

ESTIMACIÓN ECONOMETRICA DE FUNCIONES DE EXPORTACIÓN EN CHILE

Graciela Moguillansky*
Daniel Titelman

EXTRACTO

El objetivo de este trabajo es estimar empíricamente las elasticidades respecto de la política cambiaria, para cuatro grupos de productos de exportación: fruta fresca, otras materias primas agrícolas, materias primas minerales (excepto el cobre), y productos manufacturados. Estimando las elasticidades sectoriales, es posible distinguir el impacto diferenciado de la evolución de la política cambiaria entre sectores.

El modelo empleado en la estimación de las funciones de exportación, es el de corrección de errores, el que incluye el comportamiento de corto y largo plazo de las variables, permitiendo una estimación consistente de los parámetros. Antes de la implementación del modelo se procedió a estimar el orden de integración de las variables, y los test sobre el vector de cointegración.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to empirically estimate the relevant exchange rate elasticities for four important exporting sectors: fresh fruit, other agricultural products, mineral products (except copper), and manufactured goods. By estimating the sector elasticities it is possible to discriminate the different impact which changes in the exchange rate have across sectors.

The model used to estimate the export functions was the error correction model, including both short and long run behavior of the variables, thus permitting the consistent estimation of the parameters. Prior to the implementation of this model, both the order of integration of the variables and cointegration were tested.

* Investigadores Asociados de la División de Desarrollo Económico, CEPAL. Los autores agradecen los comentarios de Oscar Altimir, Ricardo Ffrench-Davis, Renato Baumann, Ricardo Martner, Alfredo Calcagno y a los participantes del taller de los Martes de la División de Desarrollo Económico.

ESTIMACIÓN ECONOMETRICA DE FUNCIONES DE EXPORTACIÓN EN CHILE*

Graciela Moguillansky
Daniel Titelman

1. INTRODUCCIÓN

La estrategia de desarrollo económico adoptada en Chile a partir de mediados de la década de los setenta, ha transformado al sector externo en un elemento central de la dinámica de crecimiento económico. No es de extrañar entonces, la abundancia de trabajos que intentan dar cuenta de los diversos factores que influyen en la capacidad exportadora.

A partir de 1987, Chile ha enfrentado una nueva afluencia de capitales externos, los cuales se intensificaron en los últimos años. Al igual que a finales de la década del 70, el flujo de capitales externos ha generado presiones hacia la apreciación del tipo de cambio. La volatilidad cambiaria suele tener impactos negativos sobre la inflación, sobre los flujos de comercio y sobre la inversión, producto del mayor grado de incertidumbre que genera.

Dicho impacto sobre los flujos comerciales depende en gran medida de las elasticidades respecto al tipo de cambio de las exportaciones e importaciones. Con el fin de conocer las elasticidades correspondientes al sector exportador, en este trabajo nos concentramos en estimar empíricamente funciones de exportación para cuatro grupos importantes de productos: fruta fresca, materias primas agropecuarias, materias primas minerales (excepto cobre), y bienes manufacturados; además, se estimó el total de exportaciones no cobre. La agrupación de estos productos tuvo como intención considerar el comportamiento diferenciado de los agentes exportadores frente a las políticas internas y a los *shocks* externos. No se efectuaron estimaciones de exportaciones de cobre, ya que CODELCO posee modelos específicos con los que proyecta su evolución.

Las funciones se estimaron aplicando el modelo de corrección de errores, que permite conciliar el comportamiento de corto y largo plazo de las variables y así estimar elasticidades consistentes. Dejando de considerar el supuesto de "país pequeño", se estimó para el total de exportaciones no cobre un modelo de

* *Estudios de Economía*, publicación del Departamento de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas de la Universidad de Chile, vol.20, n°1, junio 1993.

ecuaciones simultáneas de oferta y demanda que incorpora un mecanismo de corrección de errores.

Los resultados muestran que a excepción del sector minero, la elasticidad de largo plazo con respecto al tipo de cambio real efectivo es significativa, verificándose además que el valor, el nivel de significación y la velocidad de ajuste ante variaciones en la política cambiaria, difieren entre sectores.

Contemporáneamente, la elasticidad es significativa en las manufacturas, mientras la fruta fresca y las materias primas agrícolas dependen del tipo de cambio rezagado en uno y tres períodos respectivamente, y en todos los casos la elasticidad es inferior a uno. A diferencia del comportamiento anterior, en el largo plazo el impacto es alto y significativo en todos los sectores, lo que sugiere que la estabilidad del tipo de cambio es importante para mantener el crecimiento en el sector exportador.

En las manufacturas se pudo comprobar que la caída de la tasa de arancel promedio tuvo un efecto positivo en el crecimiento exportador. En el caso chileno, este resultado es congruente con el hecho de que un alto porcentaje del componente del costo de los productos manufacturados son importados, y por ende el abaratamiento generado por la caída del arancel, contribuyó al incremento de la rentabilidad del sector y de su oferta exportable.

De la estimación de la exportación de manufacturas, también se deriva la importancia que ha tenido la inversión para ampliar la capacidad exportable.

En la segunda sección de este artículo se presenta un breve comentario sobre la evolución de las exportaciones durante el período 1960-90, en el contexto de las estrategias económicas dominantes y las políticas comerciales implementadas. En la tercera sección se abordan los aspectos teóricos y metodológicos relativos a los modelos aplicables a funciones de exportación. Las secciones cuarta y quinta presentan, respectivamente, los resultados econométricos y las conclusiones. La sexta sección se reserva para explicar la metodología usada.

2. EL DESARROLLO EXPORTADOR DE CHILE EN EL PERÍODO 1960-90

En el período de análisis cubierto por este estudio (1960-90), hubo dos estrategias de desarrollo claramente diferenciadas. La primera se extiende desde 1960 hasta 1973, y estuvo orientada principalmente hacia la sustitución de importaciones, aun cuando se implementaron políticas destinadas a promover exportaciones. La segunda, que va desde 1974 a 1990, se inicia con un proceso de apertura comercial, mediante una acelerada reducción de las barreras

arancelarias y no arancelarias; paralelamente a ésta, se produjo a partir de 1979 la apertura de la cuenta de capitales, la que incidió sobre la evolución cambiaria y sobre la disponibilidad de financiamiento.

Ambas estrategias obviamente afectaron el desempeño exportador, incidiendo en el crecimiento del sector y en un aumento de la importancia relativa de las exportaciones sobre el producto interno bruto. Es así como esta última pasa del 10 por ciento promedio que tenía en la década de los 60, a un 16 por ciento en los 70 y a un 27 por ciento en los 80, tal como lo ilustra el cuadro 1.

Para los objetivos de este trabajo, nos concentraremos en los impactos que sobre la dinámica exportadora tuvieron los cambios ocurridos en la política comercial y cambiaria, sin necesariamente entrar en una evaluación más global del proceso de apertura chileno.

Durante el período 1960-73, la estructura exportadora chilena descansó principalmente en las exportaciones cupríferas (incluida las manufacturas de cobre), las que llegaron en promedio a un 75 por ciento del total exportado. En 1973, éstas alcanzaron su máximo con un 81 por ciento, equivalente a 1.000 millones de dólares. Las materias primas agrícolas y minerales (exceptuando el cobre)¹ fueron el segundo sector en importancia, con una participación de 16 por ciento del total exportado y un monto promedio de 120 millones de dólares. El valor de los bienes exportados de origen industrial era marginal, alcanzando en 1971 un monto máximo de 77 millones de dólares.

Este comportamiento se dio en el contexto de una política comercial con altos niveles de tasas arancelarias y prohibiciones para la importación de productos. En 1973 se llegaba a aranceles de 750 por ciento, con una tasa promedio de 105 por ciento y una modal de 90 por ciento (véanse Meller, 1992; French-Davis, 1980 y French-Davis, Leiva y Madrid, 1991).

En relación a la política pro-exportadora, el Estado realizó esfuerzos de inversión y cambios del marco institucional en los sectores agropecuarios, minero y forestal. En el caso del sector agropecuario, la reforma agraria implementada entre 1965-1973, permitió, mediante la redistribución de las tenencias de tierra, acceder a la explotación de las tierras a un nuevo tipo de empresario, sustituyendo al sector rentista por agentes que incorporaron procesos tecnológicos modernos,

¹ Para efectos de este estudio, conforme a la Clasificación Uniforme de Comercio Internacional (CUCI) Revisión I, se define: Materias primas agropecuarias códigos 21,22,23,24,25,26 y 29; materias primas minerales códigos 27 y 28 (excepto el 283.1 que agrupa al mineral de cobre y sus concentrados); la fruta fresca corresponde al código 051 y los bienes manufacturados que abarca la sección 0 (excepto códigos 00 que corresponde a animales vivos, 081.4 harina de pescado y 051 de fruta fresca), 1, 3, 4, 5, 6 (exceptuando códigos 64 correspondiente a papel y celulosa y 682 manufacturas de cobre), 7, 8 y 9

fenómeno que se materializó a partir de 1974, con la reventa de las tierras sujetas a reforma agraria.

En el sector forestal, el Estado, a través de la CONAF, impulsó un extenso programa de reforestación previo a 1973 y se entregaron incentivos tributarios a la actividad forestal.

CUADRO 1

PARTICIPACIÓN SOBRE EL PIB Y TASAS DE CRECIMIENTO DEL VOLUMEN DE LAS EXPORTACIONES

	1962-1973	1974-1982	1983-1990
Exportaciones/PIB	10%	16%	27%
	Tasas de crecimiento real promedio		
Total Exportaciones	2,2	11,1	8,4
Cobre	2,5	3,5	11,0
Total No-Cobre	1,2	20,4	6,4
Materias Primas Agropecuarias	6,1	7,5	15,7
Materia Primas Minerales	9,7	6,6	2,9
Fruta Fresca	4,2	30,3	19,0
Harina de Pescado	11,9	70,3	5,6
Manufactura	3,4	28,5	9,5
Papel y Celulosa	—	18,9	0,0

Fuente: Elaborado sobre la base de UNCTAD, Indicadores de Comercio Exterior-Banco Central de Chile y Sáez, S (1991)

En el caso de la minería, durante el gobierno de Frei se comenzó con la chilenización del cobre, proceso que culminó en 1971 con la nacionalización total. En el período en que las minas se mantuvieron bajo control de empresas extranjeras, la tasa de crecimiento de la producción era inferior al 2 por ciento anual, incrementándose a un 4 por ciento una vez que las empresas pasaron al control estatal (véase Meller, 1992).

Entre 1974 y 1982 se inician drásticos cambios en el contexto macroeconómico y, en particular, en la política comercial. Se produce un acelerado proceso de liberalización comercial, el que se manifiesta en una fuerte reducción del nivel y dispersión de los aranceles, eliminación de las barreras no arancelarias y de los depósitos previos prohibitivos. En 1974 se reducen los aranceles superiores a 200 por ciento y se anuncia una reforma arancelaria cuya

meta al cabo de tres años era conseguir una tasa máxima de arancel de 60 por ciento. Esta meta se redujo a 35 por ciento en 1975, cumpliéndose al cabo de dos años, con el 99,6 por ciento del universo arancelario situado entre el 10 y el 35 por ciento, con un arancel nominal promedio de 24,3 por ciento (veáanse al respecto Ffrench-Davis, Leiva y Madrid, 1991; Meller, 1992 y De la Cuadra y Hachette, 1991). Posteriormente, el arancel promedio siguió reduciéndose hasta alcanzar en 1982 un 10 por ciento; esto es, entre 1974 y 1982, el arancel nominal promedio se redujo en un 87 por ciento, como lo muestra el cuadro 3.

CUADRO 2

COMPOSICIÓN DE LAS EXPORTACIONES

	1962-1973	1974-1982	1983-1990
Cobre	73,7	54,1	41,7
Materias Primas	15,7	18,4	22,3
Fruta Fresca	1,1	3,3	8,3
Harina de Pescado	1,9	3,9	7,1
Manufactura	5,7	14,5	14,7
Papel y Celulosa	2,0	5,8	5,9

Fuente: Elaborado sobre la base de UNCTAD, Indicadores de Comercio Exterior-Banco Central de Chile y Sáez, S (1991)

Conjuntamente con la homogeneización y reducción de los aranceles, se aplicó en 1974 una devaluación del tipo de cambio, buscando compensar la reducción arancelaria, a la vez que se consolidó un solo tipo de cambio oficial. Durante la primera fase de liberalización (1974-1977), el tipo de cambio siguió una política de minidevaluación pasiva (*crawling-peg*) respecto de la inflación pasada. Durante 1976 y 1977 existieron dos importantes revaluaciones y a partir de 1978 el tipo de cambio se revalúa debido al ingreso de capitales extranjeros, motivados por la liberalización de la cuenta de capitales y la alta tasa de interés interna. Entre 1979 y 1981, el tipo de cambio nominal se mantuvo fijo, mientras que el tipo de cambio real cayó en 35 por ciento (véase cuadro 3). Durante esta fase, el tipo de cambio se usó como instrumento antiinflacionario más que de estímulo a las exportaciones.

