

Banco Central de Chile  
Documentos de Trabajo

Central Bank of Chile  
Working Papers

N° 310

Febrero 2005

## **FLUCTUACIONES DEL DÓLAR, PRECIO DEL COBRE Y TÉRMINOS DE INTERCAMBIO**

José De Gregorio

Hermann González

Felipe Jaque

---

La serie de Documentos de Trabajo en versión PDF puede obtenerse gratis en la dirección electrónica: <http://www.bcentral.cl/esp/estpub/estudios/dtbc>. Existe la posibilidad de solicitar una copia impresa con un costo de \$500 si es dentro de Chile y US\$12 si es para fuera de Chile. Las solicitudes se pueden hacer por fax: (56-2) 6702231 o a través de correo electrónico: [bcch@bcentral.cl](mailto:bcch@bcentral.cl).

Working Papers in PDF format can be downloaded free of charge from: <http://www.bcentral.cl/eng/stdpub/studies/workingpaper>. Printed versions can be ordered individually for US\$12 per copy (for orders inside Chile the charge is Ch\$500.) Orders can be placed by fax: (56-2) 6702231 or e-mail: [bcch@bcentral.cl](mailto:bcch@bcentral.cl).



**BANCO CENTRAL DE CHILE**

**CENTRAL BANK OF CHILE**

La serie Documentos de Trabajo es una publicación del Banco Central de Chile que divulga los trabajos de investigación económica realizados por profesionales de esta institución o encargados por ella a terceros. El objetivo de la serie es aportar al debate temas relevantes y presentar nuevos enfoques en el análisis de los mismos. La difusión de los Documentos de Trabajo sólo intenta facilitar el intercambio de ideas y dar a conocer investigaciones, con carácter preliminar, para su discusión y comentarios.

La publicación de los Documentos de Trabajo no está sujeta a la aprobación previa de los miembros del Consejo del Banco Central de Chile. Tanto el contenido de los Documentos de Trabajo como también los análisis y conclusiones que de ellos se deriven, son de exclusiva responsabilidad de su o sus autores y no reflejan necesariamente la opinión del Banco Central de Chile o de sus Consejeros.

The Working Papers series of the Central Bank of Chile disseminates economic research conducted by Central Bank staff or third parties under the sponsorship of the Bank. The purpose of the series is to contribute to the discussion of relevant issues and develop new analytical or empirical approaches in their analyses. The only aim of the Working Papers is to disseminate preliminary research for its discussion and comments.

Publication of Working Papers is not subject to previous approval by the members of the Board of the Central Bank. The views and conclusions presented in the papers are exclusively those of the author(s) and do not necessarily reflect the position of the Central Bank of Chile or of the Board members.

Documentos de Trabajo del Banco Central de Chile  
Working Papers of the Central Bank of Chile  
Agustinas 1180  
Teléfono: (56-2) 6702475; Fax: (56-2) 6702231

## **FLUCTUACIONES DEL DÓLAR, PRECIO DEL COBRE Y TÉRMINOS DE INTERCAMBIO**

José De Gregorio  
Banco Central de Chile

Hermann González  
Banco Central de Chile

Felipe Jaque  
Banco Central de Chile

### **Resumen**

Este trabajo examina los determinantes del precio del cobre y de los términos de intercambio de la economía chilena, con particular detención en el impacto de los tipos de cambio reales de los países industriales. Asimismo, estima los efectos del nivel de actividad mundial sobre el precio del cobre y los términos de intercambio. Se concluye que, en el largo plazo, una depreciación real del dólar estadounidense de 10% genera un aumento de 18% en el precio real del cobre y de 12% en los términos de intercambio. Por su parte, un aumento del crecimiento mundial de 1% aumenta en 0,14% el precio real del cobre y en 0,24% los términos de intercambio.

### **Abstract**

This paper examines the determinants of the copper price and the Chilean terms of trade, with special focus on the industrialized economies' real exchange rates. It also estimates the effects of world economic activity on the copper price and terms of trade. Empirical results show that, in the long run, a 10% real depreciation of the US dollar yields an 18% increase in the real copper price and a 12% increase in the terms of trade. Moreover, a 1% increase in world economic growth, generates increases of 0.14% in the real copper price and 0.24% in the terms of trade.

## 1. Introducción

La integración comercial de Chile al mundo ha sido creciente en las últimas décadas. En este contexto, los términos de intercambio y, en particular, el precio del cobre, están entre las variables más importantes del escenario económico internacional relevante para la economía chilena<sup>1</sup>. En esta línea, el presente trabajo investiga el rol de la actividad mundial y del tipo de cambio real como principales determinantes de los precios de *commodities*, en particular del cobre, extendiendo el análisis a los términos de intercambio de Chile.

Una nueva revisión de este tema es importante en la actual coyuntura internacional, donde el rápido crecimiento de la actividad mundial y las fluctuaciones de las principales monedas del mundo han estado detrás del fuerte aumento que ha tenido el precio del cobre. Por otro lado, las incertidumbres sobre el crecimiento mundial, así como la evolución del dólar, serán determinantes en el curso futuro del precio del cobre y de los términos de intercambio de Chile. Resulta de particular importancia analizar el efecto de los tipos de cambio reales en el mundo sobre los términos de intercambio y el precio de los *commodities*, en especial, el cobre. La posible evolución de los tipos de cambio entre las principales economías está en el centro de la discusión respecto de la naturaleza que tendrá el ajuste a los desequilibrios entre ahorro e inversión en el mundo, lo que ciertamente incidirá en el precio de los *commodities*.

Si bien existe abundante literatura que ha destacado el papel que cumplen los tipos de cambio entre las principales monedas en el precio de los *commodities*<sup>2</sup>, la evidencia para el precio del cobre tiende a ignorar el efecto de los tipos de cambio en la determinación del precio<sup>3</sup>. Los efectos de las paridades cambiarias en los precios de los *commodities* además permiten explicar el excesivo co-movimiento que presentan estos precios, más allá de lo

---

<sup>1</sup> Cabe mencionar que Chile es el principal productor de cobre en el mundo, con 37% de la producción mundial de mina en 2004, estimada en 14 mil toneladas métricas, seguido por EE.UU. con 8% e Indonesia con 5%.

<sup>2</sup> Uno de los primeros trabajos es el de Ridler y Yandler (1972). A raíz de la crisis de la deuda y el impacto de la apreciación del dólar sobre los países en desarrollo, Dornbusch (1985) estudia su efecto sobre el precio de los *commodities*.

<sup>3</sup> Ver, por ejemplo, los trabajos recientes de Marshall y Silva (2002) y de Vial (2003), que presentan un detallado modelo para el mercado del cobre, y el de Engel y Valdés (2002) donde se examinan distintas alternativas para predecir el precio del cobre.

explicado por los movimientos de la actividad económica en el mundo (Ulloa, 2002). El énfasis de este trabajo es examinar el impacto de los tipos de cambio reales sobre los precios de los *commodities*, en particular el cobre, y adicionalmente analizar su impacto sobre los términos de intercambio de Chile.

Un primer factor fundamental en la determinación del precio de los *commodities* es la evolución de la actividad económica mundial. Un mayor crecimiento de la producción mundial conduce a un incremento en los precios de los productos básicos. Parte importante de este incremento está ligado a la mayor demanda surgida desde las distintas regiones, derivada, por ejemplo en el caso de los metales básicos, de la industria de la construcción o electrónica, entre otras.

De lo anterior, China ha sido la economía donde más ha crecido la demanda de cobre en el mundo, siendo hoy el mayor consumidor de este producto, con aproximadamente el 20% del total mundial. El segundo es EE.UU., país que consume el 15% del cobre refinado. En términos regionales, Asia representa más del 40% del consumo mundial, mientras la Zona Euro representa en torno al 20% de la demanda total.

Al observar la composición de la demanda de cobre a lo largo del tiempo se aprecian cambios sustantivos, los que se explican por las distintas dinámicas de crecimiento que ha tenido su consumo. Destaca el fuerte aumento del consumo que han experimentado las economías asiáticas durante la última década<sup>4</sup>.

Sin duda, economías como China en algún momento podrían reducir su intensidad de uso del cobre, pero aún están lejos de ello pues su consumo per cápita es menos de un tercio del promedio de la OCDE y un poco más de la mitad del consumo promedio de Brasil, Chile y México<sup>5</sup>. Por lo tanto, es posible argumentar que el potencial de crecimiento de la demanda de cobre para las próximas décadas es significativo, aunque dependerá del desempeño de las economías emergentes, que han sustentado el dinamismo de la demanda en años recientes.

---

<sup>4</sup> En China, el consumo de cobre refinado creció a una tasa promedio de 3,5% en la década de los ochenta, 12,7% en los noventa, y 20% entre 2000 y 2003.

<sup>5</sup> El consumo per cápita de China es de 2,4 kg por habitante, el promedio de los países de la OCDE alcanza a 8,3, el de las principales economías desarrolladas es 10,3 y el de las economías latinoamericanas mencionadas es 3,9.

