecto a la propuesta del FMI, además de incrementar la representatividad dentro de la muestra de países con un nivel de ingreso similar al de la economía costarricense. Adicionalmente, se realizan varias especificaciones para probar la validez de los resultados, y un análisis de la estimación para el TCRE de Costa Rica comparando los resultados encontrados con los de otras investigaciones sobre este tema.

**Palabras clave:** Modelos de datos de panel, coordinación y transmisión de políticas internacionales, mercados financieros internacionales, ahorro e inversión de capital.

**Clasificación JEL.:** C33, F31, F41, F42, G15, O16, O24.

## Abstract

This paper presents an estimation of the real exchange rate following the methodology of the External Balance Approach (EBA), used also by the International Monetary Fund (IMF) to calculate the real exchange rate equilibrium and current account consistently. The main contribution of this document is the selection of a wider sample of countries than the one from the original investigation. It also includes countries with a similar income level of the Costa Rican economy. Additionally, various specifications are made to test the validity of the results and an analysis of their projections for the Costa Rica real exchange rate equilibrium, comparing the results with other research on this topic.

**Key words:** Panel data Models, Open Economy Macroeconomics, International Policy Coordination and Transmission, International Financial Markets, Saving and Capital Investment.

**JEL classification:** C33, F31, F41, F42, G15, O16, O24.

<sup>a</sup>Departamento de Investigación Económica. chavarriamj@bccr.fi.cr

## Contenido

<b>1. Introducción</b> .....	1
<b>2. Antecedentes</b> .....	2
<b>3. Marco Teórico</b> .....	5
<b>4. Datos y metodología</b> .....	7
<b>5. Resultados</b> .....	9
<b>6. Conclusiones</b> .....	12
<b>7. Referencias bibliográficas</b> .....	13
<b>8. Anexos</b> .....	15
<b>8.1 Construcción de las variables</b> .....	15
<b>8.2 Países</b> .....	17
<b>8.3 Prueba de Hausman</b> .....	19
<b>8.4 Prueba de sobre identificación de las restricciones</b> .....	20
<b>8.5 Pruebas de identificación débil</b> .....	20
<b>8.6 Comparación respecto a la estimación original EBA-FMI</b> .....	21
<b>8.7 Comparación con una muestra reducida</b> .....	22
<b>8.8 Otras variables</b> .....	23

# **Enfoque de Balance Externo (EBA) para aproximar un tipo de cambio real**

## **1. Introducción**

La presente investigación realiza la estimación del tipo de cambio real (TCR) siguiendo la metodología Enfoque de Balance Externo (EBA, por sus siglas en inglés) desarrollada y utilizada por el Fondo Monetario Internacional (FMI) para el cálculo del TCR y de la cuenta corriente de una manera coherente desde un ámbito multilateral. Este estudio utiliza un modelo de datos de panel que incluye un grupo de países mayor a los que incluyen los estudios del FMI así como diferentes especificaciones funcionales para calcular un TCRE coherente con la metodología propuesta por esta entidad, pero que utiliza otras variables y más países con características similares a las condiciones de la economía costarricense.

La metodología que sirve de base a esta investigación es extensamente aplicada por el FMI para determinar si sus países miembros presentan evidencia de desalineamiento de sus cuentas externas, medidas con la cuenta corriente o tipo de cambio real. Una de sus principales ventajas es la incorporación de un mayor número de variables explicativas que pueden ser consideradas coherentes con una cuenta corriente sostenible; lo anterior permite obtener no sólo una medida del TCRE sino además una fuente de información para explicar sus posibles desalineamientos.

Por otro lado, la metodología utilizada en este estudio presenta algunos aspectos distintivos respecto a estimaciones anteriores de esta naturaleza propuestas por el FMI. En primer lugar, realiza un trato diferenciado de las variables positivas y normativas, aspecto fundamental para analizar las estimaciones. Esto permite que el análisis de aspectos positivos relacionados con el corto plazo no afecten las estimaciones de más largo plazo. Por otro lado, al incluir un mayor número de variables explicativas, es posible capturar una gama más amplia de efectos, admitiendo tanto variables que afectan directamente el TCRE como las que afectan indirectamente por su efecto sobre la cuenta corriente. Finalmente, al utilizar una mayor cantidad de países en su especificación, los resultados pueden ser utilizados para realizar mejores comparaciones entre grupos de países, ofreciendo la posibilidad de incluir algunos que inicialmente no fueron considerados por la estimación original propuesta por el FMI.

De esta forma la metodología EBA permite tener un nuevo estimador del TCRE, el cual se agregaría al grupo actual de estimadores utilizados por el Banco Central de Costa Rica para aproximar una zona de coherencia del TCR, que incluyen estimaciones tipo modelo de comportamiento del tipo de cambio real (BEER, por sus siglas en inglés), modelo de equilibrio deseado de tipo de cambio real (DEER, por sus siglas en inglés), modelo de variables determinantes fundamentales de tipo de cambio real (FEER, por sus siglas en inglés), así como los métodos basados en la extracción de componentes tendenciales de una serie de tiempo, como son el filtro de Hodrick Prescott, Carter y Kahn, Kalman o modelos basados en la paridad descubierta de tasas de interés.

Por tanto, no solo es posible contar con una nueva estimación estructural del TCRE comparable con las estimaciones realizadas por el FMI, sino que además permite examinar un número importante de variables explicativas concernientes a efectos cíclicos, factores

políticos y condiciones del mercado de capitales mundial, que no han sido analizadas en estimaciones previas del TCRE para el caso costarricense.

El resto del documento se estructura de la siguiente manera: la segunda sección realiza una revisión de la literatura relevante; en la tercera sección se presenta el marco teórico en el cual se basan las estimaciones; en la cuarta sección se describe la muestra de datos y la metodología utilizada. En las últimas dos secciones, se presentan los principales resultados y conclusiones.

## 2. Antecedentes

En lo que respecta a la literatura sobre el TCRE, el Banco Central de Costa Rica ha trabajado con diversas metodologías, utilizando mayoritariamente propuestas estructurales para la modelación del TCR como lo son modelos tipo BEER o FEER, así como también modelos basados en extracción de componentes tendenciales como el filtro de Holdrick Prescott, Carter y Kahn y el filtro de Kalman.

Dentro de los modelos de carácter estructural destaca la investigación de León, Méndez, y Prado (2003) donde además de detallar los principales cambios estructurales de la economía costarricense hasta esa fecha, utilizan datos trimestrales desde 1991 a 2003 para calcular el TCRE mediante la metodología tradicional de la Paridad del Poder de Compra (PPC), no encontrando evidencia que ésta se cumpla durante el periodo de estudio, además de estimar el TCR mediante los modelos BEER y FEER.

En la misma línea Mora y Torres (2007) utilizan un modelo tipo BEER para realizar estimaciones de corto y mediano plazo<sup>1</sup> para la economía costarricense con datos trimestrales del periodo 1991-2006, y encuentran evidencia estadística de que la evolución del tipo de cambio real puede ser explicada por el comportamiento de la absorción fiscal, los términos de intercambio, la productividad media del trabajo en el sector transable y no transable y la posición de activos externos netos.

