

# El desalineamiento del tipo de cambio real en Bolivia 2000-2019: un enfoque adoptando precios de exportación

*Misalignment of real exchange rate in Bolivia 2000-2019: an approach adopting export prices*

◀Pablo Camacho

[pablo.c.badani@gmail.com](mailto:pablo.c.badani@gmail.com)

ORCID: 0000-0001-8170-1578

Universidad Autónoma Juan Misael Saracho - Bolivia

Artículo recibido en octubre 2020 / Arbitrado en noviembre 2020 / Aceptado en noviembre 2020 / Publicado en enero 2021



## RESUMEN

El estudio del Tipo de Cambio Real es importante para el diseño de políticas económicas pertinentes, en este sentido el objetivo de este estudio es estimar el Tipo de Cambio Real de Equilibrio en la economía boliviana y compararlo con el Tipo de Cambio Real observado en cada período. Para la estimación se adoptó un modelo econométrico tomando como variables explicativas los precios internacionales de los principales productos de exportación, con datos mensuales que abarcan el período entre enero 2000 a diciembre 2019. Los resultados muestran un desalineamiento desde septiembre de 2008, que se debe a que se abandonó el sistema crawling-peg. Si en un futuro cercano se incrementan los precios de nuestros principales productos de exportación, la sobrevaloración disminuirá, lo propio si se fomentan y promocionan las exportaciones. Sin embargo, el análisis muestra que no se recomienda una devaluación de la moneda en el periodo de recuperación post-COVID-19.

**Palabras clave:** Estimación; evaluación de modelo; tipo de cambio; tipo de cambio real

## ABSTRACT

The study of the Real Exchange Rate is important for the design of relevant economic policies, in this sense the objective of this study is to estimate the Real Equilibrium Exchange Rate in the Bolivian economy and compare it with the Real Exchange Rate observed in each period. For the estimation, an econometric model was adopted taking as explanatory variables the international prices of the main export products, with monthly data covering the period between January 2000 to December 2019. The results show a misalignment since September 2008, which is due to that the crawling-peg system was abandoned. If soon the prices of our main export products increase, the overvaluation will decrease, the same if exports are encouraged and promoted. However, the analysis shows that a currency devaluation is not recommended in the post-COVID-19 recovery period.

**Keywords:** Estimate; model evaluation; exchange rate; real exchange rate

## INTRODUCCIÓN

El conocimiento del Tipo de Cambio Real de Equilibrio (TCRE) es importante para las autoridades económicas e investigadores, dado que el desalineamiento del Tipo de Cambio Real (TCR) puede crear problemas macroeconómicos con efectos negativos en variables como la inflación, el nivel de empleo, la absorción, la asignación de recursos en la economía, etc. Por tanto, el estudio del TCR es importante para un mejor entendimiento y diseño de políticas económicas pertinentes.

La pandemia del coronavirus está generando cambios a nivel mundial en todos los ámbitos, en América Latina ya se advierten efectos negativos en la economía, entre otros efectos se puede analizar la depreciación de los tipos de cambio, en marzo de 2020 muchas monedas latinoamericanas se desplomaron frente al dólar y el euro. El real brasileño, el peso colombiano y el mexicano fueron afectados fuertemente, esto dificulta afrontar pagos de sus deudas en moneda local para devolver préstamos adquiridos en dólares o euros (Pampillón, 2020).

Desde 2006 hasta finales de 2014, Bolivia recibió un flujo importante de divisas provenientes de: a) el precio internacional de los principales productos de exportación; b) las remesas de bolivianos residentes en el exterior; c) el incremento en el volumen y el precio de exportación del gas boliviano; y d) incremento de la deuda externa, esta coyuntura ocasionó presiones para la valorización de la moneda y permitió acumular reservas internacionales. Sin embargo, la coyuntura se revirtió desde 2014 ocasionando una pérdida constante de reservas internacionales y generando preocupación en todos los agentes económicos acerca de la futura política cambiaria.

El objetivo de este documento es estimar y comparar el Tipo de Cambio Real de Equilibrio con el Tipo de Cambio Real observado en cada período, y de esta forma, establecer los posibles desalineamientos desde

el año 2000. Se presenta entonces un diagnóstico de la situación del tipo de cambio en relación con la senda de equilibrio de largo plazo, con el objeto de contribuir al entendimiento del comportamiento de esta variable de política económica.

Estimar los desalineamientos del TCR respecto a la senda de equilibrio resulta fundamental para el diseño de políticas económicas. Sin embargo, existen varios enfoques teóricos y metodológicos para la medición del TCR observado y el TCR de equilibrio. El presente estudio contribuye al conocimiento de esta variable al tomar como variables determinantes los precios internacionales de los principales productos de exportación.

Para alcanzar este objetivo realizaremos la estimación de TCRE utilizando como base la metodología propuesta por Sebastián Edwards (1988). Se trata de un modelo intertemporal de equilibrio que posee dos características relevantes para el abordaje real de la economía: i) incorpora diferentes períodos de tiempo en el análisis del proceso de decisión de los agentes, es decir, considera que, aspectos como gustos, necesidades, procesos tecnológicos, uso de factores, etc., experimentan variaciones entre períodos de análisis y, ii) están basados en fundamentos microeconómicos.

Corresponde entonces presentar el marco teórico que enmarca esta investigación, es fundamental entender que el tipo de cambio real de equilibrio no solamente es el nivel en el cual se igualan la demanda y la oferta de moneda extranjera, es también el tipo de cambio que mantiene el equilibrio del sector transable y el sector no transable de una economía (Vargas, 2010).

## Modelos y metodologías para medir el Tipo de Cambio Real de equilibrio

Desarrollar los diferentes abordajes teóricos que tratan el tema del TCRE excede el propósito de este trabajo, sin embargo, podemos citar

algunos de los más importantes: La Paridad del Poder de Compra; Modelos de Equilibrio General de un Período de Tiempo; el modelo Monetario; el Modelo Monetario con Precios Flexibles; el Modelo Monetario con Precios Fijos; el Modelo Monetario de Equilibrio General de un Período de Tiempo (Krugman y Obstfeld, 2006). Por último, el modelo FEREX (Fundamentals Equilibrium Real Exchange Rate) adoptado en este documento (Edwards, 1988).

### **Modelo intertemporal de equilibrio de Sebastián Edwards**

La resolución de este modelo no determina un valor único del TCRE, en realidad determina un vector de precios relativos que determinan al TCRE. De hecho, se puede hablar de una senda de equilibrio del TCR. Sin especificar las funciones de gasto e ingreso, es posible describir implícitamente al TCRE como una función de los niveles consistentes o compatibles con el equilibrio, de todas las variables exógenas en el sistema, contemporáneas y rezagadas (Edwards 1988, p. 25).