En términos generales, a pesar de que en este período la cuenta corriente mostró un fuerte déficit, las exportaciones totales crecieron de 2.500 millones de dólares en 1974 a 3.600 millones en 1982. Las tasas de crecimiento real de las exportaciones difieren sustancialmente entre tipos de productos: destacan, por una parte, el fuerte incremento de la harina de pescado (70% promedio anual), el de la fruta fresca (30% promedio anual), el de papel y celulosa (19%). El

crecimiento de la manufactura (excluido papel y celulosa, y cobre) también fue importante, con una tasa de 29 por ciento promedio anual. El sector de materias primas agropecuarias y de minerales (excepto cobre), muestran tasas de crecimiento menores (7,5 y 6,7%, respectivamente).

CUADRO 3
INDICES DE ARANCELES PROMEDIOS, TIPO DE CAMBIO
REAL Y SALARIO REAL

	Arancel nominal promedio 1/	Salario real industrial 2/	Salario real global 2/	Tipo de cambio real 3/
1962	—	97	107	69,8
1965	—	92	101	68,0
1970	—	108	123	82,1
1974	75,6	82	84	97,2
1975	49,3	70	75	120,9
1976	35,6	75	77	103,1
1977	24,3	86	88	88,5
1978	14,8	92	91	92,9
1979	12,1	92	91	81,9
1980	10,1	106	102	63,5
1981	10,1	125	119	53,1
1982	10,1	117	116	63,0
1983	17,9	105	105	76,7
1984	24,4	105	105	80,1
1985	25,8	100	100	100,0
1986	20,1	102	102	100,3
1987	20,0	103	102	95,2
1988	15,1	110	109	92,6
1989	15,1	113	111	86,3
1990	15,1	115	113	78,2

Fuente: Banco Central de Chile, CIEPLAN (1990), Jadresic (1991) y Ffrench-Davis et al (1991)

1/ Corresponde a un índice del promedio anual simple de aranceles con base 1985=100.

2/ Corresponde al índice de remuneraciones, empalmado con el índice de sueldos y salarios calculados por el INE y deflactados por el deflactor implícito del consumo privado de Cuentas Nacionales, Banco Central de Chile

3/ Corresponde al tipo de cambio nominal deflactado por el IPC

Con respecto a la composición de la estructura exportadora, destaca la creciente importancia de la fruta fresca, la que pasa del 1 por ciento en 1973 al

6 por ciento en 1982 como proporción de las exportaciones totales; la harina de pescado del 1 al 7 por ciento; el papel y celulosa del 2,6 al 5,6 por ciento; las materias primas agropecuarias y minerales del 11 al 34 por ciento y el resto de manufacturas del 3,6 al 12,4 por ciento. El cobre pierde importancia relativa respecto del período anterior, aun cuando se mantiene en promedio en alrededor del 53 por ciento de las exportaciones totales, como lo ilustra el cuadro 2.

Junto con el impulso otorgado en un primer momento por la política cambiaria y el incremento de la rentabilidad derivado de la reforma arancelaria², existieron otros factores que alentaron el desempeño exportador. Como factor de desarrollo sectorial se creó Pro-Chile en 1974, institución que brindó apoyo a la comercialización de los productos exportados. Posteriormente se creó Fundación Chile, organismo que brindó orientación en el área tecnológica y otorgó apoyo a la actividad productiva. La desburocratización y modernización del sistema portuario, junto con la capacitación agrícola, instalación de empresas comercializadoras y plantas emparadoras en el campo, incidieron fuertemente en la capacidad exportadora del sector agropecuario, en particular, en las exportaciones de fruta fresca.

En relación con los costos de la actividad exportadora, estos fueron fuertemente reducidos por la legislación laboral impulsada por el gobierno militar, que entre otros aspectos desmembró la actividad sindical y prohibió las huelgas. La política salarial a su vez estuvo inducida por la necesidad de contener la inflación y elevar el tipo de cambio real, lo que produjo una caída acumulada del salario real³ de 39 por ciento entre 1970 y 1975, como lo indica el cuadro 3, para luego comenzar a recuperarse lentamente, no alcanzando aún en 1980 los niveles de 1970.

Las políticas aplicadas durante el período 1983-1990, fueron fuertemente afectadas por la crisis de la deuda externa desencadenada en 1982. A partir de este año, se registraron importantes devaluaciones del tipo de cambio, dejándolo en un principio fluctuar libremente, para luego aplicar una política de minidevaluaciones. Por el lado de la política comercial se mantuvo el arancel uniforme, pero se elevaron las tasas. El arancel nominal promedio pasó de 10 por ciento en 1982 a 18 por ciento en 1983, 24 por ciento en 1984, 25 por ciento en 1985, para luego comenzar a disminuir hasta alcanzar un 15 por ciento en 1989

² Sjastaad (1981) estima que la estructura arancelaria en 1970 era equivalente a un impuesto implícito a las exportaciones de alrededor de 33 por ciento.

³ Se refiere al salario real agregado (Jadresic, 1990, cuadro 2, pág.14)

(veáse cuadro 3). Se establecieron además "sobretasas compensatorias" para aquellos ítemes sujetos a *dumping* por parte de los proveedores externos.

Junto a la modificación de la política arancelaria, existieron estímulos tributarios a las exportaciones, los que se fueron introduciendo desde 1986. Estos fueron:

- a) La suspensión del pago del arancel y del IVA por insumos importados para ser usados en la producción de bienes para la exportación dentro de un recinto declarado para el efecto (Dec.Hac.#224 que rige desde 1986). En 1990, dicha devolución alcanzó 945 millones de dólares, representando un 27 por ciento del IVA total recaudado.
- b) El reintegro simplificado de impuestos a las exportaciones menores (productos no tradicionales) mediante la devolución del 10 al 5 por ciento del valor FOB exportado (diciembre 1985 Ley 18.480). Los montos otorgados fueron creciendo anualmente, comenzando con 24,6 millones en 1986 y alcanzando 96,5 millones en 1991. El valor acumulado otorgado entre abril de 1986 y diciembre de 1991 fue de 348,2 millones de dólares.
- c) El pago diferido de derechos de aduana por la importación de bienes de capital. Este instrumento es de aplicación general y no exclusivo para los exportadores (Ley 18.634, rige desde 1987). En 1988 se aplicó al 61 por ciento de las importaciones de bienes de capital, y significó 119 millones de dólares, mientras que en 1991 se aplicó sobre el 82,5 por ciento de la importaciones, otorgándose por concepto de pagos diferidos y crédito fiscal 179 millones de dólares.
- d) La recuperación de gravámenes aduaneros efectivamente pagados por insumos importados incorporados a productos exportados (Ley 18.708 rige desde diciembre 1988). Los montos anuales pasaron de 12 millones de dólares en 1988, a 36 millones en 1991.

Las tasas de crecimiento real de las exportaciones por sectores fueron sensiblemente menores que en el período 1974-1982, a pesar de que el tipo de cambio real aumentó y a que existieron instrumentos tributarios de incentivo a las exportaciones. De acuerdo al cuadro 1, la tasa real de crecimiento de las exportaciones de fruta fresca fue 19 por ciento promedio anual, la del sector agropecuario 15 por ciento, manufacturas 9 por ciento, harina de pescado 6 por ciento, cobre 6,5 por ciento. Como lo señala el cuadro 2, la composición de las exportaciones durante estos años, al igual que en los períodos anteriores, refleja

la importancia de las materias primas y sus derivados en las exportaciones chilenas. El cobre tiene una participación promedio de 40 por ciento, las materias primas agropecuarias y minerales un 20 por ciento y la manufactura, 14 por ciento.

Con el fin de evaluar la importancia relativa de los factores que que determinaron el comportamiento de las exportaciones a lo largo del período de estudio, se realizaron estimaciones econométricas desagregadas por sectores. Los cambios estructurales e institucionales esbozados anteriormente, sin duda han afectado la dinámica exportadora a lo largo del tiempo. Lamentablemente, no es posible introducir en el modelo todos los factores que de alguna manera influyeron. Es por esto que en las especificaciones econométricas se recogen las variables que, según la teoría económica, afectan de manera determinante la dinámica exportadora: se examina cuan sensible es la evolución de las exportaciones sectoriales a cambios en la política cambiaria; en qué medida la reforma arancelaria afectó su crecimiento. Además, se evalúa el impacto de factores externos: demanda mundial y precios externos.

3. ASPECTOS TEÓRICOS Y ECONOMETRICOS EN LA FORMULACIÓN DE FUNCIONES DE EXPORTACIÓN

Las funciones de comercio exterior convencionales están comúnmente basadas en algún modelo teórico de demanda. En el caso del modelo de "pequeña economía abierta" se supone que el precio de los bienes transables es fijado en el mercado internacional. En ese contexto, los países pequeños enfrentarían una curva de demanda externa infinitamente elástica. El volumen de exportaciones dependería de las condiciones internas de producción, especificándose funciones de oferta de exportaciones, relacionadas con la rentabilidad del mercado externo respecto del doméstico y de la capacidad de producción. Asimismo, la pequeña economía abierta enfrentaría una curva de oferta de importaciones infinitamente elástica puesto que la oferta proveniente del exterior al precio internacional es infinita.

Esta interpretación describe una situación extrema. En particular, inclusive para un país pequeño, el supuesto de una función de demanda por exportaciones infinitamente elástica es cuestionable, cuando se toma en cuenta 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.

En la formulación tradicional de equilibrio, la especificación de la demanda de exportaciones depende del nivel de ingreso de los países compradores (Q_e), y de su precio relativo respecto del precio de los países competidores (p_x/p_o), donde p_x es el índice de valor unitario de las exportaciones y p_o un índice de precios externos, es decir, efecto competitividad. Una forma estimable de esta función en logaritmos es la siguiente:

$$\text{Log } X^D = \alpha_0 + \alpha_1 \underbrace{\text{Log } Q_e}_{\text{Efecto Ingreso}} - \alpha_2 \underbrace{\text{Log } (p_x/p_o)}_{\text{Efecto Competitividad}} \quad (1)$$

La oferta de exportaciones depende de la capacidad de producción interna (Q_c) y del efecto rentabilidad, definido como el precio relativo de las exportaciones respecto del mercado interno ($e p_x/p$), donde "e" es el tipo de cambio nominal y "p" un índice de precios doméstico, es decir, la relación entre precio de exportaciones en moneda nacional y precio doméstico:

$$\text{Log } X^O = \beta_0 + \beta_1 \underbrace{\text{Log } Q_c}_{\text{Efecto Capacidad}} + \beta_2 \underbrace{\text{Log } (e p_x/p)}_{\text{Efecto Rentabilidad}} \quad (2)$$

La especificación del modelo simultáneo se completa con la condición de equilibrio en el mercado de exportaciones:

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

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, lo que permite escribir la ecuación (2) de la siguiente forma⁴:

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

Nótese que la inversión de la ecuación de oferta implica necesariamente un coeficiente unitario para el tipo de cambio real en el modelo presentado⁵.

⁴ Las estimaciones de parámetros son invariables respecto del proceso de normalización cuando se emplea un método de estimación simultáneo.

⁵ Goldstein y Khan (1978) derivan un modelo ligeramente diferente; estos autores suponen que el coeficiente del precio doméstico es diferente de la unidad.

Suponiendo además equilibrio en el mercado de exportaciones, las ecuaciones (1) y (4) pueden ser estimadas con métodos econométricos de ecuaciones simultáneas, tales como el método de máxima verosimilitud con información completa (FIML) o por métodos de mínimos cuadrados en tres etapas.