Igualmente Torres (2007) utiliza una metodología BEER para estimar tanto el TCRE como un tipo de cambio real de tendencia (TCRT), esto con el fin de construir límites de confianza en torno al TCRT y poder calcular los desalineamientos del tipo de cambio real multilateral respecto a este. Encuentra nuevamente que el TCRE responde significativamente al comportamiento de la absorción fiscal y productividad, y en menor medida a los flujos de capital de largo plazo provenientes del exterior.

Asimismo en Mora y Torres (2008) además de calcular un modelo BEER, para realizar estimaciones de corto y mediano plazo, comprueban la utilidad de un modelo DEER para la estimación de un TCRE congruente con una cuenta corriente ajustada en su valor deseado<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup> Se realizan dos tipos de estrategias de estimación, el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios Dinámicos (DOLS, por sus siglas en inglés) y el de Cointegración Multivariada (VECM, por sus siglas en inglés), donde ambos cumplen con las propiedades buscadas desde un punto de vista econométrico.

<sup>2</sup> Se entiende como un nivel *deseado* como el nivel obtenido dados criterios normativos de equilibrio interno y externo. Entendiendo el equilibrio interno como aquel donde el producto está en su nivel potencial y equilibrio externo donde la cuenta corriente esté acorde con flujos de capital sostenibles en el largo plazo.

Además de estos estudios, a nivel regional se han presentado trabajos como el de la Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano (2003), en donde se estima el TCR bajo un enfoque de tipo BEER o el de Paiva (2001), en el cual se desarrollan dos estimaciones, una utilizando el mismo método y otra con datos anuales basada en un enfoque similar al FEER, aunque utilizando parámetros obtenidos de estudios de panel para países en desarrollo y no propios de Costa Rica.

Al analizar la literatura desarrollada por el FMI para aproximar un TCRE para sus países miembros, se pueden encontrar una serie de investigaciones dentro de las cuales destacan los documentos de Bayoumi, Faruqee y Lee (2005) o el de Ricci, Milesi-Ferretti y Lee (2008). Los primeros elaboran un panel de datos de 12 países industrializados, mientras que los segundos desarrollan un panel de datos entre el tipo de cambio real y un conjunto de fundamentos para una muestra de 48 países industriales y economías emergentes.

Por otro lado, en la literatura sobre el balance externo EBA, se destaca el documento propuesto por Lee, Milesi-Ferretti y Ricci (2008), en donde se describe la metodología conocida como *Exchange Rate Assessments: Consultative Group on Exchange Rate Issues* (CGER, por sus siglas en inglés), desarrollada por el FMI y considerada como predecesora al enfoque de balance externo EBA. En esta se desarrolla una medida del tipo de cambio real para un número de países desarrollados y de economías emergentes, la cual fue implementada desde mediados de los años 90 por el FMI, permitiendo con esto cumplir con una de sus principales responsabilidades, la cual es promover la estabilidad del sistema monetario internacional y la vigilancia del ejercicio de la política cambiaria mediante el seguimiento de los aspectos generales de las posiciones del sector externo de sus miembros. Para ello se basaba en tres enfoques: balance macroeconómico, estimación del tipo de cambio real de equilibrio en una forma reducida y análisis de sostenibilidad externa<sup>3</sup>.

Dada la necesidad de tomar en cuenta un número mayor de variables explicativas y países en el análisis, en el año 2012 se implementó por primera vez la metodología enfoque de balance externo EBA-FMI como parte del *External Sector Report* (ESR, por sus siglas en inglés)<sup>4</sup>. En este se analizan las 28 economías definidas como sistémicas a nivel mundial, considerando sus principales variables internas y externas; así como los desbalances externos que estas economías pueden presentar.

Así, para determinar los desbalances externos de estas economías se utilizan tanto las estimaciones multilaterales provenientes de la especificación EBA-FMI que se detallan en secciones posteriores, como criterios técnicos propios de cada una de las economías, como se expresa en el documento FMI (2012):

*“En este trabajo se combinan los puntos de vista de análisis por parte del personal del Fondo que trabajó en las economías individuales con los resultados del análisis multilateral incluido en los modelos propuestos. Encontrando que divergencias en cuenta corriente (la diferencia entre los países con superávit y déficit) son de utilidad para la evaluación de las políticas económicas y financieras generales de los miembros, ya que reflejan el efecto combinado de las políticas externas, las políticas*

---

<sup>3</sup> Para más detalle de las estimaciones ver Lee, Milesi-Ferretti, & Ricci (2008).

<sup>4</sup> Para más detalle ver FMI (2012).

*dirigidas principalmente a la economía nacional y los fundamentales.”(p.5, traducción propia).*

Determinar de manera precisa y oportuna posibles desequilibrios en las cuentas externas de los diferentes países brinda importantes señales del estado de la economía en su conjunto. Por ejemplo, grandes desequilibrios negativos a menudo implican endeudamiento externo insostenible, mientras que grandes desequilibrios positivos pueden reflejar una excesiva dependencia del crecimiento basado en exportaciones o cuentas de capital cerradas, lo cual puede interferir con el flujo eficiente del capital internacional.

Sin embargo, este esfuerzo por ampliar la variedad y cantidad de determinantes no soluciona la carencia que puede tener un modelo para capturar de manera precisa los desequilibrios del sector externo de las economías de ingresos medios y bajos, principalmente al tener una participación baja dentro de la muestra utilizada en la estimación del EBA-FMI.

Dada la necesidad de brindar una estimación para los países excluidos en el análisis original, el FMI publicó en el 2016, una extensión de la metodología EBA, denominada EBA-Lite<sup>5</sup>, caracterizada por la inclusión de 150 economías de distintos niveles de ingreso. De esta manera, reconocen la necesidad de incluir más países y por tanto ahora se cuenta con una alternativa de evaluación más apropiada para las economías de ingresos bajos y medios que utilizaban inapropiadamente la metodología EBA-FMI (centrada en economías de ingreso alto), o que seguían utilizando metodologías anteriores, como el CGER y modificaciones de esta.

Sin embargo, el porcentaje de economías de ingreso medio en las dos metodologías es relativamente bajo: 33% en EBA-FMI y 39% en EBA-Lite. Además, la participación de economías latinoamericanas es muy reducida en ambas muestras en comparación con la cantidad de países de ingresos alto en el estudio EBA-FMI como la cantidad de economías de ingreso bajo en el estudio EBA-Lite.

Al analizar las especificaciones finales, se observa tanto la exclusión de variables como el gasto en salud pública como porcentaje del PIB, indicadores de volatilidad del mercado accionario de Estados Unidos, la inclusión de las ayudas provenientes del extranjero o las remesas en el EBA-Lite, todo esto producto de la diferencia en los países considerados en ambos casos.

Por lo tanto, podría argumentarse que contar con mayor participación en la muestra de países de ingreso medio, con características similares a las de la economía costarricense, puede contribuir a capturar de una manera más apropiada los factores que determinan el tipo de cambio real en Costa Rica, comparado con simplemente utilizar los resultados de modelos que reflejan las condiciones de economías desarrolladas.

---

<sup>5</sup> Para más detalle ver FMI (2016).