El TCRE está determinado por la tendencia de una serie de variables reales que en este modelo se denominan “*fundamentos*”. Estas son tanto de naturaleza externa a la economía del país como de naturaleza interna. Las variables externas son: a) el precio internacional de los bienes importables en relación con los exportables, es decir, los términos de intercambio; b) los flujos internacionales de capital, incluyendo las donaciones y la ayuda internacional; c) las tasas de interés mundiales. Los “*fundamentos*” de carácter interno o domésticos incluyen: a) aranceles, cuotas de importación y otras restricciones al comercio internacional; b) los controles a la movilidad y al retorno sobre el capital; c) otros impuestos y subsidios; d) el nivel y composición del gasto público, y, por último; e) el progreso tecnológico (Edwards 1988).

La forma como el TCRE reacciona ante variaciones en los fundamentos es ambigua. Variaciones en algunas variables desvalorizarán el

TCRE (esto es, aumenta su nivel), sin embargo, otras ocasionarán una valorización del TCRE (disminuye su nivel).

El efecto de un aumento en los aranceles de importación u otras restricciones al comercio internacional generará un aumento en el precio de los bienes importables. Esto se traducirá en una menor demanda de estos bienes y un menor volumen de importaciones. También provocará (en caso de que se tome en cuenta el efecto sustitución), una mayor demanda por productos no-transables. Para mantener el equilibrio en este mercado, el precio de los no-transables deberá aumentar. Este aumento ocasionará una disminución del TCRE, es decir, el TCRE sufrirá una valorización (Edwards 1988).

Una caída en los términos de intercambio generará un efecto ingreso negativo, es decir, reducirá el ingreso real. Esta disminución en el ingreso real ocasionará una menor demanda por bienes no-transables y, para restablecer el equilibrio, su precio debe disminuir, ocasionando, de este modo, un aumento del TCR. Con lo expuesto, se debe considerar que esta caída en los términos de intercambio también puede generar un efecto sustitución en el consumo de bienes y originar un incremento en la demanda de bienes no-transables, ocasionando un aumento en su precio, y, por tanto, valorizando el TCR. Por esta razón, no se puede conocer, *a priori*, la reacción del TCR ante un deterioro en los términos de intercambio (Edwards 1988).

En el caso de los controles a los flujos de capital, un relajamiento de los mismos se traducirá en un incremento en la entrada de capital y del crédito externo. Consecuentemente, se elevará el nivel de gasto corriente que, en parte, incrementará la demanda por bienes no transables. Como resultado, y para mantener el equilibrio, habrá un aumento en el precio de los bienes no transables, ocasionando de este modo una valorización del TCRE. Por otro lado, caso sea permitido que el tipo de cambio nominal varíe, una mayor entrada de capitales (o sea, mayor oferta de dólares) disminuirá este valor,

acelerando la valorización del TCR. Los efectos de las tasas de interés mundiales, y de las transferencias y la ayuda internacional, son similares al caso anterior (Edwards 1988).

El nivel y la composición del gasto público es otra variable que afecta el TCR. La forma en cómo será afectada, dependerá de cómo se distribuya el gasto entre bienes transables y no transables. Si la totalidad o la mayor parte del gasto es destinado a la compra de bienes no transables, incrementará a demanda por estos bienes, haciendo subir su precio, generando así una valorización del TCR. Lo contrario ocurrirá si el gasto se concentra en la compra de bienes transables. El efecto generado por el progreso tecnológico puede ser ambiguo, dado que el incremento en la productividad ocasiona un aumento en la oferta, el precio de los no transables tiende a disminuir. Sin embargo, simultáneamente el efecto ingreso de una mayor productividad ocasiona un incremento en la demanda y, por tanto, en el precio. También se debe notar que el incremento en la productividad puede no ser igual en ambos sectores (transables y no transables). En general, los estudios empíricos establecen que el aumento en la oferta predomina, y suponiendo que la productividad aumenta de igual forma en ambos sectores, se espera que un incremento en la productividad tenga un efecto positivo sobre el TCR, es decir, que provoque un aumento o desvalorización (Edwards 1988).

El nivel de inversión interna también afecta al TCR, dado que influye en la acumulación de capital. Cuanto mayor sea el porcentaje de inversión en relación con el PIB, mayor será la oferta, tanto de bienes transables y no transables. Siendo así, el precio de los transables permanece constante porque es fijado internacionalmente, sin embargo, el precio de los no transables debe

disminuir, ocasionando un aumento en el nivel del TCR y por tanto una desvalorización. (Edwards 1988).

## MATERIALES Y MÉTODO

Se trata de un estudio cuantitativo con alcance descriptivo que tomó datos reales bimensuales de enero 2000 a diciembre 2019, se desarrolló siguiendo los siguientes pasos: 1) *Análisis y definición de variables explicativas* del modelo para la economía boliviana; 2) *Formulación de la Ecuación, definiendo a su vez los signos esperados de los coeficientes*; 3) Modelación mediante el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). 4) Sometimiento del modelo a una serie de pruebas 5) Comparación TCR estimado y observado; 6) Discusión y conclusiones.

En los pasos 3, 4 y 5 se usó el paquete E-Views. Este paquete permitió realizar las pruebas necesarias en el paso 4: Test B-P-G (para determinar la heterocedasticidad), Test Jarque-Bera (para determinar la normalidad de los residuos), Test LM (para descartar la existencia de autocorrelación), Test *Recursive Residuals*, Test CUSUM, Test CUSUM of squares y Test de COEFICIENTES RECURSIVOS (para confirmar la estabilidad del modelo).

Para el paso 2, es indispensable expresar que este trabajo presenta una adaptación al modelo intertemporal de equilibrio desarrollado por Sebastián Edwards (Edwards 1988). En este entendido, para alcanzar el objetivo del estudio se partió por presentar el modelo en su forma reducida, para permitir así la estimación econométrica requerida en cálculo del TCRE, la ecuación entonces se planteó de la siguiente manera:

$$\log TCRE_t = \beta_0 + \beta_1 \log(TT)_t + \beta_2 \log(SPREAD)_t + \beta_3 \log(CONCAP)_t + \beta_4 \log(GGN)_t + \beta_5 \log(INVPIB)_t + \beta_6 \log(PROGTEC)_t + u_t \quad (1)$$

Donde, como siempre,  $TCRE$  es el tipo de cambio real de equilibrio, ( $TT$ ) son los términos de intercambio; ( $SPREAD$ ) es un índice de abertura del país y que pretende estimar los efectos de los controles de cambio y las restricciones al comercio internacional; ( $CONCAP$ ) representa las restricciones a los flujos de capitales; ( $GGN$ ) representa el gasto del gobierno en bienes no comercializables, ( $INVPIB$ ) es la inversión como porcentaje del PIB, y representa la acumulación de capital; ( $PROGTEC$ ) es una medida del progreso tecnológico; por último “ $u$ ” es la perturbación estocástica.