Con el fin de introducir en los modelos econométricos la consideración de desequilibrios, se han desarrollado diferentes modelos de ajuste. En los últimos años, se ha popularizado en la literatura un tipo de modelo conocido como de corrección de errores, el que permite corregir algunas de los problemas metodológicos que presentan los modelos de ajuste parcial.

El principio detrás de este tipo de modelos es que generalmente existe una relación de equilibrio de largo plazo entre las variables económicas, aunque éstas se encuentren en situaciones de desequilibrio en el corto plazo. Con el mecanismo de corrección de errores, una proporción del desequilibrio en un período es corregida en el período siguiente. Esto es, el término de error refleja la desviación en el período t con respecto a su norma de largo plazo. En este sentido, el proceso de corrección de errores permite conciliar el comportamiento de corto y largo plazo en un modelo econométrico. Para efectos de explicitar el funcionamiento de este tipo de modelos, el siguiente ejemplo puede ser ilustrativo.

Considérese el modelo dinámico:

$$y_t = \beta_1 x_t + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 x_{t-1} + \mu_t \quad (5)$$

La solución de largo plazo en este tipo de modelos, está dada por:

$$Y^* = K X^* \quad (6)$$

donde $K = (\beta_1 + \beta_3)/(1-\beta_2)$.

Escribiendo la ecuación (5) en primeras diferencias mediante la transformación lineal $\Delta y_t = y_t - y_{t-1}$ y haciendo la misma transformación para x , se obtiene:

$$\Delta y_t = \beta_1 x_t + \beta_3 x_{t-1} + (\beta_2 - 1) y_{t-1} + \mu_t \quad (7)$$

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta x_t + (\beta_1 + \beta_3) x_{t-1} + (\beta_2 - 1) y_{t-1} + \mu_t \quad (8)$$

$$\Delta y_t = \beta_1 \Delta x_t + (\beta_2 - 1) (y - Kx)_{t-1} + \mu_t \quad (9)$$

La ecuación (9) refleja la estructura de un modelo de corrección de errores. Este modelo no es más que una simple reparametrización de la ecuación (5) (de los parámetros $\beta_1, \beta_2, \beta_3$ en $\beta_1, \beta_2 - 1$, y K). Esta ecuación relaciona los cambios

ocurridos en la variable dependiente, con los cambios en la variable explicativa (x), y la magnitud de la diferencia entre y_{t-1} y su relación de largo plazo $K x_{t-1}$.

Es importante destacar que este modelo captura el ajuste de corto plazo, pero al mismo tiempo está guiado por la relación de equilibrio de largo plazo. El término $(\beta_2 - 1)$ es el ajuste del desequilibrio de corto plazo. Un test estadístico sobre este último término es, por lo tanto, un test sobre el componente de desequilibrio.

La utilidad práctica de este tipo de modelos es que, por una parte, los dos componentes⁶ Δx_t y el término $(y - Kx)_{t-1}$, son por lo general empíricamente casi ortogonales, lo que permite incluir en los análisis información tanto de corto como de largo plazo. Por otra parte, esta reparametrización, la que no impone ningún tipo de restricción adicional, permite superar algunos de los problemas que presentan los modelos tradicionales de ajuste parcial y los modelos de crecimiento. En el caso de estos últimos, al no incorporar el término de corrección de errores, excluyen información de largo plazo, sesgando la estimación del parámetro de corto plazo (β_1).

En la ecuación (9) el término β_1 se interpreta como el impacto de corto plazo (o elasticidad de corto plazo) de X sobre Y ; $(\beta_2 - 1)$ es el coeficiente de ajuste en cada período; K representa la elasticidad de largo plazo, y $(1-\beta_1)/(1-\beta_2)$ es el rezago medio.

En términos del modelo simultáneo de oferta y demanda de exportaciones, las ecuaciones se pueden expresar como un modelo de corrección de errores de la siguiente forma:

$$\Delta \text{Log } X_t = a - a_1 \Delta \text{Log } (p_x/p_o)_t + a_2 \Delta \text{Log } Qe_t - \tau \{ \text{Log } X_{t-1} + a_3 \text{Log } (p_x/p_o)_{t-1} - a_4 \Delta \text{Log } Qe_{t-1} \} \quad (10)$$

donde : $a = \tau \alpha_0, \quad a_1 = \tau \alpha_2, \quad a_2 = \tau \alpha_1,$

$a_3 = (\alpha_2 + \alpha_3) \quad \text{y} \quad a_4 = (\alpha_1 + \alpha_4)$

$$\Delta \text{Log } P x_t = d \{ b_0 + b_1 \Delta \text{Log } X_t + b_2 \Delta \text{Log } (e/p)_t - b_3 \Delta \text{Log } Qc_t - b_2 (\text{Log } P x_{t-1} + b_4 \text{Log } (e/p)_{t-1} - b_5 \text{Log } Qc_{t-1} - b_6 \text{log } X_{t-1}) \} \quad (11)$$

⁶ Δx_t = tasa de crecimiento de x en el período t .

$(y - Kx)_{t-1}$ = término de corrección de errores, que captura el error cometido en el período anterior, como una desviación aleatoria alrededor del equilibrio de largo plazo.

donde: $b_0 = -\sigma\beta_0$, $b_1 = \sigma$, $b_2 = \sigma\beta_2$, $b_3 = \sigma\beta_1$
 $b_4 = (1+\beta_4)$, $b_5 = (\beta_1 + \beta_3)/\beta_2$, $b_6 = 1/\beta_2$, y
 $d = 1/(1 + \sigma\beta_2)$

4. RESULTADOS ECONOMETRICOS

En la estimación empírica de las funciones de exportación anteriormente discutidas, la mayoría de los estudios adoptan un procedimiento mixto, mezclando elementos de demanda y de oferta en estimaciones uniecuacionales. Se estiman así ecuaciones de oferta, incorporando como variables explicativas el efecto rentabilidad y grado de uso de la capacidad o PIB potencial, pero además se incluye la demanda mundial. Ejemplos de estos ejercicios, entre otros, se encuentran en: De Gregorio (1984) para Chile; Salas y Sidaqui (1983) en el caso de México; Reis (1979), Cardoso y Dornbusch (1980), Markwald (1981) y Lopes y Lara Resende (1981) en estimaciones de exportaciones de manufacturas de Brasil.

Debido a la calificación de "país pequeño" de las economías latinoamericanas, los estudios de funciones de demanda (ecuación 1) en la región son relativamente escasos. Ejemplos de estimaciones simultáneas de oferta y demanda se encuentran entre otros, en: Dehesa Dávila (1983) en México; Mussi (1982), Braga y Markwald (1983), Ríos (1987), Zini (1988) y Bonelli (1992) en Brasil.

Para efectos del presente trabajo, se realizaron estimaciones sectoriales que incluyeron las exportaciones de fruta fresca, materias primas agropecuarias, minerales (excepto cobre) y manufacturas (excepto harina de pescado, celulosa y cobre, los que no fueron estimados, en el caso de los dos primeros por su comportamiento errático y en el caso del cobre por existir estimaciones de CODELCO para sus proyecciones anuales).

En todos los casos se estimaron modelos de corrección de errores con la especificación de la ecuación de oferta, los que entregaron mejores resultados que el modelo de ecuaciones simultáneas (ecuaciones 10 y 11). En el único caso en que este último dio resultados satisfactorios fue en el total de exportaciones no cobre, el que se estimó por el método de máxima verosimilitud con información completa.

Los test sobre el orden de integración de las variables se presentan en la sección sexta Metodología, comprobándose que tanto las variables dependientes como las explicativas, excepto el índice de aranceles, son integradas de orden uno.

Los vectores de cointegración, que nos entregan las elasticidades de largo plazo, fueron estimados por la metodología desarrollada en Stock (1987). Todas las ecuaciones seleccionadas presentan el coeficiente que acompaña al término de corrección de errores del modelo dinámico, significativo al 5 por ciento. En la recién citada sección se especifica el modelo propuesto por ese autor.

4.1. Total de exportaciones no cobre

Se efectuaron dos tipos de estimaciones para el total de exportaciones no cobre: un modelo uniecuacional y un modelo simultáneo de oferta y demanda, estimado mediante el método de máxima verosimilitud con información completa.

En el modelo uniecuacional, el volumen exportado (Log X) se estimó en función del tipo de cambio real efectivo pertinente al total de exportaciones no cobre (Log e p_x/p), donde p_x corresponde al índice de valor unitario calculado para estos bienes, del producto potencial (Log Qc), y de variables mudas para el año 1972 (crisis política) y 1982 (crisis económica).

CUADRO 4

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE EXPORTACIONES NO COBRE

$$\Delta \text{Log X} = -0,6 + 0,32 \Delta \text{Log} (e p_x/p) + 0,29 \text{Log} (e p_x/p)_{-1} + 5,4 \Delta \text{Log} Qc$$

(2,3) (4,9) (6,9) (3,8)

$$+ 0,01 \text{trend} - 0,23 \text{Log X}_{-1} + 0,30 D82 - 0,46 D72$$

(3,1) (5,6) (6,4) (8,3)

$$\text{AR}(1) = -0,95 \qquad \text{AR}(2) = -0,66$$

(4,5) (3,0)

$$R^2 = 0,82 \qquad \sigma = 0,045 \qquad \phi = 0,029$$

Test de constancia paramétrica:

$$\text{Forecast Chi}^2 (2) / 2 = 1,57$$

$$\text{CHOW Test} (2,12) = 1,23$$

Test de normalidad de los errores:

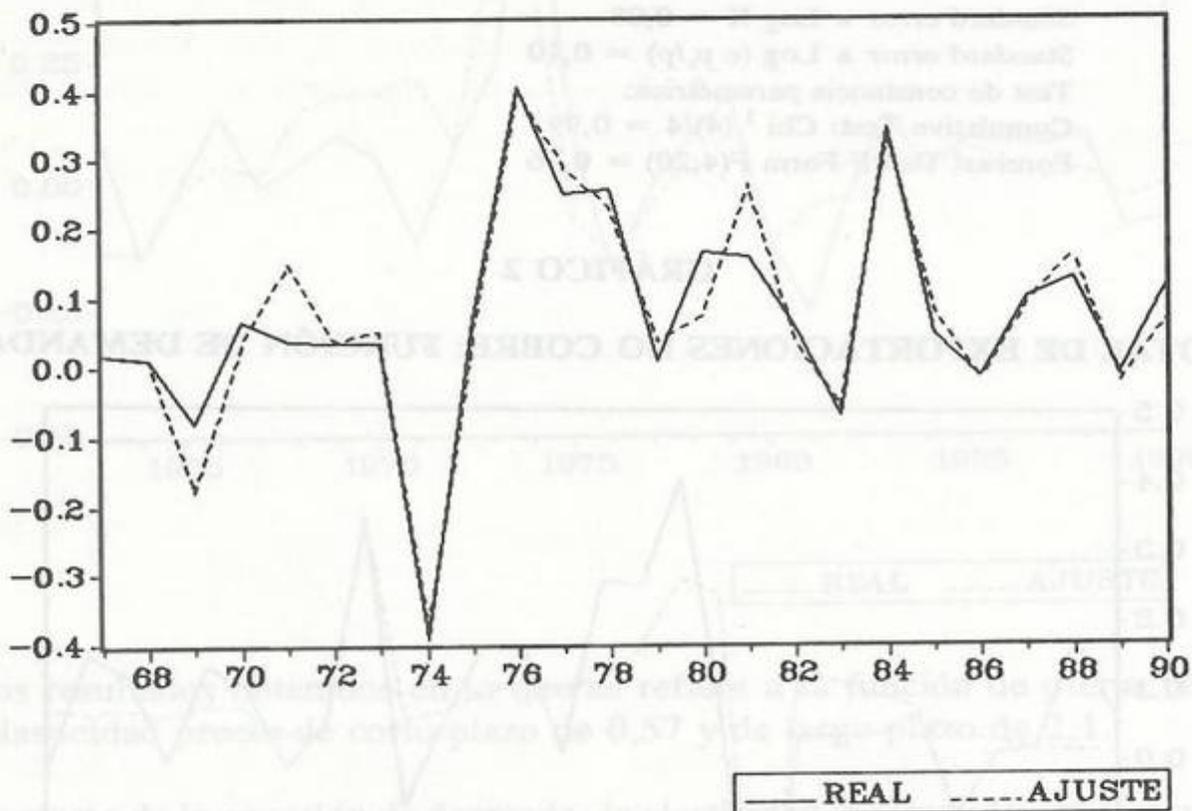
$$\text{Normality Chi}^2 = 0,55$$

Los resultados expuestos en el cuadro 4, muestran que la elasticidad de corto plazo respecto del tipo de cambio real efectivo es de 0,32 y la de largo plazo es de 1,26. De Gregorio (1984), encuentra una elasticidad precio de corto plazo que varía entre 0,32 y 0,44 de acuerdo al criterio de agregación, y en el largo plazo su estimación fluctúa entre 1,75 y 2,47.