### 3. Marco Teórico

En lo que respecta al modelo teórico utilizado para el planteamiento de las estimaciones, este se basa en las relaciones básicas de la cuenta corriente y la diferencia entre ahorro e inversión.

$$S(NFA, Y, r, X_s) - I(Y, r, X_I) = CA(Y, TCER, Y^{WO}, X_{CA}) \quad 1$$

Además, en la definición de la balanza de pagos:

$$CA(Y, TCER, Y^{WO}, X_{CA}) + FA(r - r^{WO}, TCER, X_{FA}) = \Delta R \quad 2$$

Donde Y es la brecha del producto, TCER es el índice de tipo de cambio efectivo real, NFA son los activos externos netos, r es la tasa de interés y las variables con el súper índice WO representan a las variables del resto del mundo. Las variables  $X_s, X_I, X_{CA}$  y  $X_{FA}$  capturan variables que pueden influir en el ahorro (ingreso, ingreso esperado, etc.), inversión (ingreso, políticas financieras, etc.), cuenta corriente (términos de intercambio, etc.) y cuenta financiera (indicadores de riesgo global, controles de capital, etc.) de manera individual, respectivamente y de las cuales se hablará más adelante con más detalle.

Utilizando estas ecuaciones, se puede obtener una forma reducida para las variables explicativas de la cuenta corriente y el tipo de cambio real, en donde ambas variables son además endógenas y explicadas por un conjunto de variables similares<sup>6</sup>. Así, en el caso específico de la ecuación de tipo de cambio real se utilizará una estructura de datos de panel para la estimación de los parámetros de interés, la cual presenta la siguiente estructura:

$$\begin{aligned} TCRE_{it} = & \beta_{0i} + \beta_1 \frac{\text{Cambio reservas}_{it}}{PIB_{it}} * \text{Control de capitales}_{it} + \beta_2 \frac{\text{Gasto salud}_{it}}{PIB_{it}} \\ & + \beta_3 \text{Diferencia tasas de interés reales}_{it} + \beta_4 \frac{\text{Crédito privado}_{it}}{PIB_{it}} \\ & + \beta_5 \text{Productividad}_{it} + \beta_6 \text{Términos de intercambio}_{it} \\ & + \beta_7 \text{Porcentaje de la divisa local}_{it} + \beta_8 \text{Grado de apertura}_{it} \\ & + \beta_9 \text{Expectativas de crecimiento}_{it} + \beta_{10} \text{Activos externos netos}_{it} \\ & + \beta_{11} \text{Control de capitales}_{it} + \varepsilon_{it} \end{aligned} \quad 3$$

Donde el subíndice  $i$  denota países,  $t$  los períodos transcurridos en términos de años,  $\beta_{0i}$  captura los factores específicos de cada país y  $\varepsilon_{it}$  es la perturbación aleatoria que se supone no correlacionada entre países ni con el tiempo.

<sup>6</sup> No necesariamente todas las variables tiene el mismo efecto en ambas ecuaciones dado que en algunos casos el efecto puede ser claro en un sentido pero no en otro, así como presentar una magnitud diferente según sea el caso.

Además, la mayoría<sup>7</sup> de variables en la ecuación (3) son medidas en términos relativos respecto al promedio ponderado de la misma variable referente a sus socios comerciales para cada año, por ejemplo el TCER<sub>i</sub> se define como la relación entre los precios internos del país *i*, relativo a un promedio ponderado de precios de sus socios comerciales, entendiendo un incremento de esta como una apreciación real de la divisa del país *i*.

Es importante además analizar cuál es el efecto esperado de cada una de las variables sobre TCER y realizar un análisis intuitivo de estos movimientos. Por lo tanto, si se analiza la variable de cambio de reservas como porcentaje del PIB, es necesario denotar el posible problema de endogeneidad que esta variable puede presentar, dado que cambios en el tipo de cambio real pueden afectar las decisiones posteriores de política que lleven a cambios en la posición de las reservas internacionales. Esta es la razón por la que se utiliza la técnica de variables instrumentales, la cuál será explicada con detalle en la siguiente sección.

Por otro lado, la variable de cambio de reservas se encuentra en interacción con la variable de control de capitales, utilizada para medir las restricciones a la inversión proveniente de los agentes del resto del mundo, por lo tanto, entre mayores sean los controles que tenga una economía más cara se volvería la moneda respecto a otras y esto se reflejaría en un tipo de cambio real relativamente más depreciado.

Para un país que cuenta con controles de capitales altos, el incremento de la posición de reservas puede dar lugar a una depreciación aun mayor debido al alto costo que conlleva realizar estas transacciones. Por lo tanto, es esperable que tanto el coeficiente de los controles de capitales individualmente como la interacción con la variable de cambio en reservas, sean negativos.

En lo que respecta al gasto público en salud como porcentaje del PIB, se busca capturar el efecto que tiene un incremento en la variable sobre una menor necesidad de ahorro precautorio por parte de los agentes económicos, capaz de generar un menor ahorro agregado, traduciéndose tanto en un impacto negativo en la cuenta corriente como de forma indirecta en una apreciación del tipo de cambio real y con ello un coeficiente esperado positivo.

Por otra parte, la diferencia de tasas de interés reales captura el impacto de la política monetaria sobre el tipo de cambio real, en donde desviaciones positivas de la tasa de interés con respecto a la de sus socios comerciales generarían mayores flujos de capital hacia el país, dando como resultado una apreciación del tipo de cambio real, lo que se refleja en un coeficiente positivo.

Para comprender el efecto del crédito privado como porcentaje del PIB en el tipo de cambio real, se debe entender este como un indicador que puede generar excesos de demanda interna, produciendo con esto un empeoramiento de la cuenta corriente e indirectamente una apreciación del tipo de cambio real.

---

<sup>7</sup> Las variables de productividad, porcentaje de divisas respecto del total de divisas y términos de intercambio por su construcción ya se encuentran relativas a sus socios comerciales por lo tanto esta operación no se realiza.

En lo que respecta a la productividad, es posible observar dos efectos opuestos. Por un lado, el efecto Balassa-Samuelson<sup>8</sup>, donde países con mayores niveles de productividad tenderían a tener tipos de cambio reales más apreciados debido a productividades mayores en el sector transable. Pero a su vez, países con menores niveles de productividad son más propensos a atraer flujos de inversión, produciendo con esto tipos de cambio real más apreciados.

En relación con los términos de intercambio, es directo determinar que una mejoría produce que la economía reciba más por unidad exportada generando un exceso de divisa extranjera y con ello una apreciación real.

Por otro lado, el porcentaje de la divisa local respecto al total de las reservas mundiales, es utilizado para capturar el hecho de que algunas economías son privilegiadas al disponer de una divisa utilizada por otras economías como reserva de valor, generando que estas economías cuenten con tipos de cambio más apreciados.

Además, al utilizar un indicador de la liberalización del comercio, se espera que entre mayor sea la liberalización de una economía menores serán los precios internos de los bienes que se comercian y con esto un tipo de cambio más depreciado. Por lo tanto, la variable de apertura comercial se espera que cuente con un signo negativo.

En lo que respecta a las expectativas de crecimiento, esta busca capturar el efecto del crecimiento potencial de una economía sobre el tipo de cambio real, donde un aumento en el crecimiento esperado puede considerarse como una reducción futura de la brecha del producto y con esto una apreciación en el tipo de cambio real.

