

Distr.  
RESTRINGIDA

LC/IP/R.89  
10 de julio de 1991

ORIGINAL: ESPAÑOL

---

## **NOTAS SOBRE MODELIZACION MACROECONOMICA**

### **Funciones de Comercio Exterior\***

**Ricardo Martner\*\***

- \* Documento preparado para fines docentes en el XXXII Curso Internacional sobre Desarrollo, Planificación y Políticas Públicas, organizado por el ILPES, la CEPAL y el PNUD, con apoyo financiero del Gobierno de Italia (24 junio al 29 de noviembre de 1991).
- \*\* Las opiniones expresadas en este documento son de la exclusiva responsabilidad del autor.

## INDICE

### PRESENTACION

I.	La determinación del volumen y precio de las exportaciones .....	1
1.	El modelo de equilibrio .....	2
2.	Modelos de desequilibrio .....	5
3.	Las funciones de exportación en los modelos macroeconómicos .....	7
4.	Ejemplos de estimación .....	9
II.	Funciones de importaciones .....	16
III.	Efectos sobre el saldo comercial de una devaluación del tipo de cambio .....	19
1.	El valor de los parámetros .....	19
2.	Efectos sobre el saldo comercial: una generalización del teorema de Marshall-Lerner .....	23
	ANEXO - El modelo de corrección de errores .....	28
	REFERENCIAS .....	31

## PRESENTACION

Una de las funciones importantes de los organismos de programación macroeconómica es la de efectuar proyecciones relativas a la evolución de la balanza de pagos y de analizar el impacto de la política económica y de las variables internacionales sobre el saldo externo. En el marco de aguda restricción externa que enfrentan los principales países de América Latina, una adecuada evaluación de los determinantes internos y externos de los flujos del comercio exterior cobra especial relevancia. Al ser la posición de financiamiento en divisas extremadamente vulnerable, la necesidad de cuantificar el impacto sobre el saldo externo de la evolución de la economía mundial y de los instrumentos de política económica se vuelve un requisito indispensable para el diseño de la regulación macroeconómica global.

En este estudio se analizan sólo los aspectos vinculados a la modelización del comercio exterior, dejándose de lado las formas de determinación de los flujos de la cuenta corriente y de la cuenta de capital. El documento se organiza como una guía metodológica, analizando en primer lugar las distintas especificaciones del volumen y precio de las exportaciones. En la primera sección se describe un modelo de equilibrio de precios y cantidades de las exportaciones, se exponen brevemente metodologías derivadas de la teoría del desequilibrio y luego se discuten las especificaciones más comunes en los modelos macroeconómicos aplicados. Luego, se muestran varios ejemplos de estimación tomando el caso de las exportaciones manufacturadas de Brasil.

La segunda sección, más breve, discute algunos aspectos relacionados con la función de importaciones, mostrando varios ejemplos de estimación, tomando datos de Chile. La tercera sección de estas notas analiza las implicancias de una devaluación a partir de una cuantificación sencilla derivada de un modelo macroeconómico estimado para Brasil. Para ello, se calcula el valor agregado de las elasticidades-precio del volumen de comercio exterior y de las elasticidades de los precios del comercio exterior al tipo de cambio. Asimismo, a partir de una generalización del teorema de Marshall-Lerner, se estima la elasticidad del saldo comercial ante una devaluación según el punto de partida.

## I. La Determinación del volumen y precio de las exportaciones

El modelo de "pequeña economía abierta" supone que los países en desarrollo son "pequeños" en la economía mundial, enfrentando un precio de sus bienes transables que es fijado en el mercado internacional. En ese contexto, es posible vender toda la cantidad ofrecida al precio internacional. Los países pequeños enfrentarían así una curva de demanda externa infinitamente elástica. El volumen de exportaciones depende de sus condiciones internas de producción, especificándose funciones de oferta de exportaciones, que dependen de la rentabilidad del mercado externo respecto del doméstico y de la capacidad de producción. Asimismo, la pequeña economía abierta enfrenta una curva de oferta de importaciones infinitamente elástica, puesto que la oferta proveniente del exterior al precio internacional es infinita.

El caso simétrico es el de los países industrializados que producen bienes industriales para el mercado interno y para el mercado externo, en que los precios de exportación son iguales a los precios de producción del país. En este caso, la rentabilidad es idéntica en ambos mercados, y los productores enfrentan una curva de oferta infinitamente elástica. El volumen de exportaciones va a depender de condiciones de demanda, tales como el nivel de ingreso de los países compradores o del precio relativo de sus bienes respecto de sus principales competidores, si existe sustitución imperfecta.

Ambas interpretaciones describen situaciones extremas, cuando en la práctica es necesario analizar situaciones intermedias. En particular, inclusive para un país pequeño, el supuesto de una función de demanda por exportaciones infinitamente elástica es cuestionable, con la existencia de restricciones al comercio exterior que limitan el acceso al mercado externo.

Por otra parte, como plantean Golstein y Khan (1978), es poco probable que un aumento en la demanda mundial por las exportaciones de un país pueda ser absorbida a corto plazo sin un alza en su precio, a menos que la producción de exportaciones tenga rendimientos constantes o crecientes a escala. Por ello, el supuesto de identidad del precio de exportación y del precio de producción o de una curva de oferta infinitamente elástica no parece una descripción adecuada de la situación de las empresas exportadoras. Para analizar estos temas, empezamos describiendo el modelo tradicional de equilibrio en el mercado de las exportaciones.

## 1. El modelo de Equilibrio

Se plantea un modelo de equilibrio entre oferta y demanda de exportaciones que lleva a una determinación simultánea de precios y cantidades. Se trata de un modelo de mercado donde se confrontan productores-exportadores y consumidores-importadores. En el mercado de exportación, los productores nacionales determinan su oferta en función de su capacidad de producción y de la diferencia entre el precio de mercado a la exportación y el precio en el mercado doméstico. En forma simultánea, en este mismo mercado, los consumidores externos definen su demanda por exportaciones a partir de sus preferencias y de la diferencia entre el precio de exportación y el precio de su mercado doméstico. Definimos las siguientes variables:

- $X^0$  : Cantidad Ofrecida de bienes exportables.
- $X^D$  : Cantidad demandada del exterior por exportaciones del país.
- $p_x$  : Precio de exportaciones, en moneda nacional.
- $p$  : Precio interno de producción, en moneda nacional.
- $p_e$  : Precio de producción externo.
- $e$  : Tipo de cambio nominal.
- $Q_e$  : Ingreso externo.
- $Q_c$  : Capacidad de producción nacional.
- $Q_{ce}$  : Capacidad de producción en los países compradores.

En su forma más general, la demanda de exportaciones puede definirse de la siguiente forma:

$$X^D = A(t) Q_e^{\alpha_1} Q_{ce}^{\alpha_2} (p_x/e.p_e)^{\alpha_3}$$

La demanda externa por los productos de exportación nacionales depende de:

- El grado de apertura  $A(t)$  de las economías externas. Esta variable busca representar efectos de estructura, tales como la internacionalización creciente de las economías y el mayor grado de especialización internacional.
- La demanda externa, representada por el nivel de ingreso de los países compradores ( $\alpha_1 > 0$ ).
- La capacidad de producción externa ( $\alpha_2 < 0$ ). Cuando ésta se incrementa, la demanda por bienes importados (i.e. por las exportaciones del país) decrece en los países compradores. Esta variable busca capturar el efecto de políticas de sustitución de importaciones en el extranjero.

- La comparación efectuada por los consumidores externos entre el precio que les es propuesto y el precio de su mercado doméstico ( $\alpha_3 < 0$ ).

Podemos definir la oferta de exportaciones, con la siguiente función agregada:

$$X^0 = B(t) Q_c^{\beta_1} (p_x/p)^{\beta_2}$$

La oferta depende de:

- El grado de apertura de la economía nacional  $B(t)$ .
- El efecto restrictivo de una insuficiencia en la capacidad de producción ( $\beta_1 < 0$ ).
- El efecto de una mayor rentabilidad en el mercado de exportación respecto del doméstico, medido por la relación entre el precio de exportación y el precio de producción ( $\beta_2 > 0$ ).

En equilibrio, oferta y demanda son iguales, y la resolución de este sistema determina en forma simultánea el volumen y precio de las exportaciones. Para resolver este sistema, vamos a plantear ecuaciones más simples, siguiendo a Goldstein y Khan (1978).