La estimación de la ecuación (1) requiere algunas consideraciones metodológicas, no es posible estimarla econométricamente, dado que el  $TCRE$  no se puede observar en cada momento o

período de tiempo. Sin embargo, es posible observar el  $TCR$  en cada período, y con base en este, se puede estimar el  $TCRE$ .

El  $TCR$  observado responde tanto a los “fundamentos” como a variables monetarias, y puede encontrarse fuera de su nivel de equilibrio, por tanto, es necesario utilizar un modelo que incorpore estas variables y muestre el comportamiento dinámico del  $TCR$ , y de esta forma, obtener una buena estimación del  $TCR$  observado. Esta variable puede presentar desequilibrios debido a variaciones en los fundamentos, o por el efecto de políticas macroeconómicas. La dinámica del  $TCR$  puede ser representada a través de una ecuación que explique tales movimientos:

$$(\log TCR_t - \log TCR_{t-1}) = \theta(\log TCRE_t - \log TCR_{t-1}) - a(Z_t - Z_t^*) + b(\log E_t - \log E_{t-1}) \quad (2)$$

Donde  $TCR$  es el tipo de cambio real,  $TCRE$  es el tipo de cambio real de equilibrio –que al mismo tiempo es una función de los fundamentos (ver ecuación (1));  $Z_t$  es un vector que mide las políticas macroeconómicas (por ejemplo, el crecimiento de la oferta monetaria),  $Z_t^*$  es el nivel de políticas macroeconómicas consistentes con el equilibrio y “ $E$ ” es el tipo de cambio nominal. Los parámetros “ $\theta$ ”, “ $a$ ” y “ $b$ ” capturan los aspectos más importantes de la dinámica del proceso de ajuste.

El lado izquierdo de la ecuación (2) representa las variaciones en el  $TCR$  observado, por su parte, el lado derecho muestra que estos cambios responden a tres fuerzas. Primero, existirá una tendencia natural del  $TCR$  a corregir el desequilibrio, dado que los precios de los bienes no-transables tenderán a moverse en dirección al equilibrio. Esto se representa a través de la expresión  $\theta(\log TCRE_t - \log TCR_{t-1})$ , en la cual,  $\theta$  es la velocidad de ajuste. El parámetro  $\theta$  es un número entre cero y uno, cuanto menor sea el

parámetro  $\theta$ , más lento será el ajuste, por el contrario, si el valor de  $\theta$  es igual a 1, significa que cualquier desvío que se produzca en el  $TCR$ , se corregirá en el siguiente período. En general, cuando exista una valorización, el proceso será más lento. El segundo elemento de (2), se refiere a las políticas macroeconómicas representadas por el vector  $a(Z_t - Z_t^*)$ . Cuanto más lejos esté  $Z_t$  de  $Z_t^*$ , ( $Z_t > Z_t^*$ ) mayor será la tendencia del  $TCR$  a valorizarse.

Por último, se incluye el efecto de la desvalorización del tipo de cambio nominal, que está representado por la expresión  $b(\log E_t - \log E_{t-1})$ . De acuerdo con esta expresión, las desvalorizaciones nominales tendrán un efecto positivo sobre el  $TCR$ , generando un aumento en este. Con esa información es posible formular un modelo para estimarlo econométricamente, primero se substituye la ecuación (1) en la (2), obteniéndose la siguiente expresión:

$$\log TCR_t = \alpha_0 + \alpha_1 \log(TT)_t + \alpha_2 \log(SPREAD)_t + \alpha_3 \log(CONCAP)_t + \alpha_4 \log(GGN)_t + \alpha_5 \log(INVPIB)_t + \alpha_6 \log(PROGTEC)_t + (1 - \theta) \log TCR_{t-1} - a(Z_t - Z_t^*) + b(DEVAL)_t + u_t \quad (3)$$

Donde  $\alpha_i = \beta\theta$  (para todo  $i$ ), DEVAL representa las desvalorizaciones nominales y  $U$  es el término de perturbación estocástica. La ecuación (3) describe el comportamiento del TCR observado, como una combinación del efecto de las variables fundamentales y las políticas macroeconómicas.

En base a los parámetros obtenidos de la estimación econométrica de la ecuación (3) se podrían generar coeficientes para obtener series estimadas del TCRE. Ya se mencionó anteriormente que el TCRE es una tendencia de largo plazo y que está determinada estrictamente por sus “*fundamentos*”. Por tanto, es necesario considerar una situación de equilibrio, donde el sector monetario esté en equilibrio. Esto significa imponer restricciones (en la ecuación 3) de que “ $a$ ” e “ $b$ ” sean iguales a cero, es decir, las políticas macroeconómicas y las desvalorizaciones nominales no ocasionan ningún efecto sobre el TCRE, y en el momento de la estimación, se asume que están en sus valores de tendencia, es decir,  $Z_t = Z_t^*$ , y  $DEVAL = 0$ .

Los datos referidos a las variables macroeconómicas de Bolivia fueron tomados de datos oficiales del Instituto Nacional de Estadística INE (2020) y los datos de la cotización de los commodities fueron extraídos de Indexmundi (2020).

## RESULTADOS Y DISCUSION

En este apartado, es necesario aclarar que los resultados que se presentan tienen validez desde el punto de vista de la formulación empírica del modelo, así también, de la verificación de su aplicación práctica en el contexto de la realidad económica de Bolivia. El modelo desarrollado en

este documento presenta la ventaja de que fue posible construir series de datos mensuales de las variables incluidas, para todo el periodo de estudio (2000-2019). Por último, se entiende que la medición económica es una ciencia en construcción y el modelo aquí presentado, pretende aportar al conocimiento del TCRE en la economía boliviana.

Cabe señalar, que el riesgo de incurrir en el sesgo de especificación en el modelo no es un motivo de preocupación, dado que los fundamentos del tipo de cambio descritos en la teoría pueden resultar significativos para un país y no significativos para otros. Es en este sentido, se adoptaron los precios de los principales productos de exportación como regresores, esto en el entendido de que se trata de un país cuyas exportaciones están concentradas en commodities y cuya economía es altamente sensible a las cotizaciones internacionales de dichos productos.

### Análisis y definición de variables explicativas del modelo para la economía boliviana

El objetivo de generar series estimadas tanto del TCR observada, como del TCRE, es comparar ambas series. De esta manera será posible observar el comportamiento de ambas y establecer los posibles desalineamientos. En otras palabras, se podrá establecer claramente si el TCR en Bolivia, a partir del año 2000, se encuentra fuera de su nivel de equilibrio.

La estimación se realizará en el período comprendido entre enero de 2000 a diciembre de 2019. Serán adoptados datos mensuales debido al hecho de que el TCR puede presentar importantes fluctuaciones en el transcurso del año.