Por último, la variable de activos externos netos como porcentaje del PIB, puede afectar al tipo de cambio real mediante dos canales. Por un lado, un aumento en la posición de los activos externos netos recibirá tanto mayor rendimiento como balances de cuenta corriente superiores y con ellos un tipo de cambio real más depreciado. Por el otro, países con posiciones altas de activos externos netos, también pueden tener mayor margen para disponer de grandes déficits en cuenta corriente y con ello tipos de cambio más apreciados.

#### **4. Datos y metodología**

Para las estimaciones se utilizaron principalmente las bases de datos del FMI y Banco Mundial (BM), esto con el fin de evitar problemas de comparabilidad entre los países. Se utilizó las definiciones propuestas en EBA-FMI, pero construyendo las variables con los datos disponibles, permitiendo la comparabilidad de los resultados con la estimación original. Para mayor detalle de la forma en que se construyeron las variables, así como la fuente de información utilizada en cada caso, se puede revisar el anexo 8.1.

Por otra parte, analizar las características principales de la muestra de países utilizada para hacer las estimaciones y pronósticos del TCRE resulta un elemento crucial, por lo tanto, en el Anexo 8.2 se presenta un cuadro resumen de los países considerados junto con algunos

---

<sup>8</sup> Para mayor detalle ver Samuelson, P. (1964). "Theoretical Notes on Trade Problems", The Review of Economics and Statistics, Vol. 46 No. 2. y Balassa, B. (1964). "The Purchasing-Power Parity Doctrine: A Reappraisal", The Journal of Political Economy, Vol. 72 No. 6.

indicadores que describen su nivel de ingreso, si formó parte de la estimación original realizada por el FMI o si es un país latinoamericano.

Es importante destacar que la muestra utilizada no solo cuenta con un número mayor de países de ingreso medio sino también se tiene una participación importante de países latinoamericanos, pasando de los únicamente 4 países que fueron considerados en la muestra original EBA-FMI<sup>9</sup> (Brasil, Chile, Colombia y México) a 13 países en la muestra propuesta (Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, Panamá, Paraguay, República Dominicana y Uruguay).

En resumen, se cuenta con una base de datos con un total de 59 países, con información anual desde el año 2000 hasta el 2015, conformando un panel desbalanceado de datos de 907 observaciones los cuales serán analizados mediante el método de estimación descrito a continuación.

Siguiendo la estrategia de estimación utilizada en el documento EBA-FMI, se usará el método generalizado de momentos (GMM, por sus siglas en inglés) en dos etapas. Este es utilizado como medida correctiva ante la presencia de endogeneidad de la variable de cambio en reservas, la cual propone una especificación sobre identificada<sup>10</sup> que a su vez puede ser estimada mediante un proceso en dos etapas que cumpla con el supuesto básico de identificación<sup>11</sup> obteniendo un estimador de mínima varianza.

Para comprender el proceso de estimación, como primer paso, se realiza una regresión auxiliar donde se regresa la variable de cambios en reservas a PIB por un grupo de variables que capturen los diferentes propósitos por los cuales una economía puede variar su posición de reservas. Estos motivos pueden ser de diversa índole y en específico para este trabajo se tomarán en cuenta los motivos de prevención de crisis, así como medidas de estabilidad del mercado cambiario nominal, donde para cada variable se agregan tanto las variables sin rezago como rezagos de estas, con el objetivo de disponer de un modelo sobre identificado, lo cual se prueba formalmente mediante pruebas estadísticas como se detalla más adelante.

De esta manera, la variable de cambios en reservas a PIB es instrumentalizada por medio de variables como la tasa de interés de los bonos del tesoro de Estados Unidos a tres meses, con el objetivo de captar los movimientos por motivos de estabilidad del tipo de cambio. Además, se utiliza una medida de la oferta de dinero (M2 como porcentaje del PIB de cada uno de los países), la cual captura posibles movimientos como resultado de prevención de crisis.

Luego, este modelo es utilizado para proyectar el cambio en reservas a PIB y utilizar está proyección como variable explicativa en la regresión definitiva. Una ventaja de usar este pronóstico en lugar de la variable original, es que únicamente los cambios en las reservas explicados por los motivos antes analizados pueden influir en el comportamiento de esta

---

<sup>9</sup> En este conteo únicamente se toman en cuenta los países que se encuentran en la base de datos original EBA-FMI como en la muestra propuesta en esta investigación.

<sup>10</sup> En este caso en particular se considera sobre identificado si contamos con más instrumentos que variables a instrumentalizar.

<sup>11</sup> Base teórica de un Método Generalizado de Momentos, donde si definimos a  $z_i$  como la matriz de instrumentos a utilizar de tamaño  $n \times r$ , entonces la identificación se define como:  $\mathbb{E}\{\varepsilon_i | z_i\} = 0$ .

nueva variable explicativa, excluyendo el efecto de posibles cambios en las reservas por cambios en el tipo de cambio real.

Además de esta estrategia de estimación para la implementación del modelo, se utilizan errores estándar corregidos por heterocedasticidad y autocorrelación, así como los efectos fijos por país.

## 5. Resultados

En los anexos 8.3 a 8.5, se presentan las pruebas de hipótesis para corroborar si la especificación del modelo mediante efectos fijos es correcta, si el modelo planteado se encuentra sobre identificado y la validez de las variables instrumentales. Encontrando en todos los casos que no se tiene evidencia de una incorrecta especificación del modelo.

Luego de comprobar la correcta especificación del modelo, se presenta el siguiente cuadro resumen de resultados, donde para cada variable se indica su significancia estadística como es habitual:

**Cuadro 1**  
**Resultados**

	<b>Modelo BCCR- EBA</b>
<b><i>VARIABLES RELACIONADAS CON POLÍTICA</i></b>	
Cambio en reservas/PIB * control capitales (#)	-1.219 *
Gasto Salud/PIB (#) [t-1]	1.366 **
Diferencia de la tasa de interés real * apertura de capitales (#)	0.145 *
Crédito Privado/PIB (#)	0.073 ***
<b><i>VARIABLES NO RELACIONADAS CON POLÍTICA</i></b>	
Productividad [t-1]	0.878 ***
Porcentaje de la divisa local en las reservas mundiales	0.308 **
Logaritmo de los términos de intercambio	0.229 **
Grado de apertura (#) [t-1]	-0.262 ***
Expectativa de crecimiento a mediano plazo (#)	1.369 **
Activos externos netos [t-1]	0.017 *
Control de capitales (#) [t-1]	-0.082 **
Constante	3.738 ***
Observaciones	907
R-cuadrado	0.529

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

# Diferencia respecto a sus socios comerciales

Fuente: Elaboración propia

Como se puede apreciar en el cuadro 1, todas las variables son significativas y cuentan con el signo adecuado según la teoría, por lo tanto, se considera que se cuenta con una especificación adecuada.

En el caso de las variables relacionadas a decisiones de política, se observa el importante efecto del gasto en salud como porcentaje del PIB, así como en menor grado el efecto de la diferencia de tasas de interés y el cambio de reservas como porcentaje del PIB.