La demanda de exportaciones depende del nivel de ingreso de los países compradores  $Q_e$  (efecto ingreso) y de su precio relativo respecto del precio de los países competidores (efecto competitividad). Una forma estimable de esta función es la siguiente (en logaritmos):

$$\text{Log } X^0 = \alpha_0 + \alpha_1 \text{ Log } Q_e - \alpha_2 \text{ Log } (p_x/e.p_e) \quad (1)$$

Efecto	Efecto
Ingreso	Competitividad

La oferta de exportaciones depende de la capacidad de producción interna y del efecto rentabilidad, definido como el precio relativo de las exportaciones respecto del mercado interno (relación entre precio de exportaciones y precio doméstico):

$$\text{Log } X^0 = \beta_0 + \beta_1 \text{ Log } Q_c + \beta_2 \text{ Log } (p_x/p) \quad (2)$$

Efecto	Efecto
Capacidad	Rentabilidad

La especificación del modelo simultáneo se completa con la condición de equilibrio en el mercado de exportaciones, cual es la identidad entre demanda y oferta:

$$\text{Log } X^D = \text{Log } X^O \quad (3)$$

La resolución de estas tres ecuaciones (1, 2 y 3) nos lleva a una forma reducida donde se obtiene la determinación simultánea de precios y cantidades:

$$\begin{aligned} \text{Log } p_x = & 1/(\alpha_2 + \beta_2) \cdot (\alpha_0 - \beta_0 + \alpha_1 \text{Log } Q_e - \beta_1 \text{Log } Q_c + \\ & + \beta_2 \text{Log } p + \alpha_2 \text{Log } (e.pe)) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Log } X = & 1/(\alpha_2 + \beta_2) \cdot (\alpha_2 \beta_0 + \alpha_0 \beta_2 + \alpha_1 \beta_2 \text{Log } Q_e + \\ & + \alpha_2 \beta_1 \text{Log } Q_c - \alpha_2 \beta_2 \text{Log } p + \alpha_2 \beta_2 \text{Log } (e.pe)) \end{aligned}$$

El precio de las exportaciones crece con los determinantes que estimulan la demanda (demanda mundial, precios externos) y decrece con la capacidad de producción. El efecto del nivel de precios doméstico es positivo.

El volumen de exportaciones aumenta a medida que se incrementa la demanda mundial y los precios externos. El alza de la capacidad de producción estimula la cantidad exportada; un alza del nivel de precios doméstico disminuye la rentabilidad a la exportación. El cuadro 1 resume los signos esperados para cada una de las variables.

CUADRO 1

SIGNO DE LOS COEFICIENTES DE LA FORMA REDUCIDA

	Log $Q_e$	Log $Q_c$	Log $p$	Log $e.pe$
Log $p_x$	+	-	+	+
Log $X$	+	+	-	+

La forma reducida del modelo analizado está sobre-identificada, puesto que ambas ecuaciones tienen un factor multiplicador común. Es necesario por lo tanto estimar la forma estructural de este modelo. Una manera de hacerlo es normalizar la ecuación de oferta al precio de exportaciones.

Podemos escribir la ecuación (2) de la siguiente forma<sup>1</sup>:

$$\text{Log } p_x = - \beta_0/\beta_2 + 1/\beta_2 \text{Log } X^0 - \beta_1/\beta_2 \text{Log } Q_c + \text{Log } p \quad (4)$$

Nótese que la inversión de la ecuación de oferta implica necesariamente un coeficiente unitario para el precio doméstico en el modelo presentado <sup>2</sup>.

Suponiendo además equilibrio en el mercado de exportaciones, las ecuaciones (1) y (4) pueden ser estimadas con un método econométrico de ecuaciones simultáneas, tales como el método de Máxima Verosimilitud con información completa (FIML, Goldstein y Khan) o por métodos de mínimos cuadrados en tres etapas.

Braga, Markwald (1983), Rios (1987) y Zini (1988) han realizado estimaciones simultáneas de oferta y demanda de las exportaciones manufacturadas de Brasil, utilizando ecuaciones estructurales.

## 2. Modelos de Desequilibrio

Algunos autores plantean la posibilidad de la existencia de desequilibrios en el mercado de exportaciones, considerando que los precios son rígidos y no se ajustan de manera a igualar oferta y demanda. La rigidez relativa de precios puede ser explicada por un conjunto de factores, tales como la existencia de contratos de largo plazo restrictivos, de costos de ajuste (tales como el cambio de etiquetas en mercados externos), y de información imperfecta, dadas las dimensiones del mercado.

Si éste es el caso, el modelo debe incorporar algún mecanismo dinámico de ajuste de precios y cantidades. La forma más simple es introducir un mecanismo de ajuste parcial, presentado en Houthakker, Taylor (1970). En el modelo estimado por Goldstein y Khan, el volumen de exportaciones se ajusta a la diferencia entre la demanda por exportaciones en el período  $t$  y su flujo efectivo del período anterior:

$$\Delta \text{Log } X_t = \tau (\text{Log } X_t^0 - \text{Log } X_{t-1}) \quad \tau > 0 \quad (5)$$

---

<sup>1</sup> Las estimaciones de parámetros son invariables respecto del proceso de normalización cuando se emplea un método de estimación simultáneo.

<sup>2</sup> Goldstein y Khan derivan un modelo ligeramente diferente; estos autores suponen que el coeficiente del precio doméstico es diferente de la unidad.



Esta función supone que la cantidad de exportaciones se ajusta a las condiciones de exceso de demanda en el resto del mundo, y, en consecuencia, el precio de las exportaciones es determinado en el exterior.

En forma simétrica, el precio de exportaciones se ajusta a las condiciones de exceso de oferta:

$$\Delta \text{Log } px_t = \sigma (\text{Log } X_t - \text{Log } X_t^0) \quad \sigma > 0 \quad (6)$$

Sustituyendo (1) y (2) en (5) y (6), obtenemos formas estimables de la oferta y demanda de exportaciones, con un mecanismo de ajuste parcial. Goldstein y Khan estiman estas ecuaciones estructurales para diversos países industrializados, y Zini hace lo propio en el caso de Brasil.

Otra forma de analizar las consecuencias de precios rígidos es a partir de la macroeconomía del desequilibrio. Si los precios no cumplen el papel de equilibrar el mercado, las cantidades efectivamente transadas estarán siempre restringidas al mínimo entre oferta y demanda. Esta regla se basa en que ningún agente es forzado a vender más allá de su oferta o a comprar más allá de su demanda. Si por ejemplo, la demanda excede la oferta, las cantidades exportadas serán iguales a las ofrecidas, y algunos agentes quedarán restringidos en su demanda potencial. La hipótesis de racionamiento de cantidades se expresa por la condición:

$$\text{Log } X_t = \text{Min} (\text{Log } X_t^D, \text{Log } X_t^O) \quad (7)$$

Es posible entonces clasificar las cantidades efectivamente exportadas en regímenes de oferta y de demanda, a partir de un indicador de estado del mercado, tal como el comportamiento de los precios de exportación. El ajuste de precios, en este esquema, se produce a partir de los desequilibrios entre oferta y demanda. Si la cantidad demandada es superior a la ofrecida, habrá una tendencia al alza de los precios de exportación. Esta condición puede escribirse de la siguiente forma:

$$\Delta \text{Log } px = \sigma (\text{Log } X^D - \text{Log } X^O) \quad \sigma > 0 \quad (8)$$

La variación de precios se ajusta en una proporción  $\sigma$  por período a la diferencia existente entre oferta y demanda. Cuando  $\sigma$  tiende al infinito, las cantidades ofrecidas será iguales a las demandadas, y el mercado estaría siempre en equilibrio. Las ecuaciones de demanda (1), de oferta (2), la condición de desequilibrio (7) y el ajuste de precios (8) forman un sistema de

ecuaciones que puede ser estimado mediante procedimientos econométricos (Fair, Jaffee, 1972, Amemiya, 1974).

Aurikko (1985) emplea estos métodos para estimar las exportaciones de bienes en el caso de Finlandia y Rios (1987) aplica tres métodos alternativos de estimación de un modelo de desequilibrio a las exportaciones de bienes manufacturados de Brasil. Los problemas de estos procedimientos son el alto grado de incertidumbre asociado a la división de la muestra en subperíodos que reflejan excesos de oferta o de demanda, como asimismo la dificultad que existe en describir o prever cambios dinámicos de un régimen a otro.

### 3. Las funciones de exportación en los modelos macroeconómicos

Debido a la calificación de "pequeño país" de las economías latinoamericanas, los estudios de funciones de demanda --ecuación (1)-- en la región son relativamente escasos, salvo en países como Brasil (Mussi, 1982) o México (Dehesa Dávila, 1983).

Cardoso y Dornbusch (1980) estiman sólo una ecuación de oferta para las exportaciones manufacturadas de Brasil, suponiendo que el país enfrenta una curva de demanda externa infinitamente elástica. Estos autores suponen asimismo una elasticidad de la oferta de exportaciones  $\beta_1$  unitaria --lo que implica una participación constante de las exportaciones en la oferta total-- e introducen el grado de uso de la capacidad como una variable adicional en la determinación de la oferta.

En la práctica, la mayoría de los estudios empíricos adoptan un procedimiento mixto, mezclando elementos de demanda y otros de oferta: se estiman ecuaciones de exportaciones con la demanda mundial y el efecto rentabilidad como variables explicativas, y el precio exógeno (De Gregorio, 1984, Salas, Sidaqui, 1983).