En lo que se refiere al producto potencial, la elasticidad de corto plazo es de 5,4, no mostrando una relación de largo plazo significativa. Una variable que fue considerada en esta ecuación es el efecto de tendencia, el que resulta significativo y estaría captando elementos como el grado de apertura e innovaciones tecnológicas. La velocidad de ajuste es de 0,23, con un rezago medio de 3.

GRÁFICO 1

TOTAL DE EXPORTACIONES NO COBRE
(Modelo de corrección de errores)



Esta ecuación presenta un bajo error de estimación (0,04) y resultó *robusta* a los test aplicados, cuya explicación se encuentra en la sección Metodología. El gráfico 1 muestra las funciones ajustada y efectiva, pudiéndose captar la bondad de ajuste de la ecuación.

Como ya se mencionó, si se elimina el supuesto de país pequeño, se hace necesario estimar un modelo de ecuaciones simultáneas. Este último dio resultados significativos sólo en el caso de las exportaciones totales no cobre. La estimación del modelo incorpora un mecanismo de ajuste parcial, para efectos de captar posibles desequilibrios entre la oferta y la demanda. Los resultados obtenidos se presentan en el cuadro 5.

CUADRO 5

ESTIMACIÓN DE LAS EXPORTACIONES NO COBRE MEDIANTE UN MODELO DE ECUACIONES SIMULTÁNEAS

$$\Delta \text{Log } X = 0,18 - 0,09 \text{ Log } p_x/p_{e,1} + 0,23 \text{ Log } Q_{e,1} - 0,55 D72 + 0,28 D82$$

(0,7) (3,6) (6,1) (3,1)

$$\Delta \text{Log } (e p_x/p) = -1,9 + 0,99 \Delta \text{Log } X - 4,9 \Delta \text{Log } Q_e + 0,99 \text{ Log } Q_{e,1} -$$

(2,6) (0,9) (4,0)

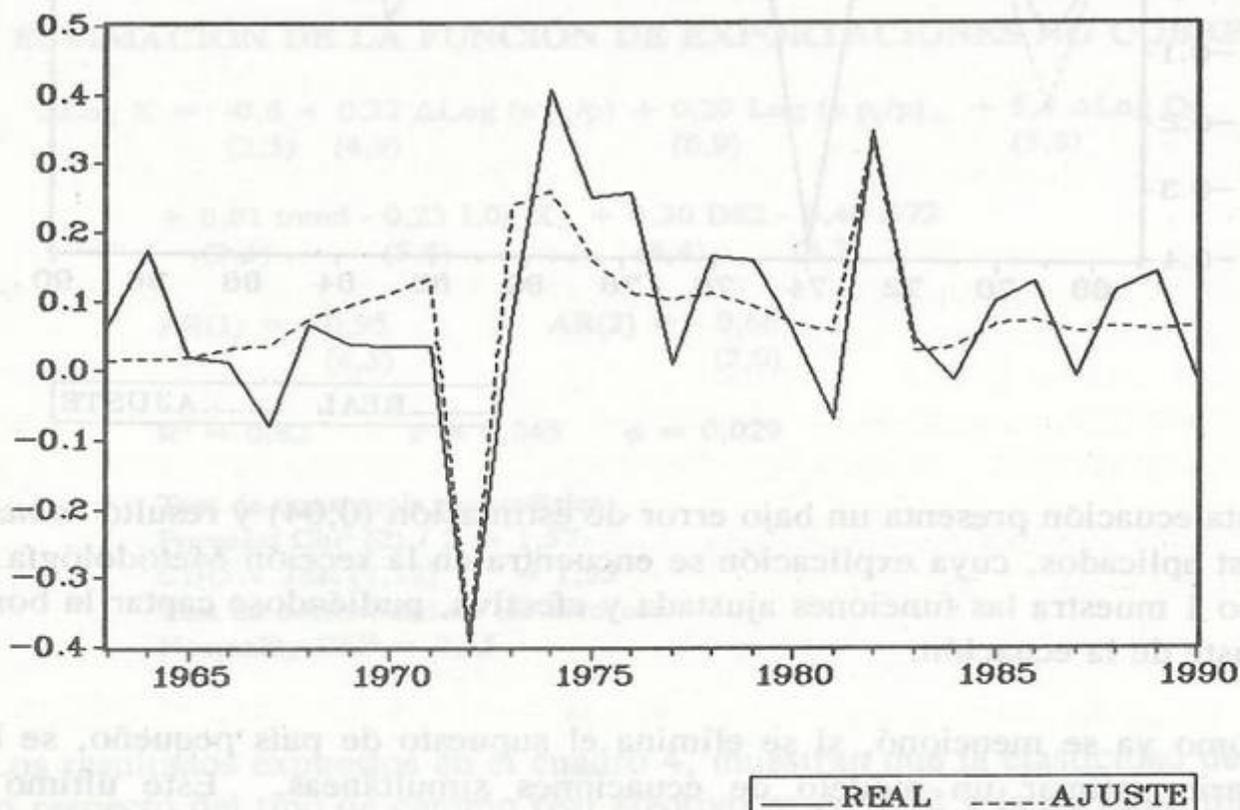
$$0,55 \text{ Log } (e p_x/p)_{-1} + 0,27 D72 - 0,43 D82$$

(4,8) (1,2) (3,2)

Standard error $\Delta \text{ Log } X = 0,08$
 Standard error $\Delta \text{ Log } (e p_x/p) = 0,10$
 Test de constancia paramétrica:
 Cumulative Test: $\text{Chi}^2 (4)/4 = 0,99$
 Forecast Test F-Form $F(4,20) = 0,76$

GRÁFICO 2

TOTAL DE EXPORTACIONES NO COBRE: FUNCIÓN DE DEMANDA

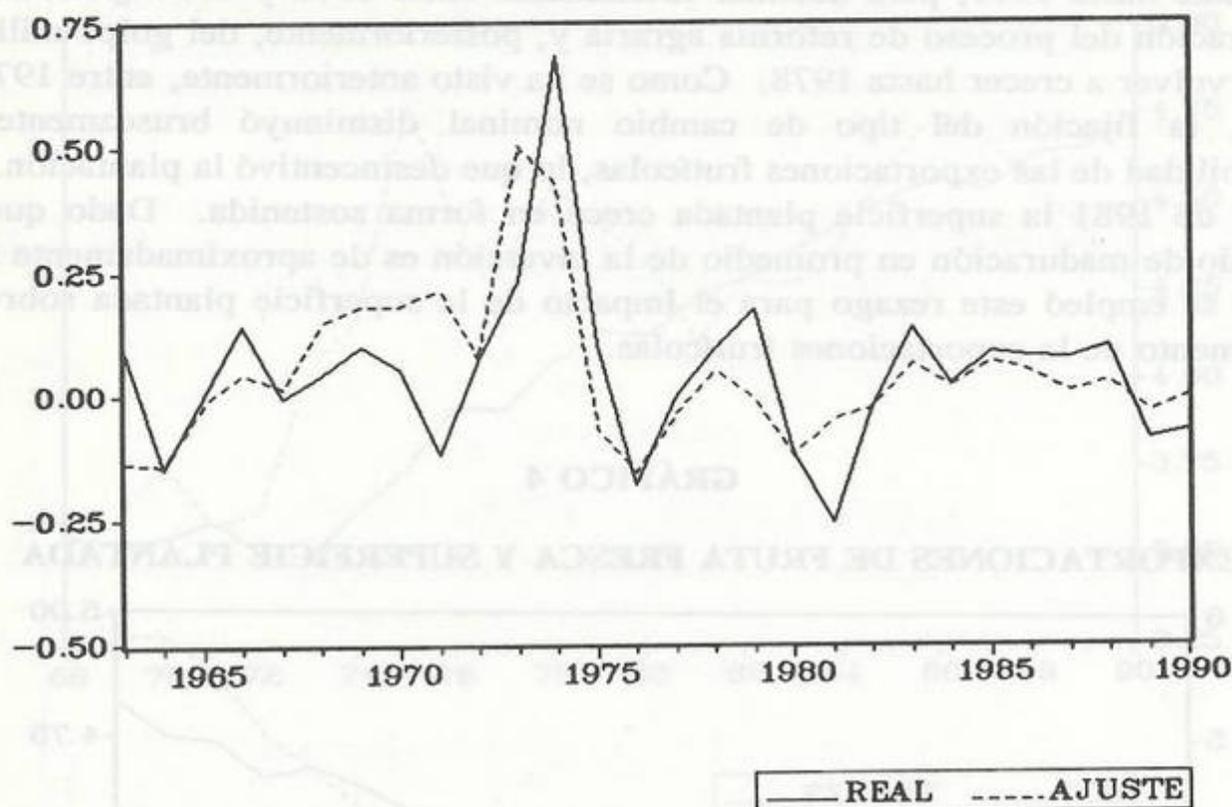


La función de demanda ($\text{Log } X$) depende de una variable de competitividad ($\text{Log } p_x/p_e$) y de la demanda mundial pertinente ($\text{Log } Q_e$). La ecuación de oferta

invertida ($\text{Log } e_{p_x/p}$), depende del producto potencial ($\text{Log } Q_c$), del tipo de cambio real efectivo rezagado, y del volumen exportado ($\text{Log } X$).

GRÁFICO 3

TOTAL DE EXPORTACIONES NO COBRE: FUNCIÓN DE OFERTA



Los resultados obtenidos en lo que se refiere a la función de oferta, arrojan una elasticidad precio de corto plazo de 0,57 y de largo plazo de 2,1.

Respecto de la ecuación de demanda, la elasticidad ingreso (demanda mundial) es significativa, con un rezago de 0,22 en el corto plazo y de 1,37 en el largo plazo. La variable competitividad no fue significativa lo que podría obedecer a problemas de medición. Los gráficos 2 y 3 muestran los ajustes de la ecuación de oferta ($\text{Log } e_{p_x/p}$) y demanda ($\text{Log } X$).

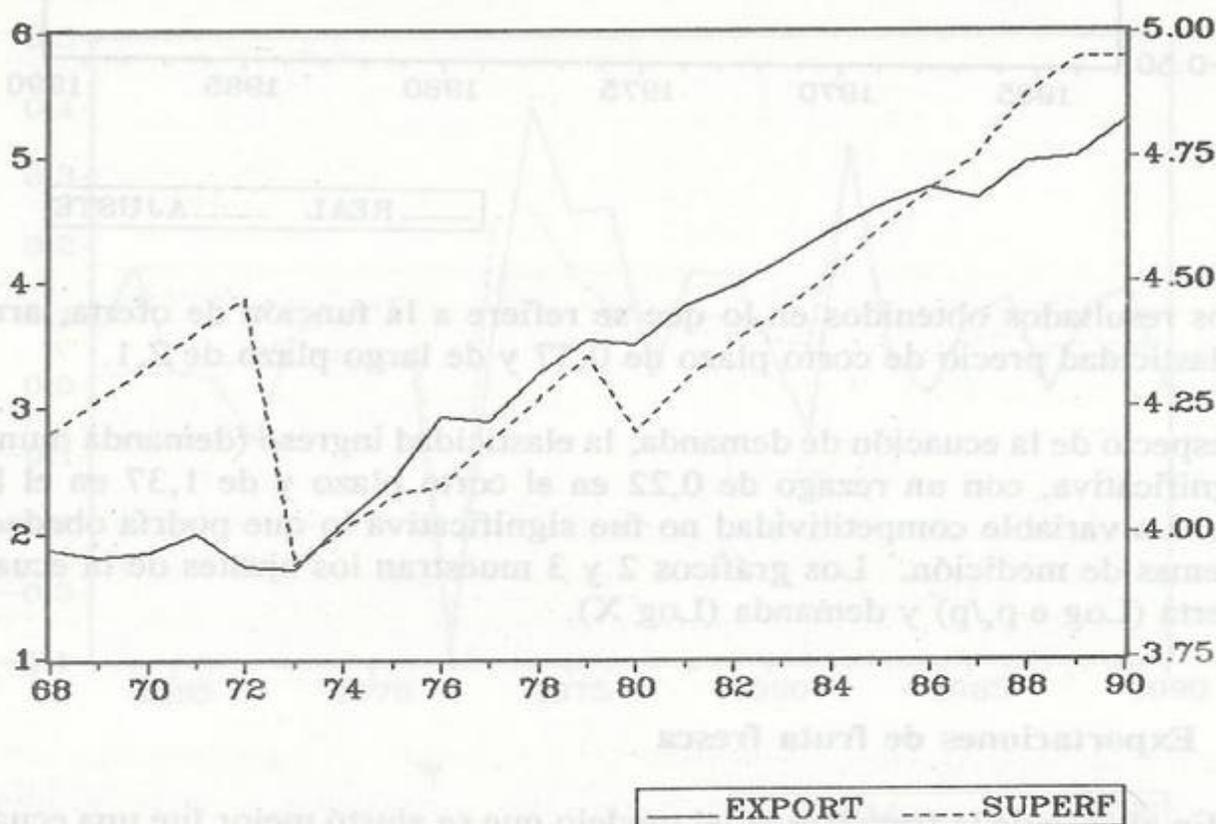
4.2. Exportaciones de fruta fresca

En el caso de la fruta fresca, el modelo que se ajustó mejor fue una ecuación de oferta. El volumen exportado ($\text{Log } X^D$), depende de la superficie plantada ($\text{Log } Q_c$) y del tipo de cambio real efectivo ($\text{Log } e_{p_x/p}$) pertinente para la fruta fresca, es decir, el p_x corresponde al índice de valor unitario de estos productos.