Al analizar la magnitud de los parámetros estimados, se observa que ante un cambio de 1% en la adquisición de reservas a PIB, se experimentaría una depreciación del tipo de cambio real de 1.22%. Mientras que ante un aumento de un 1% del gasto público en salud como porcentaje del PIB se da una apreciación real de 1.37%, mientras que ante un desvío positivo de un 1% en la tasa de interés real respecto a sus socios comerciales, se experimentaría una apreciación real de 0.15% en el TCRE.

En lo que respecta a las variables que no están directamente relacionadas con decisiones de política, se observa que variables como la productividad y las expectativas de crecimiento tienen un importante aporte. Por ejemplo, el modelo indica que ante un aumento del nivel de productividad de 1%, se presenta una apreciación del 0.87% en el tipo de cambio real.

A manera de control, se comparan los resultados encontrados en esta investigación con los resultados informados en la investigación original propuesta por el EBA-FMI. Así, en el anexo 8.6, se muestran tanto los resultados obtenidos en el documento original del EBA-FMI (columna Modelo EBA-FMI original), como los resultados de la estimación con la muestra de países propuesta pero intentando incluir la mayoría de variables del estudio original del FMI (columna Especificación propuesta).

Se observa que en ambos modelos para la mayoría de las variables se cuenta con el mismo signo, a excepción de las variables relacionadas con la volatilidad del mercado accionario de Estados Unidos y el crecimiento de la población. A pesar de esto, ninguna de estas variables resultó significativa, motivo que explica por qué estas variables no fueron incluidas en la especificación propuesta en este documento.

Las demás variables cuentan con el signo correcto y son estadísticamente significativas a pesar de que se observa diferencias considerables en sus magnitudes, lo que permite concluir que la estimación propuesta es coherente con la realizada por el FMI.

Es importante también determinar si la especificación utilizada podría cambiar ante una selección diferente de la muestra de países. Dado esto, en el anexo 8.7 se presenta los resultados de la especificación definitiva, utilizando tanto la muestra total de países (columna Modelo BCCR-EBA), como con la muestra de 32 países que coinciden con la estimación realizada originalmente por el FMI (columna Modelo EBA-FMI original muestra reducida).

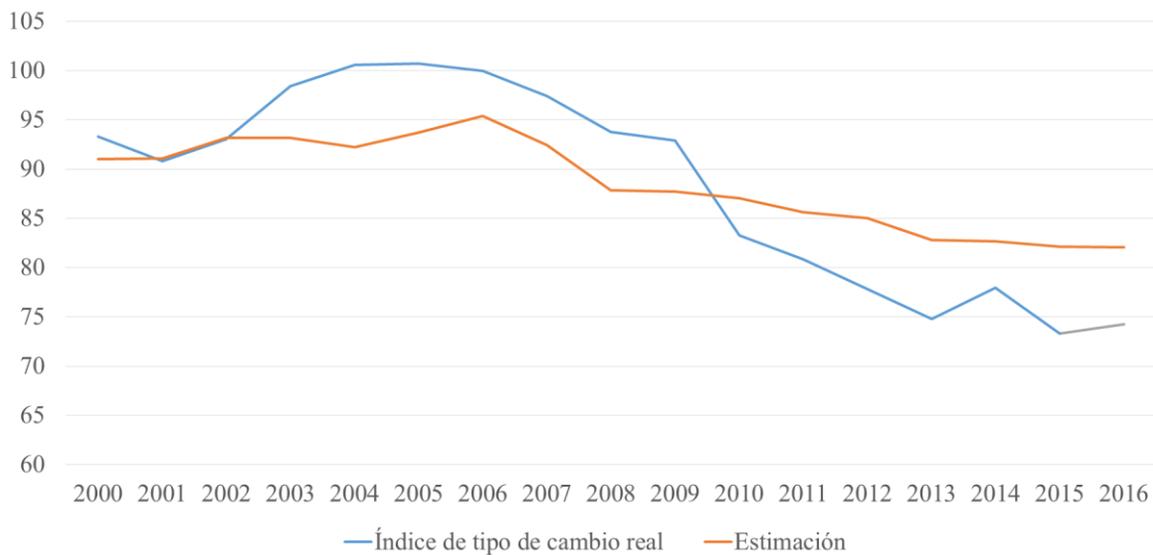
En este caso, se observa que la variable de diferencia de tasas de interés tiene un valor mucho mayor en el caso de la muestra reducida pero manteniendo el mismo signo. Además, la variable de activos externos netos presenta un signo diferente si comparamos la estimación utilizando la muestra completa respecto a la reducida.

Es importante destacar que la variable activos externos netos no fue incluida en la especificación original EBA-FMI, pues no resultó significativa y presentó un signo negativo, contrario al obtenido en la especificación EBA-Lite. Por lo tanto, parece normal que al utilizar una muestra reducida, similar a la utilizada en la especificación EBA-FMI, se presente un resultado opuesto al escenario donde se utiliza una muestra completa, más acorde con la muestra de países utilizada en el estudio EBA-Lite.

Por último, además de las variables analizadas anteriormente se estudiaron otras variables tales como las ayudas del exterior, remesas del extranjero, brecha del producto, además de variables demográficas como tasa de dependencia, tasa de natalidad, entre otras; las cuales no resultaron significativas. Algunos ejemplos de estas variables se presentan en el anexo 8.8, donde se muestran los casos donde se incluye la brecha del producto o las ayudas internacionales provenientes del exterior, importantes en especificaciones como el EBA-Lite, pero no resultando significativas en este caso en particular.

En el siguiente gráfico se demuestra la trayectoria del TCRE estimado mediante la metodología EBA para Costa Rica, con información observada hasta el año 2015 y preliminar para 2016.

**Gráfico 1**  
**Pronóstico del TCRE para Costa Rica**



Fuente: Elaboración propia.

Usualmente para la generación de este tipo de proyecciones se realizan supuestos sobre el comportamiento de largo plazo de las variables explicativas. En este caso en particular, se decidió utilizar una estrategia de pronóstico más sencilla, en donde se dejan fijas las variables en su último valor disponible. De igual manera se repitió el ejercicio realizando un análisis más complejo, generando proyecciones de las variables explicativas con modelos ARIMA, los cuales no presentaron diferencias importantes respecto al nivel de TCRE resultante.

De esta manera, en el Gráfico 1, se observa el valor del TCR pronosticado por el modelo propuesto y el valor observado del Índice de tipo de cambio real, donde para fines de presentación de este gráfico se utiliza la definición de tipo de cambio más habitual donde aumentos de esta son considerados una depreciación real de la moneda nacional. Por lo tanto, se observa que durante el periodo 2002 a 2009 el tipo de cambio real medido mediante el Índice de tipo de cambio real se ubicó en valores por debajo del estimado por el modelo EBA, hecho que se revierte luego de que el tipo de cambio real empezara un proceso de apreciación a partir del año 2006, coherente con lo que señalan otros estudios realizados por el BCCR sobre el TCR (Barquero & Muñoz, 2015).

## **6. Conclusiones**

En línea con las necesidades de información precisa y oportuna que requiere el BCCR para la toma de decisiones de política, el presente trabajo busca proponer una herramienta complementaria para elaborar estimaciones del tipo de cambio real de equilibrio, que parte de una metodología utilizada por el FMI, pero que usa una muestra de países más acorde con las condiciones de la economía costarricense.