## VARIABLES OMITIDAS

Al construir la base de datos para la estimación del modelo, no fue posible incluir los siguientes fundamentos:

- a) **Controles cambiarios.** En estudios empíricos definen como proxy el “*spread*” o diferencia entre las cotizaciones del tipo de cambio oficial y el paralelo. “*Esta variable captura en un sentido amplio la severidad de los controles cambiarios y las restricciones al comercio internacional*” (Edwards 1988). Sin embargo, los datos oficiales no presentan una varianza importante en el periodo de análisis.
- b) **Controles a los Flujos de Capital.** La cuantificación del flujo líquido de capital será realizada de la siguiente manera: Entrada de capitales extranjeros - salida de capitales extranjeros. La entrada de capital extranjero está compuesta por la inversión directa y de cartera, desembolsos de deuda externa y transferencias unilaterales, mientras que la salida comprende los servicios de la deuda externa. Para evitar problemas de endogeneidad de esta variable en el modelo propuesto, esta variable debería rezagarse un periodo, así, el flujo de capital ya habría ocurrido al momento de determinar el TCR y ésta sería afectada por la entrada de capitales y no lo opuesto (Edwards 1988). Para construir una serie mensual de esta variable, se presenta el problema de que los datos publicados no tienen la periodicidad deseada.
- c) **Gasto de Gobierno en Bienes No-transables.** Para esta variable no existen datos que muestren el gasto de gobierno desagregado en bienes transables y bienes no-transables. En general, se utiliza como variable de aproximación los gastos corrientes del gobierno, bajo el supuesto de

que la mayor parte de estos fondos son destinados principalmente a la adquisición de bienes no-transables. Lo cual parece razonable dado que la mayor parte de estos gastos se destinan a salarios, salud, educación, vivienda, infraestructura, que se puede considerar como gastos en bienes no-transables (Edwards 1988). Nuevamente, no fue posible encontrar datos mensuales.

- d) **Inversión como Porcentaje del PIB.** Solamente están disponibles datos anuales de esta relación.
- e) **Progreso Tecnológico.** Para esta variable, que refleja las mejoras en la productividad, se utiliza con frecuencia, como aproximación, el valor rezagado de las importaciones de maquinarias y equipamientos (Edwards 1988). No fue posible encontrar datos mensuales de esta relación.
- f) **Desvalorizaciones Nominales.** Fueron insignificantes o nulas en el periodo de estudio.

## VARIABLES INCLUIDAS EN EL MODELO

Dada la escasa disponibilidad de datos macroeconómicos mensuales para la economía boliviana, solamente se tomaron en cuenta los siguientes fundamentos:

- a) **Tipo de Cambio Real (TCR).** Utilizando como variable representativa del precio de los bienes transables el índice general internacional de precios (dado que este índice evoluciona de acuerdo con la inflación internacional), y como proxy del precio de los bienes no-transables, el índice de precios al consumidor nacional (dado que contiene, en su mayoría, precios de bienes no-transables), de esta forma tenemos la siguiente relación:

$$TCR = \frac{E \cdot P_t^*}{P_N} = \frac{E \cdot (IPC\_GRAL)}{IPC\_BOL} \quad (4)$$

Donde  $E$  es el tipo de cambio nominal,  $P_t^*$  es el nivel de precios internacional de los bienes transables,  $P_N$  es el nivel de precios local de los no-transables.

Una alternativa sería la de utilizar un índice ponderado de los IPC's de los principales socios comerciales del país, sin embargo, esta alternativa ocasionaría distorsiones, si se observan severos desequilibrios macroeconómicos en nuestros socios. El tipo de cambio real calculado utilizando

$$\text{Términos de Intercambio} = \frac{IPX}{IPM} \quad (5)$$

El abordaje planteado en el presente documento incluye como variables explicativas, los precios internacionales de nuestros principales productos de exportación en la economía boliviana. En el entendido de que, al incrementarse estos precios, generan un mayor ingreso de divisas al país, provocando una presión para que el TCR se valorice (y viceversa). Las variables incluidas son las siguientes:

- a) **ESTANO.** Es el precio internacional del estaño en dólares por tonelada métrica, standard grade, LME spot Price.
- b) **GAS.** Es el precio internacional del Gas Natural, Spot Price en la terminal Henry Hub en Louisiana.
- c) **ORO.** Es la cotización internacional del Oro 95% puro, como promedio del precio diario en Londres.
- d) **PETROLEO.** Es la cotización internacional del petróleo, promedio de tres precios: Brent Fechado, Intermedio de Texas Oeste y Dubai Fateh.

$$TCR_t = \beta_0 + \beta_1 TCR_{t-1} + \beta_2 ESTANO_t + \beta_3 GAS_t + \beta_4 ORO_t + \beta_5 PETROLEO_t + \beta_6 PLOMO_{t-3} + \beta_7 SOYA_t + \beta_8 TT_{t-6} + \beta_9 ZINC_t + \beta_{10} PLATA_t + u_t \quad (6)$$

Se aplicaron logaritmos a las variables

los IPC's de varios países se denomina tipo de cambio multilateral o efectiva.

Como ya se explicó, el modelo incluye, como variable explicativa, el Tipo de Cambio Real rezagado un periodo  $TCR_{t-1}$ .

- b) **Términos de Intercambio.** Esta variable se calcula dividiendo el índice de precios de las exportaciones entre el índice de precios de las importaciones.

- e) **PLOMO.** Es el precio internacional del Plomo 99,97% puro, LME Spot Price, valor CIF en puertos europeos. En el modelo, esta variable se utilizará rezagada tres periodos ( $t - 3$ ).
- f) **SOYA.** Es el precio internacional de la soya, granos de soya de los Estados Unidos, contratos de futuros de Chicago.
- g) **ZINC.** Es el precio internacional del zinc de alto grado 98% puro.
- h) **PLATA.** Es la cotización internacional de la plata, (Handy & Haman), 95% de pureza, precio en Nueva York.
- i)  $u_t$  es la perturbación estocástica

Se han tomado datos mensuales en el periodo comprendido entre enero de 2000 a diciembre de 2019, haciendo un total de 243 observaciones. 233 observaciones después de ajustes.