Asimismo, existe una tendencia implícita en la dinámica de crecimiento mundial que ha llevado a un cambio en la composición de la demanda por regiones hacia una mayor expansión de la demanda de productos básicos, por sobre el crecimiento del producto mundial agregado. Así, mientras países más desarrollados tienden a disminuir la intensidad de uso de algunos *commodities*, como es el caso del cobre, parte importante de la demanda de las últimas décadas ha proveniendo de países en desarrollo cuyo consumo per cápita es bajo. Este ha sido el caso, por ejemplo, del significativo crecimiento de economías como China, que ha permitido mantener la intensidad de uso relativamente estable a nivel mundial.

Sin embargo, los tipos de cambio reales entre las principales regiones del mundo también juegan un papel importante en la determinación de los precios de *commodities*. Los cambios en las paridades internacionales generan cambios en las demandas relativas entre regiones, y por esa vía afectan el precio de estos. Este efecto va más allá del simple “efecto de denominación, que haría más alta o baja la conversión de los precios de los *commodities* a monedas que se aprecian o deprecian, respectivamente. De hecho, si una moneda se deprecia, es esperable que el precio de todos los bienes expresados en esa moneda aumenten, en la medida en que el precio del *commodity* no cambie en términos de las otras monedas. Esto es razonable para cambios en el valor de las monedas de países pequeños con poca influencia en la demanda mundial. No obstante, esto no tiene que ser así cuando se trata de la moneda de un país importante en el comercio mundial. Cambios en las paridades que se traduzcan en variaciones del tipo de cambio real, afectarán las demandas relativas por los *commodities*, modificando así su precio relativo.

Para entender este efecto, supongamos que el tipo de cambio real en EE.UU. se deprecia. Para un precio del cobre dado en términos de bienes de EE.UU., el mismo precio en términos de bienes del resto del mundo se hará más barato, con lo cual habrá un aumento de la demanda de cobre proveniente del resto del mundo y un consecuente aumento de su precio en términos de bienes de EE.UU.

Recientes estimaciones para los determinantes de los precios de los *commodities* confirman la importancia del tipo de cambio real y el nivel de actividad mundial. Así, Hua (1998) encuentra que la actividad económica y el tipo de cambio real tienen un efecto significativo sobre los precios de los *commodities* (no-petróleo) en el corto y largo plazo. Por su parte, Vial (2003) encuentra un efecto significativo y persistente del crecimiento mundial

en la determinación del precio del cobre. Finalmente, dado que el ejercicio que se presenta aquí considera series de tiempo de las variables en una frecuencia algo mayor que los estudios empíricos estándares en la literatura, se evalúa en primera instancia, y luego se corrige, la alta persistencia observada habitualmente en las series de precios de productos básicos.

El resto de este trabajo se estructura de la siguiente manera. En la sección 2 se presenta un modelo teórico estándar que permite entender la relación entre el precio relativo de un *commodity* y el tipo de cambio real de los países desarrollados. La sección 3 presenta una descripción de los datos y un breve análisis de series de tiempo de las variables incluidas en este estudio. La sección 4 presenta la metodología de estimación y especificación de un modelo de determinantes del precio del cobre y de los términos de intercambio de la economía chilena. La sección 5 presenta las principales conclusiones.

## **2. Un Modelo para Precios de *Commodities* y el Tipo de Cambio Real**

Esta sección presenta un modelo simple para el mercado de un *commodity* genérico, lo que nos permitirá discutir el rol del tipo de cambio real en la determinación del precio de éste. Para ello, derivaremos una fórmula sencilla para el precio relativo, la que servirá de base para nuestra estimación e interpretación de los resultados. En particular, en este modelo, y en su posterior aplicación empírica, el tipo de cambio real, el nivel de actividad mundial y las condiciones de oferta son los principales determinantes del precio.

Este modelo nos permite entender, asimismo, el precio del *commodity* como un precio relativo independiente de la moneda en la cual se expresa. De hecho, nos muestra que la discusión sobre “en qué moneda se determina el precio” no es solo irrelevante, sino además equívoca. Efectivamente, los cambios en el valor de una moneda afectan el precio de bienes y *commodities* expresados en esa moneda, pero su precio relativo es finalmente determinado por la oferta y demanda mundial.

El modelo considera dos bienes; el primero corresponde al *commodity* y el segundo a una canasta del ‘resto de los bienes’, que consume el agente representativo del país. Para poder proceder con la agregación se hace uso de la ‘separabilidad hicksiana’ que permite que

la demanda del *commodity* sea independiente de la demanda por el resto de los bienes, en el proceso de maximización de utilidad del agente representativo<sup>6</sup>.

El problema de optimización del agente representativo del país  $j$  consiste en:

$$\begin{aligned} & \text{Max } u_j(x_j, z_j), & (1) \\ & \text{s.a. } P_j x_j + Q_j z_j = Y_j \quad \text{con } j=1,2, \end{aligned}$$

donde,

$x_j$  representa el consumo de la canasta del resto de bienes del agente o país  $j$ ;

$z_j$  representa el consumo del *commodity* del país  $j$ ;

$P_j$  corresponde al vector de precios de los bienes incluidos en la canasta del país  $j$ ;

$Q_j$  corresponde al precio nominal del *commodity*, denominado en la moneda del país  $j$ ;

$Y_j$  representa el ingreso nominal del país  $j$ .

Así, podemos escribir la función de demanda por el *commodity*  $z$  como:

$$z_j = z(P_j, Q_j, Y_j), \quad (2)$$

la que, suponiendo que la función de demanda es homogénea de grado cero —supuesto natural para que la demanda dependa de los precios relativos— se puede reescribir como:

$$z_j = z(q_j, y_j), \quad (3)$$

donde,  $q_j$  corresponde al precio relativo del *commodity* en términos de la canasta de bienes del país  $j$ . En términos prácticos, es el precio nominal del insumo deflactado por el índice de precios de la canasta en el país  $j$ , ambos expresados en la moneda del país  $j$ . Por su parte,  $y_j$  corresponde al ingreso del país  $j$  en términos la canasta de bienes del país  $j$ . Es decir, la demanda por el producto básico del país  $j$  depende del precio relativo de éste con respecto al precio de su canasta de bienes, lo que equivale a su precio real en moneda del país  $j$ , y del ingreso del país dividido por el nivel de precios de su canasta de bienes.

Para completar la estructura del modelo, se suponen dos países, y para realizar la agregación de las demandas, como supuesto simplificador se consideran funciones de utilidad indirecta del tipo Gorman<sup>7</sup>:

---

<sup>6</sup> Para mayor detalle, ver Varian (1992). El modelo que aquí presentamos es algo más general que los usados tradicionalmente en la literatura; ver, por ejemplo, Dornbusch (1985), pero nos permitirá llegar a una formulación más explícita para el precio del cobre y sus principales determinantes.



$$v_j(q_j, y_j) = a_j(q_j) + b(q_j)y_j, \quad (4)$$

donde,  $a_j(q_j)$  puede diferir entre estos países y  $b(q_j)$  se supone igual para ambos, aunque se mantiene la distinción entre los precios observados en un país y otro.

Utilizando la identidad de Roy, la función de demanda por el *commodity* del país  $j$  toma la forma:

$$z_j(q_j, y_j) = \alpha_j(q_j) + \beta(q_j)y_j, \quad (5)$$

donde

$$\alpha_j(q_j) = -\frac{\frac{\partial a_j(q_j)}{\partial q_j}}{b(q_j)},$$

$$\beta(q_j) = -\frac{\frac{\partial b(q_j)}{\partial q_j}}{b(q_j)}.$$

De lo anterior, la demanda agregada por el insumo de ambos países se puede formular como sigue:

$$Z(q_j, y_j) = \alpha_1(q_1) + \alpha_2(q_2) + \beta(q_1)y_1 + \beta(q_2)y_2, \quad (6)$$

donde  $\alpha_j$  es decreciente en el precio y  $\beta$  es positivo. Adicionalmente, se supone el cumplimiento de la ley de un solo precio para el *commodity*, es decir:

$$Q_1 = e \cdot Q_2, \quad (7)$$

donde  $e$  corresponde al tipo de cambio nominal entre ambos países, es decir, corresponde al precio de la moneda del país 2 medido en términos de la moneda del país 1. Por lo tanto, un aumento de  $e$  corresponde a una depreciación de la moneda del país 1. En nuestro ejemplo, el país 1 será EE.UU. y su moneda el dólar, y el país 2 será el resto del mundo<sup>8</sup>.

Junto a esto, se define el tipo de cambio real entre ambas economías como:

---

<sup>7</sup> Se puede demostrar que una función de utilidad indirecta tipo Gorman corresponde a la especificación más general que permite la agregación, en el contexto de un modelo de consumidor representativo.