Así, se propone la utilización de un modelo de datos de panel estimado mediante un método GMM en dos etapas, con errores estándar corregidos por heterocedasticidad y autocorrelación, además de incluir efectos fijos por país, con el objetivo de proponer un método alternativo a las estimaciones que realiza actualmente el Banco Central de Costa Rica. También, se requiere disponer de una metodología comparable con las estimaciones realizadas por el FMI.

Con esta metodología se considera un conjunto amplio de variables explicativas, donde resalta la importancia de gasto en salud como porcentaje del PIB, las variaciones de reservas como porcentaje del PIB, además de la productividad y las expectativas de crecimiento. Además se realizaron varias pruebas para corroborar que la estimación propuesta fuera coherente con la estimación original desarrollada por el FMI, además de probar su robustez con diferentes muestras de países y variables.

Se observa una depreciación real del colón en los años 2001-2006 seguido por una apreciación real a partir del año 2007, coherente con lo que señalan otros estudios realizados por el BCCR sobre el TCR.

## 7. Referencias bibliográficas

- Barquero, J. P., & Muñoz, E. (2015). *Costa Rica: el tipo de cambio real y su zona de equilibrio*. Documento de Trabajo, Banco Central de Costa Rica. Obtenido de [http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/politicacambiariaysectorexterno/Costa%20Rica\\_tipo\\_de\\_cambio\\_real\\_y\\_zona\\_de\\_equilibrio.pdf](http://www.bccr.fi.cr/investigacioneseconomicas/politicacambiariaysectorexterno/Costa%20Rica_tipo_de_cambio_real_y_zona_de_equilibrio.pdf)
- Bayoumi, T., Faruqee, H., & Lee, J. (2005). *A Fair Exchange? Theory and Practice of Calculating Equilibrium Exchange Rates*. IMF Working Paper 05/229.
- Chinn, M., & Ito, H. (2006). What Matters for Financial Development? Capital Controls, Institutions, and Interactions. *Journal of Development Economics*, Volume 81, Issue 1, Pages 163-192 (October).
- Hausman, J. (1978). Specification Tests in Econometrics. *Econometrica*, Vol. 46, No. 6 (Nov., 1978), pp. 1251-1271.
- International Monetary Fund. (2012). *2012 Pilot External Sector Report*.
- International Monetary Fund. (2016). *Methodological Note on EBA-Lite*.
- Lane, P., & Milesi-Ferretti, G. (2007). The External Wealth of Nations Mark II: Revised and Extended Estimates of Foreign Assets and Liabilities, 1970-2004. *Journal of International Economics*, vol. 73.
- Lee, J., Milesi-Ferretti, G., & Ricci, L. (2008). *Exchange Rate Assessments: CGER Methodologies*. IMF Occasional Paper 261.
- León, J., Méndez, E., & Prado, E. (2003). *El tipo de cambio real de equilibrio de Costa Rica*. Documento de Investigación, DIE-DM-10-2003-DI, Banco Central de Costa Rica.
- Mora, C., & Torres, C. (2007). *Estimación del tipo de cambio real de equilibrio para Costa Rica: Periodo 1991-2006*. Documento de Investigación, DIE-03-2007-DI, Banco Central de Costa Rica.
- Mora, C., & Torres, C. (2008). *Tipo de cambio real de equilibrio para Costa Rica: Enfoques BEER y DEER. Periodo 1991-2007*. Documento de Investigación. DIE-01-2008-DI. Banco Central de Costa Rica.
- Paiva, C. (2001). *Competitiveness and the Equilibrium Exchange Rate in Costa Rica*. IMF Working Paper 01/272.
- Phillips, S., Catão, L., Ricci, L., Bems, R., Das, M., Di Giovanni, J., . . . Vargas, V. (2013). *The External Balance Assessment (EBA) Methodology*. IMF Working Paper 13/272.
- Ricci, L. A., Milesi-Ferretti, G. M., & Lee, J. (2008). *Real Exchange Rates and Fundamentals: A Cross-Country Perspective*. IMF Working Paper 08/13.

Secretaría Ejecutiva del Consejo Monetario Centroamericano. (2003). *Estimación del tipo de cambio real de equilibrio en Centroamérica*.

Staiger, D., & Stock, J. H. (1997). Instrumental variables regression with weak instruments. *Econometrica*, 65(3): 557–86.

Torres, C. (2007). *Estimación del tipo de cambio real de equilibrio y de tendencia para Costa Rica: Periodo 1991-2006*. Nota Técnica, DIE-01-2007-NT, Banco Central de Costa Rica.

## 8. Anexos

### 8.1 Construcción de las variables

En esta sección se detalla la construcción de cada variable así como la fuente de donde se obtuvieron los datos, para cada caso se intentó utilizar las definiciones propuestas por la investigación original (EBA-FMI) como se detalla:

- **Tipo de cambio real:** índice de tipo de cambio real, un aumento se considera una apreciación real de la moneda.  
**Fuente:** Fondo Monetario Internacional, International Financial Statistics.
- **Cambio en reservas / PIB:** variaciones de las reservas de divisas de los bancos centrales durante el año como porcentaje del PIB. Ambas variables en dólares estadounidenses.  
**Fuente:** Fondo Monetario Internacional, International Financial Statistics.
- **Gasto en salud / PIB:** producto de las variables de gasto en salud como porcentaje del PIB y el porcentaje del gasto público en salud del gasto total en salud.  
**Fuente:** Banco Mundial, World Development Indicators.
- **Diferencia de tasas de interés real:** diferencia de la tasa de interés de política monetaria deflactadas por la inflación medida por índice de precios al consumidor de cada país respecto a sus socios comerciales. Para el caso de los países de la zona euro se utilizó la tasa que informó cada uno de los países antes de entrar a la zona euro<sup>12</sup> y luego se utiliza la tasa de interés de política monetaria que indica el Banco Central Europeo.  
**Fuente:** Fondo Monetario Internacional, International Financial Statistics.
- **Crédito privado / PIB:** Se utiliza la variable de crédito interno al sector privado respecto del PIB la cual se define como los recursos financieros proporcionados al sector privado por las instituciones financieras, mediante préstamos, compras de valores y créditos comerciales, y otras cuentas por cobrar, que establecen una solicitud de devolución.  
**Fuente:** Banco Mundial, World Development Indicators.
- **Productividad:** se define una medida de productividad para cada país como la razón entre el Producto Interno Bruto corregido por la Paridad del Poder de Compra y la población en edad de trabajar, relativa al promedio de las economías avanzadas (definidas como Alemania, Japón y Estados Unidos).  
**Fuente:** Fondo Monetario Internacional, World Economic Outlook.
- **Porcentaje de la divisa local en las reservas mundiales:** se registra el porcentaje de la divisa de cada país respecto del total de reservas mundiales.

---

<sup>12</sup> Así para Alemania, Austria, Bélgica, España, Finlandia, Francia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Holanda y Portugal se tomaron sus valores hasta el año 1998 donde a partir de este momento se utiliza la tasa indicada por la zona euro. Mientras que para el caso de Grecia se utilizaron sus datos hasta el año 2000.