El gráfico 4 muestra la evolución de las exportaciones de fruta fresca, junto a la superficie plantada para el período 1962-1990. Esta variable se escogió como *proxy* del producto potencial de fruta fresca, factor que depende además del uso de fertilizantes y factores climáticos, mientras que la capacidad de exportación, depende además de factores organizacionales, de comercialización, portuarios, etc. Es posible ver que la superficie plantada tuvo un comportamiento creciente hasta 1971, para declinar fuertemente entre 1972 y 1974 (período de aceleración del proceso de reforma agraria y, posteriormente, del golpe militar) y allí volver a crecer hasta 1978. Como se ha visto anteriormente, entre 1978 y 1981, la fijación del tipo de cambio nominal disminuyó bruscamente la rentabilidad de las exportaciones frutícolas, lo que desincentivó la plantación. A partir de 1981 la superficie plantada crece en forma sostenida. Dado que el período de maduración en promedio de la inversión es de aproximadamente seis años, se empleó este rezago para el impacto de la superficie plantada sobre el incremento de la exportaciones frutícolas.

GRÁFICO 4

EXPORTACIONES DE FRUTA FRESCA Y SUPERFICIE PLANTADA

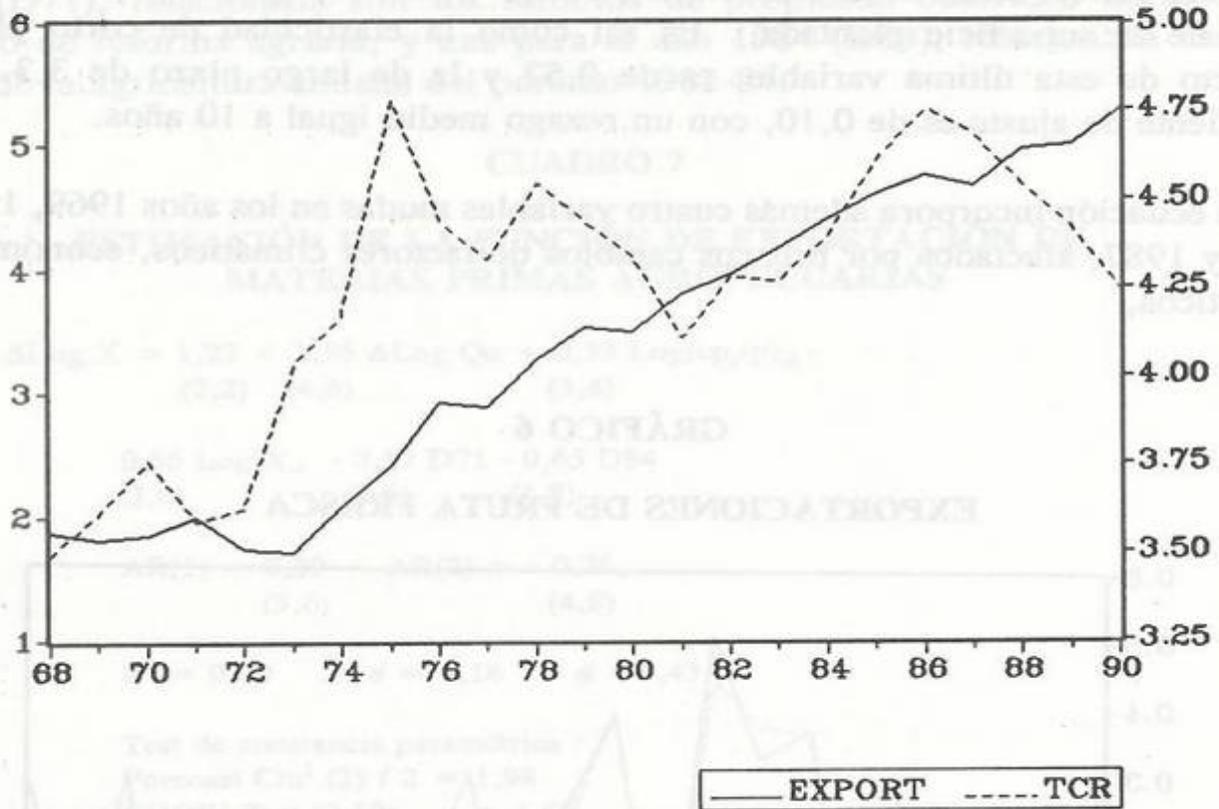


En el gráfico 5 se presenta la evolución del volumen exportado de fruta y el tipo de cambio real efectivo. Es importante señalar que se considera en cada grupo de productos de exportación el tipo de cambio real correspondiente, el que

se distingue por el índice de valor unitario de dichos productos. En la sección 6 Metodología se presenta la explicación de los test aplicados.

GRÁFICO 5

EXPORTACIONES DE FRUTA FRESCA Y TIPO DE CAMBIO REAL



CUADRO 6

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE EXPORTACIÓN DE FRUTA FRESCA

$$\Delta \text{Log } X = -1,6 + 0,18 \text{ Log } (e p_x/p)_{t-1} + 0,52 \Delta \text{Log } Q_c + 0,33 \text{ Log } Q_{c,t-6}$$

Test t (2,8) (1,9) (3,1) (2,2)

$$0,10 \text{ Log } X_{t-1} - 0,21 d_{69} - 0,48 d_{72} - 0,43 d_{77} - 0,31 d_{87}$$

(3,6) (1,9) (4,3) (3,9) (2,9)

$R^2 = 0,83$ $\sigma = 0,09$ $DW = 2,1$

Test de constancia paramétrica :

Forecast $\text{Chi}^2 (2) / 2 = 1,93$

CHOW Test (2,12) = 1,90

Reset $F(1,13) = 1,63$

Normality $\text{Chi}^2 = 0,48$

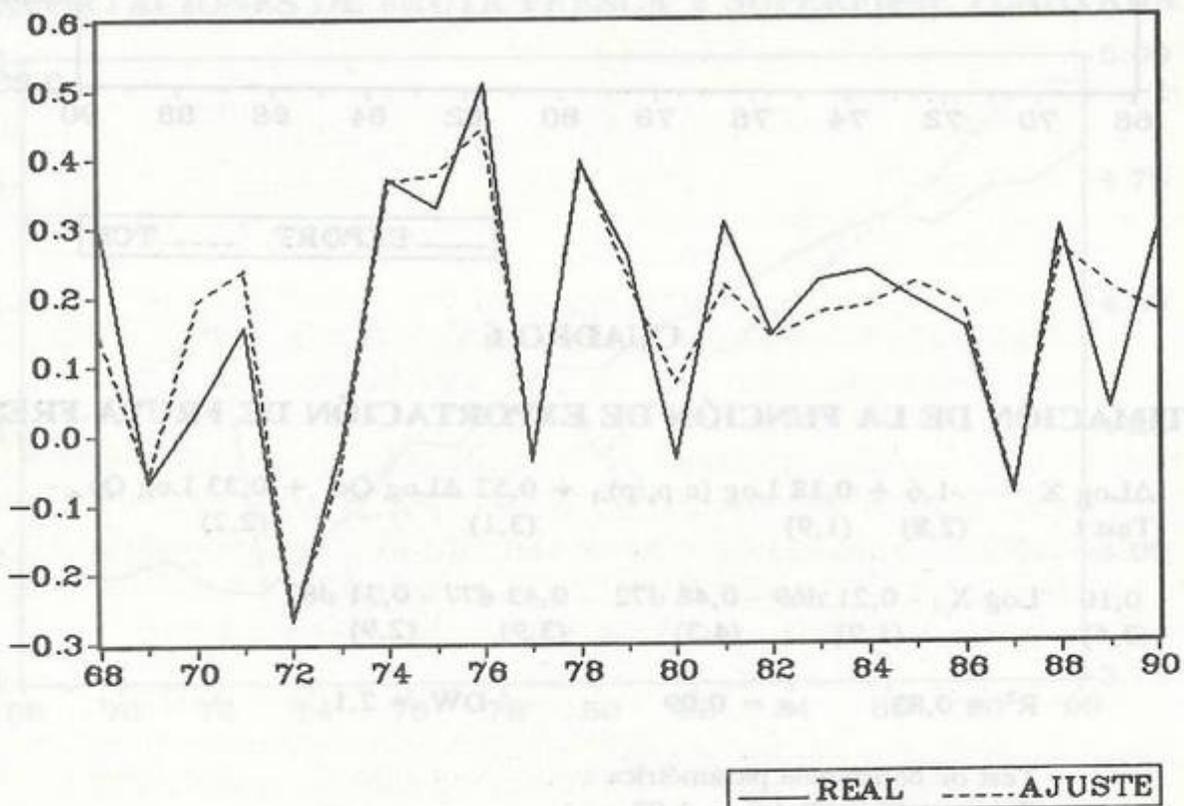
AR (1-2) $F(2,12) = 1,13$

ARCH 1 $F(1, 12) = 0,09$

Los resultados de la especificación del modelo de corrección de errores (cuadro 6) muestran que el tipo de cambio real es significativo con un período de rezago, siendo la "elasticidad de corto plazo" muy baja, de 0,18 y la de largo plazo de 1,8. Estos resultados muestran el hecho de que una vez efectuada la inversión, una caída en el tipo de cambio no puede afectar instantáneamente la exportación, pero sí una caída sostenida en el tiempo desincentivará la plantación, lo que se refleja tanto en la elasticidad de largo plazo del tipo de cambio, como en la de la superficie plantada. Es así como la elasticidad de corto plazo, respecto de esta última variable, es de 0,52 y la de largo plazo de 3,3. El coeficiente de ajuste es de 0,10, con un rezago medio igual a 10 años.

La ecuación incorpora además cuatro variables mudas en los años 1969, 1972, 1977 y 1987, afectados por bruscos cambios de factores climáticos, económicos y políticos,

GRÁFICO 6
EXPORTACIONES DE FRUTA FRESCA



De acuerdo con los test estadísticos presentados en el cuadro 6, la ecuación estimada es *robusta*. El gráfico 6 muestra el ajuste de la ecuación, el que resulta relativamente aceptable.

4.3. Exportaciones de materias primas agropecuarias

En este caso fue necesario estimar una ecuación mixta, incorporando tanto elementos de oferta como de demanda; es así como el volumen de las materias primas agropecuarias ($\text{Log } X$), se explica en función del tipo de cambio real efectivo para este tipo de exportaciones ($\text{Log } e_{p_x/p}$), y de un índice de demanda mundial ($\text{Log } Q_e$). Se consideraron además dos variables mudas, una para el año 1971 (D71), relacionada con los cambios de propiedad ocurridos durante el proceso de reforma agraria, y una para el año 1984 (D84), relacionada con la crisis de la agricultura chilena del período 1982-84.

