

Estimación del Tipo de Cambio Real de Equilibrio: Determinantes Fundamentales y Desalineamientos Evidencia Empírica para Bolivia: 1990 - 2010

Rolando Sergio Colque Soldado

9 de julio de 2012

Resumen

El tipo de cambio real es un precio relativo clave en una economía y, el entendimiento de su trayectoria es relevante para los países en desarrollo, debido a que la volatilidad de ésta tiende a ser mayor a comparación de los países desarrollados. Su posición privilegiada se justifica tanto por su importancia en la asignación de los recursos entre sectores transables y no transables, como en la definición de estrategias de inversión y otros. En esta línea, el presente trabajo realiza la estimación del TCR de equilibrio para Bolivia (periodo 1990-2010), con la finalidad de identificar los periodos donde el TCR estuvo desalineado y realizar un diagnóstico apropiado de las causas que lo provocaron.

Se empleo el enfoque teórico del Comportamiento del Tipo de Cambio Real (BEER), donde se utilizó como fundamentos del TCR a los términos de intercambio, la posición de activos externos netos, el gasto de gobierno, las diferencias de pib per cápitas (como aproximación de la productividad relativa), la política comercial y la interacción del gasto con la tasa de desempleo. Para darle la validez empírica se empleo el modelo de Vector de Corrección de Errores.

Esto permitió identificar para el periodo 1990-2010, ocho episodios donde el TCR estuvo desalineado en torno a su nivel de equilibrio, donde cinco fueron de sobrevaluación y tres de subvaluación. La evidencia mostró que a lo largo de la década de los noventa el TCR, se ubicó en torno a su nivel de equilibrio de largo plazo, salvo algunos periodos de turbulencias financieras o cambiarias de sus socios comerciales que afectaron su trayectoria (Crisis asiática (1997-1998) y crisis brasileña (1999)). En la década de los 2000, se registraron episodios de turbulencias cambiarias (Argentina (2001-2002)) y financieras (Estados Unidos (2008)) importantes en el sector externo, que provocaron una fuerte caída del nivel de competitividad del TCR, y desviándolo temporalmente de su trayectoria de equilibrio.

Índice

1. Introducción	3
2. Revisión de la Literatura	5
2.1. Concepto del Tipo de Cambio Real de Equilibrio	5
2.2. Enfoques Analíticos en la Literatura	6
2.3. Estudios Empíricos	7
3. Modelo Analítico: Comportamiento del Tipo de Cambio Real (BEER)	10
4. Modelo Empírico	21
4.1. Propuesta de estimación	21
4.2. Datos	24
4.3. Orden de Integración de las Variables	30
4.4. Pruebas de Cointegración	31
4.4.1. Prueba de Engle-Granger	32
4.4.2. Test de Cointegración de Johansen	33
4.5. Modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC)	35
4.6. Interpretación de los parámetros	37
5. Desalineamiento del Tipo de Cambio Real	42
6. Conclusiones	52

1. Introducción

El tipo de cambio real es una de las variables de mayor importancia en cualquier economía, porque la misma afecta de manera significativa el proceso de asignación de recursos al alterar la rentabilidad entre actividades transables y no transables, como en la definición de estrategias de inversión y el endeudamiento externo, entre otros. El entendimiento de su dinámica es relevante para los países en desarrollo, debido a que la volatilidad de esta variable tiende a ser mayor para estas economías que para los países desarrollados.

La estimación del tipo de cambio real de equilibrio, es un tema constantemente abordado en la literatura económica. En general, los trabajos empíricos analizan el comportamiento del tipo de cambio real y sus diferencias respecto a su valor de equilibrio y estiman el grado de desalineación a fin de que las autoridades analicen las opciones de política disponibles para corregir los desvíos en la medida en que éstos resulten importantes. Existen estudios donde una sobrevaluación persistente del TCR proporcionaría una alerta temprana para las crisis monetarias y, una prolongada y recurrente desalineación del TCR se la ha asociado con un menor crecimiento de mediano y largo plazo.

Bolivia mantiene por más de 25 años un régimen de tipo de cambio deslizante (*crawling peg*), régimen que fue adoptado como parte de las medidas de estabilización implementadas para detener la crisis (1982-1985). Luego de esta estabilización, la economía boliviana experimentó un deterioro constante de los términos de intercambio y déficit continuos en cuenta corriente de balanza de pagos. La inestabilidad externa, que a partir de 1997 propició una caída de los precios de las materias primas, se generalizó a nivel mundial afectando las exportaciones bolivianas a razón de las bajas cotizaciones de los productos en el mercado internacional. Luego sucedió la devaluación de la moneda brasileña (1999), y la crisis Argentina (2002) que derivaron en una situación económica frágil.

A estos eventos, se suman la crisis financiera de Estados Unidos, que se inició con la quiebra de Lehman Brothers en septiembre de 2008. Esta crisis provocó una sobre reacción de las políticas cambiarias en países de Sudamérica, donde gran parte de ellos tendieron a depreciar sus monedas, para posteriormente apreciarlas hasta niveles incluso superiores a los de la pre-crisis (Loza, 2010).

El escenario internacional obligó un papel más protagónico de la política cambiaria boliviana y dada las características deficitarias fiscales y comerciales, las condiciones para un sostenimiento del tipo de cambio real consistente con los equilibrios macroeconómicos necesarios han sido cada vez más restringidas. Sin embargo a partir del 2006, la economía boliviana ha registrado cambios importantes en cuanto a su fortaleza macroeconómica que se tradujo en la obtención de un balance fiscal positivo, mejora de los términos de intercambio y un superávit de la balanza comercial.

En este contexto la estimación del tipo de cambio real de equilibrio es importante en economías como la boliviana que han experimentado periodos de desequilibrios macroeconómicos y cambios en el modelo económico productivo. En este sentido, el objetivo de la presente investigación es abordar las siguientes preguntas: *¿Cuál es el tipo de cambio real de equilibrio de largo plazo para Bolivia en el periodo 1990-2010?*. Para responder la misma es necesario conocer *¿Cuáles son las variables (fundamentos) que explican la trayectoria del tipo de cambio real?*, y a partir de ello derivar *¿Cuál es el grado de desalineamiento del tipo de cambio real respecto a su valor de equilibrio de largo plazo?* Este procedimiento, nos permitirá identificar los periodos donde el tipo de cambio real estuvo desalineado, y posteriormente realizar un diagnóstico apropiado de las causas que produjeron las fases del desalineamiento.

Estos cuestionamientos son importantes para diagnosticar cuan lejos o cuan cerca el tipo de cambio real está entorno a su nivel de equilibrio, que tiene consecuencias de intervención de política (en particular del tipo de cambio nominal) por parte de las autoridades para restablecer y corregir este desalineamiento en la medida en que sea importante. Si se produce un desalineamiento fuerte, éste genera una ineficiente distribución de los recursos y decisiones erradas en el consumo y la producción de los bienes transable y no transables. También un cambio de expectativas de los agentes, causando desajustes en la economía como depreciaciones, crisis de balanza de pagos y reversión de flujos de capitales.

Siguiendo a Soto (1996), el problema de la determinación del tipo de cambio real de equilibrio se puede separar en tres etapas: (a) Establecer una definición del concepto de equilibrio, (b) determinar un modelo teórico de referencia identificando las variables fundamentales que determinan la evolución del tipo de cambio real, y (c) generar una metodología econométrica capaz de contrastar las predicciones del modelo teórico y los datos, y hacer operativo el concepto de equilibrio adoptado.

El presente trabajo contempla la etapa (b) introduciendo algunas variantes del modelo analítico estándar, para obtener una aproximación más satisfactoria para la evolución del tipo de cambio real de equilibrio para el caso boliviano. Seguidamente se aborda la etapa (c), donde se elabora un modelo econométrico con técnicas de series de tiempo, los suficientemente válidos para un diagnóstico adecuado del TCR, reconociendo sus limitaciones empíricas e implicancias de política.

Es importante mencionar que el presente trabajo no tiene por objeto estimar la trayectoria de largo plazo del TCR de equilibrio, la que si se podría obtener midiendo los valores de equilibrio para cada uno sus fundamentos. Esto podría lograrse a través de estimaciones de modelos dinámicos de equilibrio general, que escapa a los límites de la presente investigación. El propósito es menos ambicioso y simplemente trata de identificar a los fundamentos del TCR, para obtener su tendencia de largo plazo

y a partir de ello identificar y explicar las etapas de desalineamiento. Seguidamente se realiza un diagnóstico de cuales fueron las causas potenciales que provocaron las fases de desalineación del TCR en el periodo de estudio.

El trabajo se ha organizado en 7 partes incluida la introducción. La segunda parte, realiza una revisión pertinente de la literatura sobre el tema. La tercera, presenta un modelo analítico. En la cuarta, se realiza una propuesta de estimación empírica del modelo analítico, donde se muestran las estimaciones econométricas. En la quinta, se hace un diagnóstico de las fases de desalineamiento del tipo de cambio real ocurridos en el periodo de estudio. En la sexta, se sintetizan algunas conclusiones y futuras extensiones. Y finalmente en la última sección, se detalla la bibliografía relevante que fue utilizada como respaldo.

2. Revisión de la Literatura

La presente sección tiene por objeto presentar una definición del tipo de cambio real de equilibrio. Luego, una discusión de la literatura empírica sobre las metodologías que abordan esta temática. Finalmente, se sintetiza la evidencia empírica relevante.

2.1. Concepto del Tipo de Cambio Real de Equilibrio

El término de tipo de cambio real de equilibrio fue introducido por Nurkse (1945), quién fue uno de los pioneros en abordar este concepto entorno a condiciones ideales de una economía y la definió como el valor del tipo de cambio real compatible con los objetivos de equilibrio interno y externo. Entendiéndose por equilibrio externo, como el influjo de capital externo sostenible que permita financiar el déficit en la cuenta corriente de la balanza de pagos y, por equilibrio interno cuando el mercado de bienes no transables esta en un equilibrio sostenible. Luego éste concepto fue popularizado por Williamson (1983, 1994) a través del enfoque macroeconómico del tipo de cambio real. A partir de estos trabajos, derivaron otras definiciones incorporando variantes en la forma de comprensión de cuales serían las condiciones para que se logre el equilibrio interno y externo.

Una definición apropiada es la de Edwards (1988), quién la define como “... el precio relativo de bienes transables a no transables que, para unos valores sostenibles dados de otras variables relevantes tales como impuestos, precios internacionales y tecnología, produzca simultáneamente el equilibrio interno y externo”. El *equilibrio interno*, se logra cuando el mercado de bienes no transables se vacía en el período en curso y se espera que se mantenga equilibrado en periodos futuros. En esta definición del tipo de cambio real de equilibrio está implícito que el equilibrio ocurre cuando el desempleo está en

su nivel natural¹. El *equilibrio externo*, se alcanza cuando se cumple la restricción presupuestaria intertemporal, según la cual la suma descontada de la cuenta corriente de un país tiene que ser igual a cero². En otras palabras, el equilibrio externo significa que los saldos en la cuenta corriente (actuales y futuros) son congruentes con los flujos de capital sostenibles a largo plazo.

De esta última definición se sintetizan algunas implicancias interesantes. Primero, que el TCR de equilibrio no es un valor fijo en el tiempo, es decir pueden existir cambios en cualquiera de las otras variables que afecten al equilibrio interno o externo del país, afectando al TCR de equilibrio. Esta deducción, implica que no existe un único TCR de equilibrio sino una senda. Segundo, ésta senda no solo será afectada por los valores actuales de sus fundamentos, sino también por la evolución futura esperada de esas variables.

2.2. Enfoques Analíticos en la Literatura

De acuerdo a la literatura, los estudios sobre el TCR de equilibrio y la medida del desalineamiento, se pueden agrupar al menos en tres paradigmas. El primero, corresponde al enfoque de la *Paridad de Poder de Compra (PPC)*, que se basa en la noción de que en el mediano y largo plazo, una moneda debería ser capaz de comprar una misma canasta de bienes en distintos lugares. Aunque para ser válida necesita que se cumplan algunos supuestos extremos³, la intuición es que se debería propender a la igualación del nivel de precios del mismo bien (expresado en la misma moneda) comerciados dentro y fuera de un país, gracias a la presión que ejercen las oportunidades de arbitraje. Bajo esta premisa, el TCR de largo plazo sería unitario.

Sin embargo esta demostración no sólo presenta problemas teóricos sino también empíricos. Para MacDonald (2000), el enfoque de la PPC sólo toma en cuenta la parte monetaria de las fluctuaciones del tipo de cambio, el que también puede variar por factores reales, tales como los términos de intercambio, variaciones de productividad o de los flujos de capital.

El segundo enfoque, es del Tipo de Cambio de Equilibrio Fundamental (Fundamental Equilibrium Exchange Rate, FEER), que se sustenta en que el TCR es consistente con el equilibrio macroeconómico, es decir aquel TCR que prevalecería cuando simultáneamente la cuenta corriente esta en su nivel sostenible. *Es decir el TCR que iguala la cuenta corriente con el flujo de capitales, ambos medidos en sus niveles sostenibles.*, la brecha de producto es cero y los términos de intercambio se ubican en

¹Para Montiel (1999) el equilibrio interno se consigue cuando el mercado de bienes no transables y el mercado de trabajo se encuentran equilibrados.

²Este concepto también puede entenderse para una cuenta corriente sostenible, que no implica que sea cero, pero si coherente con una convergencia de largo plazo. Por ejemplo una razón de activos internacionales sobre el PIB.

³La no existencia de costos de transacción (transporte y otros) y un alto grado de movilidad de los factores del capital y trabajo entre países.

niveles similares a los de tendencia.

Sin embargo este enfoque tiene algunas insuficiencias y limitaciones. Primero, la estimación de la cuenta de capital de equilibrio, es un componente clave y problemático. Segundo, el enfoque se centra en pocos determinantes e ignora otros “fundamentos” exógenos y de política de mediano plazo, tales como los términos de intercambio, la apertura de la economía, políticas comerciales, ayuda externa y otros. Tercero, y la más importante es que el enfoque FEER es esencialmente un modelo de flujo de equilibrio a medio plazo, y no tiene en cuenta las consideraciones de los valores de equilibrio de largo plazo. Y cuarto, no aborda la dinámica de ajuste del TCR, incluido el papel potencial de las políticas cambiarias y monetarias para influir en la velocidad de convergencia para el TCR de equilibrio (Clark y MacDonald (1999)).

Un tercer enfoque - y él que será abordado en la presente investigación- es el Comportamiento del Tipo de Cambio Real (*Behavioral Equilibrium Exchange Rate, BEER*), que realiza un diagnóstico del valor de equilibrio del TCR, a partir de una ecuación reducida que explica su comportamiento. El TCR dependerá de los fundamentos económicos de largo, así como de factores transitorios de corto plazo. A partir del ajuste de la ecuación de regresión se calcula un valor de equilibrio corriente, el cual está determinado por los valores de los fundamentos económicos de largo plazo.

En síntesis sobre los enfoques expuestos, cada uno de ellos es susceptible de limitaciones y críticas. A pesar de ello, estos modelos analíticos entregan elementos que permiten generar un diagnóstico respecto de la evolución del TCR y su eventual desalineamiento de éste respecto de los niveles de equilibrio de mediano y largo plazo. El presente estudio adopta el modelo BEER porque tiene una dimensión de *largo plazo* que incorpora factores transitorios de corto y mediano plazo. Además se deriva un TCR de equilibrio que es dinámico en el tiempo, donde su trayectoria queda afectada ante cambios en sus fundamentos.

2.3. Estudios Empíricos

Literatura internacional

La literatura empírica sobre los determinantes del TCR es muy extensa, desde el trabajo pionero de Nurkse (1945) y que se popularizó con Williamson (1983, 1994) a través del enfoque macroeconómico del TCR. Luego, surgen modelos que añaden un instrumental analítico y matemático, muchos de ellos con fundamentos microeconómicos. Un elemento en común de las investigaciones para los países en desarrollo es el empleo del enfoque BEER, donde se relaciona el TCR con sus fundamentos de manera uniecuacional. En éste campo destacan los trabajos de Edwards (1989,1995), Cottani et al (1990),

Drine y Rault (2003), Calderón (2002), Aguirre y Calderón (2005), Elbadawi y Soto (2005), Montiel (2007), Soto (2008) y Bello et al (2010) entre algunos⁴.

En síntesis existe cierto consenso sobre la importancia de la influencia en la trayectoria del TCR, de un *factor de demanda* (relación gasto-producto) y una *relación de precios* (términos de intercambio). Luego surgieron corrientes que introducen los *factores de oferta*, mediante las diferencias de productividad en los sectores de la economía⁵. Finalmente, se encuentran algunos trabajos que adicionan algunas especificidades de una economía emergente, como ser la posición de inversión internacional, los flujos de ayuda externa, la tasa de desempleo, impuestos al comercio exterior, remesas de los trabajadores y otras características propias de una economía en desarrollo. Por otro lado, se encuentran investigaciones- aunque muy pocos para economías emergentes- que introducen modelos dinámicos de simulación de equilibrio general y permiten un análisis más integral en las interrelaciones del TCR con los sectores de la economía. Se puede mencionar en este rubro el estudio para Chile de Schmidt-Hebbel y Servén (1996), aunque su principal interés fue evaluar el impacto de los ajustes fiscales sobre el TCR.

Estudios para Bolivia

Los estudios sobre esta temática se remontan desde la década de los 90s. Destaca el trabajo de Ramírez (1991) que analiza la evolución del TCR a lo largo del período 1970-1990. Con información anual concluye que durante el período de estabilización, es decir a partir de 1985⁶, existió un desalineamiento de tipo estructural explicado por la persistente caída en los términos de intercambio y la mayor apertura comercial de Bolivia con el exterior.

Luego se encuentra el estudio de Ferrufino (1992) que emplea información trimestral desde 1986 hasta 1990 y determina que los principales fundamentos del TCR son los términos de intercambio y los flujos de capital. Concluye que para el período analizado existe una sobrevaluación del TCR respecto a su nivel de equilibrio de aproximadamente 25 % debido al deterioro de los términos de intercambio y la reducción en el flujo de capitales, que no fueron compensados con devaluaciones nominales.

Un problema común en estos trabajos es la confiabilidad de los datos que utilizaron, en parte porque su muestra comprendió periodos previos a la década de los 90s, en los cuales la calidad de los datos macroeconómicos tuvo ciertas limitaciones. Asimismo, ignoran en la modelación el quiebre estructural que se produjo a mediados de los 80s cuando sucede el periodo hiperinflacionario. Finalmente por el

⁴Otro aspecto en común es el empleo de metodologías para probar una relación de cointegración ya sea en series de tiempo o datos de panel. También en el uso de modelo de corrección de errores en sus diferentes variantes.

⁵Esto con la finalidad de la verificación del efecto Balassa-Samuelson.

⁶En 1985 se implementa una nueva política económica con el fin de lograr la estabilidad macroeconómica. Donde la política cambiaria, cambio de orientación en controlar la inflación y ser congruente, con la situación de los mercados de divisas internacionales.

limitado número de observaciones les impuso restricciones en el análisis estadístico y plantea algunas dudas con relación a la robustez de los resultados.

Cuadro 1:
Bolivia: Estudios empíricos sobre la estimación del TCR de equilibrio

Autor	Lora y Orellana (2000)	Aguilar M.A. (2003)	Humérez (2005)	Mendieta (2007)	Cerruti y Mancilla (2008)	Bello, Heresi y Pineda (2010)
1) Periodo de estimación	1990-1999	1990-2002	1990-2003	1991-2007	1990-2006	1969-2006
2) Enfoque Teórico	BEER	BEER	BEER	BEER	BEER	BEER
3) Técnica Econométrica	MCE	VEC	MCE	VEC	VEC	VEC
4) Fundamentos utilizados						
<i>Términos de intercambio</i>	-0.63 (a)	-0.44	-0.174 (a)	0.13(a)	-0.662(a)	-0.54(a)
<i>Gasto de gobierno</i>	-0.04 (a)	0.032 (a)		-0.48	0.01	
<i>Productividad</i>		-0.006	0.039	-1.07	-2.24(a)	
<i>Flujos de capital</i>	-1.42	-0.708	0.084 (a)	-0.86	-0.002	
<i>Apertura de la economía</i>	0.26 (a)	0.362(a)	0.229 (a)			-0.03
<i>Política comercial</i>	-0.15 (a)	0.259 (a)		0.20		
<i>Posición neta de activos externos</i>					-0.02	
5) Periodos de desalin-eamiento						
Subvaluación (+)	1994-1996 (entre 1 % y 4.2 %).	1994-1995	1990, 1994, 1995, 1997, 2001 y parte del 2002.	1995	No repor-tan	No repor-tan
Sobrevaluación (-)	1998-1999 (entre 1.7 % y 2.46 %)	2002 (del 3 %), 1990-1993 (del 4.5 %).	1991-1993, 1998-2000 y finales de 2002.	1991-1994, 2002-2003		

(a) representan elasticidades, porque sus parámetros fueron medidos en logaritmos.

Nota. Donde MCE (Modelo de Corrección de Errores) y VCE (Vector de Corrección de Errores)

Fuente: Elaboración propia, en base a los estudios señalados.

Posteriormente, surgen estudios que amplían el periodo de estimación y mediante el uso de técnicas econométricas de series de tiempo les permite obtener resultados más confiables. En este rubro se encuentran los trabajos de Lora y Orellana (2000), Aguilar (2003), Humérez (2005), Mendieta (2007)

y, Cerruti y Mancilla (2008). Un elemento en común de estos trabajos es el empleo de la metodología BEER para la estimación del TCR de equilibrio y el uso del modelo de corrección de errores. Dependiendo del modelo analítico adoptado y los supuestos detrás de ellos, en general identifican como fundamentos del TCR al gasto de gobierno, los flujos de capital, los términos de intercambio, el diferencial de productividad y la apertura de la economía.

En el Cuadro 1, se expone los resultados hallados de los citados trabajos, donde se muestra la respuesta del TCR ante una variación de sus fundamentos (Línea 4). Puede apreciarse que los signos hallados en estos modelos son mixtos y contradictorios. Los mismos que son discutibles desde el punto de vista teórico, tal como se revisará la sección 4 de resultados. Estas diferencias por lo general surgen de la forma en que se construyen las variables para aproximarse al modelo teórico o analítico⁷.

En síntesis los estudios para Bolivia, reportan que a lo largo de la década de los 90s y 2000, el TCR se ubicó en torno a su nivel de equilibrio de largo plazo, salvo algunos periodos donde se registraron episodios de crisis financieras o cambiarias de los socios comerciales que afectaron su trayectoria. Se destacan la crisis de los países asiáticos (1997-1998) y la crisis brasileña (1999), la crisis Argentina (2001-2002) y la crisis financiera de Estados Unidos (2008).

3. Modelo Analítico: Comportamiento del Tipo de Cambio Real (BEER)

La literatura sobre los determinantes del TCR es muy extensa. Sobre los estudios para economías emergentes destacan el de Edwards (1989,1995), Cottani et al (1990), Drine y Rault (2003), Calderón (2002), Elbadawi y Soto (2005) y Montiel (2007) entre algunos. El presente estudio emplea el modelo BEER porque tiene una dimensión de largo plazo y para derivar la ecuación reducida del TCR que se explica a través de sus fundamentos, se utiliza el modelo de Calderón (2002,2004) quien formula una versión extendida del modelo original de transables y no transables de Obsfeld y Rogoff (1995,1996)⁸. A este *benchmark* se introduce al gobierno con la finalidad de evaluar su interacción con el modelo. Para simplificar el análisis, pero que no invalidan las implicancias teóricas del modelo, se asume la ausencia de dinero en la economía⁹, precios monopólicos para el sector no transable. Los supuestos en

⁷Una variable conflictiva en su interpretación y de difícil medición, es el ratio de productividad donde algunos estudios la aproximan como el ratio de pib per cápita del país doméstico con respecto al país foráneo, otros prefieren utilizar las diferencias de tasas de interés nacional con respecto a una externa, para medir las diferencias del capital. También existen diferencias en la medición de los flujos de capital y el gasto de gobierno.

⁸Una versión similar de este modelo sin gobierno es presentado en Lane y Milesi-Ferretti (2000), y con gobierno e impuestos en Elbadawi y Soto (2005).

⁹Un modelo que introduce dinero en la economía se encuentra en Cerda y Lema (2003), cuyo objetivo es analizar los mecanismos de transmisión de los desalineamientos monetarios y cambiarios sobre la inflación.

los que se sustenta el modelo son los siguientes:¹⁰

1. Es un modelo básico de equilibrio parcial para dos economías, el país doméstico y el país extranjero, cada uno cuenta con un sector transable y no transable.
2. Existe un agente representativo en la economía que mantiene preferencias homotéticas.¹¹
3. El agente-productor reside en ambos países, el propio y el extranjero.
4. El sector transable tiene un solo bien homogéneo cuyo precio está valorado de manera competitiva en los mercados mundiales. Por otro lado, el sector no transable de cada país tiene una estructura monopólica.
5. El agente representativo del país nacional está dotado de una cantidad constante del bien transable en cada periodo $\bar{Y}_t$. Así mismo, este agente tiene el poder monopólico sobre los bienes no transables A_t , en la economía.
6. El agente del país doméstico tienen las mismas preferencias del agente extranjero, en cuanto a sus decisiones de consumo, ahorro y esfuerzo laboral.
7. El gasto de gobierno se direcciona principalmente a bienes no transables, lo que ejerce una presión sobre la demanda de los mismos.
8. El gasto de gobierno es puramente disipativa y no afectan a la productividad o utilidades privadas.
9. Por simplicidad se asume que el consumo doméstico y el de gobierno en bienes exportables es cero.

Por lo tanto el modelo a resolver es la maximización de la función de utilidad intertemporal del agente j:

$$U_T^j = \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} \left[\frac{\sigma}{\sigma-1} C_s^{1-\frac{1}{\sigma}} - \frac{\kappa}{2} y_{N,s}^2 \right] \quad (1)$$

Donde el factor de descuento $\beta \in (0, 1)$ y la elasticidad de sustitución intertemporal y el parámetro de esfuerzo laboral son no negativos (σ y $\kappa > 0$). Este último término representa la desutilidad del esfuerzo laboral por producir más bienes transables.