**Fuente:** Fondo Monetario Internacional, Currency Composition of Official Foreign Exchange Reserve (COFER).

- **Términos de intercambio:** Índice de términos de intercambio.  
**Fuente:** Banco Mundial, World Development Indicators.
- **Grado de apertura:** Suma de las exportaciones e importaciones como porcentaje del Producto Interno Bruto.  
**Fuente:** Fondo Monetario Internacional, World Economic Outlook.
- **Expectativas de crecimiento a mediano plazo:** se utilizan las proyecciones de la tasa de crecimiento del Producto Interno Bruto 5 años hacia delante, proveniente del World Economic Outlook.  
**Fuente:** Fondo Monetario Internacional, World Economic Outlook.
- **Activos Externos Netos:** se utiliza la versión de Lane y Milesi-Ferreti, para mayor detalle sobre la construcción de la serie favor revisar Lane y Milesi-Ferretti (2007).  
**Fuente:** <http://www.philiplane.org/EWN.html>
- **Control de capitales:** se utiliza el índice de Chinn-Ito desarrollado en *Portland State University*, el cual mide el grado de apertura de la cuenta de capitales para cada país. Para mayor detalle sobre el índice revisar Chinn y Ito (2006).  
**Fuente:** [http://web.pdx.edu/~ito/Chinn-Ito\\_website.htm](http://web.pdx.edu/~ito/Chinn-Ito_website.htm)
- **VIX:** índice que busca captar la volatilidad del mercado de valores, frecuentemente utilizado para medir el grado de temor que existe en el mercado en un momento de tiempo específico. Se basa en los precios en tiempo real de las opciones del índice Standard and Poor's 500, diseñado para reflejar un consenso de los inversores sobre la volatilidad del mercado de valores a 30 días plazo.  
**Fuente:** Chicago Board Options Exchange.
- **Crecimiento de la población:** Se utiliza la tasa de crecimiento de la población.  
**Fuente:** Banco Mundial, World Development Indicators.
- **Brecha del producto:** Diferencia entre el producto interno bruto nominal y una estimación del filtro de Holdrick-Prescott con datos desde 1980 a 2021 para evitar la influencia de las últimas observaciones.  
**Fuente:** Fondo Monetario Internacional, World Economic Outlook.
- **Ayudas internacionales / PIB:** total de ayudas provenientes del resto del mundo como porcentaje del producto interno bruto.  
**Fuente:** Banco Mundial, World Development Indicators.

## 8.2 Países

El siguiente cuadro presenta la lista de países que conforman la muestra propuesta en este trabajo, donde para cada uno de los 59 países considerados se indica en la cuarta columna si este país fue considerado en el estudio original de Phillips et. al (2013), en las siguientes dos columnas se encuentran dos indicadores, donde se especifica si los países se consideran como un país de ingreso alto o ingreso medio, de acuerdo, con una clasificación basada en su nivel de ingreso per cápita<sup>13</sup>, además en la última columna se indica si el país es latinoamericano.

**Cuadro 2**  
**Países considerados para las estimaciones**

Número	Cód. WEO	País	Base EBA-FMI <sup>+</sup>	Ingreso Alto	Ingreso Medio	Latinoamericano
1	111	Estados Unidos	X	X		
2	112	Reino Unido	X	X		
3	122	Austria	X	X		
4	124	Bélgica	X	X		
5	128	Dinamarca	X	X		
6	132	Francia	X	X		
7	134	Alemania	X	X		
8	136	Italia	X	X		
9	137	Luxemburgo		X		
10	138	Holanda	X	X		
11	142	Noruega	X	X		
12	144	Suecia	X	X		
13	146	Suiza	X	X		
14	156	Canadá	X	X		
15	158	Japón	X	X		
16	172	Finlandia	X	X		
17	174	Grecia	X	X		
18	176	Islandia		X		
19	178	Irlanda	X	X		
20	181	Malta		X		
21	182	Portugal	X	X		
22	184	España	X	X		
23	193	Australia	X	X		
24	196	Nueva Zelanda	X	X		
24	199	Sudáfrica	X			X

<sup>13</sup> Información proveniente de la página web del FMI.

Número	Cód. WEO	País	Base EBA-FMI*	Ingreso Alto	Ingreso Medio	Latinoamericano
26	218	Bolivia			X	X
27	223	Brasil	X		X	X
28	228	Chile	X	X		X
29	233	Colombia	X		X	X
30	238	Costa Rica			X	X
31	243	República Dominicana			X	X
32	258	Guatemala			X	X
33	268	Honduras			X	X
34	273	México	X		X	X
35	278	Nicaragua			X	X
36	283	Panamá			X	X
37	288	Paraguay			X	X
38	298	Uruguay		X		X
39	336	Guyana			X	
40	362	St. Lucia			X	
41	369	Trinidad y Tobago		X		
42	419	Bahréin		X		
43	436	Israel		X		
44	456	Arabia Saudita		X		
45	548	Malaysia	X		X	
46	566	Filipinas	X		X	
47	576	Singapur		X		
48	612	Alergia			X	
49	622	Cameron			X	
50	652	Ghana			X	
51	694	Nigeria			X	
52	918	Bulgaria			X	
53	922	Rusia	X	X		
54	924	China	X		X	
55	935	República Checa	X	X		
56	941	Latvia		X		
57	944	Hungría	X	X		
58	960	Croacia		X		
59	968	Romania			X	
<b>Total</b>			32	36	23	13

\* De los países que forman parte de la muestra del EBA-FMI y a su vez son considerados en este estudio, 78% de estos son considerados países de ingreso alto mientras que únicamente 24% de estos se clasifican como economías de ingreso medio. Además de los 40 países del estudio EBA-FMI, la muestra propuesta utiliza 32 de estos países, donde los 8 países restantes no pudieron ser incluidos por falta de información en alguna de las variables.

### 8.3 Prueba de Hausman

Para verificar la correcta especificación del modelo de datos de panel mediante efectos fijos, se implementa la siguiente prueba de Hausman (1978), que sugiere comparar los parámetros de un modelo con efectos fijos respecto al mismo modelo estimado mediante efectos aleatorios, donde ambos estimadores son consistentes bajo la hipótesis nula de diferencia de coeficientes no sistemática (donde el estimador de efectos aleatorios es el mejor estimador lineal insesgado), mientras que caso contrario el estimador de efectos aleatorios deja de ser consistente. Por lo tanto, la prueba se basa en la comparación de los parámetros de ambos modelos, para determinar si la diferencia entre ellos es significativa.