CUADRO 7

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE EXPORTACIÓN DE MATERIAS PRIMAS AGROPECUARIAS

$$\Delta \text{Log } X = 1,22 + 3,56 \Delta \text{Log } Q_e + 0,33 \text{Log}(e_{p_x/p})_3 -$$

(2,2) (4,6) (3,4)

$$0,56 \text{Log } X_{-1} - 0,57 \text{D71} - 0,65 \text{D84}$$

(3,6) (3,6) (4,8)

$$\text{AR}(1) = 0,39 \quad \text{AR}(2) = -0,76$$

(3,6) (4,8)

$$R^2 = 0,60 \quad \sigma = 0,16 \quad \phi = 0,43$$

Test de constancia paramétrica :

$$\text{Forecast Chi}^2 (2) / 2 = 1,98$$

$$\text{CHOW Test } (2,12) = 1,68$$

Test de normalidad de los errores :

$$\text{Normality Chi}^2 = 0,22$$

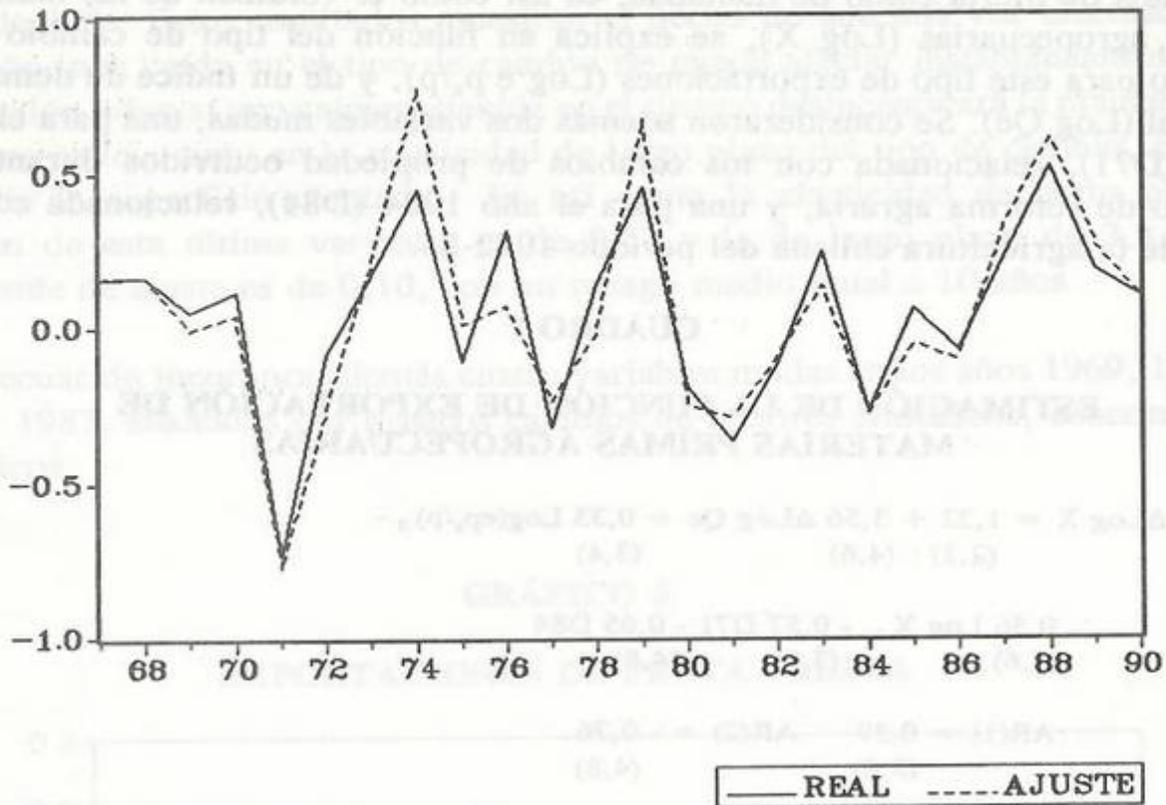
Los resultados señalan que la elasticidad de corto plazo de la demanda externa es significativa, con un valor bastante alto de 3,6. El tipo de cambio real es significativo con tres períodos de rezagos y la elasticidad de largo plazo es de 0,59. Esto sugiere una baja respuesta de este sector a variaciones del tipo de cambio real efectivo, tanto en el corto como en el largo plazo.

La velocidad de ajuste es de 0,56, y el rezago medio es igual a 1,78, lo que indicaría que la cantidad ofrecida se demora aproximadamente un año y medio en ajustarse ante cambios en las variaciones de precios, esto es, un período muchísimo más corto que el de la fruta fresca.

Al igual que en el caso anterior, al aplicar los test correspondientes se encontró que la especificación de la ecuación es *robusta*. El gráfico 7 muestra el ajuste de la ecuación.

GRÁFICO 7

EXPORTACIONES DE MATERIAS PRIMAS AGRÍCOLAS



4.4. Exportación de minerales no cobre

La función de exportaciones de minerales, excepto cobre, se estimó al igual que las materias primas agropecuarias, como una ecuación reducida de oferta y demanda. El volumen de minerales ($\text{Log } X$), depende del índice de demanda mundial pertinente para estos bienes ($\text{Log } Q_e$) y del índice del tipo de cambio real efectivo ($\text{Log } e \cdot p_x/p$).

Se consideró además la variable muda para el año 1972, que se justifica en función del bloqueo externo a las exportaciones mineras derivado de la nacionalización del cobre, y para los años 1977 y 1978, caracterizados por la política de tipo de cambio fijo.

La elasticidad respecto de la demanda mundial es de 0,5 en el corto plazo y de 0,82 en el largo plazo, mientras que el impacto del tipo de cambio real efectivo no es significativo. Lo anterior refleja la naturaleza de estas exportaciones, cuya producción está en parte vinculada a la explotación de cobre. Esta ecuación presenta problemas de estabilidad de parámetros, lo que la invalida para efectuar proyecciones.

CUADRO 8

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE EXPORTACIÓN DE MINERALES NO COBRE

$$\Delta \text{Log } X = 0,35 + 0,50 \text{ Log } Q_e + 0,02 \text{ Log } (e p_x/p)_3 - 0,61 \text{ Log } X_{-1} -$$

(0,8) (3,2) (0,2) (5,7)

$$0,78 D72 - 0,74 D77 - 0,83 D78$$

(5,7) (5,1) (5,6)

$$\text{AR}(1) = 0,37 \quad \text{AR}(2) = -0,76$$

(1,9) (4,0)

$$R^2 = 0,63 \quad \sigma = 0,16 \quad \phi = 0,36$$

Test de constancia paramétrica :

$$\text{Forecast } \chi^2 (2) / 2 = 3,23$$

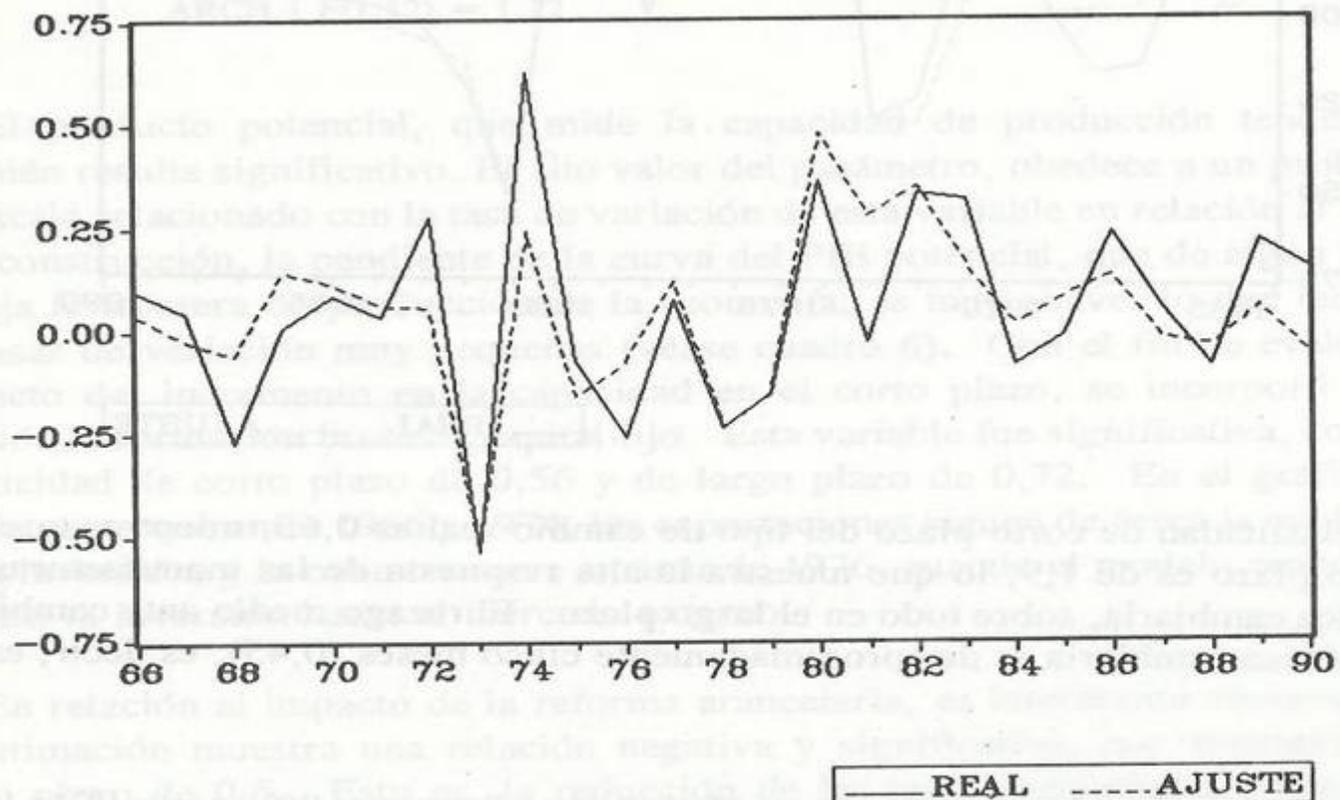
$$\text{CHOW Test } (2,12) = 2,2$$

Test de normalidad de los errores :

$$\text{Normality } \chi^2 = 0,56$$

GRÁFICO 8

EXPORTACIÓN DE MINERALES NO COBRE

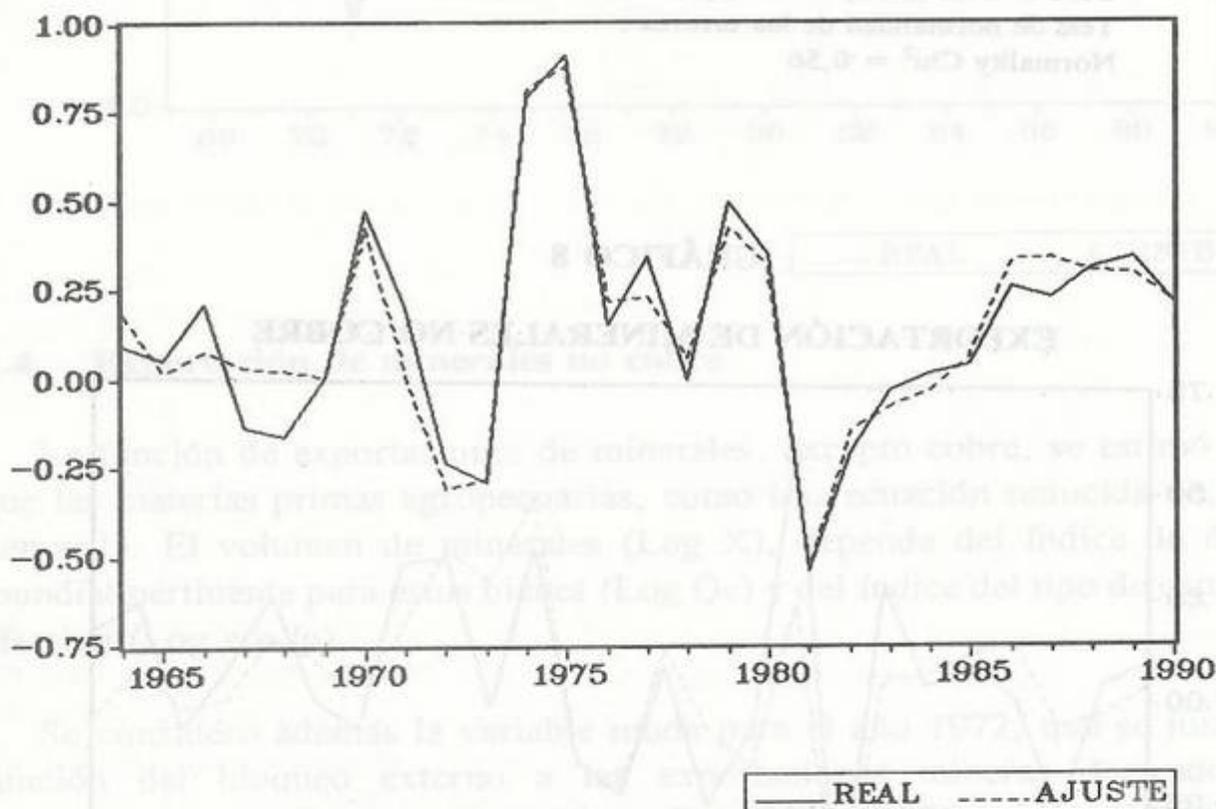


4.5. Exportaciones de manufacturas (excepto cobre, harina de pescado y celulosa)

En el caso de la exportación de bienes manufacturados ($\text{Log } X$), se estimó una ecuación de oferta, que es función del tipo de cambio real efectivo ($\text{Log } e_p/p$), del producto potencial ($\text{Log } Q_c$), de la inversión bruta de capital fijo ($\text{Log } I_n$), y de un índice de arancel promedio ($\text{Log } A_r$)⁷, que pretende capturar el impacto de la reducción del costo de insumos importados y, por tanto, del incremento de la rentabilidad del exportador, derivado de la reforma arancelaria. Se incorporó además una variable muda para el año 1981.