Otros autores en cambio introducen el grado de uso de la capacidad en funciones de demanda, y estiman el precio de exportaciones a partir de elementos de oferta (Ros et al., 1984, para México, García, Martner, 1990 para Brasil). Se agrega el grado de uso de la capacidad instalada en funciones de demanda de exportaciones como un indicador cíclico de desequilibrio en el mercado doméstico (Artus, 1983, Catinat, 1984): si existe un exceso de demanda en el mercado interno, los exportadores restringen su oferta al mercado externo.

Esta determinación del volumen de exportaciones puede escribirse de la siguiente forma, siendo  $Q$  el nivel de producción y  $Q_c$  la capacidad instalada:

$$\text{Log } X = \alpha_0 + \alpha_1 \text{ Log } Q_e - \alpha_2 \text{ Log } (p_x/e.p_e) - \alpha_3 \text{ Log } (Q/Q_c) \quad (9)$$

Un aumento del grado de uso de la capacidad instalada, indicador de exceso de demanda, lleva a una contracción del volumen exportado.

El modelo de equilibrio nos muestra que el precio de las exportaciones depende de la demanda mundial, de la capacidad instalada, del precio de los competidores externos y de los precios internos. Sin embargo, gran parte de los estudios empíricos suponen que tanto la demanda mundial como la capacidad instalada no tienen una influencia significativa directa en la formación de los precios de exportación (Ros et al, 1984, Le Berre, Miqueu, 1984)<sup>3</sup>. Para llegar a una función de precios reducida, planteamos la demanda de exportaciones como una función decreciente del precio de exportación respecto del precio de sus principales competidores, suponiendo constantes las demás variables (se expresan ambos precios en moneda nacional):

$$X^0 = F (p_x/e.p_e)^{-\alpha_2}$$

La oferta, en cambio, es una función creciente de la relación del precio de exportación en moneda nacional al precio de producción, indicador del margen de ganancia (relativo) de las exportaciones:

$$X^0 = F (p_x/p)^{\beta_2}$$

De la relación de equilibrio y pasando a logaritmos, se puede deducir el precio de las exportaciones en moneda nacional:

$$\text{Log } p_x = \beta_2/(\alpha_2+\beta_2) \text{ Log } p + \alpha_2/(\alpha_2+\beta_2) \text{ Log } (e.p_e)$$

Reemplazando  $[\beta_2/(\alpha_2+\beta_2)] = ax$  obtenemos:

$$\text{Log } p_x = ax \text{ Log } p + (1-ax) \text{ Log } (e.p_e) \quad 0 < ax < 1 \quad (10)$$

---

<sup>3</sup> En un modelo más amplio, pueden existir influencias indirectas de estas variables, si el precio de producción es sensible a la ampliación de la capacidad instalada y si el precio mundial se hace depender de las condiciones de la demanda mundial.

Llegamos a una expresión del precio de exportaciones en moneda nacional como un promedio geométrico del precio de producción y del precio de los competidores. La condición de normalización expresa que un alza idéntica del precio interno y del precio de los competidores implica el mismo aumento del precio de exportación.

El parámetro  $\alpha_2$  es la elasticidad-precio de la curva de demanda, y  $\beta_2$  es la elasticidad-precio de la curva de oferta. El supuesto de una elasticidad de oferta infinita,  $\beta_2 = \infty$ , implica que  $ax = 1$ : el precio de las exportaciones es igual al precio de producción. A la inversa, si la elasticidad de demanda es infinita ( $\alpha_2 = \infty$ ),  $ax = 0$  y el precio de exportaciones es igual al precio internacional. Obtenemos así una formalización general, donde la estimación de la ecuación de precios (10) permite describir situaciones intermedias según el valor de los parámetros.

Sustituyendo (10) en (9), la forma reducida para el volumen de las exportaciones es función de la relación entre el precio externo en moneda nacional y el precio de producción:

$$\begin{aligned} \text{Log } X = & \alpha_0 + \alpha_1 \text{ Log } Q_e + \alpha_2 ax \text{ Log } (e.pe/p) - \\ & - \alpha_3 \text{ Log } (Q/Q_c) \end{aligned} \quad (11)$$

Las ecuaciones (9) y (10) determinan el volumen y el precio de las exportaciones en buena parte de los modelos macroeconómicos aplicados (METRIC, DMS y MIC-MAC en Francia, MODEM en México, MACROBRAS en Brasil), transformándose en un procedimiento usual en el estudio de las exportaciones (Muet, 1984).

Cabe destacar que la ecuación de precios (10) plantea un comportamiento de fijación de precios de exportación diferente al de los precios de producción. La diferenciación de los márgenes de ganancia en ambos mercados es una característica fundamental de este tipo de especificación.

#### 4. Ejemplos de estimación

La demanda del exterior por los productos del país puede ser representada por un indicador sintético, cuyos ponderadores son fijos (representando la participación de los países o zonas de países en el destino de las exportaciones en un año base) o variables según los cambios de la estructura en las ventas al exterior. Estimaciones alternativas con ponderadores fijos o variables son un test suficiente para detectar qué procedimiento empírico es más adecuado.

Muchas estimaciones utilizan el nivel de producción externo como aproximación de la demanda. En este caso, la

internacionalización creciente de las economías nacionales, que aumenta la participación de las importaciones y de las exportaciones en la producción, implica un sesgo hacia arriba de la elasticidad-ingreso de las exportaciones. En efecto, al ser el crecimiento de las importaciones de los países industrializados muy superior al crecimiento de su nivel de producción, la estimación de la elasticidad-ingreso arroja valores superiores a uno, indicando simplemente que la expansión exportadora es superior al aumento del nivel de actividad de los países compradores en el período de estimación. Debido a la tendencia a la internacionalización de la producción, este coeficiente puede presentar problemas de estabilidad.

En cambio, si se escoge una ponderación de las importaciones de los principales países compradores como indicador sintético de demanda se elimina este sesgo. Una elasticidad-ingreso superior a uno indicaría una apropiada especialización de las actividades exportadoras en el período de estimación. En régimen de crecimiento (externo) sostenido --y suponiendo constantes la competitividad y el grado de uso de la capacidad instalada-- una elasticidad superior a uno implica una participación creciente del país en el comercio mundial.

La evolución de la participación en los mercados externos es principalmente determinada por la competitividad de los productos nacionales. Para construir el índice de precios externos, se utiliza en general una ponderación del valor promedio de las exportaciones en divisas de los principales competidores.

En las estimaciones presentadas, las series utilizadas de demanda externa y de precios externos son simplemente el índice de volumen de importaciones mundiales y el índice de precios de exportaciones mundiales publicadas por el FMI.

Se estimó la forma funcional (9) para el volumen de exportaciones manufacturadas de Brasil, para el período 1965-1988, por el método de mínimos cuadrados ordinarios. Se estimaron funciones en logaritmos, en diferencias de logaritmos y en diferencias de logaritmos incluyendo el nivel rezagado de las variables explicativas<sup>4</sup>:

$$(1) \quad \text{Log } X = \alpha_0 + \alpha_1 \text{ Log } Q_e - \alpha_2 \text{ Log } (p_x/p_e) - \alpha_3 \text{ Log } (Q/Q_c) + \\ + \alpha_4 \text{ Log } X_{-1}$$

---

<sup>4</sup> En anexo se discuten las distintas formas de estimación econométrica.

$$(2) \quad \Delta \text{Log } X = \alpha_0' + \alpha_1' \Delta \text{Log } Q_e - \alpha_2' \Delta \text{Log } (p_x/p_e) - \\ - \alpha_3' \Delta \text{Log } (Q/Q_c) + \alpha_4' \Delta \text{Log } X_{-1}$$

$$(3) \quad \Delta \text{Log } X = \alpha_0'' + \alpha_1'' \Delta \text{Log } Q_e - \alpha_2'' \Delta \text{Log } (p_x/p_e) - \\ - \alpha_3'' \Delta \text{Log } (Q/Q_c) + \alpha_4'' \text{Log } Q_{e,-1} + \\ + \alpha_5'' \text{Log } (p_x/p_e)_{-1} + \alpha_6'' \text{Log } (Q/Q_c)_{-1} + \\ + \alpha_6'' \text{Log } X_{-1}$$

Los resultados obtenidos se consignan en el cuadro 2.

La primera estimación, en logaritmos, muestra un adecuado ajuste, con un alto  $R^2$ , un error estándar de 9% y un test D-W que no muestra la presencia de autocorrelación de los errores, con las limitaciones que presenta esta estadística cuando hay presencia de la variable explicada rezagada. Los coeficientes de las variables de demanda (ingreso externo y competitividad) son significativas al 1%. En cambio, el coeficiente del grado de uso de la capacidad no es significativamente distinto de cero.

Una elasticidad-ingreso superior a uno indica una participación creciente del país en el ciclo de expansión del comercio mundial. El volumen exportado aumenta más que proporcionalmente cuando las importaciones de los países compradores se incrementan. Simétricamente, en un entorno recesivo, los bienes manufacturados brasileños pierden participación en los mercados externos. Los ciclos del comercio mundial se ven así amplificados en el caso de estas exportaciones.