### Ecuación estimada

La ecuación por estimar es la siguiente:

$$\log TCR_t = \beta_0 + \beta_1 \log TCR_{t-1} + \beta_2 \log ESTANO_t + \beta_3 \log GAS_t + \beta_4 \log ORO_t + \beta_5 \log PETROLO_t + \beta_6 \log PLOMO_{t-3} + \beta_7 \log SOYA_t + \beta_8 \log TT_{t-6} + \beta_9 \log ZINC_t + \beta_{10} \log PLATA_t + u_t \quad (7)$$

Seguidamente se aplicó la primera diferencia (**D**) para lograr la estacionariedad de las series de datos.

$$Dlog TCR_t = \beta_0 + \beta_1 Dlog TCR_{t-1} + \beta_2 Dlog ESTANO_t + \beta_3 Dlog GAS_t + \beta_4 Dlog ORO_t + \beta_5 Dlog PETROLEO_t + \beta_6 Dlog PLOMO_{t-3} + \beta_7 Dlog SOYA_t + \beta_8 Dlog TT_{t-6} + \beta_9 Dlog ZINC_t + \beta_{10} Dlog PLATA_t + u_t \quad (8)$$

Fue necesario aplicar la segunda diferencia (**DD**) a los precios del Gas, Petróleo y Plata para lograr estacionariedad.

$$Dlog TCR_t = \beta_0 + \beta_1 Dlog TCR_{t-1} + \beta_2 Dlog ESTANO_t + \beta_3 DDlog GAS_t + \beta_4 Dlog ORO_t + \beta_5 DDlog PETROLEO_t + \beta_6 Dlog PLOMO_{t-3} + \beta_7 Dlog SOYA_t + \beta_8 Dlog TT_{t-6} + \beta_9 Dlog ZINC_t + \beta_{10} DDlog PLATA_t + u_t \quad (9)$$

Para identificar el mejor ajuste, se analizó el diagnóstico de los modelos estimados a través de las estadísticas usuales de ajuste ( $R^2$ ) signo esperado y significancia de los parámetros (estadísticas  $t$  y  $F$ ). Para escoger entre modelos alternativos, se utilizaron los criterios más comunes: *Akaike Information Criterion (AIC)* y *Schwartz Bayesian Criterion (SBC)*.

Los coeficientes estimados de las variables incluidas resultaron estadísticamente significativos. Las variables Términos de intercambio y precio del plomo ingresaron al modelo con rezago, así, el mejor ajuste fue obtenido con la especificación en (9).

La sintaxis de la ecuación estimada en el programa E-Views es la siguiente:

$$\begin{aligned} & d(\log\_tcr) \quad d(\log\_tcr(-1)) \quad d(\log\_estano) \quad d(dlog\_gas) \quad d(\log\_oro) \\ & d(dlog\_petroleo) \quad d(\log\_plomo(-3)) \quad d(\log\_soya) \quad d(\log\_tt(-6)) \\ & d(\log\_zinc) \quad d(dlog\_plata) \quad c \end{aligned} \quad (10)$$

### Signos esperados de los coeficientes.

El signo esperado de los términos de intercambio es ambiguo. Se espera que el resto de los signos de los coeficientes sean positivos, pues un incremento en los precios internacionales elevaría el numerador de la fórmula del TCR. De esta forma, los signos esperados son los siguientes:

Estaño	$\beta_2 > 0$	$\beta_2 > 0$
Gas	$\beta_3 > 0$	$\beta_3 > 0$
Oro		$\beta_4 > 0$
Petróleo		$\beta_5 > 0$

Plomo	$\beta_6 > 0$
Soya	$\beta_7 > 0$
Términos de Intercambio (TT)	$\beta_8 = \text{ambiguo}$
Zinc	$\beta_9 > 0$
Plata	$\beta_{10} > 0$

Dado que las variables del modelo no son del mismo orden, no es posible utilizar la metodología de cointegración. Por este motivo, se adopta el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO). Los resultados, utilizando el E-Views, se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Output del Modelo. (E-views Output)

Dependent Variable: D(LOG_TCR2)				
Method: Least Squares				
Date: 04/19/20 Time: 08:28				
Sample (adjusted): 2000M08 2019M12				
Included observations: 233 after adjustments				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
D(LOG_TCR2(-1))	0.705217	0.035718	19.74414	0.0000
D(LOG_ESTANO)	0.064665	0.022946	2.818145	0.0053
D(DLOG_GAS)	0.056336	0.006413	8.784300	0.0000
D(LOG_ORO)	0.092754	0.037448	2.476890	0.0140
D(DLOG_PETROLEO)	0.290548	0.014199	20.46198	0.0000
D(LOG_PLOMO(-3))	0.051087	0.016861	3.029820	0.0027
D(LOG_SOYA)	0.057110	0.023882	2.391328	0.0176
D(LOG_TT(-6))	0.080778	0.037767	2.138853	0.0335
D(LOG_ZINC)	0.063465	0.020761	3.056933	0.0025
D(DLOG_PLATA)	0.044616	0.017333	2.574040	0.0107
C	-0.000759	0.000521	-1.457784	0.1463
R-squared	0.833218	Mean dependent var		-0.000156
Adjusted R-squared	0.825705	S.D. dependent var		0.018419
S.E. of regression	0.007690	Akaike info criterion		-6.851805
Sum squared resid	0.013127	Schwarz criterion		-6.688880
Log likelihood	809.2353	Hannan-Quinn criter.		-6.786106
F-statistic	110.9079	Durbin-Watson stat		2.330677
Prob(F-statistic)	0.000000			

Se aprecia que el estadístico F indica que los coeficientes estimados, conjuntamente, son estadísticamente significativos. Se observa que todos los coeficientes individuales presentan los signos esperados y son estadísticamente significativos. Los coeficientes  $R^2$  y  $R^2$  ajustado

son bastante próximos, mostrando indicios de que las variables explicativas incluidas en el modelo son suficientes. El estadístico de Durbin-Watson es cercano a 2, lo cual es una buena señal de la no-existencia de autocorrelación.

No es posible determinar “*a priori*” el signo de la variable “Términos de Intercambio”. Estudios sugieren que el signo de esta variable es negativo. En la estimación realizada en este trabajo, el coeficiente resultó positivo y estadísticamente significativo, indicando que un deterioro de los términos de intercambio en Bolivia se traduce en una valorización del TCR, por tanto, se puede concluir que, en Bolivia, una caída en los términos de intercambio generan un

efecto sustitución en el consumo de bienes y originan un incremento en la demanda de bienes no-transables, ocasionando un aumento en su precio, y por tanto, valorizando el TCR a través

$$\text{de la relación } TCR = \frac{P_T}{P_N} = \frac{E.P_T^*}{P_N}$$

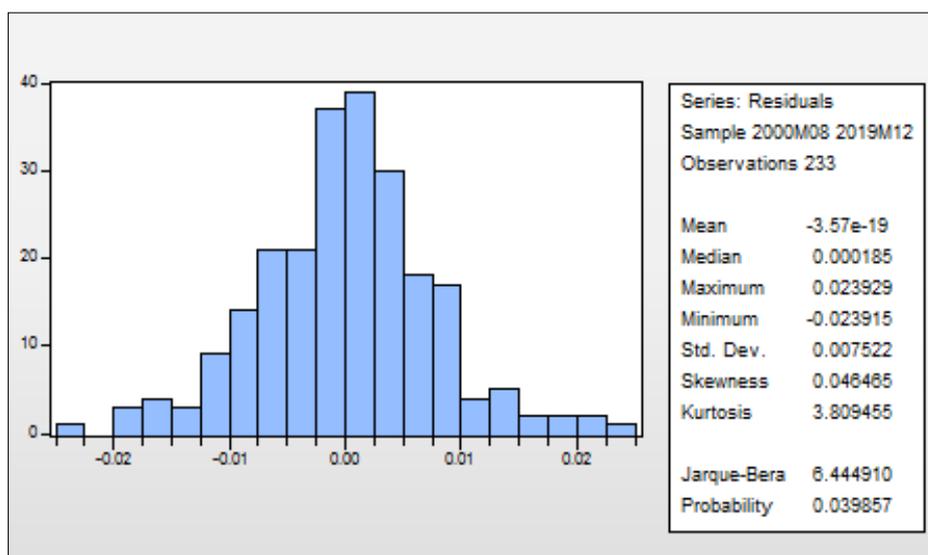
El Test B-P-G muestra que no existe evidencia de heterocedasticidad