<sup>8</sup> Por ejemplo, si el país 2 es la Zona Euro,  $e$  corresponde a los dólares necesarios para comprar un euro, los que a fines de 2002 bordeaban el valor de 1, y hoy están en torno a 1,3, es decir, el dólar se ha depreciado ( $e$  ha subido). Por su parte, el yen pasó de 0,8 centavos por dólar a casi 1 centavo por dólar, es decir, el dólar también se ha depreciado respecto del yen.

$$\varepsilon = \frac{P_1}{eP_2}. \quad (8)$$

En este caso, el tipo de cambio real corresponde al precio relativo del bien producido en el país 1 en términos del bien producido en el país 2. Así, un aumento de  $\varepsilon$  corresponde a una apreciación real en el país 1, es decir, el bien del país 1 se hace más caro que el bien del país 2, o sea una unidad del bien de 1 comprará más bienes del país 2.<sup>9</sup>

Además, usando la expresión para el tipo de cambio real y la ley de un solo precio del *commodity*, se desprende que:

$$q_2 = \varepsilon \cdot q_1. \quad (9)$$

En otras palabras, si el tipo de cambio real de 1 se deprecia,  $\varepsilon$  se reduce, el *commodity* será más barato en el país 2 relativo al país 1, y por lo tanto la demanda relativa por el insumo variará. En el país 1 debería disminuir la demanda, mientras en el país 2 debería aumentar.

Usando las relaciones anteriores, es posible escribir la expresión para la demanda agregada en función del precio real denominada en cualquiera de las dos monedas. Una aplicación de la expresión planteada con demandas lineales, permite identificar de manera explícita la función de demanda agregada y las elasticidades de ésta con respecto al tipo de cambio real y nominal, así como el impacto de las condiciones de la oferta y de la actividad mundial. Así, se tiene que la demanda del *commodity* de cada país corresponde a:

$$z_j = \gamma - \delta_j q_j + \phi y_j \quad \text{con } \delta_j, \phi > 0. \quad (10)$$

Por lo que la demanda agregada se puede aproximar a<sup>10</sup>:

$$Z = \Gamma - \delta_1 q_1 - \delta_2 q_2 + \phi y, \quad (11)$$

donde  $\Gamma$  corresponde a la suma de los  $\gamma$ , e  $y$  al ingreso agregado de ambos países. Adicionalmente, dadas la definición de tipo de cambio real y la relación del precio del insumo en las dos monedas, tenemos que:

---

<sup>9</sup> Desde el 2002 ha habido una depreciación real en EE.UU., lo que implica que  $\varepsilon$  ha caído, debido al aumento de  $e$ .

<sup>10</sup> En estricto rigor, la agregación para  $y$ , el nivel de actividad mundial, es más compleja por cuanto no basta con suponer un  $\phi$  común, ya que hay que agregar el ingreso de ambos países expresado en unidades de su bien respectivo. Esto corresponde a la suma de los ingresos ajustados por el tipo de cambio real. Entonces, los movimientos del tipo de cambio real tendrían un efecto sobre el ingreso. Sin embargo, aquí suponemos que este efecto es de segundo orden.

$$Z = \Gamma - \delta_1 q_1 - \delta_2 q_1 \cdot \varepsilon + \phi y, \quad (12)$$

de donde la expresión para el precio real del *commodity* que se deriva del equilibrio de mercado, dada la oferta del producto igual a  $Z^{11}$ , corresponde a:

$$q_1 = \frac{\Gamma - Z + \phi y}{\delta_1 + \delta_2 \cdot \varepsilon}. \quad (13)$$

Este resultado es análogo al encontrado por Dornbusch (1985), en cuanto a que el precio real de un *commodity* depende positivamente del ingreso real de ambos países y negativamente del tipo de cambio real, suponiendo una oferta inelástica para éste. Por su parte, el tipo de cambio nominal sólo juega un rol en la determinación del precio del insumo al afectar el tipo de cambio real. Así, una variación del tipo de cambio nominal  $e$ , generará un impacto en el precio real sólo si se supone que los precios de los otros bienes,  $P_1$  y  $P_2$ , no cambian en la misma proporción. En otras palabras, las demandas individuales, al depender de precios relativos, hacen irrelevante en qué moneda esté el precio del *commodity*. No existe “efecto denominación”.

De la expresión para el precio real, se obtiene que la elasticidad de éste con respecto al tipo de cambio real equivale a:

$$\frac{\partial q_1}{\partial \varepsilon} \cdot \frac{\varepsilon}{q_1} = \frac{-\delta_2 \cdot \varepsilon}{\delta_1 + \delta_2 \cdot \varepsilon}. \quad (14)$$

Esta expresión es negativa y menor que 1, en valor absoluto, resultado que es ampliamente discutido en la literatura<sup>12</sup>. Tal como hemos procedido hasta ahora podríamos resolver para  $q_2$ , en cuyo caso se encontraría que la elasticidad de  $q_2$  respecto del tipo de cambio real es positiva y menor que 1, debido a que  $q_2 = \varepsilon q_1$ . Esto es fácil de ver, ya que si escribimos  $q_1$  como  $A\varepsilon^{-\theta}$ , donde  $-\theta$  es la elasticidad de  $q_1$  respecto de  $\varepsilon$ , menor que 1 en valor absoluto, tendremos que  $q_2$  es  $A\varepsilon^{1-\theta}$ , donde la elasticidad de  $q_2$  será positiva y menor que 1. Como veremos en los resultados econométricos, el signo de la elasticidad es en general el correcto, pero el valor no es necesariamente menor que 1.

Con este modelo se puede interpretar el efecto de un movimiento del tipo de cambio real respecto del precio del *commodity*. Una reducción (depreciación) del tipo de cambio real

---

<sup>11</sup> Se puede generalizar el modelo a una oferta sensible al precio sin que haya cambios relevantes. En tal caso,  $Z$  corresponde a un componente exógeno de la oferta neta de cobre.

de EE.UU., genera un aumento del precio real del *commodity* en términos de los bienes producidos en EE.UU. Por su parte, como esto corresponde a una apreciación real de resto del mundo, el precio real del insumo en términos de los bienes de resto del mundo caerá. Es decir, una variación de los tipos de cambio reales en el mundo provocará movimientos en direcciones opuestas en el precio del *commodity*, dependiendo de en términos de bienes de que país se esté midiendo. El precio del insumo bajará respecto de la canasta de bienes del país cuyo tipo de cambio real se aprecia y subirá respecto del país donde se deprecia. La razón de por qué variaciones del tipo de cambio real generan cambios en los precios se puede entender viendo el gráfico 1.

Supongamos que se parte de una situación de equilibrio, A, donde la demanda mundial es igual a la oferta. Si el tipo de cambio real del país 1 (en este caso EE.UU.) se deprecia ( $\varepsilon$  cae), para un nivel de  $q_1$  dado, la demanda del país 1 no cambia. Sin embargo, a ese  $q_1$  el precio relativo del *commodity* en el país 2 caerá, con lo cual la demanda en ese país aumentará de  $z_2$  a  $z_2'$ , y el equilibrio se alcanzará en el punto B con un consecuente aumento del precio  $q_1$ . Este aumento del precio generará una reducción de la cantidad demandada en el país 1. En consecuencia, una depreciación real del dólar provocará un cambio en la composición de la demanda, con una disminución de la demanda del país 1, al cual el *commodity* se le encarece, y un aumento de la demanda del país 2. Tal como ya se ha discutido, la depreciación real del dólar provocará un aumento menos que proporcional en  $q_1$  y una reducción en  $q_2$ .

Ahora podemos analizar los efectos de una depreciación nominal sobre el precio del insumo. Supongamos que el dólar se deprecia en el mundo, esto es,  $e$  sube. Si rige la ley de un solo precio, todos los precios expresados en dólares subirán en la misma proporción. Esto es,  $Q_1$  subirá al igual que  $P_1$ . En consecuencia, todos los precios relativos permanecerán iguales, incluidos los tipos de cambio reales, y no habrá cambios ni en la demanda ni oferta del *commodity*. Sin embargo, en la práctica no todos los precios suben en la misma proporción. Basta con considerar que hay bienes no transables para que una depreciación nominal también vaya acompañada de una depreciación real. Esto, en nuestra notación, consiste en una reducción de  $\varepsilon$ . Lo anterior genera el proceso descrito previamente. Es decir,

---

<sup>12</sup> Ver por ejemplo Dornbusch (1985), Gilbert (1989) y Borensztein y Reinhart (1994).

para un  $q_1$  dado, la cantidad demandada del resto del mundo sube debido a que se abarata el *commodity* para ellos, lo que implica que  $q_1$  debe subir.

Finalmente, el modelo predice que un aumento de la actividad mundial o una reducción de la oferta, causarán un aumento del precio del producto básico expresado en términos de los bienes del país 1 y del país 2.

### **3. Evidencia Preliminar**

#### **3.1 Los Datos**

A continuación, se describen las series que se consideran en la especificación de los modelos a estimar para el precio real del cobre y los términos de intercambio<sup>13</sup>. La primera serie relativa a actividad mundial corresponde a la producción industrial de los países de la OCDE (PI\_OCDE), dividida por los inventarios mantenidos en bolsa. Esta variable resume tanto las condiciones de oferta como el nivel de actividad económica del mundo y, por tanto, las condiciones de demanda prevalecientes. Así, la inclusión de ambas series divididas permite controlar por las condiciones de holgura de mercado. Esta variable se denomina ‘Ratio’ y se espera que tenga signo positivo<sup>14</sup>.