Con la elasticidad-precio estimada --superior a uno--, el alza de 1% del precio de exportación reduce en 1.3% (ecuación (1)) el volumen exportado en el mismo período. Ello implica que el valor de las exportaciones se reduce cuando aumenta su precio. Para un precio externo constante, el efecto positivo de un alza del precio de las exportaciones es inferior al efecto negativo sobre el volumen exportado derivado de la pérdida de competitividad en el mercado externo, inclusive a corto plazo.

## CUADRO 2

ESTIMACION DE FUNCIONES DE EXPORTACION DE PRODUCTOS  
MANUFACTURADOS DE BRASIL

	Cte	Log Qe	Log(px/pe)	Log(Q/Qc)	Log X	AR(1)	R2	DW	SER
		t t-1 $\Delta$	t t-1 $\Delta$	t t-1 $\Delta$	t-1				
Log Xt (1)	2.14 (1.0)	1.5 (-) (-) (4.3)	-1.3 (-) (-) (3.3)	-.07 (-) (-) (0.3)	0.37 (3.2)	(-)	.99	2.1	9.0
$\Delta$ Log Xt (2)	0.49 (0.5)	(-) (-) 1.6 (3.2)	(-) (-) -1.6 (4.1)	(-) (-) -2.8 (4.5)	(0) (0)	0.77 (4.7)	.73	2.0	9.8
$\Delta\Delta$ Log Xt (3)	-0.2 (0.1)	(-) 1.1 1.6 (2.4) (2.8)	(-) -0.5 -1.4 (1.0) (3.2)	(-) 0 -1.6 (0) (2.4)	-0.45 (2.9)	(-)	.84	1.7	8.0

Las cifras entre paréntesis son los valores (absolutos) de los T de Student. Las regresiones incluyen además dos variables ficticias para los años 1968 y 1974, no explicitadas.

$\Delta$  : Primeras diferencias.

AR1: Coeficiente de autocorrelación de primer orden de los errores (método Cochrane-Orcutt).

R2 : Coeficiente de correlación múltiple.

D-W: Test de Durbin-Watson.

SER: Error Estándar de la regresión (en porcentajes).

Se estima la misma ecuación en diferencias de logaritmos de primer orden, como forma de filtrar series tendenciales para aproximarlas al requisito de estacionaridad asociado a la estimación de series de tiempo (ver anexo). La regresión incluye además un término de corrección de autocorrelación de los errores. El coeficiente de correlación múltiple es en este caso más reducido, y el error medio de la regresión es superior.

Los resultados muestran diferencias sustanciales en cuanto al valor y al grado de significación de los parámetros. En efecto, la variable explicada rezagada ya no es significativa, anulando la anterior estructura autoregresiva de los rezagos. Por otra parte, esta vez el coeficiente asociado al grado de uso de la capacidad

es muy alto, y significativo al 5%, obteniéndose una fuerte influencia de los desequilibrios del mercado interno en el volumen exportado. Nótese que esta ecuación entrega una elasticidad-ingreso externo inferior a 1.6, puesto que ex-post el efecto multiplicador sobre la demanda agregada del alza de las exportaciones repercute sobre el grado de uso de la capacidad, disminuyendo el impacto expansivo ex-ante del aumento del ingreso externo por una restricción de capacidad.

Por último, la regresión (3) incluye en la estimación el nivel (logarítmico) rezagado de *todas* las variables, transformación que es equivalente al modelo de corrección de errores, como se muestra en anexo. Se obtiene un error standard inferior a las estimaciones anteriores, pese a un coeficiente de correlación múltiple menor que en (1). Todas las variables de diferencias logarítmicas son significativas, como también los parámetros de los niveles rezagados de la propia variable explicada y de la demanda mundial. El coeficiente del nivel rezagado de la competitividad es significativo sólo al 10%, mientras que el correspondiente al grado de uso de la capacidad es nulo. Estos resultados llevan a una estructura diferenciada de rezagos para las tres variables explicativas.

El cuadro 3 muestra las elasticidades de corto y largo plazo de la demanda mundial, la competitividad y el grado de uso de la capacidad instalada, para las tres ecuaciones estimadas.

CUADRO 3

## ELASTICIDADES DE CORTO Y LARGO PLAZO

	Demanda Mundial		Competitividad		Grado de Uso	
	cp	lp	cp	lp	cp	lp
(1)	1.5	2.4	-1.3	-1.9	0	0
(2)	1.6	1.6	-1.6	-1.6	-2.8	-2.8
(3)	1.6	2.4	-1.4	-1.1	-1.6	0

cp = elasticidad de corto plazo (un año).

lp = elasticidad de largo plazo.



La primera estimación incluye una estructura autoregresiva de rezagos, distribuidos geométricamente. En cuanto a la regresión en diferencias, las elasticidades de corto y de largo plazo son las mismas, al no detectarse la existencia de rezagos significativos en ninguna de las variables. ara calcular las elasticidades de largo plazo de la tercera ecuación, empezamos escribiendo la regresión estimada:

$$\begin{aligned}\Delta \text{Log } X = & - 0.2 + 1.6 \Delta \text{Log } Q_e - 1.4 \Delta \text{Log } (p_x/p_e) - \\ & - 1.6 \Delta \text{Log } (Q/Q_c) - 0.4 \text{Log } X(-1) + 1.1 \text{Log } Q_e(-1) \\ & - 0.5 \text{Log } (p_x/p_e)(-1) - 0.0 \text{Log } (Q/Q_c)(-1)\end{aligned}$$

Transformando a niveles esta ecuación, obtenemos la siguiente:

$$\begin{aligned}\text{Log } X = & -0.2 + 1.6 \text{Log } Q_e - 0.5 \text{Log } Q_e(-1) - 1.4 \text{Log } (p_x/p_e) \\ & + 0.9 \text{Log } (p_x/p_e)(-1) - 1.6 \text{Log } (Q/Q_c) + \\ & + 1.6 \text{Log } (Q/Q_c)(-1) + 0.6 \text{Log } X(-1)\end{aligned}$$

A partir de esta transformación resulta trivial (ver anexo) el cálculo de la elasticidad de largo plazo, presentada en el cuadro. Tal como se espera, obtenemos una elasticidad de largo plazo superior a la de corto plazo en el caso de la demanda mundial, indicando un ajuste adaptativo del volumen de las exportaciones a las variaciones de la demanda mundial.

Un caso interesante es el que se obtiene con la variable del grado de uso de la capacidad. Al ser nulo el nivel logarítmico rezagado de esta variable, obtenemos una elasticidad de largo plazo igual a cero. Esto indicaría que el efecto de desequilibrios en el mercado interno sobre el volumen de exportaciones industriales es sólo transitorio. Por analogía con la función de inversión, el grado de uso tendría un impacto (des)acelerador sobre la evolución del volumen de las exportaciones.

Un resultado "curioso" se obtiene en el caso del efecto competitividad, donde la elasticidad de corto plazo es superior a la de largo plazo. Esta singularidad no parece tener una explicación lógica, por cuanto se espera más bien un ajuste gradual --y creciente-- del volumen exportado a los cambios en la competitividad de los productos nacionales.

Esta anomalía muestra un problema de especificación dinámica de la ecuación presentada, por lo que se reestima introduciendo ahora rezagos de segundo orden en los niveles logarítmicos de las

variables. Se obtiene la siguiente ecuación, donde los coeficientes de las variables rezagadas dos veces de la variable explicada, de la demanda mundial y del grado de uso no resultaron significativas:

$$\begin{aligned} \Delta \text{Log } X = & 1.4 + 1.7 \Delta \text{Log } Q_e - 1.2 \Delta \text{Log } (p_x/p_e) - \\ & (0.5) \quad (2.9) \quad (2.6) \\ & - 1.5 \Delta \text{Log } (Q_c/Q) - 0.5 \text{Log } X(-1) + 1.1 \text{Log } Q_e(-1) \\ & (2.4) \quad (2.8) \quad (2.3) \\ & - 0.9 * (0.5 \text{Log } (p_x/p_e)(-1) + \\ & (1.4) \quad (1.4) \\ & + (1-0.5) \text{Log } (p_x/p_e)(-2) ) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.87$$

$$D-W = 1.88$$

$$SER = 7.6\%$$

El cuadro 4 muestra las elasticidades obtenidas a uno, dos, tres y T periodos con esta ecuación.

**Cuadro 4**

**ELASTICIDADES FUNCION DE EXPORTACION**

Años	1	2	3	T
Demanda mundial	1.7	1.95	2.1	2.2
Competitividad	-1.2	-1.25	-1.4	-1.8
Grado de uso	-1.5	-0.75	-0.37	0

La estimación de un modelo de corrección de errores nos permite obtener una estructura diferenciada de rezagos; se observa que la velocidad de ajuste del efecto competitividad es mayor a la de las restantes variables, lo que indica que los exportadores se ajustan a la mayor demanda externa generada por una mayor competitividad con bastante rezago.