**Cuadro 2.** Test B-P-G (E-views Output)

Heteroskedasticity Test: Breusch-Pagan-Godfrey			
F-statistic	0.876533	Prob. F(10,222)	0.5559
Obs*R-squared	8.850215	Prob. Chi-Square(10)	0.5464
Scaled explained SS	11.28600	Prob. Chi-Square(10)	0.3357

El test de Jarque-Bera muestra que se puede concluir que los residuos se distribuyen normalmente.

**Cuadro 3.** Test Jarque-Bera (E-views Output)



El AIC y PAC muestran que solo las 5 primeras autocorrelaciones no superan la prueba del estadístico Q, a partir del rezago 6 todas superan la prueba. Sin embargo, el estadístico DW del Cuadro 1, sugiere que no existe evidencia de autocorrelación.

El test LM confirma la no-existencia de autocorrelación. Fue necesario analizar este estadístico por la inclusión de un término autorregresivo.

**Cuadro 4.** Test LM (E-views Output)

Breusch-Godfrey Serial Correlation LM Test:			
F-statistic	1.416430	Prob. F(24,198)	0.1025
Obs*R-squared	34.14168	Prob. Chi-Square(24)	0.0822

En el Cuadro 6, se analiza la magnitud de la multicolinealidad, considerando el tamaño del “*Centered-Variance Inflation Factors*”. Este indicador muestra que no existe evidencia de multicolinealidad.

Para determinar la estabilidad en los parámetros del modelo, en el Gráfico 13, se presenta el Test *Recursive Residuals*. Nos arroja un

gráfico de los errores recursivos en relación a la línea = 0.  $\pm 2D.E.$  Residuos fuera de estas bandas sugieren inestabilidad en los parámetros de la ecuación. Evidenciamos algunos errores fuera de estas bandas lo que podría indicar inestabilidad del modelo. Para confirmar o rechazar esta sospecha se corren tests adicionales.

**Cuadro 5.** Centered-variance inflation factors (E-views Output)

Variance Inflation Factors			
Date: 04/19/20 Time: 18:31			
Sample: 2000M01 2019M12			
Included observations: 233			
Variable	Coefficient Variance	Uncentered VIF	Centered VIF
D(LOG_TCR2(-1))	0.001276	1.698466	1.698145
D(LOG_ESTANO)	0.000527	1.496326	1.486534
D(DLOG_GAS)	4.11E-05	1.107948	1.107943
D(LOG_ORO)	0.001402	1.472265	1.419444
D(DLOG_PETROLEO)	0.000202	1.531119	1.531093
D(LOG_PLOMO(-3))	0.000284	1.124664	1.114784
D(LOG_SOYA)	0.000570	1.203374	1.199917
D(LOG_TT(-6))	0.001426	1.044536	1.044513
D(LOG_ZINC)	0.000431	1.397259	1.394424
D(DLOG_PLATA)	0.000300	1.512733	1.512733
C	2.71E-07	1.067565	NA

Asimismo, se realizaron otras pruebas: Test: CUSUM, test CUSUM of squares y Test de COEFICIENTES RECURSIVOS. Los dos primeros, basados en los errores acumulados de los errores recursivos, mostraron estabilidad en los parámetros. Por su parte, el test *Coefficientes recursivos* que realiza una estimación recursiva para los coeficientes del modelo, dio a conocer que a medida que se aumentan datos en la muestra recursiva, los parámetros tienden a estabilizarse en el valor arrojado en el output del modelo.

## El Desalineamiento del TCR en Bolivia

Para obtener el TCR-estimado se utilizó la rutina de pronóstico del E-views. Los resultados se presentan en el Cuadro 6.

El “*Theil Inequality Coefficient*” debe ser menor a uno. Se observa, en el modelo, que es un valor cercano a cero. Por su parte, “*Bias Proportion*” indica que la media del pronóstico no está lejos de la verdadera media de las series. “*Variance Proportion*” nos indica que la varianza del pronóstico no está lejos de la verdadera varianza de la serie. Todo lo anterior muestra que se ha obtenido un buen ajuste.

**Cuadro 6.** Pronostico del TCR (E-views Output)

Forecast: LOG_TIPO_DE_CAMBIO_REAL_...	
Actual: LOG_TCR2	
Forecast sample: 2000M01 2020M12	
Adjusted sample: 2000M08 2020M03	
Included observations: 236	
Root Mean Squared Error	0.105075
Mean Absolute Error	0.094509
Mean Abs. Percent Error	13.50630
Theil Inequality Coefficient	0.070410
Bias Proportion	0.013790
Variance Proportion	0.020298
Covariance Proportion	0.965912
Theil U2 Coefficient	5.571088
Symmetric MAPE	13.49877

En el gráfico 1 se presenta la comparación entre el TRC real y estimado, el TCR-estimado es una estimación consistente con el comportamiento de las variables explicativas, es decir, podría considerarse como un Tipo de Cambio Real de Equilibrio consistente con los precios de nuestros principales productos de exportación.