En relación con la variable Inventarios, esta corresponde a la suma de los inventarios mantenidos en la Bolsa de *Commodities* de Nueva York (COMEX) y la Bolsa de Metales de Londres (BML).

Adicionalmente, en el primer conjunto de resultados, se incluye el tipo de cambio real multilateral de EE.UU. (TCR), el cual considera en su cálculo a los principales socios comerciales de ese país y utiliza índices de precios al productor, de estar disponibles, o bien, índices de precios al consumidor. La fuente utilizada corresponde al banco de inversión JP Morgan Chase<sup>15</sup>. En una segunda etapa, se realizan estimaciones para el precio del cobre real denominado en yenes y en euro-4, en las cuales se incluyó el tipo de cambio real para Japón

---

<sup>13</sup> Como se mencionó, el precio real corresponde al precio nominal en dólares deflactado por el IPP de EE.UU. Para otras monedas y regiones se procede de manera análoga.

<sup>14</sup> La inclusión de la producción industrial de los países de la OCDE como variable explicativa de la evolución del precio del cobre fue descartada por tener signo contrario al esperado, lo que surge de no considerar su interacción con los inventarios. Por su parte, la inclusión de la variable Ratio supone una elasticidad igual respecto de la producción e inventarios, pero de signo contrario.

<sup>15</sup> Un aumento de esta variable corresponde a una apreciación real del dólar respecto de una canasta de monedas.

y euro-4, respectivamente. En el caso de Japón, la variable fue obtenida de la misma fuente, JP Morgan Chase. Para el euro-4, el cálculo se basó en un promedio de los tipos de cambio reales de Alemania, Francia, Italia y Reino Unido. La fuente utilizada corresponde al Fondo Monetario Internacional (FMI), cuya metodología es similar a la mencionada para el caso de EE.UU.

También se consideró como determinante del precio del cobre la tasa de interés real a 10 años de EE.UU. Aunque no está formalizado en el modelo por ser eminentemente estático, al incorporar el cobre como un activo más en el portafolio de los inversionistas se concluye que un aumento de la tasa de interés real debería reducir la demanda por cobre y así su precio. Cuando se incluyó la tasa de interés real sin considerar la razón de producción industrial a inventarios, se obtuvo un parámetro positivo y significativo al 10%. No obstante, al incorporar ambas variables conjuntas los resultados no fueron satisfactorios<sup>16</sup>. Este resultado está en línea con el encontrado por Vial (2003), quien documenta que alzas de tasas de interés sólo tendrían un impacto de corto plazo sobre el precio del cobre, el que se revierte rápidamente en los siguientes períodos, y por ello en los resultados que se presentan a continuación se excluye la tasa de interés real.

Para la estimación de la ecuación de términos de intercambio (TI), se utilizan datos de frecuencia mensual calculados por el Banco Central de Chile.

### **3.2 Análisis de Series de Tiempo**

En esta sección se presenta la evaluación de las propiedades estadísticas de las series incluidas en este estudio, con particular énfasis en el precio real del cobre y los términos de intercambio de Chile. Así, en primer lugar se analiza el comportamiento de las series a partir de la década de los ochenta. A continuación se realizan tests de raíz unitaria para determinar la estacionariedad de las variables, a fin de determinar una metodología adecuada para las estimaciones posteriores.

Como se observa en el gráfico 2, el precio del cobre presenta una alta volatilidad. Si bien este comportamiento es habitual para precios de *commodities*, la capacidad explicativa

---

<sup>16</sup> Posiblemente, el comportamiento de demanda y oferta capturado por la razón de producción a inventarios refleje de forma más directa el estado del mercado, en comparación con el impacto de la tasa de interés real

de los movimientos del precio, o el grado de ajuste de las distintas especificaciones, es de utilidad para atribuir a cada variable exógena el rol que juega en los desarrollos del mercado.

Los resultados de los test ADF para determinar la presencia de raíz unitaria en la serie indican que es posible rechazar la hipótesis nula para el precio real del cobre expresado en las distintas monedas consideradas, apoyando la hipótesis de estacionariedad (cuadro 1). Lo anterior apoya la utilización de modelos univariados y multivariados que incluyan variables explicativas con orden de integración cero o uno, dependiendo de la metodología de estimación que se utilice.

Dada la importancia del cobre en la canasta exportadora de Chile, la evolución de su precio explica gran parte de las fluctuaciones de los términos de intercambio. Así, en el período considerado, el coeficiente de correlación entre ambos alcanza a 0,8 y la serie de términos de intercambio también presenta una alta volatilidad (gráfico 3). Por su parte, los resultados del test ADF permiten rechazar la presencia de raíz unitaria en esta serie.

Antes de reportar los resultados econométricos, es útil dar una primera mirada a los datos y compararlos con lo que la teoría predice. El gráfico 4 muestra una primera característica importante, y es que el precio relativo del cobre expresado en dólares, euro-4 o yenes está altamente correlacionado<sup>17</sup>. Si la evolución del precio relativo del cobre estuviera dominada por variaciones del tipo de cambio real, cabría esperar una baja correlación, ya que los precios se deberían mover en direcciones opuestas. Es por ello que en la evolución del precio se podría pensar que predominan los efectos actividad mundial y condiciones de oferta. Sin embargo, esto puede ser también el resultado de la magnitud de las elasticidades precio del cobre a tipo de cambio real, tema que se verá más adelante.

La relación entre el tipo de cambio real y el precio relativo del cobre para cada una de las tres áreas se presenta en los gráficos 5 a 7, donde el tipo de cambio real se mide como en (8), es decir, un aumento es una depreciación real. En los precios en dólares, se ve que desde

---

sobre el mercado de cobre. Adicionalmente, la correlación simple entre ambas variables es baja, alcanzando a sólo 0,15 para el período en análisis.

<sup>17</sup> En este trabajo nos concentramos en el dólar, pero también consideramos el precio respecto de euro-4 y yenes. El primero considera un precio del cobre promedio en la moneda de las cuatro principales economías de Europa, esto es, Alemania, Francia, Italia (euro) y Reino Unido (libra esterlina). El segundo considera el precio expresado en yenes. Para el cálculo del precio real en ambas monedas, los deflatores corresponden a un promedio de los índices de precios al productor de las cuatro economías europeas mencionadas, en primer lugar, y al índice de Japón, en el segundo.

la segunda mitad de los noventa hay una fuerte correlación negativa, tal como predice el modelo. Es decir, la apreciación real de EE.UU. de fines de los noventa y hasta el 2002 fue acompañada de un precio del cobre decreciente, mientras que la depreciación más reciente ha coincidido con el fuerte repunte de este último. En los casos del yen y del euro-4 también se observan correlaciones negativas y mayor acción durante la primera mitad de los noventa, aunque estas relaciones son menos claras que las que aparecen cuando el precio es expresado en dólares<sup>18</sup>.

Finalmente, respecto a los términos de intercambio y su relación con el TCR de EE.UU., se observa una relación histórica inversa entre ambas series (gráfico 8), análoga a la encontrada para el precio real del cobre. Esto se explica por la alta correlación existente entre precios de productos básicos, principales componentes de la canasta exportadora de Chile. A su vez, la canasta importadora de nuestra economía, si bien presenta una alta ponderación para el petróleo, está muy atomizada en términos del *mix* de productos, los que principalmente corresponden a bienes manufacturados<sup>19</sup>.

#### 4. Especificación del Modelo y Metodología de Estimación

Tras examinar las propiedades estadísticas de las variables utilizadas, en esta sección se procede a estimar ecuaciones para los determinantes del precio del cobre y los términos de intercambio. Ésta se inicia con la descripción de la metodología econométrica, para luego presentar los resultados de la estimación para cada una de las variables dependientes.

El enfoque utilizado en este trabajo se basa en una especificación ARDL(p,q), siguiendo la metodología de estimación presentada por Pesaran y Shin (1999). Este modelo de rezagos autorregresivos permite especificar la ecuación considerando las variables tanto en niveles como en diferencias, para finalmente determinar si existe una relación de largo plazo entre ellas. A partir de la determinación de los rezagos óptimos para las variables dependiente y explicativas, en niveles y primeras diferencias, se presenta un modelo como sigue:

$$p_t = \theta_0 + \sum_{i=1}^n \rho_i p_{t-i} + \sum_{i=1}^m \omega_i' s_{t-i} + \mu_t \quad (15)$$

<sup>18</sup> Detalle de la construcción del tipo de cambio euro-4 en sección 3.1.