Para esto se comparan ambas estimaciones como sigue:

	Coeficientes		Diferencia
	Fijos (b)	Aleatorios (B)	
Cambio en reservas/PIB * control capitales (#) (\$)	-0.404	-0.307	-0.098
Gasto Salud/PIB (#) [t-1]	0.952	-0.950	1.902
Diferencial de la tasa de interés real * apertura de capitales (#)	0.052	0.099	-0.047
Crédito Privado/PIB (#)	0.106	0.103	0.002
Productividad [t-1]	0.838	-0.028	0.866
Productividad* apertura de la cuenta de capitales [t-1]	0.503	-0.016	0.519
Porcentaje de la divisa local en las reservas mundiales	-0.077	-0.077	-0.001
Logaritmo de los términos de intercambio	-0.306	-0.028	-0.278
Grado de apertura (#) [t-1]	1.053	0.809	0.245
Expectativa de crecimiento a mediano plazo (#)	0.018	0.029	-0.012
Activos externos netos [t-1]	-0.087	-0.107	0.020
Control de capitales (#) [t-1]	-0.404	-0.307	-0.098

Donde la prueba se puede resumir como:

$H_0$ : Diferencia en los coeficientes no sistemática

$$\chi^2(12) = (b - B)^T [V_b - V_B]^{-1} (b - B) \quad 4$$

$$\chi^2(12) = 128.34 \quad 5$$

$$PROB = 0.0000 \quad 6$$

De esta manera, la prueba evidencia una diferencia estadísticamente significativa entre las estimaciones, rechazando la hipótesis nula y concluyendo que la mejor especificación es la basada en efectos fijos.

## 8.4 Prueba de sobre identificación de las restricciones

Esta prueba tiene como objetivo verificar si se dispone de una especificación sobre identificada la cual es más eficiente. Para ello se utiliza una prueba de hipótesis conjunta donde se quiere verificar si los instrumentos utilizados son válidos, entendiendo que estos no están correlacionados con el término de error, además que los instrumentos excluidos se encuentran correctamente excluidos de la ecuación estimada.

Donde la prueba se puede resumir como:

$H_0$ : Instrumentos son válidos

$$\chi^2(96) = 112.684 \quad 7$$

$$PROB = 0.1174 \quad 8$$

Donde la prueba evidencia que no podemos rechazar la hipótesis nula de instrumentos válidos, corroborando que se tiene evidencia para considerar que se cuenta con una modelo sobre identificado.

## 8.5 Pruebas de identificación débil

En esta prueba se busca verificar si las variables instrumentales excluidas están correlacionados con la variable endógena.

Donde la prueba se puede resumir como:

$H_0$ :  $Cov(z, x) = 0$

$$\chi^2(97) = 105.501 \quad 9$$

$$PROB = 0.2608 \quad 10$$

Verificando que no existe evidencia de correlación entre las variables excluidas y la variable endógena. Este supuesto es necesario para el planteamiento del modelo pero es importante indicar que esta prueba no verifica la ausencia de instrumentos débiles, para ello se utiliza una prueba de Wald basada en un estadístico propuesto por Kleibergen-Paap rk, el cual debe ser utilizado en casos donde los errores estándar utilizados son robustos.

El problema de esta prueba es que no se cuenta con claridad de cuáles son los valores críticos adecuados, pero utilizando la regla de Oro de Staiger & Stock (1997), se puede llegar a la conclusión de no presencia de instrumentos débiles.

## 8.6 Comparación respecto a la estimación original EBA-FMI

VARIABLES	Modelo EBA- FMI original	Especificación propuesta
<b><i>Variables relacionadas con Política</i></b>		
Cambio en reservas/PIB * control capitales (#)	-1.731 ***	-0.527
Gasto Salud/PIB (#) [t-1]	1.235	2.078 ***
Diferencia de la tasa de interés real * apertura de capitales (#)	0.662 ***	0.189 **
Crédito Privado/PIB (#)	0.133 ***	0.076 ***
<b><i>Variables no relacionadas con Política</i></b>		
Productividad [t-1]	0.698 ***	1.056 ***
Productividad* apertura de la cuenta de capitales [t-1]	-0.493 ***	-0.065
VIX * aper. de la cuenta de capitales [t-1]	-0.260 ***	0.135 *
VIX * aper. de la de K *porc. moneda local reser. Glob[t-1]	0.838 **	-0.552
Porcentaje de la divisa local en las reservas mundiales	0.036	0.513 ***
Sesgo al financiamiento interno	0.370 ***	
Logaritmo de los términos de intercambio	0.092 *	0.307 ***
Grado de apertura (#) [t-1]	-0.305 ***	-0.292 ***
Expectativa de crecimiento a mediano plazo (#)	1.858 ***	0.644
Crecimiento de la población (#)	0.859	-0.250
Porcentaje de precios administrados	-2.124 ***	
Dummy Sudáfrica (pre-1994)	0.305 ***	
Constante	4.329 ***	3.527 ***
Observaciones	882	797
R-cuadrado	0.606	0.533

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

# Diferencia respecto a sus socios comerciales

Fuente: Elaboración propia

## 8.7 Comparación con una muestra reducida

VARIABLES	Modelo BCCR- EBA	Modelo EBA-FMI original muestra reducida
<b><i>Variables relacionadas con Política</i></b>		
Cambio en reservas/PIB * control capitales (#) (\$)	-1.219 *	-1.716 **
Gasto Salud/PIB (#) [t-1]	1.366 **	1.111
Diferencia de la tasa de interés real * apertura de capitales (#)	0.145 *	1.373 ***
Crédito Privado/PIB (#)	0.073 ***	0.039
<b><i>Variables no relacionadas con Política</i></b>		
Productividad [t-1]	0.878 ***	0.668 ***
Porcentaje de la divisa local en las reservas mundiales	0.308 **	0.762 ***
Logaritmo de los términos de intercambio	0.229 **	0.549 ***
Grado de apertura (#) [t-1]	-0.262 ***	-0.348 ***
Expectativa de crecimiento a mediano plazo (#)	1.369 **	1.248
Activos externos netos [t-1]	0.017 *	-0.046 **
Control de capitales (#) [t-1]	-0.082 **	-0.120
Constante	3.738 ***	3.555 ***
Observaciones	907	520
R-cuadrado	0.529	0.553

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

# Diferencia respecto a sus socios comerciales

\$ Variable instrumental.

Fuente: Elaboración propia

## 8.8 Otras variables

VARIABLES	Modelo EBA- FMI	Con brecha del producto	Con ayuda internacional
<b>Variables relacionadas con Política</b>			
Cambio en reservas/PIB * control capitales (#)	-1.219 *	-0.815	-0.562
Gasto Salud/PIB (#) [t-1]	1.366 **	1.312 *	1.588 **
Diferencial de la tasa de interés real * apertura de capitales (#)	0.145 *	0.152 *	0.178 *
Crédito Privado/PIB (#)	0.073 ***	0.067 ***	0.045 *
<b>Variables no relacionadas con Política</b>			
Productividad [t-1]	0.878 ***	0.958 ***	0.803 ***
Porcentaje de la divisa local en las reservas mundiales	0.308 **	0.270 *	0.737 ***
Logaritmo de los términos de intercambio	0.229 **	0.276 ***	0.261 **
Grado de apertura (#) [t-1]	-0.262 ***	-0.262 ***	-0.325 ***
Expectativa de crecimiento a mediano plazo (#)	1.369 **	1.380 **	1.155 *
Activos externos netos [t-1]	0.017 *	0.021 **	0.030 ***
Control de capitales (#) [t-1]	-0.082 **	-0.085 **	-0.040
Brecha del producto (#)		-0.213	
Ayudas internacionales/PIB (#)			0.000
Constante	3.738 ***	3.710 ***	3.495 ***
Observaciones	907	888	779
R-cuadrado	0.529	0.557	0.591

\*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

# Diferencia respecto a sus socios comerciales

Fuente: Elaboración propia