¹⁰En Anexo 1, se realiza la descripción detallada del modelo analítico.

¹¹Donde la tasa marginal de sustitución (constante) no dependerá del nivel de consumo, sino más bien del consumo relativo de los bienes de la canasta.

El índice de consumo C , es un índice agregado entre el consumo de bienes transables C_T y no transables C_N , que se expresa como:

$$C_t = [\gamma^{1/\theta} C_{T,t}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + (1 - \gamma^{1/\theta}) C_{N,t}^{\frac{\theta-1}{\theta}}]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (2)$$

donde θ representa la elasticidad de sustitución intratemporal entre el consumo de bienes transables y no transables. Además el agente representativo doméstico j puede invertir en un activo (bono) transable internacional (denominado en precios del bien de importación), y el flujo de su restricción presupuestaria intertemporal viene dada por:

$$F_{t+1}^j = (1 + r_t) F_t^j + P_{N,t}(j) Y_{N,t}(j) - P_{T,t}^X \bar{Y}_{T,t} - P_t C_t^j - P_t \tau \quad (3)$$

Donde F_t representa los bonos reales (en precios del bien transable), los bonos redimen una tasa de retorno real r , en tanto $P_{N,t}(j)$ representa el precio del bien no transable producido por el agente j , y $P_{T,t}^X$ representa el precio competitivo mundial del bien no transable, y τ representa una transferencia de tipo *lump-sum*. Por lo tanto la restricción presupuestaria depende de la riqueza generada por la posición de activos externos netos, del valor de la producción de bienes no transables, del valor de la dotación inicial de bienes transables, del nivel de consumo ($P_t C_t$) y de las transferencias ($P_t \tau$).

El índice de precios al consumidor en el país doméstico vendría dado por:

$$P_t = [\gamma P_{T,t}^{1-\theta} + (1 - \gamma) P_{N,t}^{1-\theta}]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (4)$$

Donde $P_{T,t}$ y $P_{N,t}$ representan el precio de los bienes transables y no transables, respectivamente en el momento t . Además se puede definir el tipo de cambio real Q_t , como el ratio del índice de precios al consumidor entre el país foráneo y el doméstico.

$$Q_t = \frac{E_t P_t^*}{P_t} \quad (5)$$

Con la finalidad de introducir al gobierno, se asume que el gasto de gobierno es puramente disipativa y no afectan a la productividad o utilidades privadas. Por lo tanto los productores de no transables tienen una curva de demanda con pendiente descendente desde el sector público y privado, bajo la siguiente expresión:

$$Y_{N,t}^D(j) = \left[\frac{P_{N,t}(j)}{P_{N,t}} \right]^{-\theta} C_N^A \quad G_t(j) = \left[\frac{P_{N,t}(j)}{P_{N,t}} \right]^{-\theta} G_N^A \quad (6)$$

Donde C_N^A y G_N^A representan el consumo privado y público agregado de bienes no transables en el país doméstico, respectivamente.

Condiciones de primer orden

Resolviendo el problema del agente, maximizando la ecuación (1) sujeto a las restricciones impuestas por las ecuaciones (3) y (6). La solución óptima del consumo y del esfuerzo laboral está dada por las condiciones de primer orden:

$$\frac{C_{T,t+1}}{C_{T,t}} = [\beta(1 + r_{t+1})]^\sigma \left(\frac{P_{T,t+1}}{P_{T,t}} \right)^{-\theta} \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \right)^{\sigma-\theta} \quad (7)$$

$$\frac{C_{N,t}}{C_{T,t}} = \left(\frac{\gamma}{1-\gamma} \right) \left(\frac{P_{N,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\theta} \quad (8)$$

$$Y_{N,t}^{\frac{\theta+1}{\theta}} = \left[\frac{\theta-1}{\theta\kappa} \right] C_t^{-1/\sigma} (C_{N,t}^A + G_{N,t}^A)^{1/\theta} \left(\frac{P_{Nt}}{P_t} \right) \quad (9)$$

De estas últimas ecuaciones se puede comentar lo siguiente:

La ecuación (7), señala que existe un aumento del consumo presente y una disminución del consumo futuro a medida que la tasa de interés es más baja, eso si el nivel de precio agregado relativo a los precios de los transables en el presente es menor al valor en el futuro (efecto intertemporal). Ahora, hay que tomar en cuenta así mismo el efecto sustitución de los bienes transables hacia los no transables (efecto intratemporal). El dominio de cualquiera de estos dos efectos dependerá básicamente de sus respectivas elasticidades de sustitución. El primer efecto domina si la elasticidad de sustitución intertemporal es más grande que la elasticidad de sustitución intratemporal ($\sigma > \theta$).

Se desprende de la ecuación (8) que el consumo de los bienes no transables depende inversamente de su precio, asumiendo una elasticidad de sustitución constante entre los bienes transables y no transables.

La ecuación (9) representa la oferta de equilibrio de los bienes no transables. Es importante notar que cuanto mayor sea el consumo agregado (privado y de gobierno) menores serán los niveles de producción de dichos bienes, a medida que los agentes aumenten el ocio conforme con el consumo de otros bienes.

Finalmente se introduce la condición de transversalidad, la cual indica que debe haber un límite de endeudamiento para el agente representativo j .

Solución aproximada

La solución al modelo es a través del estado estacionario donde todas las variables son constantes. Además se asume que el stock de activos externos netos es cero. Es decir $nF_{t+1} + (1-n)F_{t+1}^* = 0$. Como los agentes representativos mantienen las mismas preferencias, obtienen el mismo precio y obtienen el mismo producto de equilibrio. Luego se normaliza la dotación de bienes transables $\bar{Y}_t$, como resultado de esto, el precio relativo de los bienes no transables en términos de bienes transables debe ser igual a uno, ($P_N = 1$). Adicionalmente se asume que el precio de los bienes transables es uno, ($P_{T,t}^X = 1$). Luego, en el estado estacionario es posible derivar el consumo y la producción de los bienes transables y no transables en equilibrio:

$$Y_N = C_N = \left(\frac{\theta - 1}{\theta \kappa} \right)^{\frac{\sigma}{1+\sigma}} (1 - \gamma)^{\frac{1}{1+\sigma}} \quad (10)$$

$$Y_T = C_T = \left(\frac{\gamma}{1 - \gamma} \right) Y_N \quad (11)$$

La ecuación (10) expresa que cuanto menos agotador sea el esfuerzo laboral (más pequeño sea κ), mayor será la producción de bienes no transables en el estado estacionario. Por su lado, la ecuación (11) expresa que cuanto mayor sea el peso del consumo de transables en la función de utilidad (más grande γ), mayor es la razón de producto transable a no transable.

Luego se toma una aproximación alrededor del estado estacionario. Donde se define $\tilde{X} = dx/x_0$ como el porcentaje de cambio relativo con respecto al estado estacionario. Esto se hace para encontrar el cambio en porcentaje del consumo de los transables:

$$\tilde{C} = r\tilde{F} + \tilde{Y}_N - \tilde{P}_T^X \quad (12)$$

Donde $\tilde{F} = dF/C_{T,0} = (1/\gamma)(dF/Y_0)$

De acuerdo a la expresión (12), el consumo de los bienes transables estaría determinado por la posición de activos externos netos, el nivel de dotación de los bienes no transables y por el precio de las exportaciones. Luego, log-linealizando alrededor del estado estacionario para la oferta y demanda de bienes no transables se obtiene,

$$\tilde{Y}_N = \tilde{C}_N = \tilde{C}_T - \theta(\tilde{P}_N - \tilde{P}_T) + \tilde{G} \quad (13)$$

$$\tilde{Y}_N = \tilde{C}_N = \left(\frac{\sigma - \theta}{\sigma - 1} \right) \gamma (\tilde{P}_N - \tilde{P}_T) + \left(\frac{\sigma}{\sigma + 1} \right) \tilde{A}_N \quad (14)$$

En la ecuación (14), los determinantes del consumo de los no transables son el precio relativo con los transables y el impacto de productividad sobre los mismos.

Luego combinando las ecuaciones (12) y (14), se encuentra una expresión del precio relativo de los bienes no transables.

$$\tilde{P}_N - \tilde{P}_T = \frac{1 + \sigma}{\theta(1 + \sigma) + \gamma(\sigma - \theta)} \left[r\tilde{F} + \tilde{Y}_T + \tilde{P}_T^X - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N + \tilde{G} \right] \quad (15)$$

En contraparte para el país foráneo se define análogamente,

$$\tilde{P}_N^* - \tilde{P}_T^* = \frac{1 + \sigma}{\theta(1 + \sigma) + \gamma(\sigma - \theta)} \left[- \left(\frac{n}{1 - n} \right) r\tilde{F} + \tilde{Y}_T^* + \tilde{P}_T^M - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \tilde{G}^* \right] \quad (16)$$

Donde $\tilde{G}$ y $\tilde{G}^*$ representan el gasto de gobierno en bienes transables como proporción del PIB en el país doméstico y el foráneo, respectivamente.

Se debe mencionar que, debido a que el modelo se conforma con dos países, suponemos que la totalidad de la producción de transables que son exportadas del país foráneo es consumida totalmente en el país doméstico y viceversa, produciéndose así el vaciado de mercado $P_T^{*X} = P_T^M$.

La ecuación (15) y (16) recogen las fluctuaciones alrededor del estado estacionario en el precio relativo de los bienes transable con respecto a los no transables $\tilde{P}_N - \tilde{P}_T$, estas fluctuaciones están determinadas por las variaciones en el tiempo de la posición de activos externos netos $\tilde{F} \equiv dF/C_{T,0} = (1/\gamma)(dF/Y_0)$ fluctuaciones en la productividad de los bienes transables $\tilde{Y}_T$, y no transables $\tilde{A}_N$, movimientos en los términos de intercambio $\tilde{P}_T^X - \tilde{P}_T^M$, y el gasto del gobierno con respecto al PIB, $\tilde{G}$.

Ecuación del Tipo de Cambio Real

Para obtener una ecuación del tipo de cambio real, primero expresamos la ecuación (5) $Q_t = \frac{E_t P_t^*}{P_t}$, en logaritmos (letras en minúsculas):

$$q_t = e_t + p_t^* + p_t \quad (17)$$

Luego expresando la ecuación (4) para el país doméstico y el foráneo y reemplazando en (17) se obtiene,

$$q_t = e_t + \gamma(p_t^{T*} - p_t^T) + (1 - \gamma)(p_t^{N*} - p_t^N)$$

Donde $\gamma > 0$, que representa la participación del gasto en transables respecto del gasto total. Las letras minúsculas indican el logaritmo natural de las letras mayúsculas, $x = \ln X$. El tipo de cambio real podría ser descompuesto como:¹²

$$q_t = x_t + y_t = e_t + (p_t^{T*} - p_t^T) + (1 - \gamma)(p_t^{N*} - p_t^{T*}) - (1 - \gamma)(p_t^N - p_t^T) \quad (18)$$

Es decir como la suma de los precios relativos de bienes transables $x_t = e_t + (p_t^{T*} - p_t^T)$ y el precio relativo de los bienes no transables con respecto a los bienes transables $y_t = (1 - \gamma)(p_t^{N*} - p_t^{T*}) - (1 - \gamma)(p_t^N - p_t^T)$. Una de las características es la estacionariedad del elemento x_t , por lo tanto la no estacionariedad del tipo de cambio real q_t vendría dada por el término y_t , que a su vez estaría determinado por shocks exógenos permanentes de demanda, tecnológicos y de términos de intercambio.

De la expresión (18), se obtienen los cambios del tipo de cambio real:¹³

$$\tilde{q}_t = \tilde{e}_t + (\tilde{P}_t^{T*} - \tilde{P}_t^T) + (1 - \gamma)(\tilde{P}_t^{N*} - \tilde{P}_t^{T*}) - (1 - \gamma)(\tilde{P}_t^N - \tilde{P}_t^T) \quad (19)$$

Reemplazando las expresiones (15) y (16) en (19), se obtiene una ecuación general para el logaritmo del tipo de cambio real q_t :

$$\begin{aligned} \tilde{q}_t = \tilde{e}_t + (\tilde{P}_t^{T*} - \tilde{P}_t^T) + (1 - \gamma) \frac{1 + \sigma}{\theta(1 + \sigma) + \gamma(\sigma - \theta)} \left[- \left(\frac{n}{1 - n} \right) r\tilde{F} + \tilde{Y}_T^* + \tilde{P}_T^M - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \tilde{G}^* \right] \\ - (1 - \gamma) \frac{1 + \sigma}{\theta(1 + \sigma) + \gamma(\sigma - \theta)} \left[r\tilde{F} + \tilde{Y}_T + \tilde{P}_T^X - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \tilde{G}^* \right] \end{aligned}$$

Para simplificar $\psi = -\frac{(1-\gamma)(1+\sigma)}{\theta(1+\sigma)+\gamma(\sigma-\theta)}$. Desarrollando y ordenando se obtiene la expresión (20),

$$\tilde{q}_t = \tilde{e}_t + (\tilde{P}_t^{T*} - \tilde{P}_t^T) + \psi r\tilde{F} \left(\frac{1}{1 - n} \right) + \psi(\tilde{Y}_T - \tilde{Y}_T^*) + \psi(\tilde{P}_t^X - \tilde{P}_t^M) - \left(\psi \frac{\sigma}{1 + \sigma} \right) (\tilde{A}_N - \tilde{A}_N^*) + \psi(\tilde{G} - \tilde{G}^*) + \xi \quad (20)$$

Donde ξ representa la desviación de las condiciones optimas de primer orden (ecuaciones del 7 al 9), del cual se espera que sean estacionarias.

Transformando (20) en log-niveles y reemplazando $\tilde{F} \equiv dF/C_{T,0} = (1/\gamma)(dF/Y_0)$ en el tercer término de la ecuación anterior y denominando $q_t = \ln TCR_t$. Se obtiene la ecuación reducida del tipo de cambio real (TCR) acompañado por sus fundamentos.

¹²Se suma y resta a la expresión $-(1 - \gamma)(p_t^{T*} - p_t^T)$.

¹³Notar que la expresión del precio de transables y no transables en mayúsculas representan valores log-linealizados. Por ello se usa indistintamente con las letras minúsculas.

$$\begin{aligned} \ln TCR_t = & (\tilde{P}_T - \tilde{P}_T^*) - e + \frac{\psi r}{(1-n)\gamma} \frac{F}{Y} + \psi \ln \left(\frac{Y_T}{Y_T^*} \right) + \psi \ln \left(\frac{P_T^X}{P_T^M} \right) \\ & - \left(\frac{\psi \sigma}{1+\sigma} \right) \ln \left(\frac{A_N}{A_N^*} \right) + \psi \ln \left(\frac{G}{G^*} \right) + \xi \end{aligned}$$

Si $\beta_0 = (\tilde{P}_T - \tilde{P}_T^*) - e$,

$$\ln TCR_t = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{F}{Y} \right)_t + \beta_2 \ln \left(\frac{Y_T}{Y_T^*} \right)_t + \beta_3 \ln \left(\frac{P_T^X}{P_T^M} \right)_t - \beta_4 \ln \left(\frac{A_N}{A_N^*} \right)_t + \beta_5 \ln \left(\frac{G}{G^*} \right)_t + \mu_t \quad (21)$$

Ordenando los ratios de productividad relativa también se puede expresar como (21a):

$$\ln TCR_t = \phi_0 + \phi_1 \left(\frac{F}{Y} \right)_t + \phi_2 \ln \left(\frac{Y_T}{A_N} / \frac{Y_T^*}{A_N^*} \right)_t + \phi_3 \ln \left(\frac{P_T^X}{P_T^M} \right)_t - \phi_4 \ln \left(\frac{G}{G^*} \right)_t + \mu_t$$

De la ecuación (21), $\ln TCR_t$ es el tipo de cambio real; F/Y , es el coeficiente de la posición de activos externos netos con respecto al PIB del país doméstico; Y_T/Y_T^* , es la productividad de la fuerza laboral del sector transable del país doméstico respecto al foráneo; P_T^X/P_T^M , son los términos de intercambio (precio relativo de exportaciones con respecto a las importaciones); A_N/A_N^* , denota la productividad de la fuerza laboral del sector no transable del país doméstico con respecto al extranjero; G/G^* , es el gasto del gobierno (como proporción del PIB) del país doméstico con respecto al país foráneo y, μ_t es el término de error aleatorio.

De la ecuación (21) se puede encontrar los siguientes vínculos teóricos:

La relación entre la posición de activos externos netos (F) y el tipo de cambio real (TCR). Este vínculo es analizado por Obstfeld y Rogoff (1998) y Lane y Milesi-Ferreti (2004)- entre algunos- quienes predicen que países con pasivos externos importantes (deudores netos) necesitan generar un superávit en la balanza comercial, para poder honrar sus deudas y ésto los obliga a tener una depreciación del TCR (efecto transferencia) para restablecer o atenuar del deterioro de las cuentas externas.

Por otro lado Obstfeld y Rogoff (1998), indican que el *efecto transferencia* también podría operar afectando la riqueza nacional y la oferta laboral. Es decir, una transferencia del país doméstico al país foráneo, ocasiona una reducción de la riqueza nacional y por tanto eleva la oferta de trabajo y la oferta de bienes exportables principalmente (aumento de bienes transables) que presionarían sobre el sector no transable elevando el precio de este último sector y, en consecuencia apreciando el TCR ($\beta_1 < 0$).

Luego, países que tengan una posición de activos externos netos favorables o mejoras sustanciales, les permite sostener mayores déficit comerciales y, consecuentemente acceder a mayores niveles de gasto

en bienes transables y no transables (efecto transferencia). Si la presión del sector transable es mayor al sector no transable, se genera un incremento de precios de los no transables y en consecuencia se aprecia el TCR. El segundo termino de la expresión (21), se refiere a la relación de productividad laboral del sector transable entre el país domestico y el foráneo. El precio relativo de los bienes no transables debería crecer más rápido en el país propio que en el país foráneo, si el coeficiente de productividad transable a no transable creciera más en el país propio que en el foráneo. Este vinculo es conocido como, el efecto *Balassa-Samuelson*.

De acuerdo a esta hipótesis, un incremento de la productividad en el sector transable en el país doméstico (Y_T), respecto a la del país foráneo (Y_T^*), puede darse dos alternativas. Primero, que los precios domésticos del bien transable disminuyen – resultado del incremento de la productividad laboral– o segundo, tendrá que ocurrir un ajuste vía incremento salarial en este sector.

Dado el supuesto (4) del modelo analítico, los bienes transables son homogéneos y su precio está valorado de manera competitiva, por lo que el precio no puede cambiar y tenderán a ser iguales. Por lo tanto, el ajuste vendrá dado con una subida de los salarios, resultado de una mayor demanda laboral de este sector. Bajo ciertos supuestos de movilidad laboral, existirá un desplazamiento de la mano de obra del sector no transable al transable, reduciendo la producción de bienes no transables, y provocando una presión de demanda sobre este sector y en consecuencia un incremento de precios¹⁴. El resultado final será una apreciación del TCR ($\beta_2 < 0$) del país doméstico.

Respecto al cuarto término de la expresión (21), si la productividad de los bienes no transables (A_N) aumenta en relación a la productividad de los bienes no transables de los socios comerciales (A_N^*), tendrá que existir un ajuste vía reducción de precios de no transables o incrementos salariales. Dado que el ajuste con la subida de los salarios no puede ocurrir en este sector, porque presionaría sobre los precios de bienes transables¹⁵ mostrando contrariedad al supuesto de precios competitivos. Luego bajo el supuesto (4) del modelo analítico, que el sector no transable tiene una estructura monopólica, sólo queda bajar el precio de este sector lo que provoca una depreciación real ($\beta_4 < 0$).

Otro vínculo importante de la expresión (21), es la relación de los términos de intercambio y el TCR, que ha sido bastante explorada en estudios empíricos y teóricos. El interés no es menor, porque su vinculación es directa y en muchos casos la identifican como el principal factor de los movimientos del TCR. La incidencia del los términos de intercambio (P_T^X/P_T^M) sobre el TCR es teóricamente indefinido ya que existen dos efectos simultáneos de signo opuesto. El primero, es el *efecto ingreso* que si éste

¹⁴Bajo la definición del tipo de cambio real como la relación entre precios transable y no transables, $TCR = PT/PNT$. Un incremento de los precios no transables provoca una apreciación del TCR.

¹⁵Este mecanismo ocurre, cuando existe el traslado de los trabajadores del sector transable al no transable, reduciendo la oferta de bienes transables y ejerciendo una presión de demanda sobre los mismos.

es percibido como permanente, afectará al ingreso disponible del país, provocando aumentos en el consumo que presiona sobre la demanda de bienes no transables, elevando su precio y dando como resultado una apreciación real, $\beta_3 < 0$.

El segundo es el *efecto sustitución*, generado por el cambio en los precios relativos de bienes importables, exportables y no transables. Si debido al aumento de términos de intercambio, los bienes importables se abaratan con relación a los bienes no transables, y en la medida que estos sean sustitutos o complementarios, la demanda de los importables crecerá en detrimento de los bienes no transables. La demanda de estos últimos será menor y su precio caerá, provocando una depreciación real, $\beta_3 > 0$.

En síntesis, si el *efecto ingreso* domina sobre el *efecto sustitución*, se da el caso del tipo *Dutch Disease*¹⁶ que determina que un shock favorable en los términos de intercambio, provoca una subida de los bienes no transables, apreciando el tipo de cambio y deteriorando la competitividad de los bienes transables que se encarecen en el mercado externo. Los estudios para economías emergentes dan cuenta que en general un shock positivo en los términos de intercambio tiene un efecto inverso sobre el TCR, sin embargo su constatación se torna en una tarea empírica.

Finalmente el último término de la expresión (21), que mide la relación del gasto de gobierno-producto (G/G^*) con el tipo de cambio real, dependerá de dos aspectos. El Primero, según el nivel de composición del gasto público en bienes transables y no transables. Bajo el supuesto (9) del modelo analítico, el gasto de gobierno se destina a bienes no transables, por lo que toda presión del gasto público sobre este sector causa un exceso de demanda y posteriormente una subida del precio de bienes no transables, dando como resultado final una apreciación real, $\beta_5 < 0$.

Luego bajo el supuesto (8) del modelo analítico, que el gasto de gobierno es puramente disipativo y no afecta a la productividad o utilidades privadas¹⁷. Si levantamos este supuesto y se permite que el gasto de gobierno sea financiado con impuestos que afecten a los recursos del sector privado, reducirá el gasto de este último en bienes no transables causando una caída en el precio de este sector y luego vendrá una depreciación real $\beta_5 > 0$.

Así, el efecto neto sobre el tipo de cambio real dependerá de la diferencia entre las propensiones marginales al gasto en bienes domésticos de los sectores privado y público. Si la propensión marginal al consumo de no transables del sector público es mayor (menor) a la del sector privado habrá una apreciación (depreciación) del tipo de cambio real.

¹⁶El nombre Dutch Disease (enfermedad holandesa) viene de un episodio sufrido por Holanda, donde experimentó un gran desplazamiento de su producción interna luego del descubrimiento de un recurso natural petrolero. Esto provocó más tarde una apreciación de su moneda en términos reales, reduciendo de esta manera la rentabilidad de las otras exportaciones (manufacturas y otros). Este postulado es bastante estudiado en economías emergentes, cuya característica es tener concentrado la riqueza nacional en un sector reducido y que experimenta un shock favorable de precios.

¹⁷Sólo se considera una transferencia de tipo *lump-sum* al agente representativo.

Algunas consideraciones de la metodología BEER

En la expresión (21), se obtiene una ecuación reducida para el TCR que es acompañada por un conjunto de variables, llamados fundamentos”. Luego, se procede al cómputo del desalineamiento del TCR. Para ello se deben seguir los siguientes pasos:

a) Se estima el modelo reducido empleando una serie de datos históricos,

$$tcr_t = a_i x_{it} + u_t$$

Donde tcr es el logaritmo del tipo de cambio real, los x_{it} son los logaritmos (con excepción de F/Y) de los fundamentos encontrados, a_i son los coeficientes (elasticidades y semielasticidades según correspondan), y u_t es el término de error.

b) Por lo general (pero no siempre) se procede al cálculo de los valores normales o sostenibles” de los fundamentos. Esto se hace normalmente con la descomposición de las en un componente ”permanente” y ”transitorio”.

$$x_{it} = xp_{it} + xt_{it}$$

Donde xp_{it} y xt_{it} son los componentes permanentes y transitorios de los fundamentos i en el período t , respectivamente.

c) Se emplean las xp_{it} y se interpretan como los valores de los fundamentos de largo plazo, y junto a los coeficientes estimados en la regresión, $\hat{a}_i$, se construye la trayectoria del tcr de equilibrio.

Una propiedad importante de esta ecuación es que el tcr de equilibrio no tiene que ser constante en el tiempo. En efecto, en la medida en que hay cambios en los fundamentos, el índice estimado del tcr de equilibrio puede variar a través del tiempo.

d) El grado de desalineación se calcula como la diferencia, en cualquier momento en el tiempo, entre el TCR observado y el de equilibrio.

$$Des = tcr_t - tcr_t^*$$

El desalineamiento se produce cuando ocurre una desviación sostenida del TCR actual respecto de su nivel de equilibrio de largo plazo. Si el TCR actual está por debajo del valor del TCR de equilibrio, es decir queda más apreciado que el de equilibrio, se enfrenta una fase de sobrevaluación. Si por el contrario, el TCR actual se encuentra por encima de su nivel de equilibrio, se presenta una fase de subvaluación.