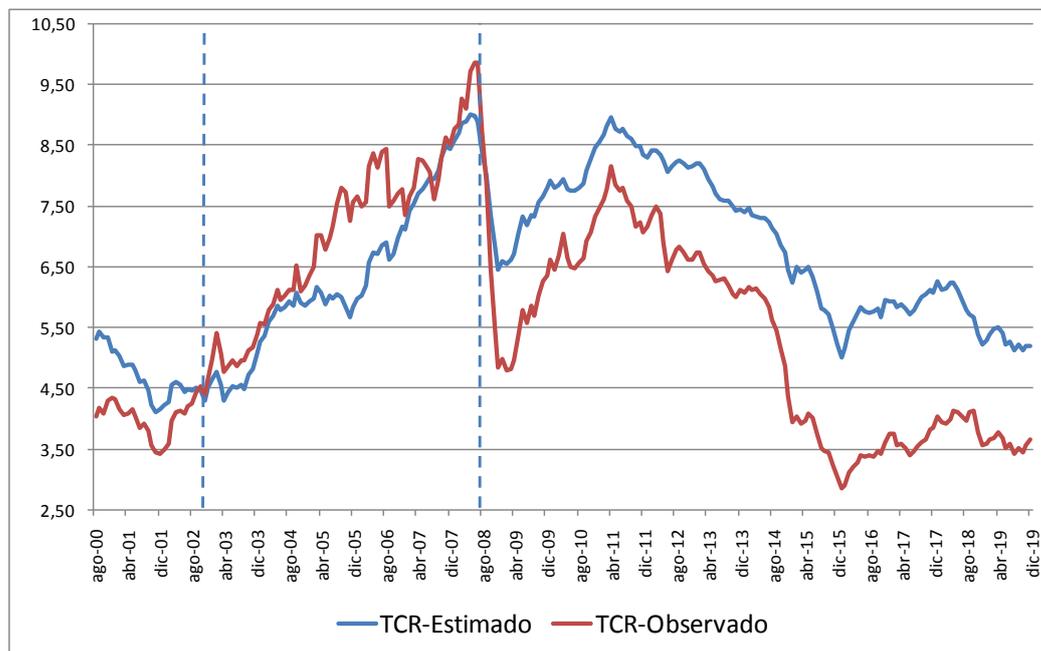


Gráfico 1. Comparación TCR estimado y observado, 2000-2019

Seguidamente, se construyó un índice de ambas series con base en julio de 2007, asumiendo que ambas TCR's tenían el mismo valor en aquel período. La decisión se basa en el hecho de que en esa fecha se abandona el sistema Crawling-Peg. A efectos de comparación, como era de esperar, el resultado es el mismo presentado en el Gráfico 1. En el Gráfico 3 se presenta el desalineamiento en porcentaje.

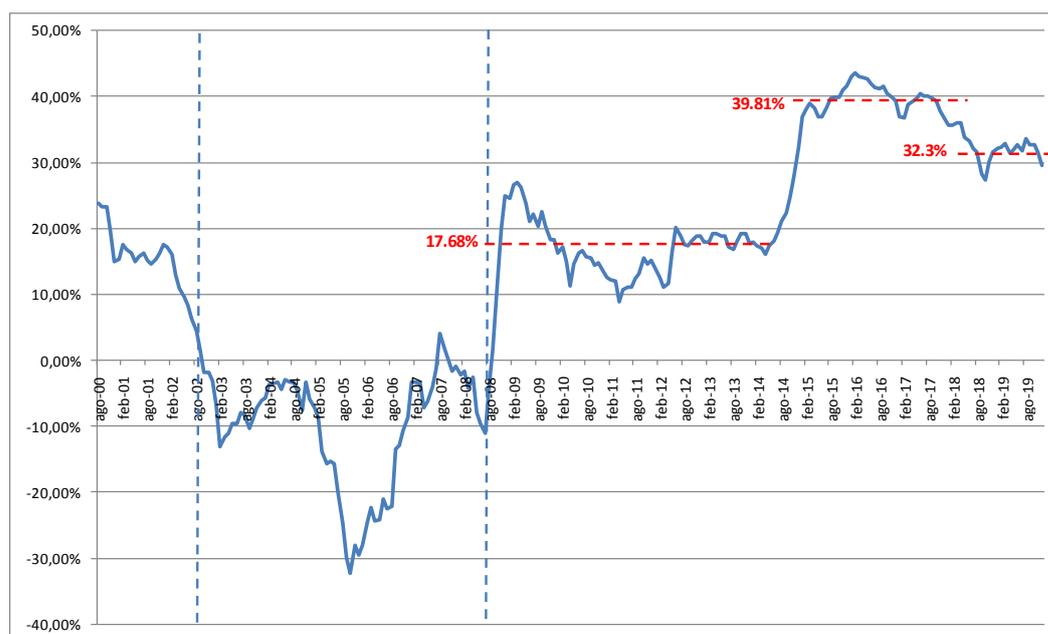


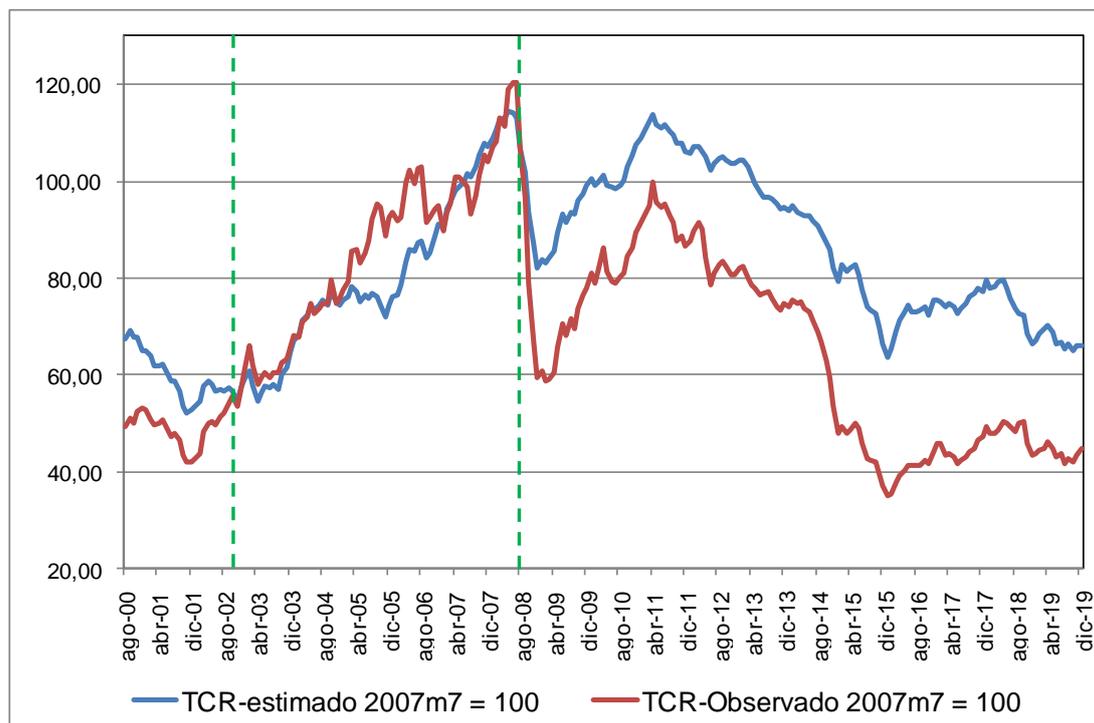
Gráfico 2. Comparación entre índice del TCR estimado y observado, 2000-2019 (Julio de 2007 = 100)

Al analizar la gráfica 2, es posible sintetizar los resultados obtenidos de la siguiente manera: 1) Los resultados empíricos apuntan al período enero/2000 – septiembre/2002, como un período de sobrevalorización del cambio real. El periodo comprendido entre octubre/2002 – agosto/2008, se caracterizó como un período de subvalorización cambiaria; 2) La comparación entre el TCR-estimado y el TCR-observado, muestra que a partir de septiembre de 2008, se inicia un período de persistente sobre-valorización de la moneda, situación que se agrava en 2016 hasta el final del período de análisis; 3) En el sub-período comprendido entre agosto de 2008 y diciembre de 2014, la sobrevaloración fue de 17.68% en promedio; 4) En el sub-período comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2017, la

sobrevaloración alcanza un promedio de 39.81%; 5) La sobrevaloración registrada desde enero de 2018, hasta el final del periodo de análisis, se mantiene alrededor del 32,3%.