## II. Funciones de importaciones

Por analogía con el caso anterior, podemos considerar las importaciones como un mercado donde se confrontan la oferta de los productores externos y la demanda de los consumidores nacionales, cuyos determinantes son simétricos a los precedentes. Con las siguientes notaciones:

$M^o$	:	Cantidad de bienes ofrecida en el mercado de importaciones por los productores externos.
$M^d$	:	Cantidad de bienes demandados por los importadores nacionales.
$p_m$	:	Precio de importaciones, en moneda nacional.
$p$	:	Precio interno de producción, en moneda nacional.
$p_e$	:	Precio de producción externo.
$e$	:	Tipo de cambio nominal.
$Q_e$	:	Ingreso externo.
$Q_c$	:	Capacidad de producción nacional.
$Q_{ce}$	:	Capacidad de producción en los países compradores.
$Q$	:	Nivel de producción doméstica.

La oferta externa de productos destinados a la importación nacional se escribe:

$$M_o = A'(t) Q_{ce}^{\beta_1} (p_m/e.p_e)^{\beta_2}$$

La oferta de importaciones depende de:

- Un término tendencial que representa el grado de apertura de las economías extranjeras.
- Un efecto restrictivo de la capacidad de producción externa ( $\beta_1 < 0$ ).
- Del margen de ganancia del importador en el mercado doméstico, es decir de la comparación entre el precio de importación y el precio externo ( $\beta_2 > 0$ ).

La demanda de importaciones, a su vez, se escribe de la siguiente forma:

$$M_d = B(t) Q^{\tau_1} (Q/Q_c)^{\tau_2} (p_m/p)^{\tau_3}$$

La demanda nacional de importaciones depende de:

- Un término tendencial que indica el grado de apertura de la economía nacional. Si este término es negativo, podría indicar el efecto de políticas tendientes a sustituir importaciones.
- El nivel de producción doméstico ( $\tau_1 > 0$ ).
- El grado de uso de la capacidad competitiva nacional ( $\tau_2 > 0$ ).
- La comparación realizada por los importadores nacionales entre el precio de importación y el precio de la oferta competitiva nacional ( $\tau_3 < 0$ ).

A partir de este modelo general podemos proponer ecuaciones simétricas a las explicitadas en el caso de las exportaciones (ecuaciones (9) y (10)), donde el volumen de importaciones es determinado por una ecuación de demanda y el precio de importaciones depende de una ponderación entre el precio externo en moneda nacional y el precio doméstico de producción, resultante del equilibrio entre oferta y demanda de importaciones:

$$M = Q^{\alpha_m} (Q/Q_c)^{\beta_m} (p_m/p)^{\epsilon_m} \quad (12)$$

$$p_m = (e \cdot p_e)^{a_m} p^{1-a_m} \quad (13)$$

Esta formulación nos permite distinguir el efecto de actividad y el efecto de ciclo. Cuando la demanda crece rápidamente, algunas empresas llegan a una restricción de capacidad de producción; las importaciones se sustituyen entonces a la producción nacional. Este efecto cíclico se representa habitualmente por el grado de uso de la capacidad, aunque algunos autores privilegian la variación de existencias, indicador de desequilibrio vinculado al carácter cíclico de las existencias.

Una característica importante de la ecuación de demanda presentada es que la elasticidad ingreso de corto plazo es superior a la de largo plazo. Diferenciando (12) obtenemos:

$$\frac{dM}{M} = (\alpha_m + \beta_m) \frac{dQ}{Q} - \beta_m \frac{dQ_c}{Q_c} + \epsilon_m \left( \frac{dp_m}{p_m} - \frac{dp}{p} \right)$$

Si la capacidad de producción  $Q_c$  es constante a corto plazo ( $dQ_c/Q_c = 0$ ), la elasticidad-ingreso de corto plazo es igual a  $(\alpha_m + \beta_m)$ . A largo plazo, la capacidad instalada se ajusta a la

producción por el efecto acelerador de la función de inversión, de tal forma que en régimen de crecimiento sostenido ( $dQ/Q = dQ_c/Q_c$ ), la elasticidad de largo plazo se reduce a  $\alpha_m$ .

Se estimó el volumen de importaciones de bienes de Chile, para el período 1963-86, por el método de mínimos cuadrados ordinarios. Debido a la falta de información respecto del producto potencial y en consecuencia del grado de uso de la capacidad, las variables explicativas son sólo el Producto Geográfico Bruto y un indicador de competitividad, definido como el precio de las importaciones sobre el precio de producción (IPM). La estimación es la siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Log } M = & -3.4 + 1.28 \text{ Log } Q + 1.29 (\text{Log } Q - \text{Log } Q_{-1}) + 0.27 D7173 \\ & (1.5) \quad (10.6) \quad (3.8) \quad (3.8) \\ & + 0.71 \text{ Log } (M/Q)_{-1} - 0.31 \text{ Log } (pm/p) \\ & (4.5) \quad (1.9) \end{aligned}$$

$$R^2 = 0.93 \quad D-W = 1.51 \quad SER = 8.4 \cdot 10^{-2}$$

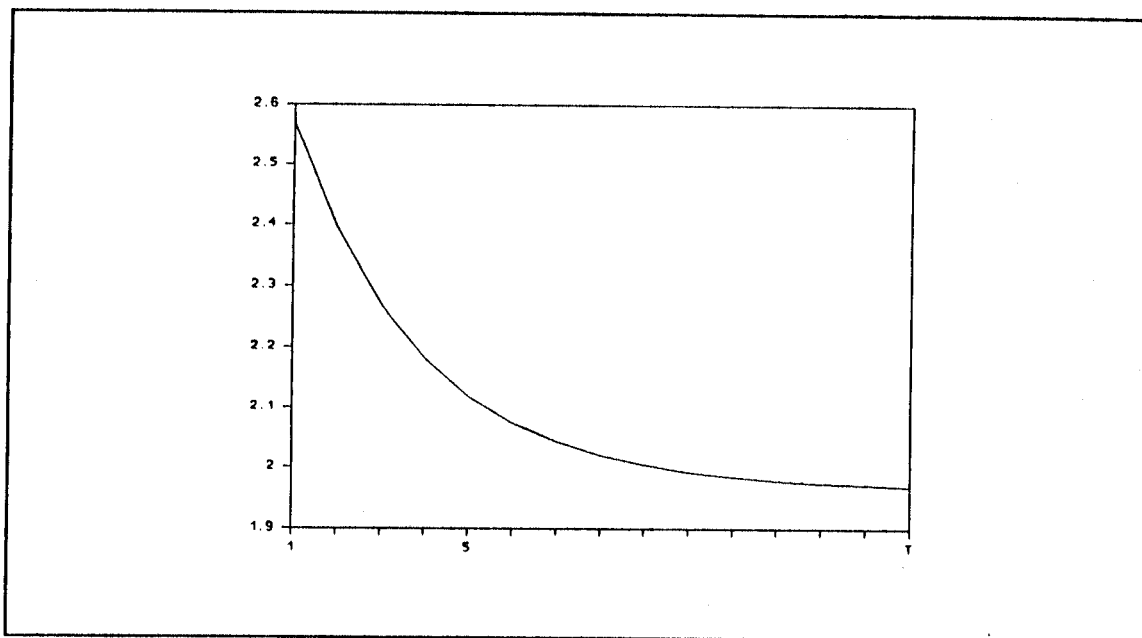
Reescribamos esta ecuación para calcular las elasticidades de corto y largo plazo, olvidándonos de la variable ficticia:

$$\begin{aligned} \text{Log } M = & -3.4 + 2.57 \text{ Log } Q - 2.0 \text{ Log } Q_{-1} - 0.31 \text{ Log } (pm/p) \\ & + 0.71 \text{ Log } M_{-1} \end{aligned}$$

El valor absoluto de la elasticidad-precio del volumen de importaciones es de 0.31 a corto plazo y levemente superior a uno en el largo plazo. El perfil de la elasticidad ingreso se muestra en el gráfico 1. Su valor de corto plazo es de 2.57, y la de largo plazo de 1.97, lo que confirma el supuesto de una mayor sensibilidad del volumen de importaciones a movimientos cíclicos del nivel de actividad. Pese a no disponer de una variable indicativa del grado de uso de la capacidad, la aplicación de un modelo de corrección de errores nos permite validar el supuesto de una elasticidad de corto plazo superior. En consecuencia, el modelo de ajuste utilizado es más flexible que el modelo de ajuste parcial, por cuanto no impone una distribución geométrica de los rezagos.

## Gráfico 1

Elasticidad-ingreso de la función de importaciones



### III. Efectos sobre el saldo comercial de una devaluación del tipo de cambio

En esta sección vamos a cuantificar los efectos de una devaluación sobre el saldo comercial a partir de las funciones descritas previamente, utilizando los parámetros estimados para Brasil en el modelo MACROBRAS III. Previo a ello, se calculan las elasticidades-precio de las funciones de comercio exterior estimadas en el modelo.

#### 1. El valor de los parámetros

Para el caso de las exportaciones, se estimaron las formas (9) y (10), que podemos reescribir como en (11):

$$(11) \quad X = Qe^{\alpha X} \left( \frac{Q}{Q_c} \right)^{-\beta X} (1 - \alpha X) \epsilon X \quad (e \cdot p_e / p)$$

El impacto de una devaluación sobre el volumen de exportaciones, suponiendo fijos los precios de producción, depende del valor de la elasticidad-precio y de la fijación del margen de ganancia de los exportadores.