Limitaciones de la metodología BEER

SI bien la metodología BEER ha sido muy popular entre los estudios empíricos, éste ha recibido críticas

por sus limitaciones en el marco conceptual y analítico que lo sustentan. El primero consiste, en que el TCR al constituirse en un precio relativo clave en la economía y sus efectos se transmiten en varios sectores. Un análisis más integral debe llevarse a cabo dentro de un modelo dinámico de equilibrio general. Por lo tanto, la mayor parte de los estudios empíricos, se reducen a modelos de equilibrio parcial y/o modelos estáticos.

La segunda limitación, es la noción de equilibrio del TCR, que es un elemento clave en el cálculo del desalineamiento. Los autores a menudo toman como medida de desalineamiento, los cambios actuales del TCR sobre una tendencia, que son descompuestos con el empleo de filtros. Este procedimiento no garantiza una medida coherente del TCR de equilibrio y por lo general no es posible distinguir entre los movimientos del TCR hacia el equilibrio cuando se encuentra desalineado.

Tercero y el más importante, es que la literatura empírica omite elementos que expliquen los cambios en el TCR y sus desajustes para las economías en desarrollo. Es muy frecuente encontrar estudios para éstas economías adoptando modelos estándar con supuestos de una economía desarrollada. Por lo general omiten aspectos fundamentales, tales como los flujos de ayuda extranjera, impuestos al comercio exterior, remesas de los trabajadores y otras características propias de una economías en desarrollo (Elbadawi y Soto, 2005).

4. Modelo Empírico

4.1. Propuesta de estimación

Al modelo planteado de la sección anterior se tienen las siguientes consideraciones:

Aproximación de las diferencias de productividades mediante el ratio de pib percapitas

Una limitación empírica de la expresión (21 o 21a) es la obtención de las variables que midan la productividad laboral del sector transable del país doméstico respecto al extranjero Y_T/Y_T^* , y de similar forma para el sector no transable A_N/A_N^* . Una aproximación según Valdés y Soto (1998), es mediante el producto medio, es decir la razón del producto por trabajador para cada sector. Sin embargo la misma amerita obtener datos de empleo o fuerza laboral a nivel sectorial del país doméstico y de los principales socios comerciales. Desafortunadamente, esta información para Bolivia es un inconveniente por su poca periodicidad y confiabilidad, lo que delimita el análisis buscado. Otra dificultad es encontrar dicha relación para los socios comerciales.

De acuerdo a estudios de Bello et al (2010), Cerruti y Mancilla (2008), Cerda et al (2003), y Mendieta (2007), una forma de captar los cambios de productividad de largo plazo (aunque de manera imper-

fecta) es midiendo la relación del PIB per cápita del país domestico y un promedio ponderado del PIB per cápita de los socios comerciales. Esta aproximación se sustenta si la productividad del sector transable es mayor a la del sector no transable dentro del país domestico. Por lo que un crecimiento del pib per cápita vendría asociado principalmente por una mejora de la productividad del sector transable¹⁸. Una manera de comprobar la anterior aseveración, es si el ritmo de crecimiento del pib del sector transable es más rápido que el sector no transable.

Bajo ese supuesto, la influencia en el tipo de cambio real del ratio del producto percapita del país doméstico (Y_p) con respecto al foráneo (Y_p^*), opera de similar forma a una subida de la productividad del sector transable (Y_T) del país domestico respecto a la del país foráneo (Y_T^*). Es decir mientras mayor sea la diferencia en el crecimiento del pib percapita del país domestico con respecto al foráneo (aumento de Y_p/Y_p^*), provocará un incremento salarial más importante en el sector transable, luego un desplazamiento de mano de obra del sector no transable al transable, presionando una subida del precio de no transables y provocando una apreciación del TCR.

Por lo tanto, el presente estudio utiliza el ratio de pib percapitas yp/Yp^* como una aproximación de las diferencias de productividad $(Y^T/A_N)/(Y_T^*/A_N^*)$ ¹⁹, aunque esta forma de medición diluye el concepto original del efecto Balassa-Samuelson. Los resultados de la misma se toman con cautela por ésta aproximación.

Introducción de la política comercial (aranceles-importaciones)

Otro fundamento (de política) no considerado en la sección anterior es la política comercial. Montiel (1999) presenta un marco analítico sobre la base del modelo de Dornbusch (1983), la cual muestra que a través de una liberalización (restricción) del comercio se esperaría que este asociado en el largo plazo a una depreciación (apreciación) real. Es decir, una medida de reducción de aranceles a las importaciones, induce a liberar los recursos del sector importable que son absorbidos tanto por el sector de bienes transables y no transables. Esto provoca por un lado, un incremento de la oferta de bienes no transables y, por el otro una menor demanda de bienes no transables por el sector transable. El efecto final, será una baja del precio de bienes no transables y una depreciación real de la moneda (Montiel, 2007). Una medida a la inversa, es decir un aumento de los aranceles provocará una apreciación real.

¹⁸Para el caso boliviano en el periodo de estudio, el crecimiento del pib del sector transable registró una mayor dinámica en relación al producto no transable. Esto se explica principalmente, por mayores exportaciones del sector de hidrocarburos, sector minería y sector agrícola-industrial, que fueron favorecidos por mayores niveles de inversión en capital humano y físico (introducción de nuevas tecnologías), como también la apertura de nuevos mercados y una mejora sustancial de los precios internacionales.

¹⁹Viene de la expresión (21^a) que es equivalente a la expresión (21).

Por otro lado, una política que aumenta la subvención a las exportaciones²⁰, favorecerá al sector transable provocando el desvío de la mano de obra del sector no transable al transable, y luego el mecanismo de ajuste se da de forma análoga a una mejora de los términos de intercambio. Es decir, una presión de demanda sobre los bienes no transables, incrementando sus precios y como resultado final una apreciación real (Montiel 1999). En síntesis un endurecimiento (flexibilidad) de la política comercial, que en el estudio se la mide como el ratio de las recaudaciones arancelarias (R) en proporción de las importaciones (M), reflejado en mayores (menores) impuestos sobre las importaciones o mayores (menores) subvenciones a las exportaciones, aprecia (deprecia) el TCR en el largo plazo.

Interacción de las variables de gasto con la tasa de desempleo

Estudios de Sjaastad (1996, 1998^a), Cerda et al (2003) y, Cerda y Lema (2003), sugieren realizar una distinción del efecto del gasto (presión de demanda) sobre el TCR, cuando una economía tiene un nivel de desempleo importante. Los resultados empíricos de los autores mencionados, señalan que una economía con un mayor nivel de desempleo, atenuaría en parte la respuesta de los precios de bienes no transables ante una presión (aumento) del gasto. Es decir, el sector no transable podría absorber la mano de obra que estuvo desempleada, generando una respuesta más dinámica de la oferta (oferta menos inelástica) ante la presión de demanda del otro sector, de esta manera la subida de precios de no transables queda diluida en parte, dependiendo de cuan rápido se de el ajuste por el lado de la oferta. Luego, la apreciación real de la moneda será menor, y donde se espera que el efecto neto sea una baja del TCR (apreciación).

Una forma de recoger este efecto es interactuando la variables de gasto (factor de demanda) de la expresión (21) con la tasa de desempleo. En este rubro sólo se identifican a dos variables como presión de demanda, el gasto de gobierno (G) y la posición de activos externos netos (F). Este último se justifica porque de acuerdo a Valdes-Délano (1998) y Céspedes-De Gregorio (1999), la relación de activos externos netos/producto (F/Y) se puede interpretar como una variable de demanda o una endogenización de la relación gasto-producto²¹. Este vínculo entre el gasto-producto y el tipo de cambio real, se conoce comúnmente como el efecto *Salter-Swan*. En síntesis, es de esperar que las interacciones señaladas den como resultado una menor apreciación del tipo de cambio ante una subida del gasto (sean público o de toda la economía) cuando el sector no transable absorba la mano de obra desempleada, solucionando más rápido de lo normal el exceso de demanda de bienes del sector²².

²⁰Para fines de simplificación se puede asumir que el monto de la subvención no será financiada con impuestos que afecten al sector privado y por lo tanto a sus decisiones de consumo.

²¹Se realiza esta aproximación porque la posición de activos externos netos refleja la disponibilidad de recursos de la economía que se destinaran al consumo en alguna proporción.

²²Otro aspecto que refuerza la inclusión de la interacción de la tasa de desempleo con las variables de gasto, es el nivel de subempleo e informalidad que tienen algunas economías en desarrollo y en particular la boliviana. Por lo que su medición es sustantiva.

Propuesta de estimación empírica

Recogiendo los argumentos (teóricos y empíricos) anunciados, de utilizar el ratio del producto per cápita como aproximación del diferencial de productividad y la incorporación al modelo analítico de la políticas comercial (recaudaciones aduaneras sobre importaciones) y la interacción de las variables de gasto con la tasa de desempleo, se tiene la expresión (22) como propuesta de estimación para la economía boliviana:

$$\ln TCR_t = \alpha_0 + \alpha_1 \left(\frac{F}{Y} \right)_t + \alpha_2 \ln \left(\frac{Y_p}{Y_p^*} \right)_t + \alpha_3 \ln \left(\frac{P_T^X}{P_T^M} \right)_t + \alpha_4 \ln \left(\frac{G}{G^*} \right)_t + \alpha_5 \left(\frac{R}{M} \right)_t + \alpha_6 \left(\frac{FG}{Y} TD \right)_t + \epsilon_t \quad (22)$$

Donde TCR_t es el tipo de cambio real; $\frac{F}{Y}$, es el coeficiente de la posición de activos externos netos con respecto al PIB del país doméstico; $\frac{Y_p}{Y_p^*}$, es el ratio de pib percapita del país domestico en relación al foráneo; $\frac{P_T^X}{P_T^M}$, son los términos de intercambio (precio de exportaciones sobre precio de importaciones); $\frac{G}{G^*}$, es el gasto del gobierno (como proporción del producto) del país doméstico con respecto al país foráneo; $\frac{R}{M}$, es la relación de las recaudaciones arancelaria en proporción de las importaciones y, $\frac{FG}{Y} TD$, es la interacción de las variables de gasto (posición de activos externo netos y/o el gasto de gobierno) en proporción del producto y la tasa de desempleo de la economía (TD). Finalmente ϵ es el término de error aleatorio.

4.2. Datos

La base de datos utilizada contiene información trimestral para el periodo 1990-2010, del tipo de cambio real (TCR), de la posición de activos externos netos (F/Y), el ratio de productos percapitas (Y_p/Y_p^*), la relación de los términos de intercambio ($\frac{P_T^X}{P_T^M}$), el ratio de gasto de gobierno doméstico respecto al foráneo ($\frac{G}{G^*}$), el gravamen aduanero sobre importaciones ($\frac{R}{M}$) (como medida de política comercial) y la tasa de desempleo (TD). Cuyo detalle se presenta en el cuadro 2.

Tipo de Cambio Real

Como medida del tipo de cambio Real (TCR), se emplea el Índice de Tipo de Cambio Efectivo y Real con base 2003. Este índice es calculado por el Banco Central de Bolivia (BCB), el cual considera el tipo de cambio real ponderado con los principales socios comerciales que al menos representan el 0.5 % del comercio con Bolivia (exportaciones mas importaciones).

Cuadro 2:
Descripción de Variables y Fuente de Datos

Variables	Definición	Fuente
Tipo de cambio real		
Indice de tipo de cambio efectivo y real (2003=100)	TCR	Banco Central de Bolivia
Posición de Activos Externos Netos		
Posición de activos externos netos / PIB (en miles de Bs de 1990)	F/Y	Construido
Productividad		
PIB per. real Bolivia USD /PIB per. real. USD socios (índice 2000=100)	Yp/Yp^*	Construido
Términos de Intercambio		
Indice de términos de intercambio (1990=100)	P_T^X/P_T^M	Banco Central de Bolivia
Gasto de Gobierno		
Transferencias corrientes del Gobierno (en % del PIB)/gasto de gobierno del país foráneo (en % del PIB)	G/G^*	Min. Economía y Fin. Públicas - Fondo Monetario Internacional
Política comercial		
Gravamen aduanero / importaciones de bienes y servicios	R/M	Aduana Nacional de Bolivia
Tasa de desempleo		
Tasa de desempleo abierto (en porcentaje)	T/D	Construido

Posición de Activos Externos Netos-PIB

De acuerdo a la metodología de Lane y Milesi-Ferreti (2006), sugieren la construcción de la posición de activos externos netos como:

$$F_T = \left(F_0 + \sum_{k=1}^T CA_k \right)$$

donde F_0 es la posición de activos externos netos al inicio del período de estimación, CA_k es el saldo de la balanza de la cuenta corriente en el periodo k. El stock inicial de activos externos netos F_0 se la obtiene de la base de datos del *External Wealth of Nations Mark II* elaborada por Lane y Milesi-Ferreti (2006)²³. La información de la cuenta corriente se la obtuvo de los informes de balanza de pagos del Banco Central de Bolivia (BCB).

²³Los autores realizan el cálculo de la posición externa neta para 178 países para el periodo 1970- 2007.

Una dificultad señalada por los autores es que esta variable puede estar sesgada por no considerar posibles cambios de stock, como los programas de reducción, reprogramación y condonación de deuda externa. A fines de los 90, Bolivia fue favorecida en diferentes programas de alivio y condonación de su deuda externa bajo las iniciativas HIPC (Highly Indebted Poor Country) implementadas por el Banco Mundial (BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI) que busco dar una solución definitiva al problema de deuda externa de los países pobres altamente endeudados²⁴. A fin de solucionar este posible sesgo en la construcción de la variable, se realizó la corrección en forma periódica al stock de pasivos externos con información de la balanza de pagos del BCB²⁵.

Ratio de pib per cápita (productividad relativa)

Para capturar el efecto de las diferencias en las productividades del país doméstico respecto al foráneo, se construyó un índice de razón entre el PIB per cápita encadenado de Bolivia (en dólares americanos a precios del 2000) y el PIB per cápita encadenado de los principales socios comerciales (en dólares americanos a precios del 2000). Para la obtención del pib per cápita foráneo se uso como ponderador su participación en el comercio internacional con Bolivia²⁶.

Como se puede apreciar en la Figura 1, el ratio del índice del pib per cápita de Bolivia en relación a sus principales socios comerciales. Este mostró importantes cambios en los primeros años de la década de los 90s, y en los demás periodos este fue fluctuando entre 0.9 y 1.2. Por otro lado, el pib per cápita (ver Figura 2) se mantuvo para el periodo 1990-2005 en un rango de *USD* 686. y *USD* 1,030. A partir del 2006, este experimentó tendencia creciente alcanzando el 2010 un nivel de *USD* 1,887. El crecimiento de este último periodo, fue favorecido por la mayor venta de exportaciones del sector de hidrocarburos, sector minería y sector agrícola-industrial, que tuvieron apertura de nuevos mercados y una mejora sustancial de los precios internacionales. Esto permitió un mayor flujo de inversiones en infraestructura (capital físico) y en parte en capital humano. En síntesis la inclusión del ratio de pib percapitas es relevante, porque captura un efecto por el lado de la oferta, que podría reflejar cambios en el sector productivo, que afecten en el largo plazo a los precios relativos y al TCR.

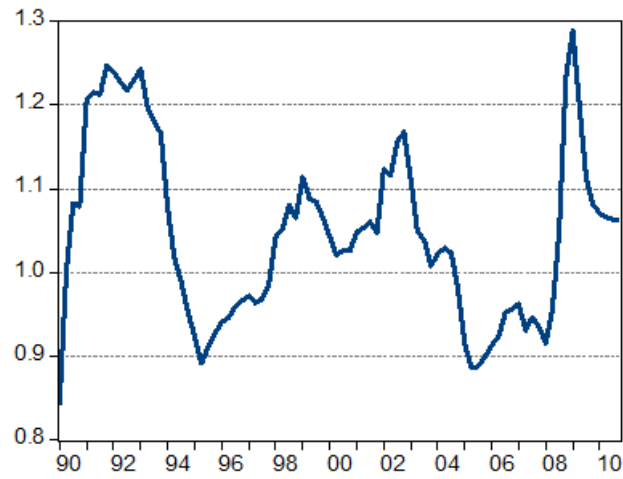
²⁴Un análisis detallado de estos proceso se encuentra en Humerez y Mariscal (2005), Sostenibilidad y Gestión de la Deuda Pública Externa en Bolivia 1970-2000, UDAPE, Análisis Económico.

²⁵Un mayor detalle sobre la construcción de la variable se presenta en el anexo 4.

²⁶En el proceso de construcción de la variable, se valoraron tanto en dólares americanos y ajustados en dólares americanos por paridad de poder de compra.

Figura 1:

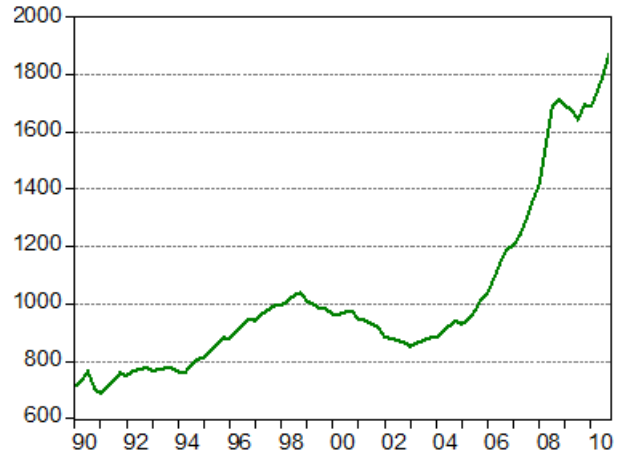
Bolivia: Relación de Índice de pib percapita
con los socios comerciales (2000=100)



Fuente: Elaboración en base a datos del IFS del FMI,
y Bancos Centrales de los países considerados

Figura 2:

Bolivia: PIB per cápita
En dólares americanos, 1990-2010



Fuente: Elaboración en base a datos del IFS del FMI,
y Bancos Centrales de los países considerados

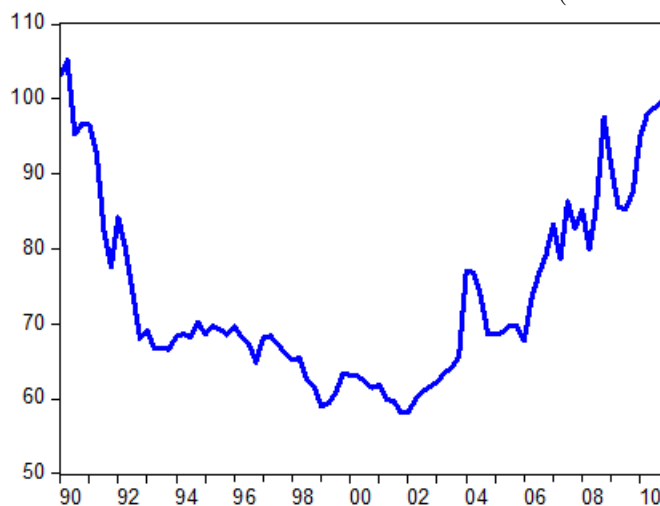
Índice de Términos de Intercambio

Para evaluar los precios relativos se utiliza los términos de intercambio que se calcula como la razón entre el índice de valor unitario de las exportaciones y el índice de valor unitario de las importaciones, considerando como año base 1990. La información fue obtenida del Banco Central de Bolivia.

Se observa en la Figura 3, un deterioro continuo de los términos de intercambio durante la década de los 90s. Esto se explica en parte por la caída de los precios internacionales de los minerales (zinc, estaño y otros) que tienen una importante participación en las exportaciones globales. En la década de los 2000, se observa una mejora sustancial, llegando a un índice similar a inicios de los 90s. Esta subida se explica por la diversificación de las exportaciones a sectores no tradicionales (agroindustria) que se consolidaron con la apertura de nuevos mercados, y también por la subida de precios del gas natural (incremento históricos del precio del petróleo) y de los minerales en los mercados internacionales.

Figura 3:

Bolivia: Relación de términos de intercambio (1990=100)



Fuente: Banco Central de Bolivia

Ratio gasto de gobierno-PIB

Como medida del gasto del gobierno, se estudió la composición del mismo en el Sector Público No Financiero (SPNF), debido a que no es posible realizar una diferenciación muy clara entre las partidas de gasto, que se asume que gran parte de estos recursos se destinan a bienes no transables. Para ello se consideró para Bolivia el gasto de gobierno en transferencias corrientes (como proporción del pib), que se la obtuvo del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Para el gasto de gobierno de los socios comerciales como proporción de sus respectivos productos, se elaboró la misma con información del Fondo Monetario Internacional. Luego para obtener el gasto agregado de los socios comerciales se utilizó el promedio ponderado de acuerdo a su participación comercial.

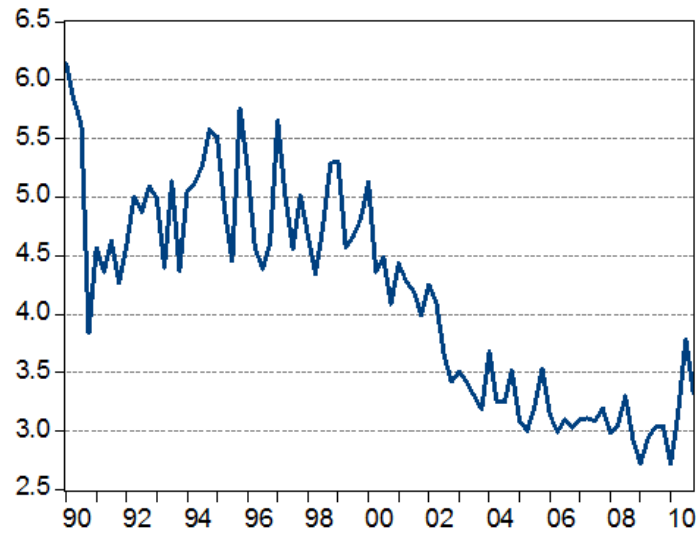
Gravamen aduanero-importaciones (política comercial)

La política comercial puede ser representada a través del subsidio a las exportaciones o mediante impuestos a las importaciones. Debido a la dificultad de obtener información de los subsidios y además por su complejidad al momento de totalizarlos, se utiliza el ratio del gravamen aduanero sobre im-

portaciones (R/M) ²⁷, como medida de política comercial para diagnosticar su efecto sobre el tipo de cambio real. Esta relación también puede interpretarse de forma similar a una presión tributaria (impuestos/pib). Una limitación por construcción de la variable es el grado de endogenidad con el TCR, para ello se controla la misma al momento de la estimación con variables instrumentales.

Se aprecia en la Figura 4 que la presión del gravamen aduanero sobre el nivel de importaciones, fue relativamente estable en el periodo 1990-2000, ésta a partir de 2001 mostró una tendencia hacia la baja que se explica en parte por el crecimiento del sector productivo y, en particular del sector no transable que demandó mayores niveles de insumos de alimentos y bienes intermedios. Otro aspecto que influyó fue la crisis alimentaria de los últimos años, que obligó la adopción de una política comercial menos restrictiva en cuanto a los aranceles, llegando incluso a tasas del 0 % de aquellos bienes más sensibles en el consumo.

Figura 4:
Bolivia: Ratio de gravamen aduanero
sobre importaciones (1990-2010)



Fuente: Instituto Nacional de Estadística y Aduana Nacional de Bolivia

Tasa de desempleo e interacción con las variables de gasto

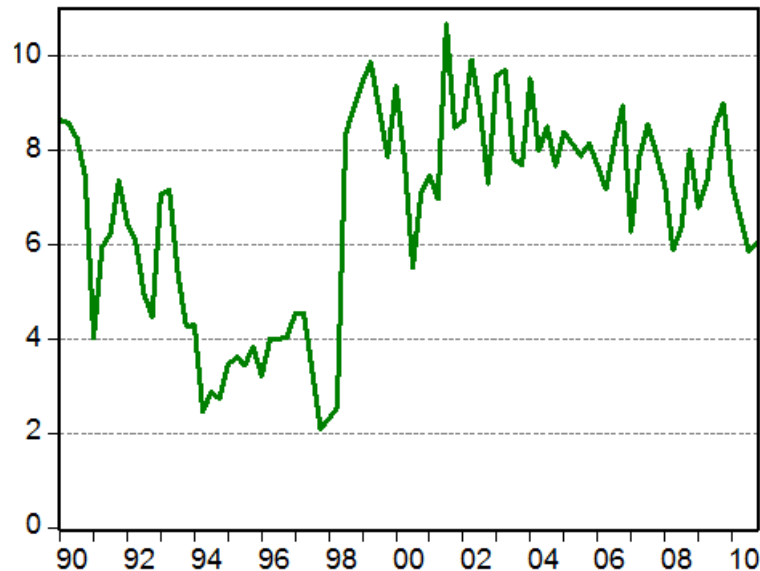
La tasa de desempleo se la construyó a partir de información del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (Encuesta Nacionales de Empleo y Encuesta de hogares). Debido a la poca periodicidad de los datos, se obtuvo solamente datos anuales, la misma se trimestralizó con el método Denton de Stata, para introducirla al modelo empírico.

Esta variable tiene su relevancia al interactuar con las variables de gasto, así un nivel de alto desempleo

²⁷La forma más apropiada de medir la presión arancelaria sobre las importaciones, es mediante las tasas arancelarias ponderadas por bienes de importación. Sin embargo esta información es limitada para su construcción.

como el observado en el periodo 1999-2003 (ver Figura 5), se esperaría que las presiones que vienen del gasto hacia los bienes no transables, diluyan en parte su efecto sobre el TCR.

Figura 5:
Bolivia. Tasa de desempleo abierto (TDA)
Ciudades capitales, en porcentajes



Fuente: Elaboración propia en base a datos del Instituto Nacional de Estadística

Otro aspecto que refuerza, la inclusión de la tasa de desempleo, es la presencia de un alto nivel de subempleo e informalidad, que se acrecentó desde la década de los 80s. En esta década el empleo formal bajó marcadamente y creció el sector informal, debido al achicamiento de la economía producto de una recesión continua y profunda en la primera mitad de los 80s. En la década de los 90s, la informalidad aumentó producto de una contracción en el empleo formal originado por el achicamiento de las empresas estatales.