<sup>19</sup> La evidencia indica que estos precios son menos volátiles que los de productos básicos.



el cual finalmente se transforma para ser estimado bajo la siguiente especificación:

$$\Delta p_t = \theta_0^* + \psi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{n-1} \rho_i^* \Delta p_{t-i} + \sigma' s_t + \sum_{i=1}^m \varpi_i^* \Delta s_{t-i} + \mathcal{G}_t, \quad (16)$$

donde, teóricamente, las variables explicativas se suponen integradas de orden 1, aun cuando según Pesaran et al. (1996) es posible testear la existencia de una relación de largo plazo sin conocer a priori el orden de integración de las variables. Considerando lo anterior, en el cuadro 1 se presentan los resultados de los tests de raíz unitaria para las variables incluidas en este estudio. Si bien el precio real del cobre resulta ser estacionario, no es posible rechazar la existencia de raíz unitaria para el caso de las variables explicativas. De esta forma, el que los resultados sean igualmente robustos, sin marcar una diferencia el hecho de considerar variables I(0) e I(1) en la especificación, es importante a la hora de interpretar las estimaciones.

En particular, la robustez del resultado dependerá de la selección óptima de rezagos para las variables incluidas en la ecuación (16), de la exogeneidad de las variables explicativas y de la existencia de una relación de largo plazo que haga estable el modelo, es decir,  $|\psi| < 1$ .<sup>20</sup> Del ejercicio de estimación se encuentra que  $n$  óptimo corresponde a 2 y  $m$  a 1.

Borensztein y Reinhart (1994) plantean que una especificación que considere los precios de *commodities* y variables de actividad presentará problemas de endogeneidad al momento de estimar, argumento que se verifica en este trabajo. Así, debido a que la variable Ratio no resultó ser exógena de acuerdo al test de Hausman, el modelo fue estimado mediante mínimos cuadrados en dos etapas. En la primera de ellas se estimó una ecuación para Ratio, en función de las variables exógenas del modelo y de un conjunto de variables instrumentales y, en la segunda, se usó la variable ajustada por la estimación de esta ecuación en lugar de la variable Ratio original, para estimar la ecuación (16).

#### 4.1. Estimación para el Precio Real del Cobre

A continuación se presentan los resultados de la estimación del modelo para el precio real del cobre mediante la metodología antes descrita. Así, la ecuación (17) presenta la forma

implícita sobre la cual se estimará el modelo, la que es una aproximación a la ecuación de precio derivada en la sección 3.

$$\text{Log}(P\_real)_t = f\{\text{Log}(P\_real)_{t-1}, \text{Log}(TCR_{EE.UU.})_t, \text{Log}(Ratio)_t\}. \quad (17)$$

En primer lugar, se revisan los resultados obtenidos para las estimaciones en dólares (cuadro 2). Si bien la muestra comienza en 1980, existe evidencia de un cambio en la distribución regional en las intensidades de uso durante la década, asociada a la menor dependencia del *commodity* en las economías desarrolladas. Este último patrón ha tendido a estabilizarse desde comienzos de los noventa<sup>21</sup>. Así, se reestimó el modelo a partir de 1990, obteniéndose elasticidades de largo plazo que, si bien son más estables, no difieren mayormente de las encontradas en la muestra que se inicia en 1980.<sup>22</sup>

Un análisis de las elasticidades de largo plazo revela que un aumento de 1% de la producción mundial sobre inventarios, lo que dada nuestra especificación logarítmica también equivale a un aumento de la producción mundial de 1% o una reducción de inventarios de 1%, provoca un aumento de 0,13-0,14% en el precio del cobre.

Por otro lado, una depreciación real del dólar de 10% produce un aumento del precio del cobre en el largo plazo de 17,5%. Este resultado indica que, contrariando la predicción del modelo, la elasticidad del precio del cobre respecto del tipo de cambio real es mayor que 1. Este resultado aparece frecuentemente en la literatura. Gilbert (1989), a partir de una generalización para un grupo de *commodities* del modelo uni-producto de Ridler y Yandle (1972)<sup>23</sup>, señala que detrás de la excesiva sensibilidad de los precios de los *commodities* al tipo de cambio real encontrada en diversos estudios empíricos, puede haber problemas de medición de las variables y de especificación del modelo<sup>24</sup>. Sin embargo, también es posible que el modelo no capture la totalidad de los efectos del tipo de cambio sobre el precio del cobre, argumento que se discute más adelante.

---

<sup>20</sup> Se utilizó el criterio de información de Schwartz-Bayes para la selección de rezagos óptimos, permitiendo un máximo de dos rezagos para cada variable.

<sup>21</sup> Vial (2003).

<sup>22</sup> Excepto por el aumento de la elasticidad de largo plazo del TCR de EE.UU.

<sup>23</sup> Este modelo enfatiza el rol de un tipo de cambio real ponderado por la participación de cada país en la demanda y oferta del *commodity* para la determinación de su precio.

<sup>24</sup> Tanto el modelo original como la generalización de Gilbert arrojan una elasticidad en el intervalo [-1, 0] Además, en este estudio el autor propone controlar por los efectos de la deuda denominada en moneda extranjera de las economías menos desarrolladas.

En una segunda etapa, se examina la conducta del precio relativo del cobre, reestimando el modelo de determinantes, con la variable dependiente expresada en yenes y en una canasta de monedas europeas (euro-4). Para ello se considera el TCR para cada una de las regiones bajo estudio, mientras que la variable Ratio de producción a inventarios es la misma<sup>25</sup>. Los parámetros de corto plazo estimados para el TCR de cada área pierden algo de significancia, pero entregan el signo esperado (cuadro 3)<sup>26</sup>. Por su parte, los coeficientes estimados para la variable Ratio entregan el signo esperado y son significativos. De esta forma, las conclusiones que se derivan preliminarmente para la especificación en dólares, son válidas para las especificaciones en monedas alternativas, aunque su significancia es menor.

Por otro lado, al comparar las elasticidades de largo plazo se observa que las estimaciones para las especificaciones en monedas alternativas entregan coeficientes significativos para la variable Ratio. Los coeficientes son además de magnitudes similares para el yen y el euro-4, y algo superiores a los encontrados para el precio relativo del cobre expresado en dólares. Un aumento de 1% en la variable Ratio aumentaría el precio del cobre en términos de euro-4 y, en yenes, entre 0,2 y 0,25%.

En relación con los coeficientes de largo plazo obtenidos para el TCR, se tiene que, si bien los signos de estos están conformes con la teoría, sus magnitudes son superiores a las predichas por el modelo teórico. Así, en el marco de este modelo, el hecho de que el precio del cobre aumente más que proporcionalmente con una depreciación real del dólar, dado el resultado presentado en el cuadro 2, llevaría a esperar un aumento del precio relativo del cobre en ambas monedas, según se desprende de la ecuación (9). Adicionalmente, cabría esperar, en el contexto del modelo, que una apreciación real del yen o de euro-4 debería también estar relacionada con un alza del precio relativo en cada una de las monedas, lo que no apoyan los resultados del cuadro 3.

La obtención de elasticidades mayores que 1 para el TCR en las tres especificaciones, se puede deber a que no necesariamente los tipos de cambio reales son uno el inverso del otro. En efecto, estamos considerando tres regiones para las cuales se incluyen tres grupos de

---

<sup>25</sup> El método de estimación fue el mismo utilizado para el precio relativo del cobre en dólares, esto es, se instrumentalizó la variable Ratio, en función de rezagos de las variables explicativas. Los resultados para la variable instrumental de Ratio en base al modelo en euro-4 y en yenes son prácticamente iguales.

socios comerciales distintos. De hecho, una apreciación del dólar equivale, para el período muestral, a una depreciación de los TCR yen y euro-4 cercana a la mitad de dicha apreciación<sup>27</sup>.

Otra explicación para esta aparente contradicción es que, si bien las magnitudes de los coeficientes para el yen y el euro-4 son del signo esperado y en el caso del euro-4 es mayor que 1 en valor absoluto, su significancia estadística es menor y no se puede descartar que sean cero.

Al respecto, Dornbusch (1985) sugiere tres hipótesis para explicar la excesiva sensibilidad de los precios de los *commodities* al tipo de cambio real. Estas son: problemas de medición en la variable TCR, omisión de la tasa de interés real como variable explicativa y no considerar posibles efectos de las fluctuaciones del TCR sobre la oferta del *commodity*. De estos tres factores, los dos primeros han sido tratados en el presente trabajo, y el tercero, efectos del TCR sobre la oferta del *commodity*, en particular para las economías emergentes, podría ser una extensión a explorar en la estructura del modelo teórico<sup>28</sup>.

Para examinar con más detención la magnitud de la elasticidad obtenida para el TCR, el cuadro 4 reestima el modelo para el yen y el euro-4 usando el TCR para EE.UU. Este ejercicio nos permite concentrar los resultados en los efectos de la depreciación real del dólar sobre el precio del cobre relativo a las principales áreas económicas. Los resultados indican que la variable no es significativa para explicar la evolución del precio relativo en las dos monedas alternativas. En consecuencia, una depreciación real del dólar lleva a un aumento del precio del cobre relativo al IPP de EE.UU., y no produce cambios en los otros precios relativos, con lo que se puede concluir que la depreciación real del dólar aumenta el precio del cobre en términos de un compuesto de bienes del mundo.

#### **4.2 Estimación para los Términos de Intercambio de Chile**

En esta sección se lleva a cabo un ejercicio que extiende la metodología presentada previamente para los términos de intercambio y los efectos de las variables externas sobre

---

<sup>26</sup> Los coeficientes son significativos a un nivel del 10%.