Las ecuaciones (9) y (10) fueron estimadas por el método de mínimos cuadrados ordinarios en el período 1965-1988, para los bienes primarios, semi-manufacturados y manufacturados. Los parámetros relativos al efecto competitividad y al coeficiente de la función de precios de exportación se consignan en el cuadro 1. Una completa descripción de las estimaciones se encuentra en García, Martner (1990).

Las funciones de demanda de exportaciones industriales estimadas en Brasil entregan resultados poco coincidentes respecto del valor de los parámetros, por lo cual no existe un consenso en la cuantificación de los efectos de la devaluación. Limitándonos a los estudios más recientes, Rios (1987) estima con datos anuales una elasticidad-precio de 1.4 para las exportaciones industriales, y en Zini (1988) esta elasticidad no es significativa, sobre la base de datos trimestrales. En nuestras estimaciones se obtiene un valor de 1.6, lo que implica un diagnóstico optimista respecto del impacto de la competitividad sobre el volumen de exportaciones. En cuanto a las funciones de productos primarios, existen pocos estudios al respecto, entre los cuales se puede citar a Zini, quien obtiene una elasticidad de 0.3 a corto plazo y de 0.7 a largo plazo, que se comparan con nuestros valores de 0.9 y 2.2 respectivamente. Para el conjunto de las exportaciones de bienes, se obtiene una elasticidad-precio de 1.1 a corto plazo y de 1.4 a largo plazo. Para calcular este resultado, se ponderan simplemente las elasticidades por la participación de cada categoría en el total exportado en el último año disponible, cual es 1989.

Pese a que se obtienen altos valores en las elasticidades relativas a la competitividad, las estimaciones muestran una importante influencia del precio externo --y por tanto del tipo de cambio-- en la fijación del precio de exportaciones. Este resultado indica que los exportadores aumentan su margen de ganancia a la exportación, al trasladar una proporción importante de las ganancias de competitividad a sus precios luego de la devaluación del tipo de cambio.

## Cuadro 5

## ELASTICIDADES-PRECIO DE LAS FUNCIONES DE EXPORTACIONES

Variables	Bienes Primarios	Bienes Semi-Manufacturados	Bienes Manufacturados	Total Bienes
$\epsilon_x$ (corto plazo)	0.9	0.3	1.6	1.12
$\epsilon_x$ (largo plazo)	2.2	0.8	1.6	1.41
$a_x$	0.74	0.76	0.76	0.75
$(1-a_x)\epsilon_x$ (cp)	0.23	0.07	0.38	0.28
$(1-a_x)\epsilon_x$ (lp)	0.57	0.19	0.38	0.39

$\epsilon_x$ : elasticidad-precio       $a_x$ : parámetro de la función de precios.

Fuente: Modelo MACROBRAS III.

Estas estimaciones indican que con una devaluación nominal de 10%, los exportadores aumentan sus precios en moneda nacional en 7.5%, lo cual lleva a un incremento del volumen de exportaciones de bienes de 2.8% a corto plazo y de 3.9% a largo plazo. Este efecto es aún menor si se toma en cuenta el impacto sobre los precios de producción de la devaluación.

La especificación de las funciones de volumen y precio de las importaciones son simétricas a las anteriores. El volumen de importaciones depende del nivel de producción, del grado de uso de la capacidad instalada y de la competitividad, medida por la relación entre el precio de las importaciones en moneda nacional y el precio de producción. El precio de las importaciones se define también como un promedio ponderado del precio de producción y del precio externo:

$$(12) \quad M = Q^{\alpha_m} (Q/Q_c)^{\beta_m} (p_m/p)^{-\epsilon_m} \quad \alpha_m, \beta_m, \epsilon_m \geq 0$$

$$(13) \quad p_m = (e \cdot p_e)^{a_m} p^{1-a_m} \quad 0 \leq a_m \leq 1$$

La determinación del precio de las importaciones contempla la posibilidad de que los importadores fijen su margen de ganancia en el mercado interno según la evolución de su competitividad. El supuesto de una elasticidad de oferta infinita de las importaciones



se obtiene con  $\alpha_m = 1$ , caso en que el precio en moneda nacional es simplemente el precio en divisas multiplicado por el tipo de cambio. Sustituyendo (13) en (12), la función de importaciones que depende de la relación entre el precio externo en moneda nacional y el precio de producción:

$$(14) \quad M = Q^{\alpha_m} (Q/Q_c)^{\beta_m} (e \cdot p_e/p)^{-\alpha_m \epsilon_m}$$

El impacto de la devaluación sobre el volumen de importaciones depende de la elasticidad-precio y del comportamiento de fijación de precios de los importadores en el mercado interno.

La ecuación (12) fue estimada para el período 1965-88 por el método de mínimos cuadrados ordinarios para los bienes de consumo, los bienes intermedios (excluyendo petróleo), el petróleo bruto y los bienes de capital. Los valores de las elasticidades-precio de corto y largo plazo se consignan en el cuadro 2. Se adopta el supuesto de una elasticidad de oferta infinita de las importaciones ( $\alpha_m = 1$ ) para todas las funciones estimadas.

Cuadro 6

## ELASTICIDADES-PRECIO DE LAS FUNCIONES DE IMPORTACIONES

Variablen	Bienes de Consumo	Bienes Intermedios	Petróleo Bruto	Bienes de Capital	Total Bienes
$\epsilon_m$ (corto plazo)	1.2	0.4	0	0.7	0.44
$\epsilon_m$ (largo plazo)	2.0	0.7	0	0.9	0.68
$\alpha_m$	1	1	1	1	1

$\epsilon_m$ : elasticidad-precio.

$\alpha_m$ : parámetro de la función de precios de importación.

En el caso de los bienes de consumo, la elasticidad-precio obtenida es alta; se trata de bienes altamente homogeneizados, para los cuales existe un mercado relativamente competitivo entre los productos nacionales y los bienes importados. En cambio, buena parte de las importaciones de bienes intermedios no son producidos internamente, y por lo tanto son poco elásticos a variaciones en su precio. Un caso extremo es el petróleo bruto, en que las variaciones de precios no se reflejan en el volumen importado, al

menos en la ecuación estimada. Los bienes intermedios y el petróleo representan una proporción sustancial de las importaciones de Brasil, lo que se traduce en una elasticidad-precio promedio bastante reducida.

Aunque resulta difícil comparar, debido a las diferentes frecuencias y períodos de estimación y a formas funcionales diferentes, los valores estimados de la elasticidad-precio son muy disímiles en los estudios consultados. Esto implica un amplio grado de incertidumbre en la cuantificación de los impactos de una devaluación en Brasil. En las estimaciones referidas a las importaciones industriales, por ejemplo, sobre la base de datos trimestrales, Moraes (1986) obtiene una elasticidad-precio de 0.3 a corto plazo y de 0.6 a largo plazo, y en Zini (1988) estos valores son de 0.5 y de 2.1. Referidas a las importaciones totales de bienes, Zini no obtiene un valor significativo de la elasticidad-precio.

## 2. Efectos sobre la balanza comercial: una generalización del teorema de Marshall-Lerner

Si los precios externos son constantes, una devaluación de 1% produce a corto plazo los siguientes efectos:

- El precio de las importaciones en moneda nacional aumenta en  $a_m\%$ .
- El precio de las exportaciones en moneda nacional crece en  $a_x\%$ .
- El volumen de exportaciones se incrementa en  $(1-a_x)\epsilon_x\%$ .
- El volumen de importaciones disminuye en  $a_m\epsilon_m\%$ .

Si  $S$  es el saldo comercial,

$$(15) S = p_x X - p_m M$$

la descomposición de su variación luego de una devaluación de 1% en efectos de volumen y de precio se calcula fácilmente:

$$(16) \Delta S = p_x \Delta X + X \Delta p_x - p_m \Delta M - M \Delta p_m$$

Dividimos este saldo por el valor de las importaciones:

$$(17) \frac{\Delta S}{p_m M} = \frac{p_x X}{p_m M} \frac{\Delta X}{X} + \frac{p_x X}{p_m M} \frac{\Delta p_x}{p_x} - \frac{\Delta M}{M} - \frac{\Delta p_m}{p_m}$$

Como suponemos que la devaluación es de 1% ( $\Delta e/e=1$ ), obtenemos:

$$\frac{\Delta X/X}{\Delta e/e} = (1-ax) \cdot \epsilon_x, \quad \frac{\Delta p_x/p_x}{\Delta e/e} = ax, \quad \frac{\Delta M/M}{\Delta e/e} = -am \cdot \epsilon_m, \quad \frac{\Delta p_m/p_m}{\Delta e/e} = am$$

Si llamamos  $TC = p_x X / p_m M$  la relación entre el valor de las exportaciones y el valor de las importaciones (si  $TC = 1$ , la balanza comercial está en equilibrio) la expresión (17) se transforma en:

$$(18) \quad \frac{\Delta S}{p_m M} = TC \cdot (1 - ax) \cdot \epsilon_x + TC \cdot ax - (-am \cdot \epsilon_m + am)$$

Una devaluación del tipo de cambio es favorable para el saldo comercial ( $\Delta S > 0$ ) si se cumple la condición:

$$(19) \quad TC \cdot (1 - ax) \cdot \epsilon_x + am \cdot \epsilon_m > -TC \cdot ax + am$$

**Efecto volumen**

**Efecto precio**

La devaluación, por tanto, mejora el saldo comercial si el efecto de las variaciones del tipo de cambio sobre los volúmenes es superior a su impacto sobre los términos de intercambio. El efecto sobre la balanza comercial en moneda nacional de la devaluación depende por tanto de las elasticidades-precio de los volúmenes de comercio exterior, del comportamiento de fijación de los precios del comercio exterior y de la situación inicial de la balanza comercial.