4.3. Orden de Integración de las Variables

Previo a la estimación del modelo planteado, es importante la identificación del grado de integración de las variables. Para su determinación, se aplicaron los test *Augmented Dickey-Fuller (ADF)*, *Phillip-Perron (PP)* y *Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)* a las series empleadas. Los test fueron evaluados a las series expresadas en niveles, como en primeras diferencias.

En el cuadro 3 se presenta el test ADF^{28} , el cual muestra que todas las variables consideradas son integradas de primer orden ($I(1)$), con excepción de la tasa de desempleo (TD). De esta manera, una

²⁸En el Anexo se presentan las pruebas Phillip-Perron (PP) y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS).

relación estadística válida entre estas variables expresadas en niveles podrá encontrarse solamente si éstas se encuentran cointegradas.

Cuadro 3:

Prueba de Raíz Unitaria

Datos trimestrales 1990-2010

Variables	Series en niveles								
	ADF	Critical Value			P Value	Cons.	Tend.	Rez.	Orden
	Statistics	1 %	5 %	10 %					
LOG(TCR)	-2.823	-3.512	-2.897	-2.586	0.060	si	no	1	I(1)
F/Y	-0.973	-2.594	-1.945	-1.614	0.293	no	no	2	I(1)
LOG(Yp/Yp*)	-2.874	-3.512	-2.897	-2.586	0.053	si	no	1	I(1)
LOG(Px/Pm)	-1.909	-4.072	-3.465	-3.159	0.641	si	si	1	I(1)
LOG(G/G*)	-1.328	-3.516	-2.899	-2.587	0.613	si	no	4	I(1)
R/M	-0.998	-3.514	-2.898	-2.586	0.751	si	no	3	I(1)
TD	-3.055	-3.511	-2.897	-2.586	0.034	si	no	1	I(0)
(F/Y)*TD	-1.277	-2.593	-1.945	-1.614	0.184	no	no	1	I(1)
LOG(G/G*)*TD	-2.761	-3.511	-2.897	-2.586	0.068	si	no	1	I(1)

4.4. Pruebas de Cointegración

Sobre la teoría de Cointegración, Granger y Newbold (1974) han señalado la particular atención que debe prestarse al cumplimiento de la propiedad de estacionariedad cuando se utilizan series de tiempo en análisis de regresión, así como la consecuencia de su violación conocida en econometría como correlación espuria. Si bien la estacionariedad puede ser recuperada en algunos casos a través de la primera diferenciación de las variables, sucede que frecuentemente el interés del análisis se centra en las variables en niveles. La no estacionariedad invalida los supuestos de los procedimientos usuales de estimación y, en consecuencia, no permite confiar en los resultados obtenidos. Sin embargo, aun cuando dos variables pueden no ser estacionarias individualmente, una combinación lineal entre ellas puede serlo, en este caso se dice que las variables están cointegradas.

Dada la cantidad de variables involucradas en el estudio (al menos 7) y el tamaño de la muestra (84 observaciones trimestrales), se procedió a realizar pruebas de cointegración entre el TCR y sus fundamentos. Esta propiedad es deseable en series de tiempo, primero porque si se encuentran cointegradas podrán efectuarse estimaciones e inferencias consistentes mediante técnicas de regresión, y segundo,

permite concluir una relación de largo plazo entre el TCR y sus fundamentos.

4.4.1. Prueba de Engle-Granger

Para evaluar la hipótesis de cointegración, esta se realiza en etapas según el procedimiento de Engle y Granger (1987). Primero, consiste en identificar si las variables no son estacionarias sino integradas de orden uno, $I(1)$. Para luego estimar la ecuación de largo plazo de las variables en niveles, sin incluir rezagos. Segundo, se realiza la estimación del modelo en primeras diferencias y luego se hace el test a los residuos de la ecuación de cointegración o largo plazo. Si las series no están cointegradas, habrá una raíz unitaria, es decir se aceptará la hipótesis nula de que los residuos son $I(1)$. Si las variables están cointegradas, los residuos serán estacionarios, rechazándose la hipótesis nula de que los residuos son $I(1)$. La propiedad de cointegración es deseable porque en la literatura se ha mostrado que provee estimadores superconsistentes, aunque las variables dependientes tengan algún grado de correlación con el error (Coeymans, 2009).

Cuadro 4:

Test de Cointegración Engle y Granger

Null Hypothesis: RESID has a unit root, Exogenous: None

		Modelo (1)	Modelo (2)
		t-Statistic	t-Statistic
Augmented Dickey-Fuller test statistic		-6.118	-6.206
Test critical values*:	1 % level	-12.968	-12.968
	5 % level	-7.737	-7.737
	9 % level	-5.867	-5.867
	10 % level	-5.536	-5.536

*Corregido por MacKinnon

Por lo señalado, se procedió en una primera etapa la estimación de la ecuación (22). Se tomó en cuenta dos variantes, la primera con exclusión de la variable de interacción $((FG/Y) * TD)$ (modelo 1) y la segunda con su inclusión (modelo 2)²⁹. En una segunda etapa, se evalúa el residuo del modelo en niveles, mediante el test ADF cuya especificación no lleva ni constante, ni tendencia. Para realizar el test de cointegración, se corrige los valores críticos bajo la metodología de Mackinnon, para 6 variables para el modelo (1) y 7 variables para el modelo (2), ambas evaluadas con 84 observaciones³⁰.

²⁹Las estimaciones de Engle-Granger, tanto en niveles (largo plazo) y en primeras diferencias (corto plazo) se presentan en el anexo.

³⁰Esta corrección es necesaria, porque el valor del test "t" para el examen de cointegración ya no sigue una distribución

Los resultados se muestran en el cuadro 4, donde si bien el estadístico ADF no supera los valores críticos de Mackinnon al 5 %, por ser una prueba exigente, si lo hacen al 9 %. Estos resultados nos habilitan a rechazar la hipótesis nula de la presencia de raíz unitaria, por lo que el residuo de la regresión sigue un proceso estacionario y las variables del modelo están cointegradas³¹.

4.4.2. Test de Cointegración de Johansen

Una dificultad del test de cointegración de Engle-Granger, es que se trata de una prueba uniecuacional y requiere conocer a priori la relación causal existente del único vector de cointegración, porque los resultados difieren dependiendo de la variable endógena. Al respecto, Johansen (1988 y 1991) ofrece un método multivariado de sistema de ecuaciones que permite considerar todos los componentes de las variables X_t potencialmente endógenos, es decir se podría obtener más de un vector de cointegración, por lo que no precisa hacer ninguna hipótesis previa sobre las relaciones de causalidad sobre los mismos.

En síntesis el procedimiento de Johansen (1988 y 1991), consiste previamente en analizar el grado de integración de las variables. Si las series presentan raíces unitarias se colocan en un vector autoregresivo a partir del cual se puede probar la existencia de una o más combinaciones lineales o vectores de cointegración³². Luego se determinan los retardos óptimos del vector autoregresivo (VAR) para asegurar que los residuos sean ruido blanco. Luego se aplica el procedimiento de máxima verosimilitud al vector autoregresivo con el fin de determinar el rango (r) de cointegración del sistema. Es decir formalmente mediante la prueba de la traza y del eigenvalue se obtiene la existencia de ninguno o de múltiples vectores de cointegración.

Sin embargo se debe tener cautela en la aplicación del test de Johansen, el cual requiere un buen número de datos (100 o más), porque emplea pruebas de máxima verosimilitud. En nuestro caso, se cuenta con 84 observaciones las cuales son cercanas a los requerimientos del test³³.

Por lo tanto, empleando el test de cointegración de Johansen al conjunto de variables del modelo (1) y (2) (ver cuadro 5), se rechaza la hipótesis nula de no presencia de ningún vector de cointegración en un nivel de 5 %. Es importante mencionar que el test de Johansen utiliza el máximo eigenvalor o traza de la matriz para determinar el equilibrio de largo plazo. Sin embargo en estudios de Cheung y

de Dickey y Fuller puesto que los residuos se han obtenido usando un vector de cointegración que ha sido estimado, en vez del verdadero vector (que nunca se puede llegar a conocer con precisión). Al usar estos residuos, ellos aparecen más estacionarios de lo que realmente serían si se usara el verdadero vector de cointegración para obtenerlos. La distribución de este test fue calculada Mackinnon para obtener valores más precisos.

³¹Otro aspecto que refuerza esta conclusión, es que el término de los residuos rezagado en un periodo sea significativo en la estimación de la segunda etapa (variable en diferencias), que se muestran en el anexo.

³²Si las series son estacionaria se procede con la estimación de vectores autoregresivos (VAR).

³³En Anexo 2, se presenta el detalle de la prueba de Johansen (1988 y 1991)

Lai (1993)³⁴ concluyen que el test de Johansen presenta un sesgo para muestras pequeñas que tienden a rechazar la hipótesis nula o señalar máximo un vector de cointegración.

Para corregir este problema Cheung y Lai, bajo el método Reinsel-Ahn, proponen una corrección al valor crítico del test de Johansen, por el factor $(T - nk)/T$, donde T es el número de observaciones, n el número de variables incluyendo el intercepto y k el número de rezagos.

Realizando esta corrección, el reporte de los vectores de cointegración de Johansen no registra cambios en ambos modelos, si consideramos al valor crítico ajustado en un nivel del 5 % de significancia, se valida la presencia de un vector de cointegración para cada modelo.

Cuadro 5:
Prueba de Cointegración de Johansen
Test de cointegración de rango no restringido

Hypothesized	Eigenvalue	Trace	Critical Value	Critical Value Adj.
No. of CE(s)		Statistic	0.05**	0.05***
Modelo (1)				
None *	0.571	140.862	95.754	116.378
At most 1	0.373	73.946	69.819	84.857
At most 2	0.203	37.115	47.856	58.164
At most 3	0.132	19.214	29.797	36.215
Modelo (2)				
None *	0.599	173.984	125.615	157.518
At most 1	0.403	101.847	95.754	120.072
At most 2	0.254	61.124	69.819	87.551
At most 3	0.185	37.981	47.856	60.010

Trace test indicates 1 cointegrating eqn(s) at the 0.05 level

* denotes rejection of the hypothesis at the 0.05 level

**MacKinnon-Haug-Michelis (1999) p-values

*** Cheung-Lai, $T/(T-n*k)$

donde: T = Núm. de observaciones, n = Núm. de variables incluyendo el intercepto, k = Núm. de rezagos.

Verificada la presencia de un vector de cointegración entre las variables involucradas se procedió a especificar un modelo de vector de corrección de errores (VEC), debido a que el análisis previo de las variables son integradas de orden uno.

³⁴Ver Finite-Sample Sizes of Johansens Likelihood Ratio Tests for Cointegration, Yin-Wong Cheung y Kon S. Lai, 1993, Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 55, No. 3.

4.5. Modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC)

El modelo de vector autoregresivo (VAR) es comúnmente usado para proyectar sistemas relacionados con series de tiempo y para el análisis del impacto dinámico de shocks aleatorios en el sistema de variables. Esta diseñado para variables estacionarias³⁵. En cambio, el modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC) es un modelo VAR restringido que se utilizan para series que no son estacionarias pero que están cointegradas. Es decir, el modelo VEC tiene la construcción de una relación de cointegración que esta restringida al comportamiento del largo plazo de las variables endógenas que convergen a su relación de cointegración durante el ajuste dinámico de corto plazo³⁶.

La estimación VEC provee también un término de cointegración que es conocido como el término de corrección de errores, donde la desviación del equilibrio de largo plazo es corregida gradualmente a través del ajuste parcial de corto plazo. La especificación VEC tiene la ventaja de considerar los problemas de simultaneidad y autocorrelación de las variables endógenas y, en este sentido es superior a métodos uniecuacionales como el de Engle y Granger. Además permite la integración de los conceptos de cointegración y exogenidad para un modelo subyacente en la factorización adecuada del proceso generador de datos. La imposición de restricciones de exogenidad, previamente verificadas bajo la modelación VEC, permite la construcción de sistemas parciales (Narayan et al, 2004). Otra ventaja es que puede ser aplicado en estudios donde la muestra es pequeña, en cambio es conocido que otros métodos como el de Engle y Granger (1987) que sus métodos de cointegración tienen limitaciones cuando se tienen pocas observaciones.

De acuerdo a los resultados del test de raíz unitaria donde las variables del modelo resultados ser no estacionarias o integradas de orden 1 y, luego de validar la existencia de un solo vector de cointegración a través de la prueba de Johansen. Las mismas habilitaron la estimación del modelo VEC. Para ello fue necesario determinar el número apropiado de rezagos del modelo para que los residuos se aproximen al ruido blanco. Para su elección se utilizó los criterios de Schwarz y Hannan-Quinn que recomiendan correr el modelo con un rezago. Sin embargo para la estimación final del TCR y sus fundamentos se consideró dos rezagos, que fueron necesarios ante la presencia de autocorrelación, las mismas que se sometieron al test de Wald de exclusión de rezagos y reportó que no se les puede excluir³⁷.

En el cuadro 6, se reporta la estimación de la ecuación del TCR para Bolivia para el periodo 1990-2010. Donde se extrae los parámetros de largo plazo³⁸. En primer lugar, el modelo (1) presenta la estimación

³⁵En anexo se hace un detalle del modelo VAR.

³⁶Se presenta en el anexo, mayor detalle del modelo de vector de corrección de errores.

³⁷En anexo se presente el test de elección de rezagos y el test de validación de Wald.

³⁸Una vez estimada el modelo VEC en niveles y diferencias (que se presentan en el Anexo), se extrajo las variables en niveles del primer vector de cointegración.

que incluyen a las variables fundamentales y de política comercial. Luego, el modelo (2) adiciona la variable de interacción entre la posición de activos externos netos con la tasa de desempleo³⁹, esto con el propósito de analizar alguna variante de la respuesta del TCR.

Cuadro 6:
Modelo de Vector de Corrección de Errores, Variables en Niveles
1990q4-2010q4

Variable Dependiente: Log (TCR)			
	Símbolo	Modelo (1)	Modelo (2)
Variables Fundamentales			
Posición de Act. Ext. Netos	$(F/Y)_t$	-0.00042** (0.0002)	-0.0013*** (0.0004)
Ratio de productos percapitas	$Log(Yp/Yp*)_t$	-0.476*** (0.062)	-0.390*** (0.083)
Términos de Intercambio	$Log(Px/Pm)_t$	-0.242*** (0.055)	-0.290*** (0.068)
Gasto de Gobierno	$log(G/G*)_t$	-0.132*** (0.019)	-0.124*** (0.024)
Variable de Política			
Gravamen aduanero-Importaciones	$(R/M)_{t-2}$	-0.070*** (0.009)	-0.090*** (0.011)
Variable de interacción			
Pos.Act.Ext. Netos*tasa desempleo	$(F/Y * TD)_{t-1}$		0.00009*** (0.00004)
Constante	C	6.371***	6.610***

Standard errors in ()

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

Sobre algunas propiedades del modelo, todas las variables sin excepción muestran una buena significación estadística⁴⁰. Y con la finalidad de validar los resultados del modelo VEC, se realizó un diagnóstico al residuo⁴¹. Para evaluar la normalidad, se empleo el test de Cholesky (Lutkepohl), donde ambos modelos presentaron problemas en este aspecto, sobre todo con la presencia de curtosis. Luego

³⁹Tambien se realizaron especificación de interacción de la tasa de desempleo con el gasto de gobierno, pero la misma no fue significativa para el modelo.

⁴⁰Las otras pruebas del R2, errores estándar de la regresión, test t y test F se reportan en el modelo completo del VEC que conforma la ecuación en niveles y los rezagos de las diferencias.

⁴¹En la sección de anexos se presenta los test de diagnóstico al residuo del modelo VEC.

se empleo la prueba LM para el diagnóstico de la presencia de correlación serial de los residuos, la misma reportó no tener problemas en ambos modelos, es decir que se mantiene la hipótesis nula de que los residuos no están correlacionados. Finalmente, se someten los residuos para testear la heterocedasticidad bajo la prueba White sin términos cruzados, la misma señaló no rechazar la hipótesis nula de que los residuos siguen un comportamiento homocedástico⁴².

4.6. Interpretación de los parámetros

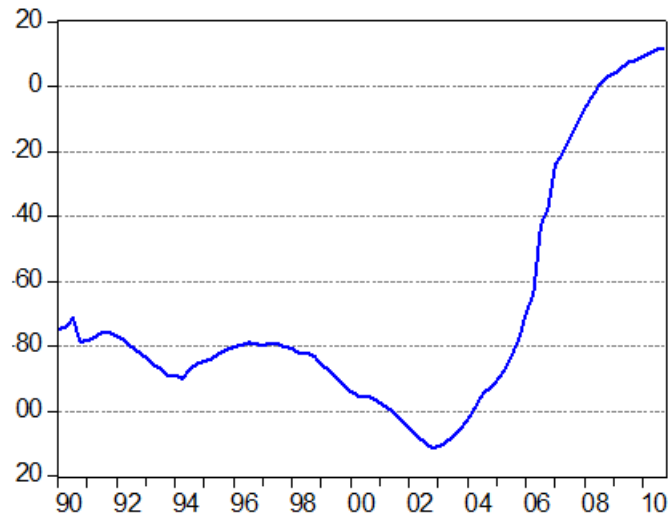
Posición de activos externos netos-producto

De acuerdo al cuadro 6, la posición de activos externos netos-producto (F/Y), tiene un coeficiente negativo y significativo en las dos especificaciones. El modelo (1), señala que un incremento en *diez puntos porcentuales* de la relación F/Y , genera una *apreciación* del TCR de 0.4 %. Este resultado se explica, porque una mejora de F/Y , como el registrado en Bolivia a partir del 2002 hacia adelante (ver Figura 6), le permitió aumentar su nivel de solvencia para sostener déficit comerciales, y consecuentemente acceder a mayores niveles de gasto en bienes transables y no transables (efecto transferencia). Este mecanismo se produce, cuando existe una transferencia del país doméstico al país foráneo, ocasionando una reducción temporal del ingreso nacional e incentivos para aumentar la oferta de trabajo del sector transable principalmente, esto provocó una subida de los bienes transables, que se tradujeron en un aumento de las exportaciones (normalmente acompañado con un superávit comercial, (ver Figura 7). Luego se ejerció presión sobre el sector no transable, elevando su precio y apreciando el TCR.

En el modelo (2), se introduce la variable de interacción del (F/Y) con la tasa de desempleo, para realizar la distinción del efecto del gasto (medido con F) sobre el TCR. El resultado señala que un aumento en 10 puntos porcentuales de (F/Y) genera una apreciación del 1.3 %. Pero que en condiciones de desempleo -promedio del 6.7 %- atenuarían la respuesta de los precios de los bienes no transables. Es decir, el sector no transable absorbió la mano de obra que estuvo desempleada, generando una respuesta más dinámica de la oferta (oferta menos inelástica) ante la presión de demanda del otro sector, de esta manera la subida de precios de no transables quedó reducida y la incidencia sobre el TCR disminuyó en 0.1 %, es decir un efecto neto sobre el TCR de 1.2 %. Este resultado, es algo menor al estudio de Cerruti y Mancilla (2008), donde encontraron un efecto para Bolivia del 2 %.

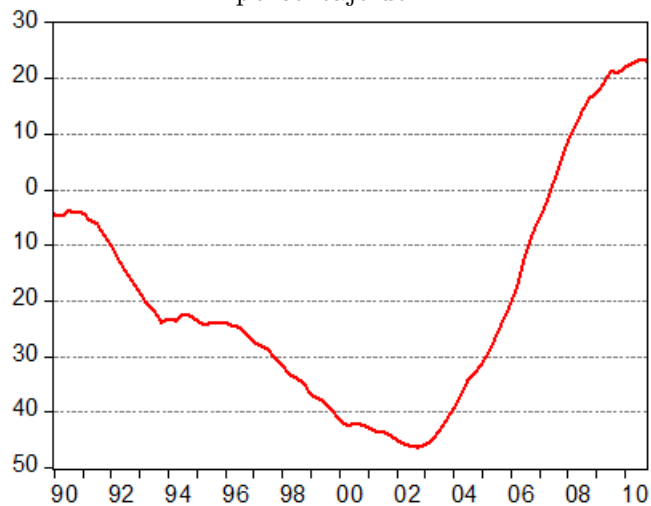
⁴²Estas pruebas se presentan en el anexo en la sección de resultados.

Figura 6:
Bolivia. Posición de Activos Externos Netos
En porcentajes del PIB



Fuente: Elaboración propia

Figura 7:
Saldo de la Cuenta Corriente de Balanza de Pagos
En porcentaje del PIB



Fuente: Banco Central de Bolivia

Ratio de pib per cápita

Un aporte de este trabajo es medir el efecto del diferencial de productividad relativa, medido como la razón entre el PIB per cápita de Bolivia y sus principales socios comerciales. El descartar esta variable no solo podría generar la omisión de una variable relevante que genere sesgo en los estimadores, sino

también evita introducir un factor de oferta que refleje cambios en el sector productivo.

El modelo (1) del cuadro 6, señala que mientras mayor sea la diferencia en el crecimiento del pib percapita del país domestico con respecto al foráneo (aumento de Y_p/Y_p^*), es decir un aumento del 1 % del ratio de productos percapitas, bajo el supuesto que la productividad del sector transable es mayor a la del sector no transable dentro del país doméstico, provocó un incremento salarial más importante en el sector transable, luego un desplazamiento de mano de obra hacia ese sector, presionando una subida del precio de no transables y apreciando el TCR en 0.47 %.

El modelo (2), que incorpora la variable de interacción del (F/Y) con la tasa de desempleo, reporta una respuesta similar al anterior, es decir una apreciación real del 0.39 % ante un incremento de las diferencias del producto del 1 %.

Estos resultados, en cuanto a magnitud son inferiores a los reportados en el estudio de Aguilar (2003) de 0.7 %, Mendieta (2007) de 1.07 % y, Cerruti y Mancilla (2008) de 2.24 %. Esta divergencia se explica en parte por la forma de medición de la variable y la forma de su especificación en el modelo.

Otro aspecto que refuerza la conclusiones vertidas, es que el crecimiento del pib percapita de Bolivia creció en algunos periodos en mayor proporción que la de sus socios comerciales, esto como resultado de un crecimiento más acelerado del sector transable que se puede atribuir a las mayores inversiones en este sector en la década de los 90s, luego de iniciarse un proceso de apertura comercial que reorientó a gran parte de las empresas al mercado externo. En este rubro destacan el sector hidrocarburos, sector minería y sector agrícola-industrial.

Índice de Términos de Intercambio

La incidencia del los términos de intercambio sobre el TCR es teóricamente indefinido ya que existen dos efectos simultáneos de signo opuesto. Según lo reportado en el modelo (1) del cuadro 6, existe un predominio del *efecto ingreso* sobre el *efecto sustitución*, es decir una mejora de los términos de intercambio (P_x/P_m) del 1 %⁴³, que afectan al ingreso disponible del país, provocaron aumentos en el nivel de consumo que presionaron sobre la demanda de bienes no transables, elevando su precio y dando como resultado final una apreciación real del 0.24 %. El modelo (2), que incorpora la variable de interacción, reporta una respuesta similar al modelo (1), es decir una apreciación real del 0.29 % ante un shock favorable de los términos de intercambio del 1 %.

Una explicación de que el *efecto sustitución* no sea tan fuerte, es por el relativo grado de sustitución de

⁴³Es importante mencionar que el efecto de la mejora de los términos de intercambio deben ser percibidos como permanente para afectar al nivel de ingreso.

los bienes importables⁴⁴ con relación a los bienes no transables. Por lo que la demanda de no transables será creciente y los precios tendrán rigideces hacia la baja, cuando existe una mejora de las relaciones de precios de intercambio.

El predominio del *efecto ingreso* sobre el *sustitución*, determina que un shock favorable de los términos de intercambio, aprecia el TCR y de esta forma se encarece los bienes transables, deteriorando su nivel de competitividad. Este fenómeno es conocido como la enfermedad holandesa (Dutch Disease), que empíricamente es muy frecuente en economías emergentes y que tiene consecuencias redistributivas, cuya característica es tener concentrado la riqueza nacional en un sector reducido (hidrocarburos y minería) el cual es favorecido ante con shock de precios, apreciando el TCR y posteriormente reduciendo la competitividad de los otros sectores no tradicionales (agrícolas y manufacturas).

Los resultados de este trabajo, no difieren en la dirección del signo, pero son inferiores a los estudios empíricos para Bolivia. Lora y Orellana (2000), obtienen una elasticidad de -0.6, Aguilar (2003) de -0.4, Cerruti y Mancilla (2008) de -0.6 y, Bello et al (2010) de -0.5. Trabajos para América Latina, como el de Edwards (1989), Repetto (1992) y Elbadawi y Soto (1995), encuentran que el efecto de los términos de intercambio produce una apreciación real.

Ratio gasto de gobierno-PIB

La relación del gasto de gobierno-producto con el tipo de cambio real, dependerá del nivel de composición del gasto público en bienes transables y no transables. Como se expuso en la sección 3 del modelo analítico, se asume que este gasto se destina principalmente a los bienes no transables. Manteniendo el supuesto anterior, el modelo (1) del cuadro 6, indica que si la relación gasto-producto (F/Y) crece más rápido en Bolivia que la de sus socios comerciales, es decir un incremento del 1 %, la misma ejercerá una presión de demanda sobre los bienes no transables y para su proceso de ajuste, es necesario que los precios suban en éste sector, dando como resultado final una apreciación real del 0.13 %.

Seguidamente, con el objeto de realizar la distinción del efecto del gasto sobre el TCR en condiciones de desempleo, se estimó el modelo con la interacción de (G/G^*) con la tasa de desempleo, la misma no resultó significativa y se la excluyó del análisis.