<sup>27</sup> El coeficiente de correlación entre los distintos TCR es cerca de 0,45 para ambos casos.

<sup>28</sup> Así, una apreciación real del dólar en los mercados internacionales podría generar una depreciación más que proporcional en las monedas de las economías en desarrollo, principales productoras de *commodities*. Esto

estos, para la economía chilena. Así, es posible estimar el efecto neto de una depreciación del tipo de cambio real de EE.UU. y de un aumento de la actividad mundial sobre el precio de las exportaciones chilenas respecto del precio de sus importaciones, y obtener una evaluación más precisa de los efectos sobre bienestar. Esta estimación se realiza siguiendo la metodología utilizada para las estimaciones sobre precio real del cobre, aunque la especificación, que se presenta a continuación, es levemente distinta.

$$\text{Log}(TI)_t = f\{\text{Log}(TI)_{t-1}, \text{Log}(TCR_{EE.UU.})_t, \text{Log}(PI\_OCDE)_t\}. \quad (18)$$

Como se puede apreciar, en este caso se considera sólo el nivel de producción de los países de la OCDE y no se controla por holguras de mercado, dado que se considera un conjunto amplio de bienes exportados e importados.

Los resultados para las elasticidades de largo plazo se presentan en el cuadro 5, y de ellos se puede argumentar que la variable TCR en dólares entrega un efecto neto negativo para la canasta externa chilena, mientras que la variable producción industrial de la OCDE arroja un parámetro positivo<sup>29</sup>. Estos resultados están en la línea de las estimaciones previas para los precios reales de cobre y petróleo, los principales componentes de los términos de intercambio de nuestra economía. El impacto del TCR sobre el precio real del cobre es mayor que el de esta variable sobre el precio real del petróleo, lo que explicaría el signo de la relación de largo plazo entre los términos de intercambio y el TCR<sup>30</sup>. En órdenes de magnitud, una depreciación real de 10% en EE.UU. genera un aumento de los términos de intercambio de 12%.

Por su parte, el resultado encontrado para la *proxy* de actividad mundial, producción industrial de la OCDE, indicaría que el efecto de ésta sobre los precios de los principales productos de exportación de Chile es mayor que el estimado para los productos importados<sup>31</sup>. Por el lado de la oferta, un factor que podría estar detrás de este resultado es el menor efecto sobre el precio de los *commodities* que Chile exporta, por ejemplo cobre,

---

aumentaría la competitividad de dichas economías impulsando un aumento de la oferta, lo que podría acentuar la caída del precio relativo.

<sup>29</sup> El ejercicio considera una muestra en frecuencia mensual, abarcando el período 1980-2004.

<sup>30</sup> Adicionalmente, se debe considerar que el cobre tiene una participación mayor en la canasta exportadora que el petróleo en la canasta importadora, lo que apoya el resultado obtenido.

<sup>31</sup> Cabe mencionar que los resultados entregan una estimación más inestable en este caso, lo que se debería a los distintos quiebres de las series de precios de *commodities* que se incluyen en los términos de intercambio. No obstante, los parámetros resultan significativos.

generado por un aumento de la oferta, en comparación con el efecto de aumentos de producción sobre el precio de los productos básicos importados, por ejemplo petróleo. Un aumento de 1% en la producción industrial de los países de la OCDE genera un aumento de los términos de intercambio de 0,24%.

#### **4. Conclusiones**

El presente trabajo investiga el rol de la actividad mundial y del tipo de cambio real como principales determinantes de los precios de *commodities*, con particular foco en el precio del cobre, extendiendo el análisis a los términos de intercambio de Chile. Nuestras estimaciones confirman resultados previos. Una depreciación real del dólar estadounidense, como la que viene ocurriendo desde mediados del 2002, genera un aumento del precio del cobre en términos del índice de precio del productor (IPP) de EE.UU. Asimismo, una caída de los inventarios con respecto al nivel de producción mundial también genera un aumento del precio del cobre. Los efectos de una depreciación real de yen o de un conjunto de monedas europeas (euro-4) también inducen un aumento del precio relativo del cobre respecto de los bienes producidos en dichas economías. Sin embargo, este efecto es estadísticamente más débil.

A pesar de que los signos encontrados en nuestras estimaciones son los esperados según la teoría, las magnitudes se desvían de estas predicciones. De hecho, se encuentra una excesiva sensibilidad del precio del cobre a las fluctuaciones de las paridades internacionales.

Nuestro modelo y su aplicación empírica se basan en el equilibrio del mercado del cobre para derivar su precio relativo, y por lo tanto no hay efectos nominales, ni dependen de la moneda en que se denominen los precios. Los precios no se determinan en monedas específicas, aunque se transen en ellas, sino por las condiciones de mercado respecto de los precios de otros bienes. Sin embargo, podrían haber rigideces nominales que ayudaran a explicar este exceso de volatilidad, unido también a problemas de medición. Por ejemplo, los IPP incluyen precios de *commodities*, y por lo tanto pueden reducir la variabilidad de los precios relativos, aumentando el valor del coeficiente estimado.

Los cambios del precio del cobre respecto de distintas áreas geográficas dicen poco respecto del efecto neto para la economía chilena, en particular el efecto ingreso y

finalmente el bienestar. Para ello realizamos dos extensiones. La primera es ver qué pasa con el precio relativo del cobre, respecto de EE.UU., Japón y euro-4, cuando el dólar estadounidense se deprecia en términos reales. La evidencia muestra que el precio del cobre respecto del IPP de EE.UU. sube, y en las otras áreas no tiene efecto. Este es un resultado natural de la excesiva sensibilidad, e implica que el precio del cobre sube respecto de todas las áreas geográficas, y por lo tanto hay un efecto neto positivo para Chile en términos de ingreso y bienestar.

La segunda extensión fue examinar la relación entre los términos de intercambio y el tipo de cambio real en EE.UU. En este caso también observamos que una depreciación real en EE.UU. genera una mejora en los términos de intercambio, la que a su vez deriva en una mejora en el ingreso. Por lo tanto, el impacto de la depreciación real del dólar sobre los precios de importación es menor que sobre los precios de exportación. Estimaciones preliminares para el precio de la celulosa muestran que una depreciación del dólar tiene efectos similares a los que tiene sobre el cobre.

Existe una creciente discusión sobre el impacto que los ajustes de déficit en cuenta corriente y fiscal en EE.UU. tendrán sobre la economía mundial. Una pregunta clave es qué ocurrirá con las paridades internacionales, y hay visiones en distintos sentidos. Sin embargo, es claro que la depreciación del dólar tendrá implicancias sobre la inflación mundial, las tasas de interés real en el mundo, etc. En este trabajo hemos enfatizado la contribución de este proceso sobre los términos de intercambio y los precios de los *commodities*, un aspecto del ajuste que, mirado desde el punto de vista de las economías en desarrollo, se puede considerar positivo.

## Referencias

- Borensztein, E. y C. Reinhart. 1994. "The Macroeconomic Determinants of Commodity Prices." *IMF Staff Papers* 41 (2), 236-261.
- Dornbusch, R., 1985. "Policy and Performance Links between LDC Debtors and Industrial Nations." *Brooking Papers on Economic Activity* 2, 303-368.
- Engel, E. y R. Valdés, 2002. "Prediciendo el Precio del Cobre: ¿Más Allá del Camino Aleatorio?." En Meller (ed.), *Dilemas y Debates en torno al Cobre*, Ediciones Dolmen.
- Gilbert, Ch., 1989. "The Impact of Exchange Rates and Developing Country Debt on Commodity Prices." *The Economic Journal* 99 (397), 773-784
- Hua, P., 1998. "On Primary Commodity Prices: The Impact of Macroeconomic/Monetary Shocks." *Journal of Policy Modeling* 20 (6), 767-790
- Marshall, I. y E. Silva, 2002. "Determinación del Precio del Cobre: Un Modelos basado en los Fundamentos del Mercado." En Meller (ed.), *Dilemas y Debates en torno al Cobre*, Ediciones Dolmen.
- Pesaran, M.H. y Y. Shin, 1999. "An Autoregressive Distributed Lag Modelling Approach to Cointegration Analysis". En S. Ström (ed.), *Econometrics and Economic Theory in the 20th Century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium*, Cambridge University Press.
- Pesaran, M.H., Y. Shin y R.J. Smith, 1996. "Testing for the Existence of a Long-Run Relationship." DAE Working Papers Amalgamated Series 9622, University of Cambridge.
- Ridler, D. y Ch. Yandle, 1972. "A Simplified Method for Analyzing the Effects of Exchange Rates Changes on Exports of a Primary Commodity." *IMF Staff Papers* 19(3), 559-578.
- Ulloa, A., 2002. "Tendencia y Volatilidad del Precio del Cobre." En Meller (ed.), *Dilemas y Debates en torno al Cobre*, Ediciones Dolmen.
- Vial, J., 2003. "El Mercado Mundial del Cobre: Determinantes Económicos de su Estructura y Evolución", mimeo.