GRÁFICO 9

EXPORTACIÓN DE MANUFACTURAS (Excluido cobre, celulosa y harina de pescado)



La elasticidad de corto plazo del tipo de cambio real es 0,65, mientras que la de largo plazo es de 1,9, lo que muestra la alta respuesta de las manufacturas a la política cambiaria, sobre todo en el largo plazo. El rezago medio ante cambios en la política cambiaria es de aproximadamente cinco meses (0,45), es decir, este

⁷ Entre 1962 y 1973 el arancel promedio se obtuvo en De la Cuadra y Desormeaux (1991) y entre 1974 y 1990 en Ffrench-Davis, Leiva y Madrid (1991).

es el plazo en que el exportador demora en efectuar totalmente el ajuste en la cantidad ofrecida, ante un cambio en su rentabilidad. De Gregorio (1984) encuentra para el período 1960-81 una elasticidad de corto plazo de 0,44 y de largo plazo de 2,33, estimando un modelo de ajuste parcial en que se incorporan como variables explicativas el tipo de cambio real efectivo y un indicador de demanda mundial.

CUADRO 9

ESTIMACIÓN DE LA FUNCIÓN DE EXPORTACIONES DE BIENES MANUFACTURADOS

$$\Delta \text{Log X} = -6,2 + 0,65 \Delta \text{Log} (e p_x/p) + 1,44 \text{Log} (e p_x/p)_{-1} + 28,4 \Delta \text{Log} Q_c + 0,56$$

(-4,3) (3,9) (11,3) (4,5) (3,6)

$$\Delta \text{Log In} + 0,55 \text{Log In}_{-1} - 0,77 \text{Log X}_{-1} - 0,50 \text{Log Ara} - 0,26 D69 - 0,38 D81$$

(4,5) (-9,2) (-4,7) (-2,3) (-2,9)

$$R^2 = 0,93 \quad \sigma = 0,10 \quad DW = 1,70$$

Test de constancia paramétrica :

Forecast $\text{Chi}^2 (2) / 2 = 0,19$

CHOW Test (2,12) = 0,08

AR 1-2 $F(2,12) = 1,83$

Normality $\text{Chi}^2 = 0,12$

Reset $F(1,13) = 0,72$

ARCH 1 $F(1,12) = 1,12$

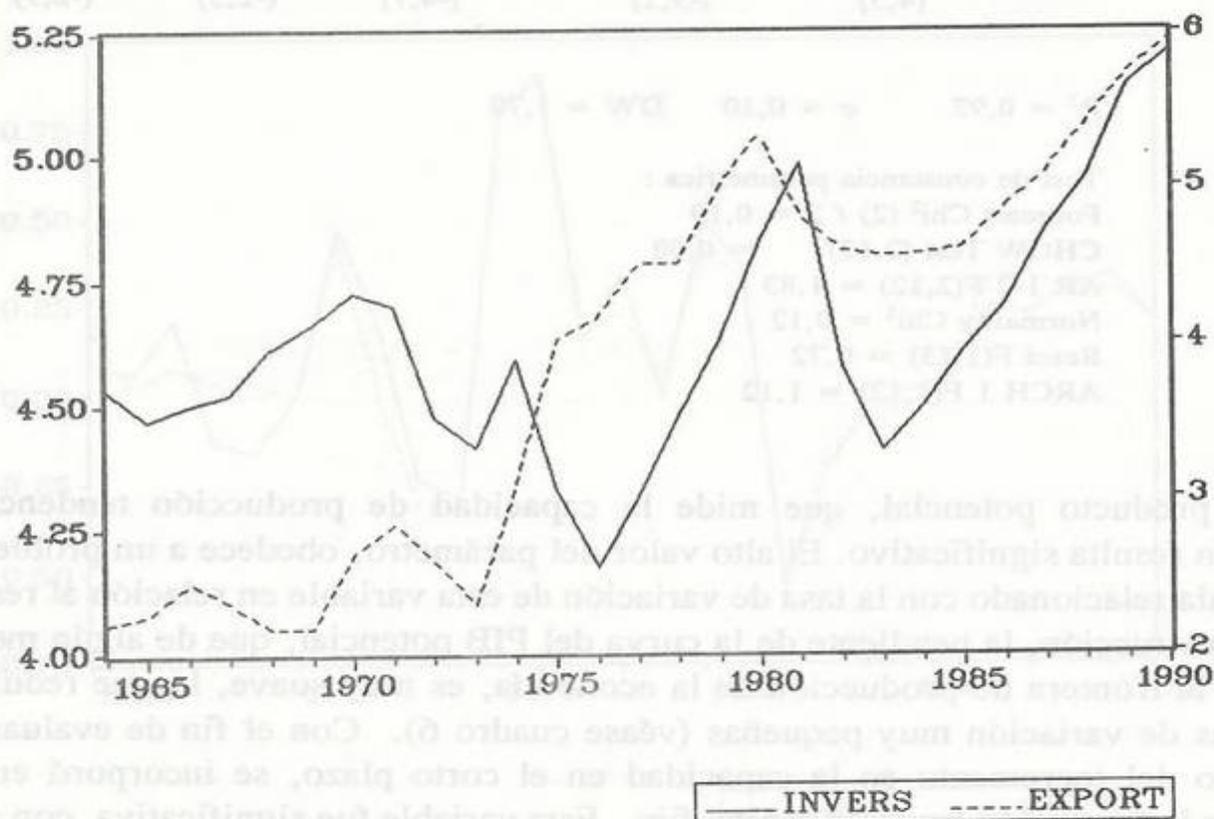
El producto potencial, que mide la capacidad de producción tendencial, también resulta significativo. El alto valor del parámetro, obedece a un problema de escala relacionado con la tasa de variación de esta variable en relación al resto. Por construcción, la pendiente de la curva del PIB potencial, que de algún modo refleja la frontera de producción de la economía, es muy suave, lo que redundaría en tasas de variación muy pequeñas (véase cuadro 6). Con el fin de evaluar el impacto del incremento en la capacidad en el corto plazo, se incorporó en la función la formación bruta de capital fijo. Esta variable fue significativa, con una elasticidad de corto plazo de 0,56 y de largo plazo de 0,72. En el gráfico 10 puede verse que entre 1966 y 1974, las exportaciones siguen de cerca la evolución de la inversión, y lo mismo ocurre a partir de 1976, cuando el modelo económico orientó la inversión hacia el mercado externo.

En relación al impacto de la reforma arancelaria, es interesante observar que la estimación muestra una relación negativa y significativa, con elasticidad de corto plazo de 0,5. Esto es, la reducción de las tasas arancelarias impactaron positivamente en las exportaciones de manufacturas, a través de la reducción de

los costos de los insumos importados. Cabe mencionar que junto con la reforma arancelaria, a partir de 1986 existieron estímulos tributarios, reseñados en una sección anterior de este estudio, los que no fueron incorporados en la especificación del modelo, por carecer de una serie para el resto del período. Si bien este hecho impide obtener conclusiones sobre los efectos de estos estímulos en la evolución de las exportaciones, la comprobación de la estabilidad de los parámetros, del bajo error de la regresión y de la bondad de los test efectuados, demuestran que la función estimada es *robusta*.

GRÁFICO 10

FORMACIÓN BRUTA DE CAPITAL FIJO Y VOLUMEN DE EXPORTACIÓN DE MANUFACTURAS



Un último elemento que es importante considerar es la incorporación en la función de la variable grado de uso de la capacidad instalada, para evaluar el efecto de "vent for surplus" que suele ser muy importante en algunos países. Esta variable no resultó significativa y fue eliminada de la ecuación. Este hecho permite concluir que el mercado interno no es sustituto del mercado mundial en las exportaciones chilenas de manufacturas.

5. CONCLUSIONES

Como ya se señaló, uno de los principales objetivos de este trabajo era evaluar empíricamente el efecto que han tenido las variaciones del tipo de cambio tanto a nivel sectorial como respecto del total de exportaciones no cobre. El cuadro 10 resume los principales resultados obtenidos. En primer lugar, destaca el impacto diferenciado del tipo de cambio entre los distintos sectores exportadores, tanto en el corto como en el largo plazo.

CUADRO 10

**ELASTICIDADES Y VELOCIDAD DE AJUSTE
EN FUNCIONES DE EXPORTACIÓN**

Exportaciones	Rezago Medio Medio	Velocidad de Ajuste	Elasticidad Corto Plazo	Elasticidad Largo Plazo
Fruta Fresca TCR (ECM)	10	0,10	0,18 (1 rezago)	1,8
Manufactura TCR (ECM)	0,52	0,77	0,65	1,93
IFBK (ECM)	0,57	0,77	0,55	0,71
Agropecuarias TCR (ECM)	1,78	0,56	0,33 (3 rezagos)	0,58
No Cobre TCR (ECM)	2,95	0,23	0,29	1,26

Con respecto al corto plazo, la elasticidad precio de la oferta resultó significativa solamente en las exportaciones de manufacturas (0,65), con un rezago en el caso de la fruta fresca (0,18) y tres rezagos en las materias primas agrícolas (0,33). A excepción de las materias primas mineras, se encontró una elasticidad de largo plazo significativa en todos los sectores, variando entre 0,58 en el caso de las materias primas agrícolas y 1,9 para las manufacturas. Estos resultados señalan que el tipo de cambio afecta no sólo las exportaciones sectoriales en el corto plazo (cuando el nivel de producción está determinado), sino que también influye en los niveles de inversión en los distintos sectores.

La velocidad de ajuste de los respectivos sectores refleja las características de los procesos productivos. Es así como el rezago medio en el caso de la fruta es

de diez años, el de las materias primas agropecuarias es igual a 1,8, la de las manufacturas es de 0,45 (equivalente a cinco meses) y el del total de exportaciones no cobre es de tres años.

En el caso de la estimación de las manufacturas, un resultado interesante de destacar es el efecto que produjo la reforma arancelaria. Esta reforma, al reducir a partir de 1974 la tasa media de aranceles, permitió la disminución del costo de insumos importados, elevando la rentabilidad de las exportaciones e incentivando su oferta. La elasticidad de corto plazo obtenida es de 0,5. Cabe mencionar que junto con la reforma arancelaria, y a lo largo del período de estimación, ocurrieron cambios institucionales y se aplicaron políticas de promoción de exportaciones. Entre estos factores, cabe mencionar la desburocratización y modernización portuaria, la reforma laboral, la prohibición de huelgas y los incentivos tributarios reseñados anteriormente que se fortalecieron a partir de 1986, todos los cuales se sumaron al efecto positivo de la reforma arancelaria.