El modelo (2), que incorpora la variable de interacción de (F/Y) con la tasa de desempleo, reportó un incidencia similar al modelo (1), es decir cuando la relación gasto-producto crece más rápido que los países socios comerciales, se aprecia el TCR en 0.12 %. Comparando estas aseveraciones con la evidencia encontrada en Bolivia, son consistentes en la dirección del signo de la variable aunque en magnitud

⁴⁴En particular de los bienes de capital y algunos insumos intermedios.

son relativamente superiores. Lora y Orellana (2000), obtienen una elasticidad de -0.04, Aguilar (2003) de 0.032, y Mendieta (2007) una semielasticidad de -0.48. Esta divergencia puede explicarse porque en los estudios mencionados omiten la relación gasto-producto de los socios comerciales (G^*), que es relevante cuando se analiza una economía abierta según el modelo analítico planteado.

Finalmente, estos resultados se deben tomar con cautela, debido al supuesto de que el gasto de gobierno es puramente disipativo y no afecta a la productividad o utilidades privadas. Si se levanta este supuesto y se permite que el gasto de gobierno sea financiado con impuestos que afecten de manera importante a los recursos del sector privado, reducirían el gasto de este último en bienes no transables causando una caída en el precio de éste sector y luego vendría una depreciación real⁴⁵. El efecto neto sobre el tipo de cambio real dependerá de las diferencias entre las propensiones marginales al gasto en bienes domésticos de los sectores privado y público. Si la propensión marginal al consumo de no transables del sector público es mayor (menor) a la del sector privado habrá una apreciación (depreciación) del tipo de cambio real.

Gravamen aduanero-importaciones (política comercial)

De acuerdo al cuadro 6, el modelo (1) indica una asociación negativa entre (R/M) y el tipo de cambio real. Es decir, una medida que libere el comercio a través de una disminución de *un punto porcentual* de (R/M), resulta en una depreciación real del 7 %. Es decir, la baja de los gravámenes arancelarios, abaratará las importaciones, e induce a liberar estos recursos importados, que luego son absorbidos tanto por el sector transables y no transable. Esto afecta por un lado, a un incremento de la oferta de bienes no transables y, por el otro una menor demanda del sector transable al no transable (sustitución por bienes importados). El efecto final, es una baja del precio de bienes no transables y una depreciación real.

De forma análoga una medida a la inversa- es decir una política que restrinja el comercio- con el aumento de *un punto porcentual* de (R/M) provocará una apreciación real en la misma magnitud. Este mecanismo se transmite porque al restringir las importaciones de bienes, el sector transable sustituye los mismos por bienes no transables, provocando un alza de los precios del sector y apreciando del TCR⁴⁶.

El modelo (2), que incorpora la variable de interacción de (F/Y) con la tasa de desempleo, reportó un incidencia algo superior al modelo (1), es decir del 9 %. En síntesis un endurecimiento (flexibilidad)

⁴⁵Un modelo analítico que incorpore la influencia de los impuestos a los niveles de consumo, a la oferta laboral y a los bienes importables, sería el ideal para realizar un diagnóstico más apropiado de la influencia del sector gobierno sobre el tipo de cambio real de equilibrio.

⁴⁶Un supuesto implícito es que existe un grado importante sustitución de los bienes no transables sobre los bienes importables, al menos en los insumos de alimentos e insumos intermedios.

de la política comercial, que se refleja con mayores (menores) gravámenes a las importaciones, aprecia (deprecia) el TCR en el largo plazo.

5. Desalineamiento del Tipo de Cambio Real

Tipos de desalineamiento

Con la finalidad de realizar un diagnóstico apropiado del desalineamiento del TCR, es importante la distinción de los tipos de desalineamiento. Existe cierto consenso que éste se puede producir de dos maneras. La primera, inducida por políticas macroeconómicas incompatibles en el mantenimiento del equilibrio interno y externo, que causan que el TCR se aparte de su valor de equilibrio (*desalineamiento por inconsistencia de política*). El segundo tipo, se produce cuando existen cambios en los fundamentos y que no son trasladados en el corto plazo a los cambios actuales del TCR. Si éste desvío persiste en el tiempo se produce un desalineamiento estructural (*desalineamiento por cambio de fundamentos*). Una dificultad de este último, es la distinción apropiada de si los cambios de los fundamentos son temporales o tendrán persistencia en el tiempo (Edwards, 1989).

Los costos del desalineamiento del tipo de cambio real

Una sobrevaluación del tipo de cambio real, ocasiona costos severos en términos de bienestar y eficiencia. Primero, existen los costos tradicionales de bienestar relacionados al comercio y los precios en desequilibrio, incluyendo las pérdidas en el excedente del consumidor y del productor. Segundo, desincentiva a las exportaciones. Si el desalineamiento continúa por un período largo de tiempo, puede generar costos irreversibles mediante la destrucción de la infraestructura agrícola y, tercero la sobrevaluación del TCR incentiva las actividades especulativas, incrementando la fuga de capitales y agravando aún más la crisis externa (Edwards, 1990).

¿Cómo puede el tipo de cambio real alinearse a su nivel de equilibrio?

El primer paso para encaminar al TCR hacia su nivel de equilibrio, es asegurarse que no existan inconsistencias entre la política macroeconómica y la política cambiaria. Si esta inconsistencia es resuelta, el TCR tendería a estar en equilibrio (es decir $TCR = TCR$ de equilibrio). Sin embargo, si existe un problema permanente (desalineamiento por cambio de algún fundamento) la igualdad no se cumplirá. Por lo tanto, la política macroeconómica debe readaptarse a las nuevas condiciones establecidas por los fundamentos (Ferrufino, 1991).

La dirección más frecuente del desalineamiento es una sobrevaluación del TCR que implica una pérdida de la competitividad internacional. Si el tipo de cambio es fijo, un retorno rápido al TCR de equilibrio, requerirá una caída en los precios de los bienes no transables, y así una deflación doméstica. Sin

embargo, la evidencia empírica ha demostrado que para economías emergentes- la rigidez de este sector, por lo que es poco probable que suceda o al menos no inmediatamente. Es decir, aún en condiciones donde no existan inconsistencias de políticas macroeconómicas, el desalineamiento puede persistir como también todos los costos asociados a ella.

Por lo tanto, para evitar estos costos del desalineamiento, puede al menos implementarse dos estrategias de política. La primera, mediante políticas que incidan directamente sobre los fundamentos, y de esta manera aproximar el valor efectivo del TCR al de su equilibrio. Sin embargo, esta medida podría tener un problema de inconsistencia, porque cada variable-fundamento obedecerá a factores de política que persigan otros objetivos e incluso contrarios a lo que se espera⁴⁷.

La segunda, mediante el tipo de cambio nominal (E), instrumento frecuentemente empleado en sistemas administrados, para devolver la competitividad al TCR o, al menos, para seguir la senda del equilibrio. Esta medida tendrá éxito sólo cuando los precios de los bienes no transables (precios internos) crecen en menor proporción que la subida en (E)⁴⁸. . Es decir que cuando se emplea al tipo de cambio nominal como el instrumento de corrección del TCR, también se debe tomar atención al impacto de la política sobre el crecimiento en precios internos⁴⁹.

Calculo del tipo de cambio real de equilibrio

Para realizar el cálculo del desalineamiento y discutir las implicancias de sus resultados, se procede a tomar decisiones en torno a la especificación a usar y la estimación preferida. Se elige el modelo (1) del modelo de vector de corrección de errores (VEC), si bien este modelo no tiene serias diferencias con el modelo alterno (que incluye las variables de interacción), la misma presentó mejores propiedades en el comportamiento del residuo. Por lo tanto, el modelo (1) será el foco de la discusión.

Una vez estimado la ecuación reducida para el TCR y sus fundamentos, se procede al cálculo del desalineamiento. Un paso previo consiste en calcular los valores normales o sostenibles de los fundamentos⁵⁰. Para el cálculo de los valores sostenibles, se emplea el filtro HP para cada uno de los fundamentos, donde se uso un factor de suavización de 1600 para el caso de datos trimestrales.

Luego, se recurre al componente permanente de cada variable y se interpretan como el valor del

⁴⁷Por ejemplo si se adopta un política comercial restrictiva para hacer frente a una depreciación del TCR de equilibrio. Si la depreciación del TCR de equilibrio fue ocasionada por un deterioro de la relación de intercambio, la medida anterior aprecia el TCR; pero provocará que los precios internos suban y reduzcan la competitividad de las exportaciones, agudizando el desequilibrio externo.

⁴⁸Este mecanismo de transmisión de una devaluación nominal sobre los precios internos, es conocido como *pass through*.

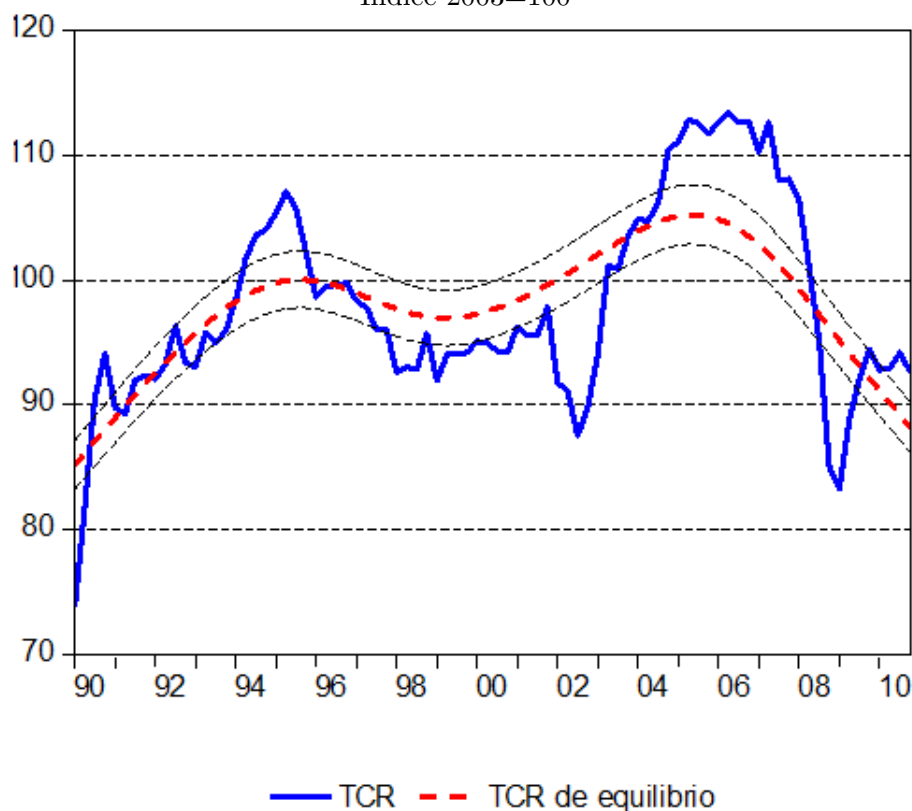
⁴⁹Esta se convierte en una restricción al momento de medidas correctivas del tipo de cambio nominal.

⁵⁰Existen diferentes alternativas de descomposición, entre las cuales se encuentran la de Beveridge y Nelson, que permite separar el componente permanente de un shocks transitorio; el filtro de Hodrick-Prescott (HP), que posibilita extraer la tendencia de largo plazo de una serie y provee por residuo el componente transitorio de la misma; alguno de la familia de los band-pass filters (Baxter-King o Christiano-Fitzgerald); el promedio móvil que mediante el proceso de suavización que implica, permite visualizar la tendencia que gobierna la evolución de una variable.

fundamento de largo plazo o valor sostenible (F^*) y con los coeficientes estimados en la regresión (β') se construye la trayectoria del TCR de equilibrio mediante la siguiente operación: $\log TCR_{e^*} = \beta' F^*$. Una propiedad interesante de esta forma de cálculo de la trayectoria del TCR de equilibrio, es que no tiene que ser una constante en el tiempo. En efecto a medida que existan cambios en los fundamentos, el TCR de equilibrio puede variar.

Como se observa en la Figura 8, la tendencia proyectada del TCR de equilibrio logra replicar la trayectoria del TCR observado en el periodo de estudio. Con la finalidad de reducir la arbitrariedad de la elección del filtro para la descomposición de las series o reflejar el grado de error del modelo, se utiliza dos errores estándar de la regresión para construir un intervalo de confianza entorno a la estimación central.

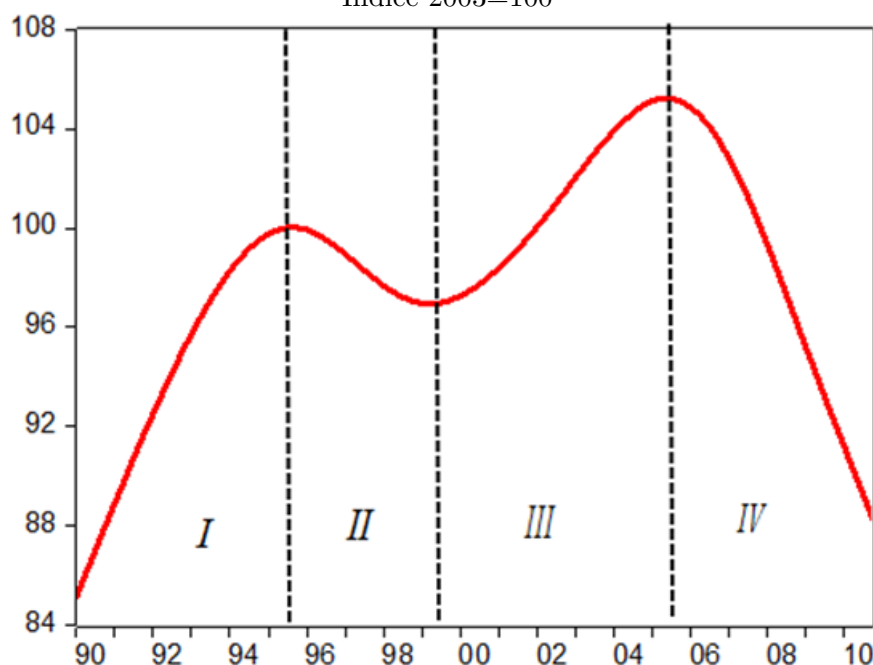
Figura 8:
Tipo de Cambio Real en Bolivia, 1990-2010
Indice 2003=100



En la Figura 9, se muestra que el TCR de equilibrio en el periodo de estudio experimentó cambios en su trayectoria de largo plazo, donde se identifican 4 etapas. En la primera etapa (1990-1995), el TCR de equilibrio siguió una tendencia a la depreciación. Esto se explica principalmente por el movimiento de sus fundamentos. Dentro ellos destacan, la permanente caída de los términos de intercambio, en particular la caída de los precios internacionales de los minerales (zinc, estaño y otros) que tuvieron su

relevancia en las exportaciones globales. También, afectó el deterioro de la posición de activos externos netos, resultado del aumento de las obligaciones en los pagos de la deuda externa y las necesidades de financiamiento para cubrir el déficit comercial. Estas dos fuerzas, influyeron a que el TCR de equilibrio se deprecie.

Figura 9:
Bolivia: Tipo de Cambio Real de Equilibrio, 1990-2010
Indice 2003=100



La segunda etapa (1996- mediados de 1999), el TCR de equilibrio tuvo una trayectoria de apreciación. Esto sucedió en parte por la baja del ratio de pib per cápita. Mientras la economía boliviana tuvo un crecimiento económico moderado entre 4.4% y 0.9%, sus socios comerciales fueron afectados por la crisis asiática y la mexicana, que redujo sus niveles de crecimiento. Esto permitió tener una diferencial en el crecimiento ventajoso para Bolivia. Otro factor que apoyo al crecimiento, fue la maduración de los niveles de inversión extranjera en el sector de hidrocarburos y minería, que afectaron a los niveles de productividad.

En la tercera etapa (finales de 1999-2005), el TCR de equilibrio se encaminó a una depreciación. Las causas de este comportamiento son similares a la primera etapa, es decir la caída de los términos de intercambio (aunque en menor magnitud que la etapa I). Ello afectó de sobremanera a los ingresos por exportaciones. Finalmente, la posición de activos externos netos se deterioró. Ambos fenómenos empujaron a que el TCR de equilibrio se deprecie en este periodo.

En la cuarta etapa (2006-2010), el TCR de equilibrio tuvo una fase de apreciación. Este cambio de

tendencia, se explica por una mejora sustancial de los términos de intercambio, mejora de la posición de activos externos netos. Este último fue favorecido, porque se generaron ingresos por los superávits comerciales y, por otro lado se redujo los pasivos producto de los programas de reprogramación y condonación de la deuda externa bajo la iniciativa HIPC (Highly Indebted Poor Country) implementada por el Banco Mundial y el Fondo Monetario Internacional. También en este periodo, se aplicó una política comercial menos restrictiva, donde el ratio del gravamen aduanero-importaciones sufrió una baja considerable. Todos estos aspectos, presionaron a que TCR de equilibrio siga una senda de apreciación.

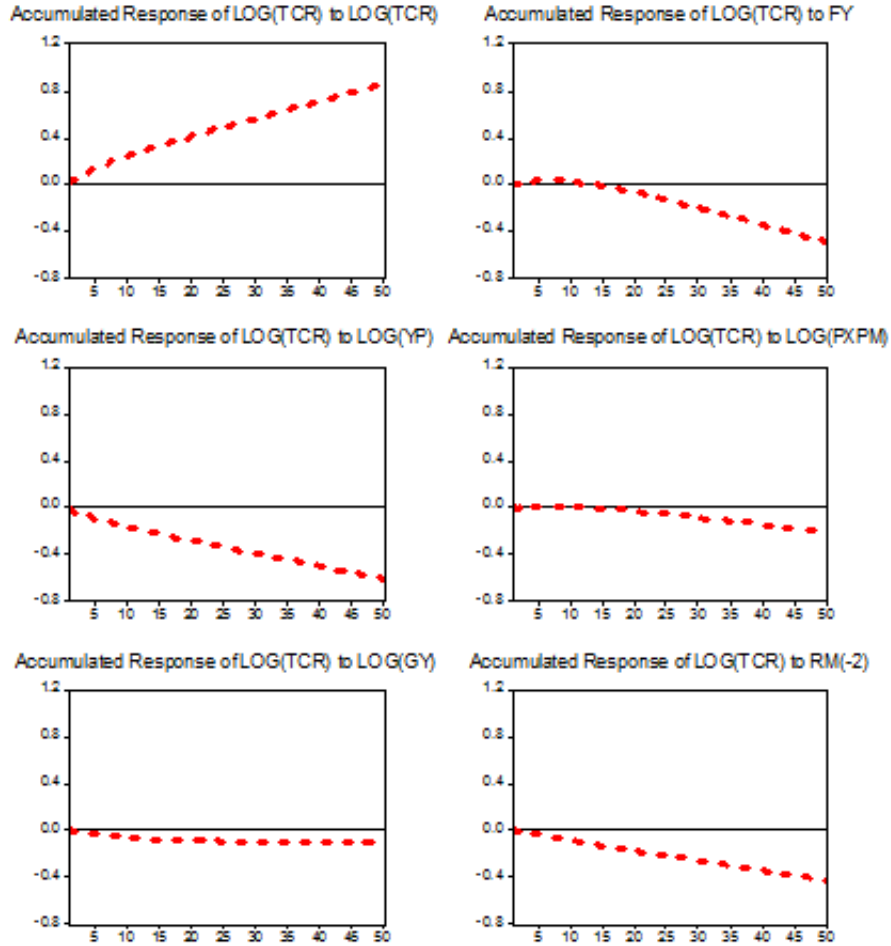
En síntesis, los cambios de la trayectoria del TCR de equilibrio durante el periodo de estudio, se debieron al cambio de sus fundamentos, donde destacan los cambios de tendencia de los términos de intercambio y de la posición de activos externos a partir de los años 2000. También influyo la política de apertura al comercio, a través de la reducción de aranceles. Esta medida si bien en la década de los 90 no fue importante, a partir de 1999 fue más protagónica.

Con la finalidad de reforzar las conclusiones anteriores y capturar toda la dinámica de los cambios (shocks) de los fundamentos y de todo el sistema de variables, se estima la función impulsorespuesta (ver Figura 10). En ella se muestra la respuesta acumulada del TCR ante un shock (innovación) y se advierte que las direcciones de las respuestas del TCR son consistentes con el modelo de vector de corrección de errores.

Figura 10:

Tipo de Cambio Real:Relación Impulso-Respuesta

Respuestas acumuladas, ante una innovación general de un S.D.



Cálculo del desalineamiento

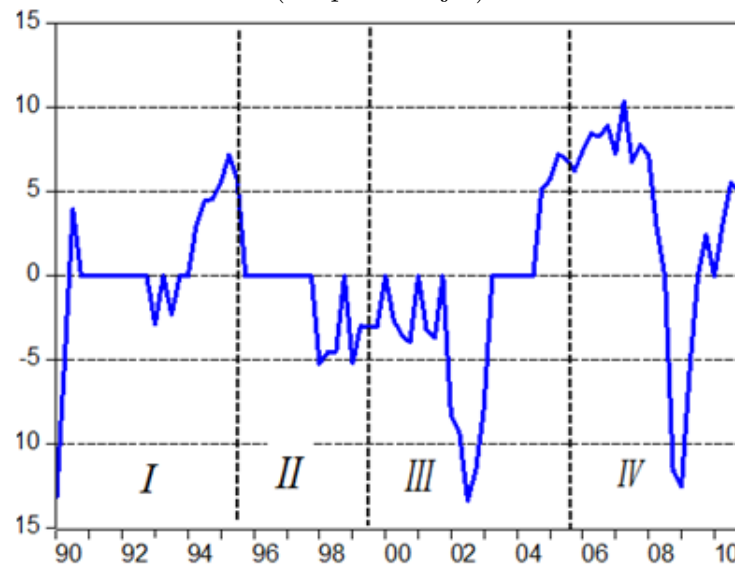
Finalmente, se procede a la obtención del desalineamiento del TCR, mediante la diferencia porcentual del TCR observado con respecto al TCR de equilibrio. Es decir:

$$D_t = \frac{TCR_t - TCR_e^*}{TCR_e^*}$$

Donde D es el desalineamiento, TCR_e^* es el TCR de equilibrio calculado como proyección de los componentes permanentes de las variables fundamentales sobre el vector de parámetros estimados. Si el TCR se ubica por encima de su entorno de equilibrio, existe una fase de subvaluación y, por el contrario si el TCR cae por debajo se inicia una fase de sobrevaluación. Con la finalidad de capturar aquellos episodios de un desalineamiento importante del TCR, sólo se considera aquellos valores del

TCR que superan las bandas de confianza (ver Figura 11). En ella también se identifica las cuatro etapas donde el TCR de equilibrio se movió (I y III depreciación, II y IV apreciación).

Figura 11:
Bolivia: Desalineamiento del Tipo de Cambio Real, 1990-2010
(En porcentajes)



En el cuadro 7, se resumen ocho periodos seleccionados donde se identifican claramente 5 episodios donde el TCR observado se encontró sobrevaluado entorno a su senda de equilibrio y, 3 episodios donde el TCR estuvo en una fase de subvaluación.

Periodos de sobrevaluación

Las etapas de *sobrevaluación* del TCR fueron las más recurrentes en el periodo de estudio. Un elemento en común de todos estos episodios, fue que el desalineamiento se produjo en parte por la variación de los fundamentos del TCR. Se destaca el cambio de tendencia de los términos de intercambio⁵¹, la mejora sin precedentes de la posición de activos externos (a partir del 2000) y una política comercial flexible dirigida a reducir los aranceles. Si bien en gran parte de los periodos el TCR observado acompañó a su trayectoria de largo plazo, éste fue afectado por shock externos (crisis financieras, cambiarias y otras turbulencias) que lo apreciaron desviándolo temporalmente de su senda de equilibrio. A continuación listamos algunos episodios relevantes de sobrevaluación del TCR:

El periodo 1990T1-1990T2 (2 trimestres), el TCR observado experimentó una fase de sobrevaluación del orden del 9.1 %. Este episodio se arrastró desde la década de los 80s, donde la economía boliviana experimentó una fase recesiva que fue acompañada de permanentes déficit en cuenta corriente y re-

⁵¹De una permanente caída desde de los años 80 y, a partir de 2002 éste mejora sostenidamente en los próximos años.

sultados fiscales negativos. Luego a mediados de los 80s, se implementó el plan de estabilización que ejerció una mayor disciplina fiscal y una política comercial menos restrictiva al comercio internacional, y que fueron madurando en los primeros años de los 90s. Estas medidas permitieron en parte reducir el desalineamiento por *inconsistencia de políticas macroeconómicas*. Una de ellas fue la apreciación del tipo de cambio nominal con la finalidad de generar incentivos a las exportaciones. Aunque ésta política fue tímida en los primeros años, con la precaución a que no se transmitan totalmente a los precios internos, fue de forma progresiva contribuyendo a que el TCR se aproxime a su senda de equilibrio en los años siguientes.