En el caso simple en que no hay comportamiento de márgenes sobre los precios del comercio exterior ( $ax = 0$ ,  $am = 1$ ) y en que la balanza comercial está inicialmente equilibrada ( $TC = 1$ ), encontramos la condición tradicional de Marshall-Lerner:

$$(20) \quad \epsilon_x + \epsilon_m > 1$$

La condición para que mejore el saldo comercial es que la suma de las elasticidades-precio ( $\epsilon_x + \epsilon_m$ ) sea superior al deterioro de los términos de intercambio. En el cuadro 3 se presenta la elasticidad del saldo comercial respecto de una devaluación de 1% del tipo de cambio, para distintos valores de la relación entre el valor de las exportaciones y el valor de las importaciones,

aplicando la relación (9).. Se aplican los parámetros estimados en MACROBRAS para la economía brasileña:

**Cuadro 7**

ELASTICIDADES DEL SALDO COMERCIAL ANTE UNA DEVALUACION DE 1%

	TC = 50%	TC = 80%	TC = 100%	TC = 120%	TC= 150%
Efecto volumen $TC(1-\alpha_x)\epsilon_x + \alpha_m\epsilon_m$	0.58	0.66	0.72	0.78	0.86
Efecto precio $TC.\alpha_x - \alpha_m$	-0.63	-0.40	-0.25	-0.10	0.12
Total	-0.05	0.26	0.47	0.68	0.98

$TC = p_x X / p_m M$  (en porcentajes)

Se presentan en el cuadro las elasticidades de corto plazo de las funciones estimadas.

Si la balanza comercial está en equilibrio, una devaluación de 10% aumenta el saldo en 4.7%. Mientras mayor es el déficit (TC cercano a 0), menor es el impacto favorable sobre el volumen de comercio exterior y mayor el efecto negativo sobre los términos de intercambio. Obtenemos así un primer resultado importante: **mientras mayor es la degradación inicial del saldo exterior, más difícil resulta mejorar la balanza comercial con una devaluación del tipo de cambio.**

Si en cambio la situación inicial es superavitaria, el impacto de la devaluación es muy favorable, mejorando el volumen del comercio exterior y reduciendo el efecto negativo de la degradación de los términos de intercambio. Una situación extrema se obtiene cuando TC alcanza 150%, caso en que el alza del precio de las exportaciones consecutiva a la devaluación supera el alza del precio de las importaciones.

Aplicando la relación (9) con las elasticidades estimadas, encontramos que una condición necesaria para que el saldo comercial mejore es un parámetro TC superior a 0.55. En consecuencia, si la relación entre el valor de las exportaciones y el valor de las

importaciones es superior a 55%, la devaluación mejora el saldo comercial a corto plazo. Podemos medir el efecto sobre el saldo comercial en términos del PIB nominal, dividiendo (8) por el PIB:

$$(21) \quad \Delta S/\text{PIB} = m \cdot (\text{TC} \cdot (1 - ax) \cdot \epsilon x + \text{TC} \cdot ax - (-am \cdot \epsilon m + am))$$

La variación del valor en moneda nacional del saldo comercial en proporción del PIB depende del grado de apertura de la economía ( $m = \text{pmM}/\text{PIB}$ , participación del valor de las importaciones sobre el valor del producto). La apertura del comercio exterior amplifica, por efecto mecánico, la variación del saldo comercial como proporción del producto. Se trata sin embargo de un resultado parcial, puesto que la reactivación inducida ex ante por la mejoría del volumen del comercio exterior lleva ex-post a un crecimiento del volumen de importaciones y a una contracción del volumen exportado. En consecuencia, la variación del saldo externo es una función no lineal del grado de apertura (ver Debonneuil, Sterdyniak, 1982). Una devaluación puede producir un deterioro del saldo comercial si el grado de apertura es superior a 40%; el efecto ingreso es superior en ese caso al efecto competitividad.

Para los países de la región, donde una parte abrumadora de los intercambios externos se realizan en dólares, parece más interesante determinar las consecuencias de una devaluación sobre la balanza comercial en dólares. Utilizando las ecuaciones (1) a (4), la devaluación de 1% del tipo de cambio produce los siguientes efectos sobre el saldo comercial en dólares:

- El precio de las importaciones en dólares se mantiene constante, si  $am = 1$  (si  $am$  es inferior a uno, éste disminuye en  $(1-am)\%$ ).
- El precio de las exportaciones en dólares disminuye en  $(1-ax)\%$ .
- El volumen de exportaciones se incrementa en  $(1-ax)\epsilon x\%$ .
- El volumen de importaciones disminuye en  $\epsilon m\%$ , si  $am$  es igual a 1.

La reducción del precio de las exportaciones inherente a la mayor competitividad externa deteriora los términos de intercambio (medidos en dólares) luego de una devaluación. La condición para que el saldo externo sea positivo es más simple, suponiendo que  $am = 1$ , y que la balanza está equilibrada:

$$(22) (1 - ax) \cdot (\epsilon_x - 1) + \epsilon_m > 0$$

Si  $ax = 0$ , el precio de exportación es igual al precio de producción, y los exportadores trasladan al precio en divisas la totalidad del monto de la devaluación. En este caso, las ganancias de competitividad son máximas como también lo es el deterioro de los términos de intercambio. Si  $ax = 1$  (es decir si el precio de exportaciones es igual al precio externo), la devaluación **siempre mejora el saldo comercial en dólares**, puesto que la elasticidad-precio de las importaciones  $\epsilon_m$  es por definición positiva.

Si  $ax$  es cercano a uno, el impacto de la devaluación es débil tanto sobre el volumen como sobre el precio de las exportaciones. Con los valores estimados, y suponiendo una situación inicial equilibrada, la elasticidad del saldo comercial en dólares respecto de una devaluación es la misma e igual a 0.47 a corto plazo, con el supuesto de elasticidad infinita de la oferta de importaciones. Los mismos resultados referidos al punto de partida son aplicables: una devaluación es más efectiva sobre el saldo en dólares si la situación inicial es superavitaria.

Pero el análisis tradicional de Marshall-Lerner es insuficiente para apreciar la dinámica compleja que se produce con las fluctuaciones del tipo de cambio. Los siguientes elementos afectan también la balanza comercial:

- Los efectos positivos de la mayor competitividad externa demoran en hacerse efectivos, debido al lento ajuste de las capacidades productivas a la mayor demanda generada por la devaluación, tanto en el mercado externo como en el mercado interno.
- La reactivación inducida por la recuperación ex-ante del volumen de comercio exterior implica ex-post un aumento del volumen de importaciones, efecto indirecto que no es descrito por el teorema de Marshall-Lerner.
- Por último, la devaluación produce efectos inflacionarios que pueden anular rápidamente las ganancias iniciales de competitividad externa.

## ANEXO

## Modelos de Corrección de Errores

El modelo de corrección de errores constituye una generalización de los modelos de ajuste, introducidos inicialmente por Sargan (1964) y aplicado en los trabajos de Hendry, Anderson (1977) y Davidson et al. (1978), entre otros.

El problema es formalizar la dinámica de una variable macroeconómica  $Y$ , cuyo valor en  $t$  representa el comportamiento "observado" de un agente económico. Se supone que el comportamiento "óptimo" del agente en  $t$  es representado por  $Y^*$ , la cual está ligada a otras variables macroeconómicas  $X$  por una función conocida  $f(t)$ :

$$Y^* = f [X(t)]$$

La función  $f(t)$  es determinada en general a partir de las condiciones de primer orden de un proceso de optimización. El comportamiento observado del agente es distinto de su comportamiento deseado, por lo que comete un error  $e(t)$  en su decisión:

$$e(t) = Y(t) - Y^*(t)$$

Se supone que el agente es capaz de reconocer la desviación entre su objetivo  $Y^*(t)$  y su "posición"  $Y(t)$ . El modelo de ajuste entre posición y objetivo es:

$$A(L)Y(t) = B(L)Y^*(t) + u(t)$$

Donde  $A(L)$  y  $B(L)$  son polinomios del operador rezago  $L$  y la perturbación  $u(t)$  es aleatoria. En el modelo de corrección de errores, se supone que el agente llega a largo plazo a su objetivo  $Y^*$ , teniéndose la relación de equilibrio:

$$\begin{cases} Y = Y^* \\ Y = f [X(t)] \end{cases}$$

Esto implica una restricción sobre los coeficientes de los polinomios de rezago, y en tal caso el modelo de ajuste se escribe:

$$a(L) \Delta Y(t) = b(L) \Delta Y^*(t) + \tau \cdot e(t-k) + u(t)$$

Donde  $a(L)$  y  $b(L)$  y  $\tau$  son polinomios cuyos coeficientes cumplen las restricciones de la relación de equilibrio.