En este sentido, observando los Gráficos 1, 2 y 3, notamos tres sub-periodos claramente diferenciados:

- De enero de 2000 a septiembre de 2002, es un periodo de **sobre-valoración** de la moneda.
- De octubre de 2002 a agosto de 2008, se registra **sub-valoración**.
- A partir de septiembre de 2008 hasta el final del periodo de análisis, se observa una persistente **sobre-valoración** de la moneda.



**Gráfico 3.** Desalineamiento del TCR, 2000-2019 (En porcentaje)

En el último periodo, comprendido entre diciembre de 2008 a diciembre de 2019, se observa lo siguiente:

- a) En el sub-periodo comprendido entre agosto de 2008 y diciembre de 2014, la sobrevaloración fue de 17.68% en promedio.
- b) En el sub-periodo comprendido entre enero de 2015 y diciembre de 2017, la sobrevaloración registrada muestra un promedio de 39.81%.
- c) La sobrevaloración registrada desde enero de 2018, se mantiene alrededor del 32,3%.

### La corrección del desalineamiento del tipo de cambio y sus efectos

El análisis efectuado en el punto anterior sugiere la necesidad de corregir la sobrevaloración de la moneda. Una tentadora forma de corregir este desalineamiento sería mediante devaluaciones nominales, sin embargo, esta medida no se recomienda en el periodo de recuperación post-COVID-19, los argumentos se exponen brevemente a continuación:

- a) Al igual que durante la crisis económica de mediados de los ochentas, hoy en día, todas las variables macroeconómicas, indicadores y, principalmente, cotizaciones internacionales, están seriamente contaminadas por los efectos de la pandemia del COVID-19. Las autoridades económicas deben esperar a que tanto la economía mundial y la economía nacional se establezcan y alcancen un nuevo punto de equilibrio, y en ese momento, nuevamente medir el Tipo de Cambio Real de Equilibrio. No sabemos a ciencia cierta cuál será el escenario mundial en el corto-mediano plazo, es posible que los precios internacionales de nuestros productos de exportación evolucionen favorablemente por la recuperación mundial y se corrija, en cierta medida el desalineamiento.
- b) La población está sumergida en una incertidumbre ocasionada por el desastre que está dejando a su paso la pandemia del COVID-19. Esta incertidumbre cohibe a los agentes económicos a invertir, no tienen un horizonte claro que les permita planificar. Las medidas de contención de la pandemia han

erosionado la economía de las familias y de las empresas, en especial de las MIPyMES, en el momento actual y durante la recuperación post COVID-19, devaluaciones ocasionarían convulsión social, generarían un irreversible descontento popular con efectos devastadores en la frágil economía de nuestro país.

- c) Una devaluación ocasionará inmediatamente presiones inflacionarias, al incrementarse el precio de los bienes importados de capital, bienes intermedios y bienes de consumo. Generará inestabilidad macroeconómica y expectativas desestabilizadoras en los agentes económicos, lo cual alimentará el descontento popular.

Queda claro que mantener el tipo de cambio sobrevalorado tiene un costo elevado para el país, sin embargo, mayores serán los efectos nocivos de una devaluación. No nos encontraríamos en esta situación si no hubiéramos abandonado el sistema crawling-peg, corrigiendo paulatinamente los desalineamientos.

### CONCLUSIONES

Los resultados empíricos sugieren que no debió abandonarse el sistema Crawling-Peg, y de esta forma corregir paulatinamente los desalineamientos a medida que se presentaban. Esta característica hubiera permitido una progresiva devaluación de la moneda con un efecto menos traumático en la economía del país. Por otra parte, si la autoridad monetaria opta por una Maxidevaluación, que es definida como una gran devaluación sorpresiva, repentina y sin previo anuncio, ocasionaría un proceso inflacionario difícil de controlar destruyendo por completo las posibilidades de recuperación post COVID-19.

El desalineamiento debe monitorearse hasta que la economía nacional y la economía mundial se establezcan. Los efectos de la crisis generada por el COVID-19 y todas las medidas de contención adoptadas a nivel mundial, y sus efectos nocivos sobre la economía, no se desvanecerán rápidamente. Por tanto, debe primar la cautela al

momento de reformular la política cambiaria en Bolivia en el periodo Post COVID-19.

No se recomienda una devaluación de la moneda en el periodo de recuperación post COVID-19. Una vez superada la crisis la economía mundial empezará a crecer nuevamente, esto a su vez ocasionará un incremento en la demanda de materias primas, si esto sucede, los precios internacionales de las materias primas se incrementarán, corrigiendo en cierta medida el desalineamiento de la moneda boliviana.

### REFERENCIAS

- Camacho, P., Hidalgo, A. (2005). El Tipo de Cambio Real de Equilibrio en Brasil. *Revista Economía Aplicada. Brazilian Journal of Applied Economics*. Vol. 9, N° 4, Octubre – Diciembre 2005
- Edwards, S. (1988). *Real Exchange Rates, Devaluation and Adjustment: Exchange Rate Policy in developing Countries*. Cambridge, Estados Unidos: MIT Press
- Krugman, P; Obstfeld, M. (2006) *Economía Internacional: Teoría y Política*. Séptima Edición: Pearson Educación S.A
- Shapiro A. (2014). *Multinational Financial Management*. Tenth Edition: John Wiley & Sons
- Pampillón, R. (2020). Crisis económica impacta en las monedas latinoamericanas. *Análisis & Opinión*.  
<https://www.americaeconomia.com/analisis-opinion/crisis-economica-impacta-en-las-monedas-latinoamericanas>
- Vargas, Eduardo Michel EL PODER DE LOS TIPOS DE CAMBIO. PERSPECTIVAS [en línea]. 2010. (26), 9-26[fecha de Consulta 15 de Febrero de 2021]. ISSN: 1994-3733. Disponible en:  
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=425941230002>
- <https://www.indexmundi.com/es/precios-de-mercado/?mercancia=soja&meses=300>
- [https://www.ine.gob.bo/cuadros\\_estadisticos/csis\\_t\\_cuadros/reporte\\_cuadro/50203](https://www.ine.gob.bo/cuadros_estadisticos/csis_t_cuadros/reporte_cuadro/50203)