Cuadro 7:
Tipo de Cambio Real y Desalineamiento
(Promedio por Periodo)

Periodos cionados	Selec- do	TCR Observa- do	TCR Equilibrio	de Desalin. %	Nro.trim. en de- salin.	Comentario	Evento Externo
1990 T1-1990 T2		77.9	85.7	-9.1	2	Sobreval.(-)	
1994 T3-1995 T3		105.2	99.7	5.5	5	Subval.(+)	
1998 T1-1998 T3		92.8	97.4	-4.7	3	Sobreval.(-)	Crisis Asiática(1997-1998)
1999 T1-1999 T2		93.0	97.0	-4.1	2	Sobreval.(-)	Crisis Brasil(1999)
2002 T1-2003 T1		90.9	101.0	-10.1	5	Sobreval.(-)	Crisis Argentina(2001- 2002)
2004 T4-2008 T1		111.1	103.4	7.4	14	Subval.(+)	
2008 T4-2009 T2		85.8	95.2	-9.9	3	Sobreval.(-)	Crisis EEUU(2008)
2010 T3-2010 T4		93.4	88.7	5.3	2	Subval.(+)	

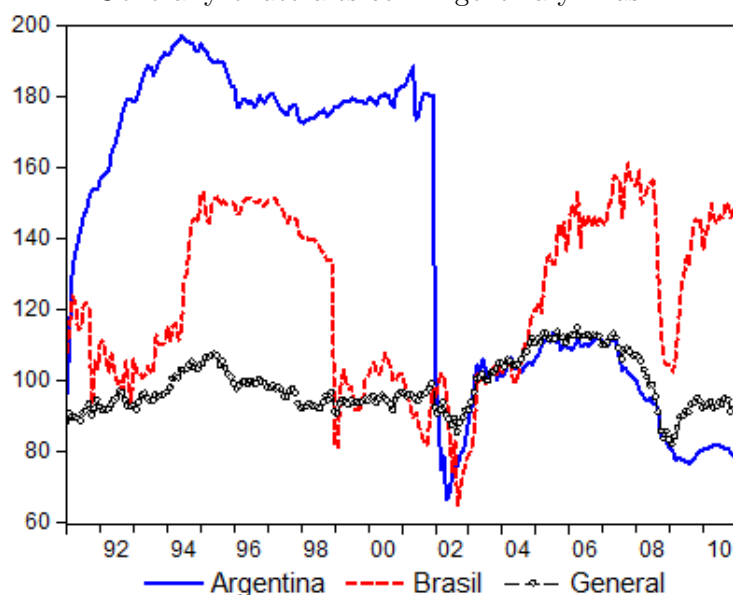
Standard errors in ()

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

El periodo 1998T1 1998T3 (tres trimestres) la sobrevaluación del TCR observado se ubicó en 4.7 %. En esta etapa el TCR de equilibrio (ver Figura 9, fase II) tuvo una tendencia hacia la apreciación. Si bien el TCR observado se aproximó a su senda de equilibrio, este fue afectado por un shock exógeno (crisis del Sudeste Asiático en 1997) que lo forzó a apreciarse muy por debajo del equilibrio temporalmente.

El periodo 1999T1 – 1999 T2 (2 trimestres), la sobrevaluación no fue duradera y tampoco muy alta, y se ubicó entorno al 4.1 %. De similar manera a la etapa anterior, el TCR de equilibrio tuvo una tendencia hacia la apreciación. Sin embargo el TCR observado quedó más apreciado que su senda de equilibrio, producto de la crisis del Brasil a principios de 1999. Una medida que implementó este país fue la depreciación de su moneda y provocó que el TCR bilateral se aprecie con Brasil como se observa en la Figura 12. Si bien el grado de desalineación no fue grande a comparación de otros episodios, éste se debió a que el TCR observado acompañó de cerca al TCR de equilibrio de largo plazo.

Figura 12:
Bolivia: Índice de Tipo de Cambio Efectivo y Real
General y bilaterales con Argentina y Brasil



Luego, en la etapa 2002T1 – 2003 T1 (cinco trimestres), se produce la desalineación más fuerte del periodo de estudio. Este acontecimiento se explica, por la maxidevaluación del peso argentino de (223.3 %) en enero de 2002, que provocó una apreciación del TCR observado de 8.3 % sólo en el primer trimestre de 2002 (ver Figura 12). Este efecto se prolongó durante el 2002 y parte del 2003, generando una permanente apreciación del TCR observado (dirección hacia abajo). Mientras que el TCR de equilibrio (ver Figura 9, fase III) tenía una tendencia a la depreciación (dirección hacia arriba). Esta inconsistencia de trayectorias amplió la brecha entre el TCR observado y el TCR de equilibrio produciéndose un desalineamiento del 10 %.

Seguidamente, el periodo 2008T4-2009T2 (tres trimestres) se produce un desalineamiento del 9.9 % (el segundo más grande del periodo de estudio). En esta etapa el TCR de equilibrio de acuerdo a sus fundamentos (ver Figura 9, fase IV) tenía una fase de apreciación. Sin embargo el TCR observado se apreció en mayor proporción y se situó por debajo de su nivel de equilibrio. Esto como resultado de

la depreciación de las monedas de varios países de América Latina (entre ellos los socios comerciales), que reaccionaron ante la crisis inmobiliaria y financiera de los Estados Unidos producida de 2008⁵².

Periodos de subvaluación

Las etapas de subvaluación del TCR fueron tres en el periodo de estudio. Los mimos fueron producidos por el *desalineamiento por cambio de fundamentos*, como la variación de los términos de intercambio, la mejora de la posición de activos externos, una política comercial menos restrictiva y en algunos periodos variaciones del producto percapita en relación a los socios comerciales. A diferencia de los periodos de sobrevaluación expuestos anteriormente, las fases de subvaluación no sufrieron shocks exógenos que empujen al TCR observado hacia abajo (apreciando el TCR) y provocaron un desvío mayor. Para reducir los desalineamientos, se uso de manera activa el tipo de cambio nominal, mediante la apreciación nominal desde 2005 y que ganó mayor fuerza en 2007 hacia adelante. Este cambio de orientación de política tuvo el propósito de además controlar la inflación (reducir el precio de los bienes importados). A continuación listamos algunos episodios relevantes de subvaluación del TCR:

En el Periodo 1994 T3 – 1995 T3 (5 trimestres), el desalineamiento del TCR fue del orden de 5,5 %. Si bien el TCR de equilibrio (ver Figura 9, fase I) tuvo una tendencia hacia la depreciación. Este fue superado por el TCR observado, que ganó competitividad frente a las economías del Perú, Brasil y algunos países europeos.

En el periodo 2004 T4 – 2008 T1 (14 trimestres), se registra el periodo más prolongado del desalineamiento del TCR, y se ubicó entorno a 7.4 %. En este periodo se produce cambios importantes en los fundamentos del TCR (mejora sustancial de los términos de intercambio y de la posición de activos externos netos, aumento del gasto de gobierno) que presionan al TCR de equilibrio a una fase de sobrevaluación. En cambio el TCR observado no reaccionó a la misma velocidad pese a que se produjeron apreciaciones nominales del tipo de cambio, pero que no incidieron sobre el TCR de forma inmediata.

Finalmente, el periodo 2010 T3 – 2010 T4 (dos trimestres), el desalineamiento del TCR observado fue del orden de 5.3 %. El TCR de equilibrio (ver Figura 9, fase IV) tuvo una tendencia hacia la apreciación. El TCR observado se ubicó por encima de este (depreciándose). Esto se debió al ajuste de la estabilidad regional de varios países de América Latina (entre ellos los socios comerciales) luego de haber depreciado sus monedas en el periodo de la crisis de los Estados Unidos, decidieron apreciar sus monedas. Esto le permitió a Bolivia tener un TCR bilateral con ganancias de competitividad.

⁵²Un estudio sobre los efectos de la crisis financiera de Estado Unidos y la reacción cambiarias de los países de América del Sur, se encuentra en Loza G. (2010) Política Cambiaria y crisis internacional: el rodeo innecesario, CEPAL, Serie Financiamiento del Desarrollo 231.

6. Conclusiones

Una de las motivaciones del trabajo fue la estimación del TCR de equilibrio para Bolivia, y a partir de ello identificar los episodios donde el TCR estuvo desalineado en el periodo 1990-2010, para luego realizar un diagnóstico apropiado de las causas que produjeron su desalineamiento.

En este camino, los esfuerzos se concentraron en la determinación de un modelo teórico de referencia para identificar las variables fundamentales que explican el TCR y seguidamente adoptar una metodología econométrica para evaluar su consistencia teórica y la validación empírica. Reconociendo sus limitaciones e implicancias de política.

A continuación listamos las principales conclusiones del modelo (1) del modelo de Vector de Corrección de Errores (VEC), que fue la ecuación preferida y el foco de discusión.

- Una mejora en *diez puntos porcentuales* de la *posición de activos externos netos-producto* (F/Y), genera una *apreciación* del TCR de 0.4 %. Este resultado se explica, porque una mejora de (F/Y), como el registrado en Bolivia a partir del 2002, le permitió aumentar su nivel de solvencia para sostener déficit comerciales, y consecuentemente acceder a mayores niveles de gasto en bienes transables y no transables (efecto transferencia).
- Mientras mayor sea la *diferencia en el crecimiento del pib percapita* de Bolivia con respecto sus socios comerciales (aumento de Y_p/Y_p^*), es decir un *aumento del 1%* del ratio de productos percapitas provoca una apreciación del TCR en 0.47 %. Esto bajo el supuesto de que la productividad del sector transable es mayor a la del sector no transable dentro del país domestico. Es decir, se genera un incremento salarial más importante en el sector transable, luego un desplazamiento de mano de obra hacia ese sector presionando una subida del precio de no transables y apreciando el TCR.
- Un shock favorable de los *términos de intercambio* (P_x/P_m) del 1 %, afecta al ingreso disponible del país, provocando aumentos en el nivel de consumo que presionan luego sobre la demanda de los bienes no transables, elevando su precio, y dando como resultado final una apreciación real del 0.24 %. Es decir existe la predominancia del *efecto ingreso* sobre el *efecto sustitución*.

Una explicación del porque el *efecto sustitución* no sea tan fuerte, es por el relativo grado de sustitución de los bienes importables con relación a los bienes no transables. Por lo que la demanda de no transables será creciente y los precios tendrán rigideces hacia la baja cuando existe una mejora de las relaciones de precios de intercambio.

- Si la *relación gasto-producto* (F/Y) crece más rápido en Bolivia que la de sus socios comerciales, es decir un incremento del 1 %, la misma ejercerá una presión de demanda sobre los bienes no transables y para su proceso de ajuste será necesario que los precios suban en este sector dando como resultado final una apreciación real del 0.13 %.
- Una medida que libere el comercio a través de una disminución de *un punto porcentual* del *ratio del gravamen aduanero sobre importaciones* (R/M), resulta en una depreciación real del 7 %. Es decir, la baja de los gravámenes arancelarios abaratarán las importaciones e inducen a liberar estos recursos importados, que luego son absorbidos tanto por el sector transables y no transable. Esto afecta por un lado, a un incremento de la oferta de bienes no transables y, por el otro una menor demanda del sector transable al no transable (sustitución por bienes importados). El efecto final, es una baja del precio de bienes no transables y una depreciación real.

De acuerdo al modelo seleccionado, el TCR de equilibrio en el periodo de estudio experimentó cambios en su trayectoria de largo plazo donde se identifican 4 etapas. Estas etapas fueron de apreciación (1996-1999) y (2006-2010) y, también de depreciación (1990-1995) y (1999-2005). De estos episodios se puede concluir que los cambios de la trayectoria del TCR de equilibrio se debieron a las variaciones de sus fundamentos, donde destacan los cambios de tendencia de los términos de intercambio y de la posición de activos externos a partir de los años 2000. También influyó la política de apertura al comercio a través de la reducción de aranceles. Esta medida si bien en la década de los 90 no fue importante, a partir de 1999 fue más protagónica.

Luego se identificó a ocho periodos relevantes, donde el TCR observado estuvo desfasado de su senda de equilibrio. Donde cinco episodios el TCR se encontró sobrevaluado y tres episodios subvaluado.

- Sobre las etapas de *sobrevaluación* del TCR, estas fueron las más recurrentes en el periodo de estudio. Un elemento en común, fue que el desalineamiento se produjo en parte por la variación de los fundamentos del TCR. Si bien en gran parte del periodo el TCR observado acompañó a su trayectoria de largo plazo, este fue afectado por shock externos (crisis financieras, cambiarias y otras turbulencias) que lo apreciaron desviándolo temporalmente de su senda de equilibrio. Las etapas de sobrevaluación del TCR fueron: 1990T1-1990T2 (2 trimestres), 1998T1-1998T3 (tres trimestres), 1999T1-1999T2 (2 trimestres), 2002T1-2003T1 (cinco trimestres) y 2008T4-2009T2 (tres trimestres).
- Las etapas de *subvaluación* del TCR fueron tres en el periodo de estudio. Los mismos fueron producidos por el desalineamiento por cambio de fundamentos, entre ellos la variación de los

términos de intercambio, la mejora de la posición de activos externos netos, una política comercial menos restrictiva y en algunos periodos variaciones del producto percapita en relación a los socios comerciales. Los periodos de subvaluación del TCR fueron: 1994T3 – 1995T3 (5 trimestres), 2004T4 – 2008T1(14 trimestres), 2010T3 – 2010T4 (dos trimestres).

En conclusión, la evidencia encontrada en este trabajo reporta que a lo largo de la década de los noventa el TCR se ubicó en torno a su nivel de equilibrio de largo plazo, salvo en periodos donde sucedieron turbulencias financieras o cambiarias de los socios comerciales que afectaron la trayectoria del TCR. En esta década destaca la crisis de los países asiáticos (1997-1998) y la crisis brasileña (1999), que tuvieron una incidencia leve sobre el desalineamiento, porque el TCR observado fue acompañando su senda de equilibrio. Este resultado es consistente con la evidencia encontrada por Bello et al (2010), que realizan el análisis del desalineamiento para 17 países de América Latina, deduciendo que en la década de los 90s, la mayoría de los países de la región vivieron una etapa de recuperación económica, respecto a la situación recesiva imperante en la década de los 80s. Esta recuperación se basó en mejores condiciones macroeconómicas, destacando la erradicación de procesos hiperinflacionarios y una disciplina fiscal presupuestaria suficiente, para dar un empuje al sector exportador y el retorno de los flujos de inversión y de capital. Por otro lado, a partir del 2000 se registraron episodios de turbulencias cambiarias y financieras importantes en el sector externo, que provocaron una fuerte caída del nivel de competitividad del TCR, y desviando al TCR observado fuera de su trayectoria de equilibrio. Este desvío fue mayor en la media que el TCR de equilibrio cambio su trayectoria, debido a la variación de sus fundamentos. En esta década destaca la crisis cambiaria de Argentina (2001-2002) y la crisis financiera de Estados Unidos (2008).

Limitaciones del trabajo de investigación

Las aseveraciones sobre los periodos de desalineamiento, deben tomarse con cautela. Si bien las pruebas estadísticas del modelo econométrico mostraron propiedades satisfactorias. No se debe pasar por alto el tamaño de la muestra que representa una restricción importante que debe ser considerada. A ello se suma la aproximación de los datos a las variables teóricas del modelo analítico. Por lo tanto, la especificación realizada en este trabajo sólo podría aproximarse para la economía boliviana por el conjunto de supuestos empleados.

El trabajo no estima la trayectoria de largo plazo del TCR de equilibrio, lo que se podría obtener midiendo los valores de equilibrio para cada uno de sus fundamentos a través de modelos dinámicos de equilibrio general, que están fuera de los límites de la presente investigación. El propósito fue menos ambicioso y se limitó a la identificación de los potenciales fundamentos del TCR, a través del enfoque

de BEER para obtener su tendencia de largo plazo y a partir de ello identificar posibles fases de desalineamiento. Si bien este enfoque ha gozado de mucha popularidad, también ha recibido críticas por sus debilidades en el marco conceptual y analítico que lo sustentan.

Futuras Extensiones

- Si bien en el trabajo se trato de incorporar al modelo BEER, la tasa de desempleo (como medida de equilibrio interno), y la posición neta de activos externos (como medida de equilibrio externo), la metodología no permite distinguir ambos equilibrios o desequilibrios. Por lo tanto una extensión, podría dirigirse a una ampliación del modelo analítico que permita la interrelación de ambos y analizar sus procesos de ajuste.
- El objeto del trabajo se centro en identificar los periodos de desalineamiento y realizar un diagnóstico apropiado de los mismos explicando sus causas. Queda pendiente darle mayor robustez a las conclusiones en dilucidar si las fases de desalineamiento fueron producidas por un cambio de los fundamentos o por alguna inconsistencia de política en particular la cual podría determinarse si se estima un modelo de equilibrio general.
- Profundizar estudios de una relación del desalineamientos cambiarios con la evolución de la inflación.
- Distinguir el análisis cuando se tiene un régimen administrado del tipo de cambio en relación al de libre flotación. Un análisis interesante, sería el tiempo que tomaría corregir el desalineamiento y los costos que este conlleva según el régimen cambiario.
- Incorporar al sector gobierno (con impuestos, subsidios y transferencias) al modelo analítico permitiría dilucidar con mayor precisión los canales por los cuales el gobierno influye sobre la trayectoria del TCR.
- Extensión del modelo analítico, de equilibrio parcial a equilibrio general, que tome particularidades de una economía en desarrollo, es decir economía pequeña y abierta, con niveles de desempleo, informalidad, ayuda externa, entre otros que sean relevantes, y permitan una buena aproximación de la verdadera trayectoria del TCR.

Referencias

- [1] Aguilar, Ma. A. (2003). Estimación del Tipo de Cambio Real de Equilibrio para Bolivia. Revista de Análisis Económico del BCB, Vol. 6, No 1.
- [2] Aguirre, A. y C. Calderón (2005). Real Exchange Rate Misalignments And Economic Performance. Banco Central del Chile, Documento de Trabajo No.315.
- [3] Baffes, J., Elbadawi, I. y OConnell, S. (1999). Single Equation Estimation of the Equilibrium Real Exchange Rate, en Exchange Rate Misalignment: Concepts and Measurement for Developing Countries. Montiel y Hinkle, editores. Banco Mundial. Oxford University Press.
- [4] Bello, O., R. Heresi, y R. Pineda. (2010). El tipo de cambio real de equilibrio: un estudio para 17 países de América Latina, CEPAL.
- [5] Calderón, C (2004). Un análisis del comportamiento del tipo de cambio real en Chile. Banco Central de Chile. Documento de Trabajo No. 266.
- [6] Calderón, C. (2002). Real exchange rates in the long and short run: A panel co-integration approach. Banco Central de Chile. Working Paper No. 153.
- [7] Candia, G. (1992). Tipo de Cambio Real. Revista .Análisis Económico Vol. 5, Junio. UDAPE.
- [8] Caputo, R., M. Nuñez, y R. Valdés. (2007) Análisis del tipo de cambio en la práctica. Banco Central de Chile. Documento de trabajo No. 434.
- [9] Cerutti, E. y M. Mansilla (2008). Bolivia: The Hydrocarbons Boom and the Risk of Dutch Disease, IMF Working Paper 08/154, junio.
- [10] Cerda, R., A. Donoso y A. Lema (2003). Fundamentos del Tipo de Cambio Real en Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile, Instituto de Economía, Documento de Trabajo No. 244.
- [11] Cerda, R., y F. Lagos (2006). Tipo de Cambio Nominal en un Régimen de Flotación: Chile 2000-2005. Instituto de Economía UC, Documento de Trabajo No.313.
- [12] Clark, P y R. MacDonald, (1998). .Exchange Rates and Economic Fundamentals - A Methodological Comparison of BEERs and FEERs, Documento de Trabajo 98/27 de Fondo Monetario Internacional.
- [13] Cottani, J.; D. Cavallo, and S. Khan (1990). RER behavior and economic performance in LDCs, Economic Development and Cultural Change 39, P. 61-76.

- [14] Drine, I. y C. Rault. (2003). On the Long-run Determinants of Real Exchange Rates for Developing Countries: Evidence from Africa, Latin America, and Asia. Williamson Davidson Working Paper No. 571
- [15] Edwards, S. (1988). Real and Monetary Determinants of Real Exchange Rate Behavioral, Journal of Development Economics. Vol. 29 pp 311-341.
- [16] Edwards, S. (1998). The Determinant of Equilibrium Real Exchange Rate, en Real Exchange Rates, Devaluation, and Adjustmen, MIT, Chapter 1.
- [17] Edwards, S. (1992). Política cambiaria en Bolivia: Avances Recientes y Perspectivas, Revista Análisis Económico Vol. 5, Junio. UDAPE.
- [18] Edwards S. (1995), Why are saving rates so different across countries? An international comparative analysis, Cambridge: National Bureau of Economic Research, Working Paper No. 5097.
- [19] Edwards, S y M. Savastano (1999). Exchange Rates in Emerging Economies: What do we know? What do we need to Know? , Cambridge: Mit Press.
- [20] Elbadawi, I. y R. Soto. (2005). Theory and Empirics of Real Exchange Rates in Sub-Saharan Africa and Other Developing Countries. World Bank.
- [21] Ferrufino, R. (1992). El Tipo de Cambio Real en el Período Post-Estabilización en Bolivia, Revista Análisis Económico. Vol. 5, Junio. UDAPE.
- [22] Granger, C.W.J. y Newbold, P (1974). Spurious Regressions in Econometrics, Journal of Econometrics, Vol. 2.
- [23] Engle, R.F. and C.W.J Granger (1987): Co-integration and error correction: Representation, estimation and testing, Econometrica, vol. 55, pp. 251-276.
- [24] Hinkle, L., y P. Montiel. (1999). Exchange Rate Misalignment. Concepts and Measurement for Developing Countries. Oxford University Press, A world bank research publication.
- [25] Humérez, J. (2006). Reexaminando el Desalineamiento del Tipo de Cambio Real. Revista de Análisis Económico UDAPE Vol. 20.
- [26] Humérez y Mariscal (2005). Sostenibilidad y Gestión de la Deuda Pública Externa en Bolivia 1970-2010, UDAPE, Análisis Económico.
- [27] Isard, P., H. Faruquee, G. Russell y M. Fetherston. (2001). Methodology for Current Account and Exchange Rate Assessments, IMF Occasional Paper No. 209.

- [28] Johansen, S. (1988): Statistical analysis of cointegrating vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, vol. 12, pp. 231-254.
- [29] Johansen, S. (1991): "Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models". *Econometrica*, vol. 59, pp. 1551-1580.
- [30] Schmidt-Hebbel, K. y L. Servén (1996). Ajuste Fiscal y Tipo de Cambio bajo Expectativas Racionales en Chile. En *Análisis del Tipo de Cambio en Chile*, editado por F.G. Morandé y R. Vergara. Centro de Estudios Públicos, Santiago, Chile:
- [31] Lane, P. y G. Milesi-Ferreti. (2000). The Transfer Problem Revisited: Net Foreign Assets And Real Exchange Rates. IMF Working Paper No. 12
- [32] Lane, P. y G. Milesi-Ferreti. (2000). The External Wealth of Nations March II: Revised and Extended Estimated of Foreign Assets and Liabilities, 1970-2004. IMF Working Paper 06/69.
- [33] Lora, O. y Orellana, W. (2000). Tipo de Cambio Real de Equilibrio: Un Análisis del Caso Boliviano en los Últimos Años. *Revista de Análisis Vol. 3 N° 1*. Banco Central de Bolivia.
- [34] Loza, G. (2000), Tipo de Cambio, Exportaciones e Importaciones: El Caso de la Economía Boliviana, *Revista de Análisis del Banco Central de Bolivia Vol. 3 No. 1* (junio).
- [35] Loza G. (2010). Política cambiaria y crisis internacional: el rodeo innecesario, *Serie Financiamiento del Desarrollo*, CEPAL. MacDonald, R. (2000). Concepts to calculate equilibrium Exchange rates: An Overview. Economic Research Group of the Deutsche Bundesbank. *Discusión paper 3/00*.
- [36] Montiel, P. (1999). The Long-Run Equilibrium Exchange Rate: Conceptual Issues and Empirical Research, *World Bank Research Publication*, Oxford University Press.
- [37] Montiel, P. (2007). Equilibrium Real Exchange Rates, Misalignment, and Competitiveness in the Southern Cone. Mimeo, División de Desarrollo Económico, CEPAL.
- [38] Narayan S., Kumar P. (2004). Determinants of Demand for Fijis Exports: An Empirical Investigation, *The Developing Economies*, March, 2004.
- [39] Nurkse, R (1945). Conditions of International Monetary Equilibrium. *Princeton Essays in International Finance No.4*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- [40] Obstfeld, M. y K. Rogoff (1995). Exchange Rate Dynamics Redux. *Journal of Political Economy*, Vol. 103, Nro. 3.

- [41] Obstfeld, M. y K. Rogoff (1996). Foundations of International Macroeconomics. Cambridge , MA: MIT press.
- [42] Ramírez, P. (1991). Análisis de los Determinantes del Tipo de Cambio Real de Equilibrio para Bolivia, Documentos de Trabajo, Instituto de Investigaciones Socioeconómicas UCB.
- [43] Ricci, L., G. Milesi-Ferretti, y J. Lee. (2008). Real Exchange Rates and Fundamentals: A Cross-Country Perspective. IMF working Paper. WP/08/13.
- [44] Rodríguez, C.A. (1982) Gasto Público, Déficit y Tipo Real de Cambio: Un análisis de sus interrelaciones de largo plazo Cuadernos de Economía PUC, N°57.
- [45] Sjaastad, L. (1980) Commercial Policy, True Tariffs and Relative Prices in Current Issues in Commercial Policy and Diplomacy, editado por J. Black y Brian Hindley. London. Macmilan.
- [46] Sjaastad, L. (1996) Recent Evolution of the Chilean Real Exchange Rate, Cuadernos de Economía PUC, N° 98, Año 33, Abril.
- [47] Savastano, M. (1992), The Pattern of Currency Substitution in Latin America: An Overview, Revista de Análisis Económico Vol. 7 No. 1.
- [48] Soto, R. (1996), El tipo de cambio real de equilibrio: un modelo no lineal de series de tiempo, en libro Análisis Empírico del Tipo de Cambio en Chile, ILADES-Georgetown University.
- [49] Soto, R. (2008). Unemployment and Real Exchange Rate Dynamics in Latin American Economies. Pontificia Universidad Católica de Chile. Documento de Trabajo No. 337
- [50] Williamson, J. (1983). The Exchange Rate System. Institute of International Economics, Washington, DC: Policy Analyses in international Economics No. 5
- [51] Williamson, J. (1994). Estimating Equilibrium Exchange Rates, Washington, DC: Institute of International Economics.