Si esta relación se expresa en logaritmos, la tasa de crecimiento observada es función de sus propios valores rezagados y de las tasas de crecimiento óptimas presentes y pasadas, corregidas por el error que se cometió en el periodo  $(t-k)$ .

Se demuestra que esta relación, conocida como modelo de corrección de errores, es una generalización del modelo de ajuste parcial tradicional.

En lo que sigue, se toma en parte el análisis de Hendry, Mizon (1978). Sea una regresión lineal simple entre una variable endógena  $y(t)$  y una variable explicativa  $x(t)$ , con un error aleatorio  $u(t)$ , de esperanza nula y de varianza  $\sigma^2$ :

$$y(t) = \tau_0 x(t) + u(t) \quad (1)$$

Para evitar el riesgo de "correlación espúrea" que puede surgir de la estimación en nivel de variables con fuerte tendencia, Box, Jenkins (1970) y Granger, Newbold (1974) proponen transformar las series en diferencias de primer orden:

$$\Delta y(t) = \tau_0 \Delta x(t) + \Delta u(t) \quad (2)$$

Esta vez, el error no es una perturbación aleatoria, sino un promedio móvil de coeficiente  $-1$ . Se transforma así, en el caso del modelo estático (1) un problema de "correlación espúrea" potencial por otro de correlación de los errores. Con la conversión de este modelo a diferencias de primer orden, se corre el riesgo de plantear problemas tan graves como los que se pretende resolver (Hendry, 1977).

Para ilustrar el caso en que la transformación a diferencias de una serie temporal es legítima, se considera ahora un modelo dinámico, donde  $y(t)$  depende de su propio valor rezagado y de los valores presente y rezagado de  $x(t)$  y de un error aleatorio  $v(t)$ :

$$y(t) = \beta_1 y(t-1) + \tau_0 x(t) + \tau_1 x(t-1) + v(t) \quad (3)$$

Si las variables son logaritmos, la elasticidad de largo plazo en (3) es  $(\tau_0 + \tau_1)/(1 - \beta_1)$ .



Para obtener una expresión con diferencias de primer orden, restamos  $[y(t-1) + \tau_0 x(t-1)]$  a los dos miembros de esta ecuación, y se obtiene la siguiente, cuyos parámetros son idénticos a la precedente:

$$\begin{aligned} \Delta y(t) = & \tau_0 \Delta x(t) + (\beta_1 - 1) y(t-1) + \\ & + (\tau_0 + \tau_1) x(t-1) + v(t) \end{aligned} \quad (4)$$

Con este modelo, la ecuación (2) aparece como un caso muy particular de (4), con  $\beta_1 = 1$  y  $\tau_1 = -\tau_0$ . De esta manera, un modelo en diferencias siempre puede ser reescrito como un modelo en nivel, con las restricciones de parámetros adecuadas, sin que la perturbación aleatoria sea afectada por esta reformulación. Si la diferenciación es una alternativa válida para el problema de correlación espúrea, ésta debe acompañarse de la inclusión del valor rezagado de todas las variables.

Un caso interesante de interpretación de la ecuación (3) puede verse reescribiéndola de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \Delta y(t) = & \tau_0 \Delta x(t) + (\beta_1 - 1) [y(t-1) - x(t-1)] + \\ & + (\tau_0 + \tau_1 + \beta_1 - 1) x(t-1) + v(t) \end{aligned} \quad (5)$$

Esta transformación enfatiza que la variación de  $y(t)$  depende de la variación de  $x(t)$ , del "desequilibrio" entre los niveles de  $y(t)$  y  $x(t)$  en el período anterior, y del nivel de  $x(t-1)$ . Si las variables son logaritmos, una elasticidad de largo plazo igual a uno se obtiene con la restricción de parámetros definida como  $\tau_0 + \tau_1 + \beta_1 = 1$ , es decir con un coeficiente nulo de la variable independiente rezagada  $x(t-1)$ . Es esta transformación que se conoce en la literatura como el modelo de corrección de errores.

## REFERENCIAS

- Artus, P.: "Les Exportations: Approche par le Déséquilibre", Document de Travail INSEE, Février, 1983.
- Amemiya, T.: "A Note on Fair and Jaffee model". Econometrica, 42 (4), 1974.
- Aurikko, E. : "Testing Disequilibrium Adjustment Models for Finnish Goods", Oxford Bulletin of Economics and Statistics, 47(1), Feb. 1985.
- Braga, H.C., Markwald, R.A. : "Funções de Oferta e Demanda das Exportações de Manufaturados no Brasil: Estimação de um modelo simultaneo", Pesquisa e Planejamento Economico, Rio de Janeiro, 13(3), Dez 1983.
- Bureau D., Miqueu D.: "Déséquilibre et Modeles Macroéconomiques", Economie et Prévision, no 65, 1984.
- Cardoso, E., Dornbusch, R: "Uma equação para as Exportações Brasileiras de Produtos Manufaturados", Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, 34(3), 1980.
- Catinat, M.: "Fondement Microéconomique par le Déséquilibre des équations d'Importations et d'Exportations", Annales de l'INSEE, no 55-56, 1984.
- Davidson, J., D. Hendry, F. Srba, S. Yeo: Econometric Modelling of the Aggregate Time-series relationship between consumer's expenditure and income in the U.K.", The Economic Journal, Diciembre 1978.
- Dehesa Dávila, M.: "Comercio exterior y deuda externa", Economia Mexicana, CIDE, no 5, 1983.
- Debonneuil, X., Sterdyniak H.: "Apprecier une dévaluation", Economie et Statistique, 142, Marzo 1982.
- Dib M. F. : "Equacoes para a demanda de importacoes no Brasil: 1960-79", Revista Brasileira de Economia , 35 (4), 1981.
- Fair, R.C., Jaffee, D.M.: "Method of Estimation for Markets in Disequilibrium", Econometrica, 40(3), May 1972.

- García, E., Martner, R.: "Un modelo Macroeconómico para Brasil - MACROBRAS III -". Proyecto PNUD/ILPES, RLA/86/029, Marzo 1990.
- Goldstein, M., Khan, M.: "The Supply and Demand for Exports: A Simultaneous Approach", The Review of Economics and Statistics, 60(2), May 1978.
- Hendry D., Mizon G.E. : "Serial Correlation as a Convenient Simplification, not a Nuisance: A comment on a Study of the Demand for Money by the Bank of England", The Economic Journal, 88, Septiembre 1978.
- Houthakker, H.S., Magee, S.: "Income and Price Elasticities in World Trade", The Review of Economics and Statistics, 51(2), 1969.
- Houthakker, H.S., Taylor, L.D.: "Consumer Demand in the United States", Harvard University Press, 1970.
- Moraes, P.B. : "Uma Nota sobre as Importacoes Brasileiras de Produtos manufacturados", Texto para Discussao , no 114, Depto de Economía, PUC/RJ, 1986.
- Muet, P.A. : "Théories et Modeles de la Macroéconomie. Tome I - L'Equilibre de Courte Période", Ed. Economica, 1984.
- Muet, P.A.: Bleuze E., Giraud, C.: "MIC MAC, La Macroéconomie par la Micro-Informatique", Ed. Economica, 1987.
- Mussi, C.H.F.: "Fatores de demanda nas exportacoes de manufacturados Brasileiros", Depto de Economía, P.U.C./R.J., Mimeo, 1982.
- M. de Paiva Abreu: "Equações de demanda de importações revisitadas: Brasil, 1960-85", Textos para Discussao , 148, Depto de Economía, PUC/RJ, 1987.
- Rios, S.M.C.P. : "Exportações Brasileiras de Produtos Manufaturados: uma avaliação econométrica para o período 1964/84", Pesquisa e Planejamento Economico, Rio de Janeiro, 17(2), Ago. 1987.
- Rios S.M.P., Bonelli R., Reis, E.J.: "Estimação e Resultados do MOPSE - modelo para projecoes do sector externo", Rio do Janeiro IPEA/INPES, Marzo, 1988.
- Ros, J. (Coord.) : "MODEM, Modelo Macroeconómico", Economía Mexicana, Serie Temática 2, CIDE, 1984.

Salas, J. y R. Sidaqui: "Evolución y perspectivas de las exportaciones de manufacturas en México, El Trimestre Económico, no 200, vol 50, Octubre-Diciembre, 1983.

Zini Jr, A.A.: "Funções de Exportação e de Importação para o Brasil", Pesquisa e Planejamento Economico, 18(3), Dez. 1988.