**Cuadro 1: Test de Raíz Unitaria**

	Dickey Fuller Aumentado		
	c/tend		
Precio real (US\$)	-3.05	-3.53	(*)
Precio real (Euro-4)	-3.36	-3.82	(*)
Precio real (yen)	-2.61	-4.14	(**); (*)
Términos de Intercambio	-2.58	-2.65	(**); nr
TCR (EE.UU.)	-2.02	-2.20	nr
TCR (Euro-4)	-2.57	-2.84	nr
TCR (Japón)	-2.81	-2.83	(**); nr
Producción Industrial OCDE	-0.33	-3.06	nr
Ratio	-2.27	-2.30	nr

(\*) se rechaza presencia de raíz unitaria al 5%.

(\*\*) se rechaza presencia de raíz unitaria al 10%.

(nr) no se rechaza presencia de raíz unitaria

**Cuadro 2: Resultados de la Estimación (dólares)**

	1980.1-2004.8		1990.1-2004.8	
	Coefficiente	test t	Coefficiente	test t
Constante	1.85	5.03	2.56	4.17
PCUR(-1)	-0.15	-4.85	-0.18	-4.22
TCR	-0.25	-4.76	-0.38	-3.91
RATIO	0.02	3.17	0.02	2.22
D(PCUR(-1))	0.34	5.54	0.38	5.58
Elasticidades de largo plazo				
TCR	-1.75		-2.16	
RATIO	0.14		0.13	

**Cuadro 3: Resultados de la Estimación (euro-4 y yenes)**

	Euro-4		Yenes	
	Coefficiente	test t	Coefficiente	test t
Constante	1.65	2.12	1.37	3.27
PCUR(-1)	-0.08	-4.38	-0.11	-3.48
TCR	-0.26	-1.67	-0.07	-1.75
RATIO	0.02	2.83	0.03	3.24
D(PCUR(-1))	0.31	5.52	0.16	2.65
Elasticidades de largo plazo				
TCR	-3.18		-0.65	
RATIO	0.20		0.24	

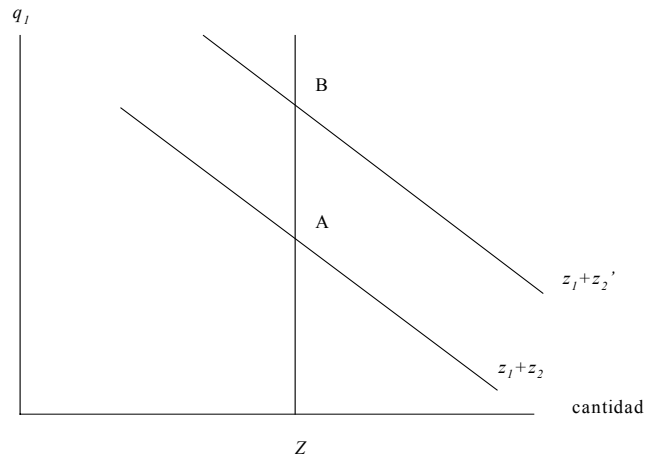
**Cuadro 4: Resultados de la Estimación Usando el TCR de EE.UU.**

	Euro-4		Yenes	
	Coefficiente	test t	Coefficiente	test t
Constante	0.45	2.84	1.00	3.51
PCUR(-1)	-0.07	-4.09	-0.09	-3.21
TCR (EEUU)	-0.02	-0.58	-0.03	-0.87
RATIO	0.01	2.16	0.02	2.36
D(PCUR(-1))	0.31	5.41	0.16	2.58
Elasticidades de largo plazo				
TCR (EEUU)	-0.28		-0.40	
RATIO	0.18		0.23	

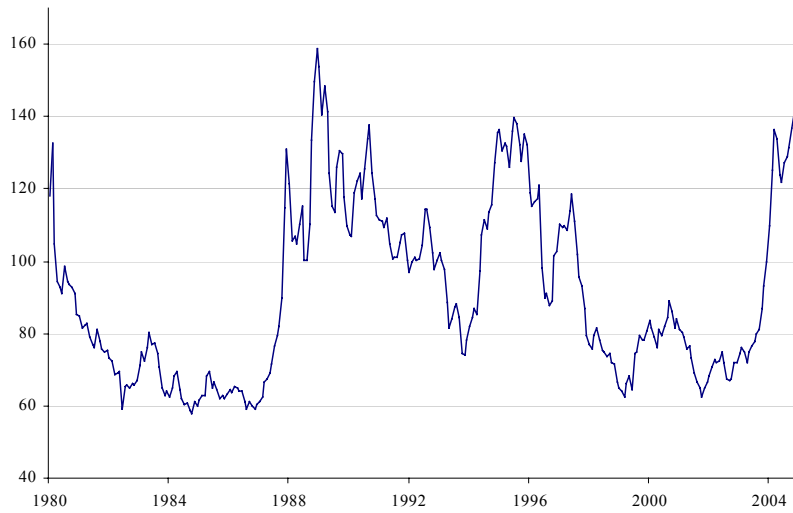
**Cuadro 5: Términos de Intercambio**

	Elasticidades de Largo Plazo	
	Coefficiente	test t
TCR	-1.16	-4.19
Prod. Ind. OCDE	0.24	1.84

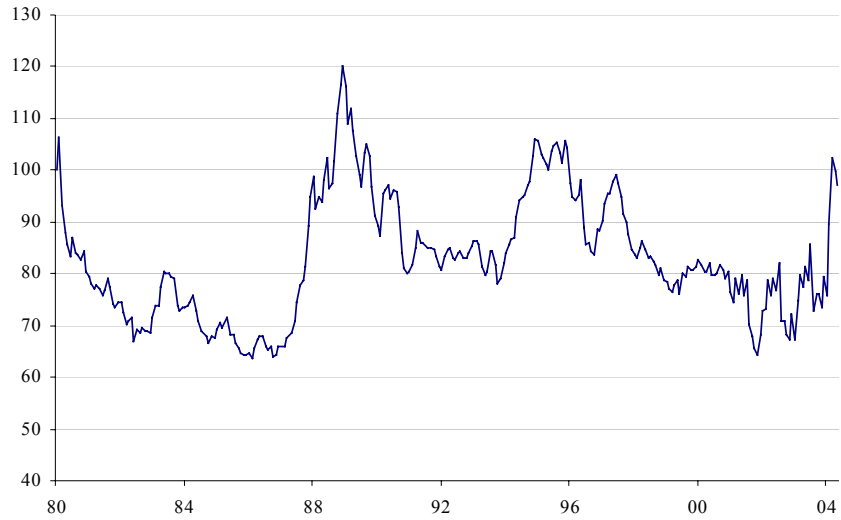
**Gráfico 1: Precio de Equilibrio y Depreciación Real**



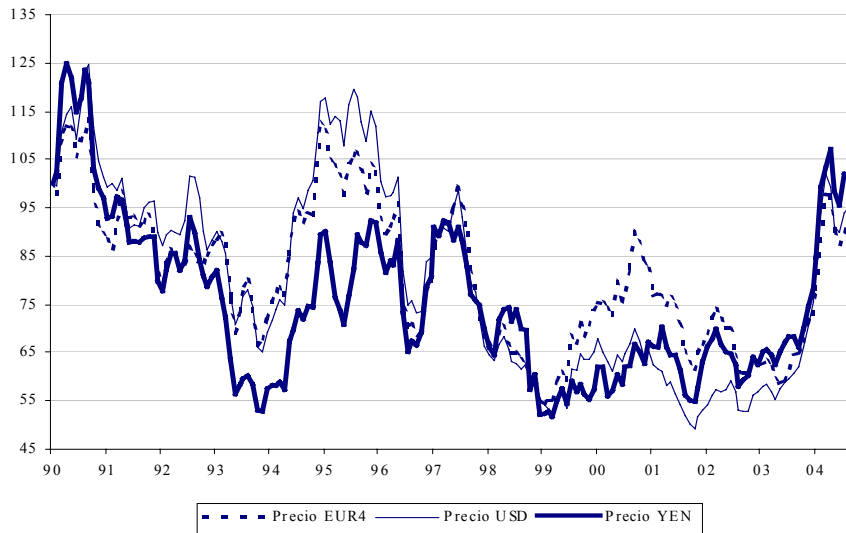
**Gráfico 2: Precio Nominal del Cobre**  
(centavos de dólar por libra, promedio mensual)



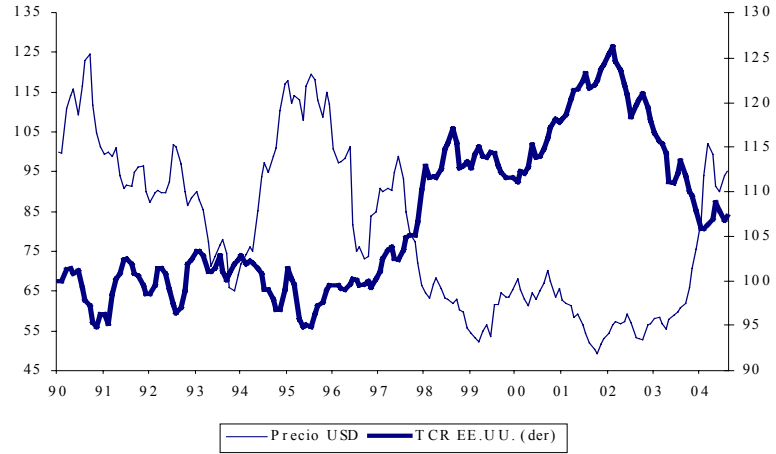
**Gráfico 3: Términos de Intercambio de Chile**  
Índice: enero de 1980=100