ANEXO 1

Derivación del Modelo Analítico

Los supuestos en los que se sustenta el modelo son los siguientes:

1. Es un modelo básico de equilibrio parcial para dos economías, el país doméstico y el país extranjero, cada uno cuenta con un sector transable y no transable.
2. Existe un agente representativo en la economía que mantiene preferencias homotéticas.¹
3. El agente-productor reside en ambos países, el propio y el extranjero.
4. El sector transable tiene un solo bien homogéneo cuyo precio está valorado de manera competitiva en los mercados mundiales. Por otro lado, el sector no transable de cada país tiene una estructura monopólica.
5. El agente representativo del país nacional está dotado de una cantidad constante del bien transable en cada periodo $\bar{Y}_t$. Así mismo, este agente tiene el poder monopólico sobre los bienes no transables A_t , en la economía.
6. El agente del país doméstico tienen las mismas preferencias del agente extranjero, en cuanto a sus decisiones de consumo, ahorro y esfuerzo laboral.
7. El gasto de gobierno se direcciona principalmente a bienes no transables, lo que ejerce una presión sobre la demanda de los mismos.
8. El gasto de gobierno es puramente disipativa y no afectan a la productividad o utilidades privadas.
9. Por simplicidad se asume que el consumo doméstico y el de gobierno en bienes exportables es cero.

Por lo tanto el modelo a resolver es la maximización de la función de utilidad intertemporal del agente j :

$$U_T^j = \sum_{s=t}^{\infty} \beta^{s-t} \left[\frac{\sigma}{\sigma-1} C_s^{1-\frac{1}{\sigma}} - \frac{\kappa}{2} y_{N,s}^2 \right] \quad (1)$$

Donde el factor de descuento $\beta \in (0, 1)$ y la elasticidad de sustitución intertemporal y el parámetro de esfuerzo laboral son no negativos (σ y $\kappa > 0$). Este último término representa la desutilidad del esfuerzo laboral por producir más bienes transables.

El índice de consumo C , es un índice agregado entre el consumo de bienes transables C_T y no transables C_N , que se expresa como:

¹Donde la tasa marginal de sustitución (constante) no dependerá del nivel de consumo, sino más bien del consumo relativo de los bienes de la canasta.

$$C_t = [\gamma^{1/\theta} C_{T,t}^{\frac{\theta-1}{\theta}} + (1 - \gamma^{1/\theta}) C_{N,t}^{\frac{\theta-1}{\theta}}]^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (2)$$

donde θ representa la elasticidad de sustitución intratemporal entre el consumo de bienes transables y no transables. Además el agente representativo doméstico j puede invertir en un activo (bono) transable internacional (denominado en precios del bien de importación), y el flujo de su restricción presupuestaria intertemporal viene dada por:

$$F_{t+1}^j = (1 + r_t) F_t^j + P_{Nt}(j) Y_{Nt}(j) - P_{T,t}^X \bar{Y}_{Tt} - P_t C_t^j - P_t \tau \quad (3)$$

Donde F_t representa los bonos reales (en precios del bien transable), los bonos redimen una tasa de retorno real r , en tanto $P_{Nt}(j)$ representa el precio del bien no transable producido por el agente j , y $P_{T,t}^X$ representa el precio competitivo mundial del bien no transable, y τ representa una transferencia de tipo *lump-sum*. Por lo tanto la restricción presupuestaria depende de la riqueza generada por la posición de activos externos netos, del valor de la producción de bienes no transables, del valor de la dotación inicial de bienes transables, del nivel de consumo ($P_t C_t$) y de las transferencias ($P_t \tau$).

El índice de precios al consumidor en el país doméstico vendría dado por:

$$P_t = [\gamma P_{T,t}^{1-\theta} + (1 - \gamma) P_{N,t}^{1-\theta}]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (4)$$

Donde $P_{T,t}$ y $P_{N,t}$ representan el precio de los bienes transables y no transables, respectivamente en el momento t . Además se puede definir el tipo de cambio real Q_t , como el ratio del índice de precios al consumidor entre el país foráneo y el doméstico.

$$Q_t = \frac{E_t P_t^*}{P_t} \quad (5)$$

Con la finalidad de introducir al gobierno, se asume que el gasto de gobierno es puramente disipativa y no afectan a la productividad o utilidades privadas. Por lo tanto los productores de no transables tienen una curva de demanda con pendiente descendente desde el sector público y privado, bajo la siguiente expresión:

$$Y_{N,t}^D(j) = \left[\frac{P_{N,t}(j)}{P_{N,t}} \right]^{-\theta} C_N^A \quad G_t(j) = \left[\frac{P_{N,t}(j)}{P_{N,t}} \right]^{-\theta} G_N^A \quad (6)$$

Donde C_N^A y G_N^A representan el consumo privado y público agregado de bienes no transables en el país doméstico, respectivamente.

Condiciones de primer orden

Resolviendo el problema del agente, maximizando la ecuación (1) sujeto a las restricciones impuestas por las ecuaciones (3) y (6). La solución óptima del consumo y del esfuerzo laboral está dada por las condiciones de primer orden:

$$\frac{C_{T,t+1}}{C_{T,t}} = [\beta(1 + r_{t+1})]^\sigma \left(\frac{P_{T,t+1}}{P_{T,t}} \right)^{-\theta} \left(\frac{P_t}{P_{t+1}} \right)^{\sigma-\theta} \quad (7)$$

$$\frac{C_{N,t}}{C_{T,t}} = \left(\frac{\gamma}{1-\gamma} \right) \left(\frac{P_{N,t}}{P_{T,t}} \right)^{-\theta} \quad (8)$$

$$Y_{N,t}^{\frac{\theta+1}{\theta}} = \left[\frac{\theta-1}{\theta\kappa} \right] C_t^{-1/\sigma} (C_{N,t}^A + G_{N,t}^A)^{1/\theta} \left(\frac{P_{N,t}}{P_t} \right) \quad (9)$$

De estas últimas ecuaciones se puede comentar lo siguiente:

La ecuación (7), señala que existe un aumento del consumo presente y una disminución del consumo futuro a medida que la tasa de interés es más baja, eso si el nivel de precio agregado relativo a los precios de los transables en el presente es menor al valor en el futuro (efecto intertemporal). Ahora, hay que tomar en cuenta así mismo el efecto sustitución de los bienes transables hacia los no transables (efecto intratemporal). El dominio de cualquiera de estos dos efectos dependerá básicamente de sus respectivas elasticidades de sustitución. El primer efecto domina si la elasticidad de sustitución intertemporal es más grande que la elasticidad de sustitución intratemporal ($\sigma > \theta$).

Se desprende de la ecuación (8) que el consumo de los bienes no transables depende inversamente de su precio, asumiendo una elasticidad de sustitución constante entre los bienes transables y no transables.

La ecuación (9) representa la oferta de equilibrio de los bienes no transables. Es importante notar que cuanto mayor sea el consumo agregado (privado y de gobierno) menores serán los niveles de producción de dichos bienes, a medida que los agentes aumenten el ocio conforme con el consumo de otros bienes.

Finalmente se introduce la condición de transversalidad, la cual indica que debe haber un límite de endeudamiento para el agente representativo j .

Solución aproximada

La solución al modelo es a través del estado estacionario donde todas las variables son constantes. Además se asume que el stock de activos externos netos es cero. Es decir $nF_{t+1} + (1-n)F_{t+1}^* = 0$. Como los agentes representativos mantienen las mismas preferencias, obtienen el mismo precio y obtienen el mismo producto de equilibrio. Luego se normaliza la dotación de bienes transables $\bar{Y}_t$, como resultado de esto, el precio relativo de los bienes no transables en términos de bienes transable debe ser igual a uno, ($P_N = 1$). Adicionalmente se asume que el precio de los bienes transables es uno, ($P_{T,t}^X = 1$). Luego, en el estado estacionario es posible derivar el consumo y la producción de los bienes transable y no transables en equilibrio:

$$Y_N = C_N = \left(\frac{\theta - 1}{\theta \kappa} \right)^{\frac{\sigma}{1+\sigma}} (1 - \gamma)^{\frac{1}{1+\sigma}} \quad (10)$$

$$Y_T = C_T = \left(\frac{\gamma}{1 - \gamma} \right) Y_N \quad (11)$$

La ecuación (10) expresa que cuanto menos agotador sea el esfuerzo laboral (más pequeño sea κ), mayor será la producción de bienes no transables en el estado estacionario. Por su lado, la ecuación (11) expresa que cuanto mayor sea el peso del consumo de transables en la función de utilidad (más grande γ), mayor es la razón de producto transable a no transable.

Luego se toma una aproximación alrededor del estado estacionario. Donde se define $\tilde{X} = dx/x_0$ como el porcentaje de cambio relativo con respecto al estado estacionario. Esto se hace para encontrar el cambio en porcentaje del consumo de los transables:

$$\tilde{C} = r\tilde{F} + \tilde{Y}_N - \tilde{P}_T^X \quad (12)$$

Donde $\tilde{F} = dF/C_{T,0} = (1/\gamma)(dF/Y_0)$

De acuerdo a la expresión (12), el consumo de los bienes transables estaría determinado por la posición de activos externos netos, el nivel de dotación de los bienes no transables y por el precio de las exportaciones. Luego, log-linealizando alrededor del estado estacionario para la oferta y demanda de bienes no transables se obtiene,

$$\tilde{Y}_N = \tilde{C}_N = \tilde{C}_T - \theta(\tilde{P}_N - \tilde{P}_T) + \tilde{G} \quad (13)$$

$$\tilde{Y}_N = \tilde{C}_N = \left(\frac{\sigma - \theta}{\sigma - 1} \right) \gamma(\tilde{P}_N - \tilde{P}_T) + \left(\frac{\sigma}{\sigma + 1} \right) \tilde{A}_N \quad (14)$$

En la ecuación (14), los determinantes del consumo de los no transables son el precio relativo con los transables y el impacto de productividad sobre los mismos.

Luego combinando las ecuaciones (12) y (14), se encuentra una expresión del precio relativo de los bienes no transables.

$$\tilde{P}_N - \tilde{P}_T = \frac{1 + \sigma}{\theta(1 + \sigma) + \gamma(\sigma - \theta)} \left[r\tilde{F} + \tilde{Y}_T + \tilde{P}_T^X - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N + \tilde{G} \right] \quad (15)$$

En contraparte para el país foráneo se define análogamente,

$$\tilde{P}_N^* - \tilde{P}_T^* = \frac{1 + \sigma}{\theta(1 + \sigma) + \gamma(\sigma - \theta)} \left[- \left(\frac{n}{1 - n} \right) r\tilde{F} + \tilde{Y}_T^* + \tilde{P}_T^M - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \tilde{G}^* \right] \quad (16)$$

Donde $\tilde{G}$ y $\tilde{G}^*$ representan el gasto de gobierno en bienes transables como proporción del PIB en

el país doméstico y el foráneo, respectivamente.

Se debe mencionar que, debido a que el modelo se conforma con dos países, suponemos que la totalidad de la producción de transables que son exportadas del país foráneo es consumida totalmente en el país doméstico y viceversa, produciéndose así el vaciado de mercado $P_T^{*X} = P_T^M$.

La ecuación (15) y (16) recogen las fluctuaciones alrededor del estado estacionario en el precio relativo de los bienes transable con respecto a los no transables $\tilde{P}_N - \tilde{P}_T$, estas fluctuaciones están determinadas por las variaciones en el tiempo de la posición de activos externos netos $\tilde{F} \equiv dF/C_{T,0} = (1/\gamma)(dF/Y_0)$ fluctuaciones en la productividad de los bienes transables $\tilde{Y}_T$, y no transables $\tilde{A}_N$, movimientos en los términos de intercambio $\tilde{P}_T^X - \tilde{P}_T^M$, y el gasto del gobierno con respecto al PIB, $\tilde{G}$.

Ecuación del Tipo de Cambio Real

Para obtener una ecuación del tipo de cambio real, primero expresamos la ecuación (5) $Q_t = \frac{E_t P_t^*}{P_t}$, en logaritmos (letras en minúsculas):

$$q_t = e_t + p_t^* + p_t \quad (17)$$

Luego expresando el nivel de precios de país propio de la ecuación (4), donde figura como el ponderado de los precios transables y no transables, se tiene

$$p_t = \gamma p_t^T + (1 - \gamma) p_t^N$$

Análogamente para el país foráneo:

$$p_t^* = \gamma p_t^{T*} + (1 - \gamma) p_t^{N*}$$

Seguidamente reemplazamos las dos últimas expresiones en (17), se obtiene

$$\begin{aligned} q_t &= e_t + p_t^* - p_t \\ q_t &= e_t + [\gamma p_t^{T*} + (1 - \gamma) p_t^{N*}] - [\gamma p_t^T + (1 - \gamma) p_t^N] \\ q_t &= e_t + \gamma(p_t^{T*} - p_t^T) + (1 - \gamma)(p_t^{N*} - p_t^N) \end{aligned}$$

Donde $\gamma > 0$, que representa la participación del gasto en transables respecto del gasto total. Las letras minúsculas indican el logaritmo natural de las letras mayúsculas, $x = \ln X$. El tipo de cambio real podría ser descompuesto como:²

$$\begin{aligned} q_t &= x_t + y_t = e_t + (p_t^{T*} - p_t^T) + (1 - \gamma)(p_t^{N*} - p_t^N) - (1 - \gamma)(p_t^{T*} - p_t^T) \\ q_t &= x_t + y_t = e_t + (p_t^{T*} - p_t^T) + (1 - \gamma)(p_t^{N*} - p_t^{T*}) - (1 - \gamma)(p_t^N - p_t^T) \end{aligned} \quad (18)$$

El tipo de cambio se descompone como la suma de los precios relativos de bienes transables $x_t =$

²Se suma y resta a la expresión $-(1 - \gamma)(p_t^{T*} - p_t^T)$.

$e_t + (p_t^{T*} - p_t^T)$ y el precio relativo de los bienes no transables con respecto a los bienes transables $y_t = (1 - \gamma)(p_t^{N*} - p_t^{T*}) - (1 - \gamma)(p_t^N - p_t^T)$. Una de las características es la estacionariedad del elemento x_t , por lo tanto la no estacionariedad del tipo de cambio real q_t vendría dada por el término y_t , que a su vez estaría determinado por shocks exógenos permanentes de demanda, tecnológicos y de términos de intercambio.

De la expresión (18), se obtienen los cambios del tipo de cambio real:³

$$\tilde{q}_t = \tilde{e}_t + (\tilde{P}_t^{T*} - \tilde{P}_t^T) + (1 - \gamma)(\tilde{P}_t^{N*} - \tilde{P}_t^{T*}) - (1 - \gamma)(\tilde{P}_t^N - \tilde{P}_t^T) \quad (19)$$

Reemplazando las expresiones (15) y (16) en (19), se obtiene una ecuación general para el logaritmo del tipo de cambio real q_t :

$$\begin{aligned} \tilde{q}_t = \tilde{e}_t + (\tilde{P}_t^{T*} - \tilde{P}_t^T) + (1 - \gamma) \frac{1 + \sigma}{\theta(1 + \sigma) + \gamma(\sigma - \theta)} & \left[- \left(\frac{n}{1 - n} \right) r\tilde{F} + \tilde{Y}_T^* + \tilde{P}_T^M - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \tilde{G}^* \right] \\ & - (1 - \gamma) \frac{1 + \sigma}{\theta(1 + \sigma) + \gamma(\sigma - \theta)} \left[r\tilde{F} + \tilde{Y}_T + \tilde{P}_T^X - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \tilde{G}^* \right] \end{aligned}$$

Para simplificar $\psi = -\frac{(1-\gamma)(1+\sigma)}{\theta(1+\sigma)+\gamma(\sigma-\theta)}$. Desarrollando y ordenando se obtiene la expresión (20),

$$\begin{aligned} \tilde{q}_t = \tilde{e}_t + (\tilde{P}_t^{T*} - \tilde{P}_t^T) + \psi & \left[- \left(\frac{n}{1 - n} \right) r\tilde{F} + \tilde{Y}_T^* + \tilde{P}_T^M - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \tilde{G}^* \right] \\ & + \psi \left[r\tilde{F} + \tilde{Y}_T + \tilde{P}_T^X - \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \tilde{G}^* \right] \end{aligned}$$

Desarrollando se llega a la expresión (20),

$$\begin{aligned} \tilde{q}_t = \tilde{e}_t + (\tilde{P}_t^{T*} - \tilde{P}_t^T) + \psi r\tilde{F} + \psi \left(\frac{n}{1 - n} \right) r\tilde{F} + \psi \tilde{Y}_T - \psi \tilde{Y}_T^* + \psi \tilde{P}_T^X \\ - \psi \tilde{P}_T^M - \psi \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \psi \frac{\sigma}{1 + \sigma} \tilde{A}_N^* + \psi \tilde{G} - \psi \tilde{G}^* + \xi \end{aligned}$$

$$\tilde{q}_t = \tilde{e}_t + (\tilde{P}_t^{T*} - \tilde{P}_t^T) + \psi r\tilde{F} \left(\frac{1}{1 - n} \right) + \psi(\tilde{Y}_T - \tilde{Y}_T^*) + \psi(\tilde{P}_t^X - \tilde{P}_t^M) - \left(\psi \frac{\sigma}{1 + \sigma} \right) (\tilde{A}_N - \tilde{A}_N^*) + \psi(\tilde{G} - \tilde{G}^*) + \xi \quad (20)$$

Donde ξ representa la desviación de las condiciones optimas de primer orden (ecuaciones del 7 al 9), del cual se espera que sean estacionarias.

Transformando (20) en log-niveles y reemplazando $\tilde{F} \equiv dF/C_{T,0} = (1/\gamma)(dF/Y_0)$ en el tercer

³Notar que la expresión del precio de transables y no transables en mayúsculas representan valores log-linealizados. Por ello se usa indistintamente con las letras minúsculas.

término de la ecuación anterior y denominando $q_t = \ln TCR_t$. Se obtiene la ecuación reducida del tipo de cambio real (TCR) acompañado por sus fundamentos.

$$\begin{aligned} \ln TCR_t = & (\tilde{P}_T - \tilde{P}_T^*) - e + \frac{\psi r}{(1-n)\gamma} \frac{F}{Y} + \psi \ln \left(\frac{Y_T}{Y_T^*} \right) + \psi \ln \left(\frac{P_T^X}{P_T^M} \right) \\ & - \left(\frac{\psi \sigma}{1 + \sigma} \right) \ln \left(\frac{A_N}{A_N^*} \right) + \psi \ln \left(\frac{G}{G^*} \right) + \xi \end{aligned}$$

Si $\beta_0 = (\tilde{P}_T - \tilde{P}_T^*) - e$,

$$\ln TCR_t = \beta_0 + \beta_1 \left(\frac{F}{Y} \right)_t + \beta_2 \ln \left(\frac{Y_T}{Y_T^*} \right)_t + \beta_3 \ln \left(\frac{P_T^X}{P_T^M} \right)_t - \beta_4 \ln \left(\frac{A_N}{A_N^*} \right)_t + \beta_5 \ln \left(\frac{G}{G^*} \right)_t + \mu_t \quad (21)$$

Donde:

TCR_t , es el tipo de cambio real,

F/Y , es el coeficiente de la posición de activos externos netos con respecto al PIB del país doméstico,

Y_T/Y_T^* , es la productividad de la fuerza laboral del sector transable del país doméstico respecto al foráneo,

P_T^X/P_T^M , son los términos de intercambio (precio relativo de exportaciones con respecto a las importaciones),

A_N/A_N^* , denota la productividad de la fuerza laboral del sector no transable del país doméstico con respecto al extranjero,

G/G^* , es el gasto del gobierno (como proporción del PIB) del país doméstico con respecto al país foráneo y,

μ_t , es el término de error aleatorio.

ANEXO 2

TEST DE COINTEGRACIÓN (JOHANSEN)

La metodología de Johansen (1991,1995) bajo una modelación VAR de orden n se tiene ⁴

$$y_t = A_1 y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_n y_{t-n} + \mu$$

$$y_t = A_1 Y_{t-1} + \dots + A_p Y_{t-p} + B X_t + \epsilon_t$$

donde y_t , es el vector compuesto de las variables no estacionarias, y u_t , es un vector de innovaciones. Reescribiendo el VAR como:

$$\Delta y_t = (A_1 - I)y_{t-1} + A_2 y_{t-2} + \dots + A_n y_{t-n} + \mu_t$$

$$\Delta y_t = (A_1 - I)y_{t-1} + (A_1 + A_2 - I)y_{t-2} + \dots + A_n y_{t-n} + \mu_t$$

$$\Delta y_t = \Pi_1 \Delta y_{t-1} + \Pi_2 \Delta y_{t-2} + \dots + \Pi_n \Delta y_{t-n} + \mu_t$$

$$\Delta y_t = \sum_{i=1}^{n-1} \Pi_i \Delta y_{t-i} + \Pi_n \Delta y_{t-n} + \mu_t$$

donde:

$$\Pi_i = - \left(I - \sum_{j=1}^i A_j \right)$$

$$\Pi_n = - \left(I - \sum_{j=1}^n A_j \right)$$

Si el sistema completo está cointegrado, es necesario que Π sea distinto de cero ⁵. Donde el número de relaciones de cointegración depende de las propiedades de la matriz Π :

- Si su rango es igual a 0, entonces no existe ninguna relación de cointegración y la mejor manera de modelar es a través de un VAR en diferencias.
- Si el rango es completo, entonces todo el sistema es estacionario y se puede estimar un VAR en niveles.
- Y finalmente, si el rango es igual a k (menor al tamaño completo de la matriz Π) entonces es conveniente identificar las relaciones de cointegración y utilizar VAR con términos de corrección de errores.

⁴Ver Análisis Econométrico ,W. Greene, (1999).

⁵Realizando una comparación, el test de raíz unitaria señala que una serie es estacionaria cuando γ ,es distinto de cero en la ecuación, $\Delta y_t = \gamma y_{t-1} + u_t$. Si generalizamos para el caso de un vector, podríamos decir que el sistema está cointegrado si , $\Pi \neq 0$ (en términos de matriz) en la ecuación: $\Delta y_t = \Pi y_{t-1} + u_t$.

ANEXO 3

MODELO DE VECTOR DE CORRECCION DE ERRORES (VEC)

ENFOQUE VAR

El vector autoregresivo (VAR) es comúnmente usado para proyectar sistemas relacionados con series de tiempo y para el análisis del impacto dinámico de disturbios aleatorios en el sistema de variables. El enfoque VAR esquiva la necesidad para modelos estructurales en compartir con todas las variables endógenas, es decir actúa con una función de valores rezagados de las variables endógenas en el sistema.

La presentación matemática de un VAR es $y_t = A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + Bx_t + e_t$ Donde y_t es un k vector de variables endógenas, x_t es un d vector de variables exógenas, $A_1, \dots, A_p$ y B son las matrices de los coeficientes a ser estimados, y e_t , es un vector de innovaciones que pueden estar correlacionados contemporaneamente; pero están incorrelacionados con sus propios rezagos e incorrelacionados con el grupo de variables de la derecha.

Desde que aparezca un valor rezagado de la variable endógena en el grupo del lado derecho de la ecuación, el modelo OLS rinde una estimación consistente. Además, ni siquiera la innovación e_t , puede ser correlacionada contemporaneamente, por lo tanto OLS es eficiente y equivalente para GLS, donde las ecuaciones tienen regresores idénticos.

ENFOQUE VEC

El modelo de Vector de Corrección de Errores es una restricción VAR designado por el uso de series no estacionarias que están cointegradas. El enfoque VEC tienen la construcción de una relación de cointegración dentro de una especificación donde esta restringido al comportamiento del largo plazo de las variables endógenas que convergen a su relación de cointegración durante el ajuste dinámico de corto plazo. El término de cointegración es conocido como el término de corrección de errores, donde la desviación del equilibrio de largo plazo es corregida gradualmente a través del ajuste parcial de corto plazo.

Si consideramos un sistema con dos variables con una relación de cointegración y sin términos rezagados. La ecuación de cointegración es: $Y_{2,t} = B y_{1,t}$

El modelo VEC es:

$$\Delta y_{1,t} = \alpha_1(y_{2,t-1} - \beta Y_{1,t-1}) + \epsilon_{1,t}$$

$$\Delta y_{2,t} = \alpha_2(y_{2,t-1} - \beta Y_{1,t-1}) + \epsilon_{2,t}$$

En este modelo simple, el grupo de variables de la derecha es el término de corrección de errores. El equilibrio de largo plazo, en este término es cero. Sin embargo, si y_1 y y_2 se desvían del equilibrio de largo plazo, el término de corrección de errores será diferente de cero y cada variable se ajusta parcialmente en la restitución del equilibrio. El coeficiente α_i mide la velocidad de ajuste de las variables endógenas hacia su nivel de equilibrio.

ANEXO 4

DESCRIPCIÓN DE DATOS

Tipo de Cambio Real

Como medida del tipo de cambio Real (TCR), se emplea el Índice de Tipo de Cambio Efectivo y Real (REER) con base 2003. Este índice es calculado por el Banco Central de Bolivia (BCB), el cual considera el tipo de cambio real ponderado con los principales socios comerciales que al menos representan el 0.5 % del comercio con Bolivia (exportaciones mas importaciones).

La metodología de cálculo es la siguiente:

$$ITCR_t = ITCR_{t-1} \Pi_i \left[\frac{\frac{e_t p_{i,t}}{p_t}}{\frac{e_{t-1} p_{i,t-1}}{p_{t-1}}} \right]^{w_{i,t}}$$

Donde: e es el tipo de cambio nominal expresado en bolivianos por unidad de la moneda del socio i , $p_{i,t}$ es el índice de precios del socio i , p es el índice de precios de Bolivia y w es el ponderador del socio i . Esta formula no considera constante a los ponderadores asignados a los socios comerciales y sólo se toman en cuenta aquellos países que superan el 0.5 % de participación comercial con Bolivia. Es decir el índice puede valorar a distintos países con diferentes ponderaciones para cada año.

Posición de Activos Externos Netos-PIB

De acuerdo a la metodología de Lane y Milesi-Ferreti (2000, 2006) la posición de activos externos netos de un país (NFA) está dada por la suma de la posición de deuda neta, la posición patrimonial neta de valores y la posición neta de inversión extranjera directa (IED):

$$NFA_t = FDIA_t^* + EQA_t^* + DEBTA_t^* + FX_t - FDIL_t^* - EQL_t^* - DEBTL_t^*$$

Donde $FDIA^*(L)$, $EQA^*(L)$ y $DEBTA^*(L)$ son el stock de la inversión directa, cartera de activos de renta variable y deuda de activos (pasivos) y FX es el cambio de las reservas internacionales.