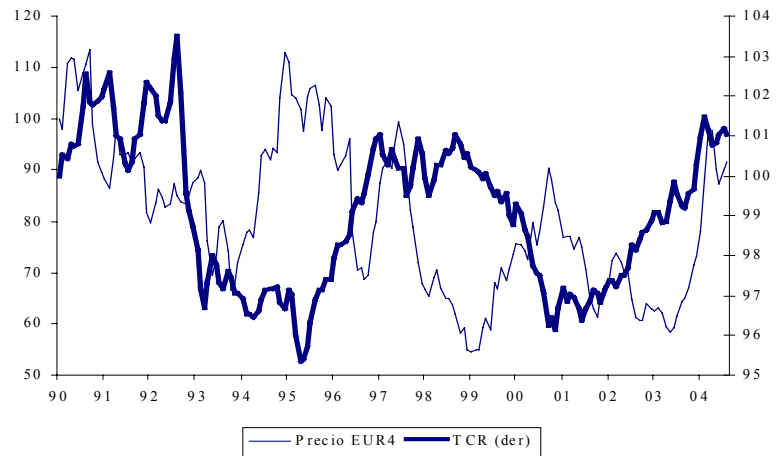
**Gráfico 4: Precio Real del Cobre**  
Índices: enero de 1990=100



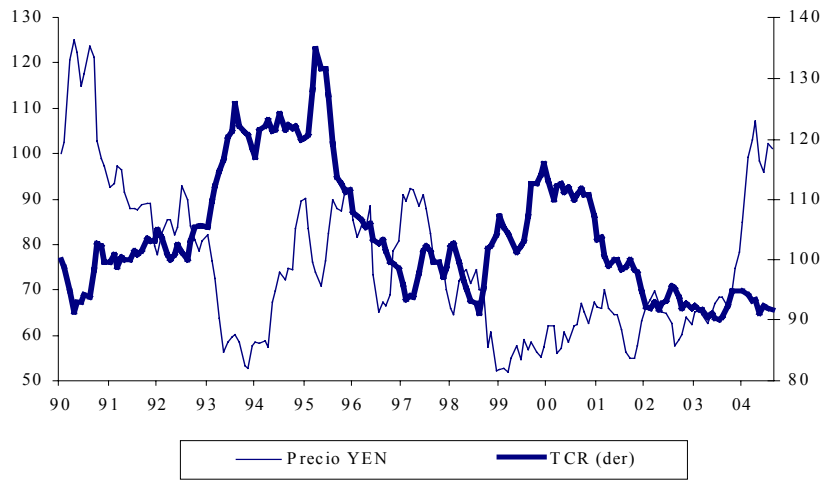
**Gráfico 5: Precio Real del Cobre (dólares) y TCR de EE.UU.**  
Índices: enero de 1990 = 100



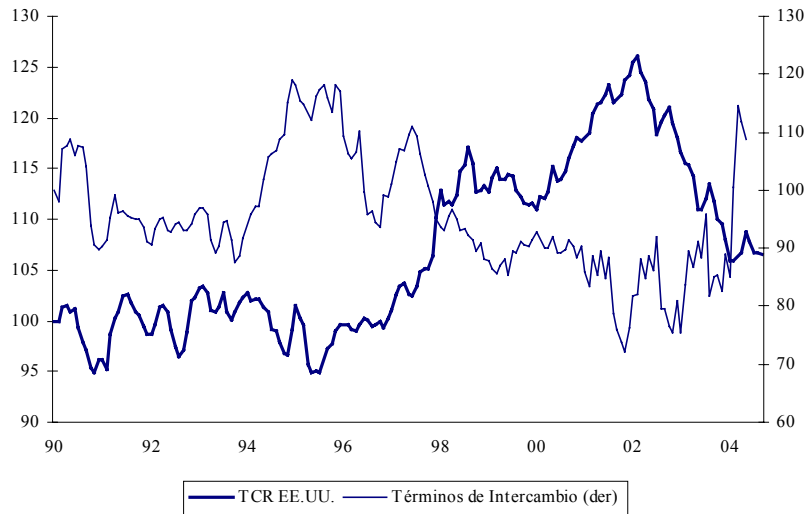
**Gráfico 6: Precio Real del Cobre (euro-4) y TCR euro-4**  
Índices: enero de 1990 = 100



**Gráfico 7: Precio Real del Cobre (yen) y TCR de Japón**  
 Índices: enero de 1990 = 100



**Gráfico 8: Términos de Intercambio de Chile y TCR de EE.UU.**  
 Índices: enero de 1990 = 100



**Documentos de Trabajo  
Banco Central de Chile**

**Working Papers  
Central Bank of Chile**

NÚMEROS ANTERIORES

PAST ISSUES

La serie de Documentos de Trabajo en versión PDF puede obtenerse gratis en la dirección electrónica: [www.bcentral.cl/esp/estpub/estudios/dtbc](http://www.bcentral.cl/esp/estpub/estudios/dtbc). Existe la posibilidad de solicitar una copia impresa con un costo de \$500 si es dentro de Chile y US\$12 si es para fuera de Chile. Las solicitudes se pueden hacer por fax: (56-2) 6702231 o a través de correo electrónico: [bcch@bcentral.cl](mailto:bcch@bcentral.cl).

Working Papers in PDF format can be downloaded free of charge from: [www.bcentral.cl/eng/stdpub/studies/workingpaper](http://www.bcentral.cl/eng/stdpub/studies/workingpaper). Printed versions can be ordered individually for US\$12 per copy (for orders inside Chile the charge is Ch\$500.) Orders can be placed by fax: (56-2) 6702231 or e-mail: [bcch@bcentral.cl](mailto:bcch@bcentral.cl).

- |  |                |
|--|----------------|
| DTBC-309<br><b>Spreads Soberanos: Una Aproximación Factorial</b><br>Valentín Délano y Jorge Selaive  | Febrero 2005   |
| DTBC-308<br><b>Mirando el Desarrollo Económico de Chile: Una Comparación Internacional</b><br>Rodrigo Fuentes y Verónica Mies                          | Enero 2005     |
| DTBC-307<br><b>General Equilibrium Models: An Overview</b><br>Rómulo Chumacero y Klaus Schmidt-Hebbel  | Diciembre 2004 |
| DTBC-306<br><b>Rankings de Universidades Chilenas según los Ingresos de sus Titulados</b><br>David Rappoport, José Miguel Benavente, y Patricio Meller | Diciembre 2004 |
| DTBC-305<br><b>Emerging Market Economies: The Aftermath of Volatility Contagion in a Selection of Three Financial Crises</b><br>Felipe Jaque           | Diciembre 2004 |
| DTBC-304<br><b>Labor Markets and Institutions: An Overview</b><br>Jorge Enrique Restrepo y Andrea Tokman   | Diciembre 2004 |
| DTBC-303<br><b>Determinantes de la Inversión en Chile</b><br>Igal Magendzo   | Diciembre 2004 |

DTBC-302	Diciembre 2004
<b>Overcoming Fear of Floating: Exchange Rate Policies in Chile</b> José De Gregorio y Andrea Tokman R.	
DTBC-301	Diciembre 2004
<b>Regularidades Empíricas de la Economía Chilena</b> Jorge Enrique Restrepo y Claudio Soto	
DTBC-300	Diciembre 2004
<b>Persistence and the Roles of the Exchange Rate and Interest Rate Inertia in Monetary Policy</b> Rodrigo Caputo	
DTBC-299	Diciembre 2004
<b>Large Hoardings of International Reserves: Are They Worth It?</b> Pablo García y Claudio Soto	
DTBC-298	Diciembre 2004
<b>Economic Growth in Chile: Evidence, Sources and Prospects</b> José De Gregorio	
DTBC-297	Diciembre 2004
<b>The Default Rate and Price of Capital in a Costly External Finance Model</b> Juan Pablo Medina	
DTBC-296	Diciembre 2004
<b>Determinantes de las Exportaciones no Minerales: Una Perspectiva Regional</b> Mabel Cabezas, Jorge Selaive, y Gonzalo Becerra	
DTBC-295	Diciembre 2004
<b>Innovación Tecnológica en Chile</b> <b>Dónde Estamos y Qué se puede Hacer</b> José Miguel Benavente H.	
DTBC-294	Diciembre 2004
<b>Trade Openness And Real Exchange Rate Volatility: Panel Data Evidence</b> César Calderón	
DTBC-293	Diciembre 2004
<b>Money as an Inflation Indicator in Chile – Does P* Still Work?</b> Tobias Broer y Rodrigo Caputo	