La mayor parte de estos componentes se encuentran publicados en las estadísticas de balanza de pagos del FMI para cada país, donde también se encuentra la posición de inversión internacional, el cual puede ser una medida directa del stock de activos y pasivos externos.

Balance of payments components	
Current account (78ald):	CA
Capital account [balance] (78bcd):	ΔDKA
Direct investment abroad (78bdd):	$\Delta FDI A$
Direct investment in country (78bed):	$\Delta FDI L$
Portfolio investment assets (78bfd):	$\Delta PA = \Delta PDA + \Delta EQA$
Portfolio investment debt assets (78bld):	ΔPDA
Portfolio investment equity assets (78bkd):	ΔEQA
Portfolio investment liabilities (78bgd):	$\Delta PL = \Delta PDL + \Delta EQL$
Portfolio investment debt liabilities (78bnd):	ΔPDL
Portfolio investment equity liabilities (78bmd):	ΔEQL
Other investment assets (78bhd):	ΔOA
Other investment liabilities (78bid):	ΔOL
Financial account (78bjd):	$FINA = \Delta FDI A + \Delta FDI L + \Delta PA + \Delta PL + \Delta OA + \Delta OL$
Net errors and omissions (78cad):	$EO = - (CA + \Delta KA + FINA + RES)$
Reserves and related items (financing) (79dad):	$RES = - \Delta FX + \Delta EF + \Delta IMF$
Reserve assets (79dbd):	$- \Delta FX$
Exceptional financing (79ded):	ΔEF
Fund credit and loans (79dcd):	ΔIMF
Los códigos en paréntesis corresponden al IFS -FMI	

Donde A y L indican los activos (las salidas) y pasivos (entradas), respectivamente. Luego:

$$\Delta FDI = -(\Delta FDI A + \Delta FDI L)$$

$$\Delta EQ = -(\Delta EQA + \Delta EQL)$$

$$\Delta DEBTL = -(\Delta PDL + \Delta OL + \Delta IMF + \Delta EF)$$

$$\Delta DEBTA = -(\Delta PDA + \Delta OA + EO)$$

Donde ΔFDI son las salidas netas de la inversión extranjera directa, ΔEQ es la inversión neta de portafolios, $\Delta DEBTL$ y $\Delta DEBTA$ son los cambios en los pasivos de deuda y activos, respectivamente. Por lo tanto, la acumulación de los activos de la deuda externa puede ocurrir a través de la cartera de deuda, otros activos o errores y omisiones, además de cambio de reservas internacionales. De las anteriores definiciones se puede obtener:

$$CA = \Delta EQ + \Delta FDI + \Delta DEBTA - \Delta DEBTL - \Delta KA + \Delta FX$$

La cuenta corriente acumulada entre las fechas de s y t es igual al valor acumulado de los flujos.

$$\sum_s^t CA_t = DEBTA_s(t) - DEBTL_s(t) + EQ_s(t) + FDI_s(t) + FX_s(t) - KA_s(t)$$

Donde $X_s(t)$ es el valor acumulado de ΔX entre s y t .

Finalmente una buena aproximación de la posición de activos externos netos para el periodo T , viene dado como:

$$NFA_T = \left(F_0 + \sum_{k=1}^T CA_k \right)$$

Luego la variación de la posición de activos externos netos se puede aproximar como el resultado del saldo de la cuenta corriente,

$$NFA_t = CA_t$$

Donde F_0 es la posición de activos externos netos al inicio del período de estimación, CA_k es el saldo de la balanza de la cuenta corriente en el periodo k . El stock inicial de activos externos netos F_0 se la obtiene de la base de datos del External Wealth of Nations Mark II elaborada por Lane y Milesi-Ferreti (2006).

Una dificultad señalada por los autores es que esta variable puede estar sesgada por no considerar posibles cambios de stock, como los programas de reducción, reprogramación y condonación de deuda externa. A fines de los 90, Bolivia fue favorecida en diferentes programas de alivio y condonación de su deuda externa bajo las iniciativas HIPC (Highly Indebted Poor Country) implementadas por el Banco Mundial (BM) y el Fondo Monetario Internacional (FMI) que busco dar una solución definitiva al problema de deuda externa de los países pobres altamente endeudados. A fin de solucionar este posible sesgo en la construcción de la variable, se realizó la corrección en forma periódica al stock de pasivos externos con información de la balanza de pagos del BCB.

Ratio de pib per cápita (productividad relativa)

Este índice se construyó bajo el siguiente procedimiento: Primero, con información de los Institutos Nacionales de Estadística de cada país y el IFS del FMI se obtuvo el PIB nominal con frecuencia trimestral en moneda local para Bolivia (bol) y sus principales socios comerciales (SC). Debido a la disponibilidad de información y la periodicidad del PIB, se consideró un número de 10 socios comerciales para la construcción del indicador. Estos países fueron: Argentina, Brasil, Canadá, Chile, Colombia, Corea del Sur, Estados Unidos, Japón, Perú y Suiza.

Segundo, se valoró el PIB trimestral de cada país en dólares americanos y en dólares americanos ponderados con Paridad de Poder de Compra (PPC). Esta información fue obtenida del Pen Word Table Versión 7.0.

$$PIB_{mn}^{bol} * tc(mn/USD) = PIB_{USD}^{bol}$$

$$PIB_{mn}^{SCi} * tc(mn/USD) = PIB_{USD}^{SCi}$$

Tercero, se construyó el PIB per cápita trimestral mediante el ratio del PIB encadenado a 4 periodos del país i y la población anual del país i en el periodo t . De esta forma se evito trimestralizar la población. Para el caso de algunos países como Estados Unidos, no fue necesario realizar este procedimiento ya que se obtuvo esta información desagregada.

$$PIB_{USD}^{pais\ i} percapita_t = \frac{\sum_{m=t}^{t-3} PIB_{USD}^{pais\ i}}{Pob_{anual}^{pais\ i}}$$

Cuarto, se elaboró un índice de pib per cápita para cada país tomando como año base el 2000, de manera homogénea para todos los países considerados.

$$IPIB_{Usd}^{pais\ i} percapita_i = \frac{PIB_{Usd}^{pais\ i}}{PIB_{Usd}^{pais\ i} percapita_{t=2000}}$$

Finalmente, se calculo el ratios de productividad relativa como la razón entre el PIB per cápita encadenado de Bolivia y el PIB per cápita encadenado de los principales socios comerciales (tomando la misma ponderación para el calculo del TCR). La anterior relación se la valoró tanto en dólares americanos y ajustados en dólares americanos por paridad de poder de compra.

$$PROD1(Usd) = \frac{IPIB_{Usd}^{bolivia} percapita_t}{\sum (IPIB_{Usd}^{socio\ comercial\ i} percapita_t * w_i)}$$

$$PROD1(Usd\ PPC) = \frac{IPIB_{Usd}^{bolivia} percapita_t}{\sum (IPIB_{Usd}^{socio\ comercial\ i} percapita_t * w_i)}$$

donde w corresponde a la ponderación comercial (exportaciones mas importaciones).

Índice de Términos de Intercambio

Para evaluar los precios relativos se utiliza los términos de intercambio que se calcula como la razón entre el índice de valor unitario de las exportaciones y el índice de valor unitario de las importaciones, considerando como año base 1990. La información fue obtenida del Banco Central de Bolivia.

$$ITI = \frac{IVU^X}{IVU^M}$$

Ratio gasto de gobierno-PIB

Como medida del gasto del gobierno, se estudió la composición del mismo en el Sector Público No Financiero (SPNF), debido a que no es posible realizar una diferenciación muy clara entre las partidas de gasto, que se asume que gran parte de estos recursos se destinan a bienes no transables. Para ello se consideró para Bolivia el gasto de gobierno en transferencias corrientes (como proporción del pib), que se la obtuvo del Ministerio de Economía y Finanzas Públicas. Para el gasto de gobierno de los socios comerciales como proporción de sus respectivos productos se elaboró la misma con información del Fondo Monetario Internacional. Luego para la obtención del gasto de los socios comerciales se utilizó el promedio ponderado de acuerdo a su participación comercial en las exportaciones más importaciones.

Gravamen aduanero-importaciones (política comercial)

La política comercial fue representada mediante el ratio del gravamen aduanero sobre importaciones (R/M), como medida de política comercial para diagnosticar su efecto sobre el tipo de cambio real. La información del gravamen aduanero se la obtuvo de la Aduana Nacional de Bolivia y, para los datos de importaciones se utilizó las estadísticas oficiales del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia.

Tasa de desempleo

La tasa de desempleo se la construyó a partir de información del Instituto Nacional de Estadística de Bolivia (Encuesta Nacionales de Empleo y Encuesta de hogares). Debido a la poca periodicidad de los datos, se obtuvo solamente datos anuales, la misma se trimestralizó con el método Denton de Stata, para introducirla al modelo empírico.

ANEXO 5

PRUEBAS ESTADÍSTICAS DE LOS MODELOS ECONOMÉTRICOS

En esta sección se presentan los resultados de las regresiones realizadas en el presente trabajo, como también algunos contrastes para evaluar su comportamiento y potenciales problemas econométricos que afecten la calidad de los estimadores.

5.1 Test de Raíz Unitaria de las variables empleada

Resultados del Test de Raíz Unitaria: Augmented Dickey-Fuller

Variables	Series en niveles								
	ADF	Critical Value			P Value	Const.	Tend.	Rez.	Orden
	Statistics	1 %	5 %	10 %					
LOG(TCR)	-2.823	-3.512	-2.897	-2.586	0.060	si	no	1	I(1)
F/Y	-0.973	-2.594	-1.945	-1.614	0.293	no	no	2	I(1)
LOG(Y _p /Y _p [*])	-2.874	-3.512	-2.897	-2.586	0.053	si	no	1	I(1)
LOG(P _x /P _m)	-1.909	-4.072	-3.465	-3.159	0.641	si	si	1	I(1)
LOG(G/G [*])	-1.328	-3.516	-2.899	-2.587	0.613	si	no	4	I(1)
R/M	-0.998	-3.514	-2.898	-2.586	0.751	si	no	3	I(1)
TD	-3.055	-3.511	-2.897	-2.586	0.034	si	no	1	I(0)
(F/Y)*TD	-1.277	-2.593	-1.945	-1.614	0.184	no	no	1	I(1)
LOG(G/G [*])*TD	-2.761	-3.511	-2.897	-2.586	0.068	si	no	1	I(1)

Resultados del Test de Raíz Unitaria: Phillip Perron

Variables	Series en niveles				P Value	Const.	Tend.	Rez.	Orden
	PP	Critical Value							
	Statistics	1 %	5 %	10 %					
LOG(TCR)	-3.602	-3.511	-2.897	-2.586	0.008	si	no	1	I(0)
F/Y	-0.600	-4.072	-3.465	-3.159	0.976	si	si	1	I(1)
LOG(Yp/Yp*)	-2.742	-2.593	-1.945	-1.614	0.007	no	no	1	I(0)
LOG(Px/Pm)	-1.826	-4.072	-3.465	-3.159	0.683	si	si	1	I(1)
LOG(G/G*)	-4.833	-4.072	-3.465	-3.159	0.000	si	si	1	I(0)
R/M	-5.197	-4.072	-3.465	-3.159	0.000	si	si	1	I(0)
TD	-2.917	-3.511	-2.897	-2.586	0.048	si	no	1	I(0)
(F/Y)*TD	-1.227	-2.593	-1.945	-1.614	0.200	no	no	1	I(1)
LOG(G/G*)*TD	-2.682	-3.511	-2.897	-2.586	0.081	si	no	1	I(1)

Resultados del Test de Raíz Unitaria: Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin

Variables	Series en niveles				P Value	Const.	Tend.	Rez.	Orden
	KPSS	Critical Value							
	Statistics	1 %	5 %	10 %					
LOG(TCR)	0.0882	0.2160	0.1460	0.1190		si	si	1	I(0)
F/Y	0.2405	0.2160	0.1460	0.1190		si	si	1	I(1)
LOG(Yp/Yp*)	0.0737	0.2160	0.1460	0.1190		si	si	0	I(0)
LOG(Px/Pm)	0.3334	0.7390	0.4630	0.3470		si	no	1	I(0)/I(1)
LOG(G/G*)	0.2261	0.2160	0.1460	0.1190		si	si	1	I(1)
R/M	0.1427	0.2160	0.1460	0.1190		si	si	1	I(0)
TD	0.1367	0.2160	0.1460	0.1190		si	si	0	I(0)
(F/Y)*TD	0.2293	0.2160	0.1460	0.1190		si	si	0	I(1)
LOG(G/G*)*TD	0.1496	0.2160	0.1460	0.1190		si	si	0	I(1)

5.2 Modelo Engle y Granger

Modelo de Largo Plazo
Variable dependiente: Log (TCR)
Periodo: 1990 q1 - 2010 q4

	Simbolo	MODELO (1)	MODELO (2)
Variables Fundamentales			
Posicion de Act. Ext. Netos	$(F/Y)_{-1}$	-0.0003* (0.0001)	-0.0002 (0.0003)
Ratio de productos percapitas	$Log(Yp/Yp^*)$	-0.605*** (0.041)	-0.612*** (0.066)
Términos de Intercambio	$Log(Px/Pm)$	-0.057* (0.039)	-0.061 (0.064)
Gasto de Gobierno	$Log(G/G^*)$	-0.084*** (0.014)	-0.087*** (0.018)
Variable de Política			
Política Comercial	R/M	-0.044*** (0.005)	-0.043*** (0.010)
Variable de interacción			
Pos.Act.Ext. Netos*tasa desem.	$((F/Y) * TD)_{-1}$		-0.001* (0.003)
	$DUM04q4$	0.083** (0.036)	0.083*** (0.012)
	$DUM06q4$	0.088** (0.035)	0.088*** (0.010)
Constante	Constante	5.308*** (0.206)	5.335*** (0.344)
R-squared		0.808	0.809
Adjusted R-squared		0.791	0.788
S.E. of regression		0.035	0.035
F-statistic		45.216	39.179

Standard errors in () t-statistics in []

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

Modelo de Corto Plazo
Variable dependiente: Log (TCR)
Periodo: 1990 q1 - 2010 q4

	Símbolo	MODELO (1)	MODELO (2)
Variables Fundamentales			
Posicion de Act. Ext. Netos	$(\Delta(F/Y))_{t-5}$	-0.0008* (0.0004)	0.00065* (0.0003)
Ratio de productos percapitas	$\Delta(\text{Log}(Yp/Yp*))_t$	-0.618*** (0.049)	-0.639*** (0.052)
Términos de Intercambio	$\Delta(\text{Log}(Px/Pm))_t$	-0.067* (0.040)	-0.058* (0.034)
Gasto de Gobierno	$\Delta(\text{log}(G/G*))_{t-1}$	-0.01 (0.007)	-0.008 (0.008)
Variable de Política			
Política Comercial	$\Delta(R/M)_{t-7}$	-0.0056 (0.003)	-0.005* (0.002)
Variable de interacción			
Pos.Act.Ext. Netos*tasa desem.	$\Delta((F/Y) * TD)_{t-1}$		-0.003*** (0.001)
Variables rezagada			
Residuo rezagado de modelo LP	$resid_{egt-1}$	-0.131*** (0.054)	-0.152*** (0.061)
Constante	constante	-0.00009 (0.001)	-0.001*** (0.001)
R-squared		0.758	0.744
Adjusted R-squared		0.737	0.719
S.E. of regression		0.015	0.015
F-statistic		36.115	29.135

Standard errors in () t-statistics in []

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

5.3 Vector de Corrección de Errores

Modelo VEC (Primera Parte)
Vector Error Correction Estimates
Periodo: 1990 q1 - 2010 q4

	Símbolo	MODELO (1)	MODELO (2)
Variables Fundamentales			
Posición de Act. Ext. Netos	$(F/Y)_t$	-0.00042** (0.0002)	-0.0013*** (0.0004)
Ratio de productos percapitas	$(\text{Log}(Yp/Yp^*))_t$	-0.476*** (0.062)	-0.390*** (0.083)
Términos de Intercambio	$(\text{Log}(Px/Pm))_t$	-0.242*** (0.055)	-0.290*** (0.068)
Gasto de Gobierno	$(\text{Log}(G/G^*))_t$	-0.132*** (0.019)	-0.124*** (0.024)
Variable de Política			
Gravamen aduanero- Importaciones	$(R/M)_{t-2}$	-0.070*** (0.009)	-0.090*** (0.011)
Variable de interacción			
Pos.Act.Ext. Netos*tasa desem- pleo	$((F/Y) * TD)_{t-1}$		0.00009*** (0.00004)
Constante	C	6.371***	6.610***

Standard errors in ()

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

Modelo VEC (Continuación), Variable Dependiente: $d(\log(\text{TCR}))$, Periodo: 1990 q1 - 2010 q4

	Símbolo	MODELO (1)	MODELO (2)
Variable de cointegración			
Coint.	Coint.	-0.173*** (0.087)	-0.154*** (0.063)
Rezagos de la dependiente			
	d(Log (TCR)) t-1	0.136 (0.176)	0.263* (0.160)
	d(Log (TCR)) t-2	0.420*** (0.187)	0.457*** (0.174)
Variables Fundamentales			
Posicion de Act. Ext. Netos	d ((F/Y) t-1	0.0007 (0.001)	0.0007 (0.0009)
	d ((F/Y) t-2	-0.001* (0.0009)	-0.0016** (0.0008)
Ratio de productos percapitas	d (Log(Yp/Yp*)) t-1	-0.144 (0.140)	-0.092 (0.124)
	d (Log(Yp/Yp*)) t-2	0.377*** (0.140)	0.397*** (0.125)
Términos de Intercambio	d (Log(Px/Pm)) t-1	0.009 (0.061)	0.038 (0.056)
	d (Log(Px/Pm)) t-2	0.161*** (0.067)	0.173*** (0.06)
Gasto de Gobierno	d (log(G/G*)) t-1	-0.013 (0.014)	-0.013 (0.012)
	d (log(G/G*)) t-2	0.011 (0.013)	0.007 (0.011)
Variable de Política			
Política Comercial	d (R/M) t-3	0.008* (0.006)	0.012*** (0.006)
	d (R/M) t-4	0.004 (0.006)	0.004 (0.005)
Variable de interacción			
Pos.Act.Ext. Netos*tasa desem.	d ((F/Y)*TD) t-2		0.000007*** (0.00002)
	d ((F/Y)*TD) t-3		-0.00001 (0.00002)
	dum93 _{q2}	0.045** (0.024)	0.043** (0.022)
	dum08 _{q4}	-0.076*** (0.026)	-0.072*** (0.023)
Constante	C	0.001 (0.002)	0.001 (0.002)
R-squared		0.471	0.602
Adjusted R-squared		0.346	0.491
S.E. of regression		0.032	0.024
F-statistic		3.746	5.430

Standard errors in () , *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Elección de Rezagos						
Número de rezagos	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
MODELO (1)						
0	-125.705	NA	0.000	3.685	4.229	3.902
1	369.619	876.342	0.000	-8.093	-6.461*	-7.439*
2	408.327	62.529	1.18e-11*	-8.162	-5.443	-7.074
3	443.027	50.715	0.000	-8.129	-4.322	-6.605
4	485.501	55.543*	0.000	-8.294908*	-3.400	-6.335
MODELO (2)						
0	-254.768	NA	0.000	7.071	7.705	7.325
1	267.465	910.559	0.000	-5.063	-2.948*	-4.216*
2	323.041	86.927	1.32e-11*	-5.232	-1.636	-3.792
3	368.542	63.001	0.000	-5.142	-0.066	-3.110
4	430.109	74.196*	0.000	-5.464*	1.092	-2.840

* indicates lag order selected by the criterion

LR: sequential modified LR test statistic (each test at 5 % level)

FPE: Final prediction error

AIC: Akaike information criterion

SC: Schwarz information criterion

HQ: Hannan-Quinn information criterion

Test de Wald de exclusión de rezagos modelo (1)
VEC Lag Exclusion Wald Tests, Sample: 1990Q1 2010Q4
Included observations: 79 , Chi-squared test statistics for lag exclusion: Numbers in [] are p-values

	D(LOG(REERM))	D(NFA1A)	D(LOG(PROD1))	D(LOG(TI90))	D(LOG(GN2))	D(POLCOM3(-2))	Joint
DLag 1	12.62996 [0.049303]	13.18322 [0.040217]	23.30579 [0.000700]	2.365873 [0.883166]	28.6223 [7.17e-05]	7.948283 [0.241917]	90.58401 [1.34e-06]
DLag 2	13.25287 [0.039192]	43.0426 [1.14e-07]	11.13036 [0.084430]	15.45681 [0.016986]	8.320733 [0.215535]	9.721368 [0.136887]	106.853 [6.01e-09]
df	6	6	6	6	6	6	36

Test de Wald de exclusión de rezagos modelo (2)
VEC Lag Exclusion Wald Tests, Sample: 1990Q1 2010Q4, Included observations: 79

Chi-squared test statistics for lag exclusion: Numbers in [] are p-values							
	D(LOG(REERM))	D(NFA1A)	D(LOG(PROD1))	D(LOG(TI90))	D(LOG(GN2))	D(POLCOM3(-2))	Joint
DLag 1	32.86637 [2.80e-05]	15.24625 [0.032969]	38.23745 [2.73e-06]	3.509305 [0.834239]	30.88233 [6.54e-05]	11.6341 [0.113252]	5.235955 [0.631193]
DLag 2	21.47492 [0.003127]	40.9227 [8.38e-07]	17.29539 [0.015588]	15.69374 [0.028067]	9.82314 [0.198819]	11.27178 [0.127196]	5.529983 [0.595570]
df	7	7	7	7	7	7	49

Test de Cointegracion de Johansen

Test de cointegración de rango no restringido

Hypothesized	Eigenvalue	Trace	Critical Value	Critical Value Adjusted
No. of CE(s)		Statistic	0.05**	0.05***
Modelo (1)				
None *	0.571	140.862	95.754	116.378
At most 1	0.373	73.946	69.819	84.857
At most 2	0.203	37.115	47.856	58.164
At most 3	0.132	19.214	29.797	36.215
Modelo (2)				
None *	0.599	173.984	125.615	157.518
At most 1	0.403	101.847	95.754	120.072
At most 2	0.254	61.124	69.819	87.551
At most 3	0.185	37.981	47.856	60.010

Test de Diagnóstico al residuo del modelo VEC

Pruebas al residuo

Test	MODELO (1)			MODELO (2)	
		p-value	Decisión	p-value	Decisión
Normalidad	Simetria (Prob. Conjunta)	0	No Normalidad	0	No Normalidad
	Curtosis (Prob. Conjunta)	0		0	
	Jarque - Bera (Prob. Conjunta)	0		0	
Autocorrelación	Correlacion serial LM (1 rezago)	0.3100	No Autocorrelación	0.4355	No Autocorrelación
	Correlacion serial LM (2 rezagos)	0.0061	No Autocorrelación	0.0194	No Autocorrelación
	Correlacion serial LM (3 rezagos)	0.1900	No Autocorrelación	0.1523	No Autocorrelación
	Correlacion serial LM (4 rezagos)	0.1252	No Autocorrelación	0.2198	No Autocorrelación
Heteroced.	Test VEC residual de heterocedasticidad (sin terminos cruzados)	0.9891	Homoscedasticidad	0.9527	Homoscedasticidad

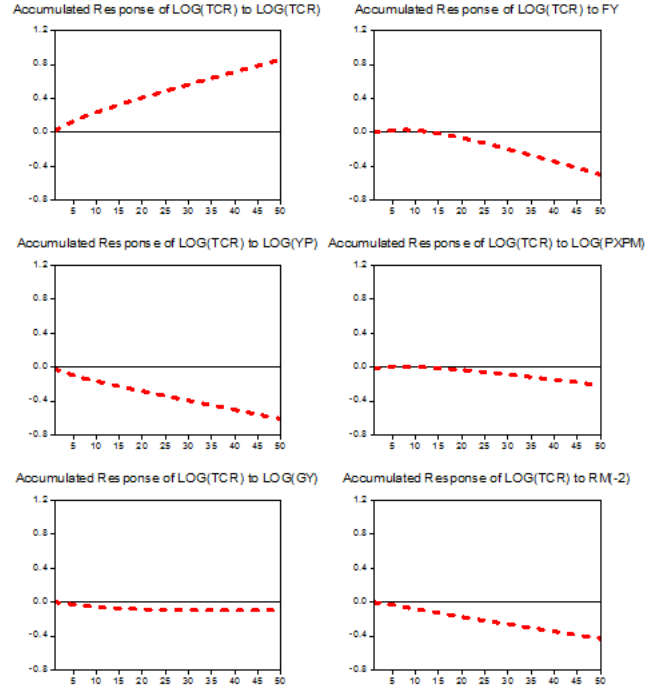
Test de Autocorrelación LM test

Pruebas al residuo

Modelo (1)			Modelo (2)		
Lags	LM-Stat	Prob	Lags	LM-Stat	Prob
1	39.6614	0.3100	1.0000	49.9468	0.4355
2	60.7127	0.0061	2.0000	71.5781	0.0194
3	43.2275	0.1900	3.0000	59.1307	0.1523
4	45.8819	0.1252	4.0000	56.3279	0.2198
5	38.6472	0.3509	5.0000	55.7825	0.2350
6	31.2149	0.6955	6.0000	41.0596	0.7828
7	32.7463	0.6241	7.0000	47.6531	0.5278
8	62.2282	0.0043	8.0000	65.7186	0.0555
9	40.3025	0.2857	9.0000	55.4289	0.2452
10	48.3963	0.0812	10.0000	58.9651	0.1558
11	42.2673	0.2185	11.0000	32.9747	0.9616
12	52.6270	0.0363	12.0000	65.6426	0.0562

Relación Impulso Respuesta

Modelo (1)



Modelo (2)