En la literatura relacionada con los flujos de capitales, se argumenta que cuando éstos se dirigen a la inversión en el sector transable, las presiones para una apreciación cambiaria son menores. En nuestras estimaciones, la formación bruta de capital fijo tiene un impacto directo sobre el volumen exportado de manufacturas. Tanto en el corto como en el largo plazo este impacto es significativo, con una elasticidad de 0,55 y 0,71, respectivamente. A su vez, como ya se mencionó, la inversión en transables reduce las presiones de revaluación cambiaria, generando indirectamente un efecto positivo sobre el volumen exportado.

El hecho de que a nivel sectorial la bondad de ajuste de los modelos de oferta sea muy superior a los modelos de ecuaciones simultáneas, confirma la hipótesis de país pequeño. Sin embargo, de esto no se deduce que para productos particulares este supuesto sea válido (por ejemplo harina de pescado). Por otra parte, el que la competitividad no haya sido un elemento determinante en las exportaciones chilenas pudiera estar relacionado con el tipo de productos que exporta Chile, de bajo contenido en valor agregado.

6. METODOLOGÍA

6.1. Criterios de desagregación de exportaciones y fuentes de información

Se estimó pertinente diferenciar las exportaciones en función del comportamiento de los agentes (oferentes y demandantes) en los distintos mercados de exportación, buscando identificar el impacto diferenciado de las políticas internas y los shocks externos. Para ello se distinguió entre exportaciones de cobre, de fruta fresca, de materias primas agropecuarias y de

minerales distintos de cobre y manufacturas⁸. En el caso de estas últimas, se excluyó cobre, harina de pescado y celulosa, dado que su comportamiento ha sido ajeno al impacto de la política interna y debido a que sus factores determinantes son distintos al del resto de las manufacturas.

En los gráficos 1 y 2 presentados anteriormente, se muestra la evolución sectorial, y puede observarse que mientras el comportamiento de las exportaciones de fruta fresca y de manufacturas presenta cambios bruscos de tendencia entre los períodos de análisis, en las exportaciones de materias primas agropecuarias y mineras éstos no son tan nítidos y su evolución es más inestable.

A pesar de que la información sobre los flujos de valor de las exportaciones permite una gran desagregación sectorial, una fuerte limitación para la medición del volumen (medición en dólares constantes), es la disponibilidad de índices de precios de las exportaciones agrupados en base a criterios seleccionados. El Banco Central de Chile ha construido índices de valor unitario para productos mineros: cobre y otros, para productos agrícolas, pecuarios, forestales y del mar, y para productos industriales, desagregados a un dígito. Sin embargo, estos índices fueron construidos a partir de 1977, y su actualización no ha mantenido una base homogénea. Por su parte, Sáez (1991), basado en información de Aduanas y del Banco Central, elaboró índices de valor unitario para el período 1950-89, diferenciados por tipo de producto, los que en determinados períodos fueron empalmados con los índices elaborados por el Banco Central de Chile. Esto permitió deflactar el valor de las exportaciones por grupos, para llevarlas a dólares constantes de 1985. Estos índices de valor unitario se usaron además para inflactar el tipo de cambio nominal en el cálculo del tipo de cambio real pertinente a cada grupo de productos de exportación.

Se elaboraron diferentes indicadores de demanda mundial para cada agrupación de bienes, considerando la participación de los mercados de destino. Se identificaron Alemania, Francia, Reino Unido, Estados Unidos, Japón y Resto de la Comunidad Económica Europea, como los principales mercados, considerándose para cada tipo de producto, dicha participación como coeficiente de ponderación del índice de volumen de importaciones de cada país (medido en dólares constantes).

El índice de competitividad se construyó a partir de la razón entre el valor unitario de las exportaciones y un índice de precios externos. Este último tomó en cuenta los índices de precios de producción de los principales mercados de

⁸ Véase nota 1 anterior, para códigos nomenclatura CUCI.

destino, ponderados por la participación de las exportaciones en cada mercado. La información de los índices de producción se obtuvo de la publicación *Main Economic Indicators, Historical Statistics*, de la OECD.

El índice de rentabilidad, medido como la relación entre el valor unitario de las exportaciones expresado en moneda nacional y los precios domésticos (en otras palabras, el tipo de cambio real efectivo de las exportaciones), se midió para cada grupo de bienes, considerando el tipo de cambio nominal obtenido de las *Estadísticas Financieras Internacionales* publicadas por el FMI, y el *Índice de Precios al Consumidor*, publicado por el INE.

Finalmente, el indicador de producto potencial se construyó a partir de las estimaciones efectuadas por Marfan (1992). En el caso de las exportaciones de fruta fresca, se construyó un indicador de producto potencial a partir de la superficie anual plantada de especies frutales, en el período considerado.

6.2. Orden de integración de las variables

Para efectos de estimar el orden de integración de las variables, en particular probar la hipótesis de variables integradas de orden uno versus integradas de orden cero, se utilizaron los test de CRDW (Co-integrating regression Durbin Watson) y el test de Dickey Fuller aumentado. En el cuadro siguiente se presentan los resultados obtenidos.

En todos los casos, utilizando el test de Dickey Fuller aumentado, se acepta la hipótesis de que las variables son integradas de orden uno, ya sea incluyendo una constante (μ) en la regresión o bien la constante más la tendencia ($\mu + t$). Este mismo resultado se verifica con el test CRDW

Desde que Granger (1983) introdujo la idea de cointegración, varios métodos de estimación del vector de cointegración han sido desarrollados en la literatura. Para una discusión de ellos, véase Gonzalo (1989), Engel y Granger (1987), Banerjee et al (1986), y para una aplicación empírica de algunos de ellos, Martner y Titelman (1992). Para efectos de este trabajo, se aplica la metodología propuesta por Stock (1987), el que propone estimar por mínimos cuadrados no lineales, un modelo de corrección de errores.

$$\Delta x_t = \alpha_0 + \sum_{i=0}^n \alpha_{1i} \Delta y_{t-i} + \sum_{i=1}^n \alpha_{2i} \Delta x_{t-i} - \alpha_3 (x_{t-1} - \beta y_{t-1}) + e_t$$

El vector de cointegración en este caso es el β_{NLS} . La idea en este método es estimar β sin el sesgo inherente a la autocorrelación de errores del método de mínimos cuadrados ordinarios, mediante la inclusión de los rezagos de Δx_t y Δy_t en la regresión de x_t sobre y_t . Se obtiene así en forma simultánea el vector de cointegración y el modelo de corrección de errores asociado. Los test de hipótesis del vector de cointegración no siguen una distribución estándar (Stock tabula estos valores para un determinado proceso generador de datos). Las elasticidades de largo plazo obtenidas mediante los vectores de cointegración, se consignan en el cuadro 10 anterior.

CONTRASTES DE ORDEN DE INTEGRACIÓN

$$(1-L)^d x_t = \mu + \pi t - \beta (1-L)^d x_{t-1} + \sum_{i=2} \Theta_i (1-L)^d x_{t-i} + \epsilon_t$$

$$H_0 : \beta = 0, [x_t \approx I(d)]$$

$$H_1 : \beta > 0, [x_t \approx I(d-1), i=2]$$

Para d=1	DFA (μ)	DFA ($\mu + t$)	CRDW
LVOL Fruta	-0,07	-3,06	0,03
LVOL Agropec.	-1,76	-3,11	0,45
LVOL Minero	-0,15	-2,01	0,33
LVOL Manufac.	-0,35	-2,80	0,07
LVOL No Cobre	-0,12	-2,58	0,05
LSUP	-0,10	-1,44	0,16
LTCR Fruta	-1,75	-1,13	0,15
LTCR Agropec.	-1,9	-1,40	0,16
LTCR Minero	-0,94	-1,24	0,15
LTCR Manufac.	-1,23	-1,63	0,10
LTCR No Cobre	-1,23	-1,63	0,10
LDM Agropec.	-0,92	-2,07	0,02
LDM Minero	-0,86	-2,01	0,03
LPIBPOT	-0,06	-2,46	0,02
LFBK	-0,87	-1,51	0,41
Valores críticos al 5% y T=25	-3,0	-3,6	0,49

6.3. Interpretación de los test econométricos

La comprobación de la bondad de ajuste de los modelos seleccionados se efectuó a partir de un grupo de test, los que en conjunto permiten determinar si la especificación de la función es *robusta*. Los test aplicados permiten detectar

problemas de heterocedasticidad (White, 1980), así como de heterocedasticidad autorregresiva condicional de orden r (Engel, 1982), errores de especificación en la forma funcional, determinar la normalidad de los residuos y la estabilidad de los parámetros. Estos test fueron los siguientes:

AR N-M F(M-N, T-K-M) : Test F que permite verificar autocorrelación residual de orden N a M en un modelo con K regresores y T observaciones (Harvey, 1981)

F(n, T-n-K) : Test F de heterocedasticidad y de error de especificación de la forma funcional para n variables (White, 1980)

ARCH F(r, T-r-K) : Test F para heterocedasticidad autorregresiva condicional de orden r (Engel, 1982)

RESET F(j, T-J-K) : Test F de variables omitidas (Regression Specification Test) de potencia j (Ramsey, 1969)

Chi²(2) : Test Chi² para normalidad de los residuos (Jarque y Bera, 1980)

CHOW F(H, T-H-K) : Test F de Chow de estabilidad de parámetros para H períodos de proyección (Chow, 1960).

Chi²(H)/H : Test Chi² de error de predicción para H períodos de proyección, normalizado por sus grados de libertad (Hendry, 1979).

BIBLIOGRAFIA

- AURIKKO, E. (1985): "Testing Disequilibrium Adjustment Models for Finnish Goods", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 47.
- BANCO CENTRAL DE CHILE: *Indicadores de Comercio Exterior*, Dirección de Comercio Exterior y Cambios, varios números, Santiago de Chile.
- BANERJEE, A., J. DOLADO, D.F. HENDRY y G.W. SMITH (1986): "Exploring Equilibrium Relationships in Econometrics Through Static Models: Some Monte Carlo Evidence", *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, Vol. 48, 253-277.
- BRAGA H.C. y R.A. MARKWALD (1983): "Funções de Oferta e Demandadas Exportações de Manufaturados no Brasil: Estimacao de um Modelo Simultaneo", *Pesquisa e Planejamento Economico*, Rfo de Janeiro, Vol. 13.
- CARDOSO, E. y R. DORNBUSCH (1980): "Uma Equação para as Exportações Brasileiras de Produtos Manufaturados", *Revista Brasileira de Economia*, Rfo de Janeiro, Vol. 34.
- CHOW, G.C. (1960): "Tests of Equality Between Sets of Coefficients in Two Linear Regressions", *Econometrica*, Vol. 28.
- DAVIDSON J, D. HENDRY, F. SRBA y S. YEO (1978): "Econometric Modelling of the Aggregate Time-series Relationship Between Consumer's Expenditure and Income in the U.K.", *The Economic Journal*.
- DEHESA DÁVILA, M. (1983): "Comercio Exterior y Deuda Externa", *Economía Mexicana*, CIDE, 5.
- DE GREGORIO, J. (1984): "Comportamiento Exportaciones e Importaciones en Chile" *Colección Estudios CIEPLAN*, Vol. 13.
- DE LA CUADRA, S. y D. HACHETTE (1991): "A Historical Outline of Tariffs and Import Restriction Policies in Chile", en D. Papageorgion, M. Michaely y A.M. Choksi, *Liberalizing Foreign Trade: Argentina, Chile y Uruguay*, Basil Blackwell ed, Massachusets, EE.UU..
- DESORMEAUX J., y L.E. BRAVO (1986): " Modelo Agregado de la Balanza Comercial: Chile 1974-1982", *Cuadernos de Economía*, Vol. 70.
- DIB, M. F. (1981): "Equacoes para a Demanda de Importações no Brasil: 1960-79", *Revista Brasileira de Economia*, Rfo de Janeiro, Vol. 35.
- ENGLE, R.F. (1982): "Autoregressive Conditional Heteroskedastic with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation", *Econometrica*, Vol. 50.

- ENGLE, R.F. y C.W.J. GRANGER (1987): "Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation and Testing", *Econometrica*, Vol. 55.
- ENGLE, R.F. y B. YOO (1987): "Forecasting and Testing Co-Integrated Systems", *Journal of Econometrics*, Vol. 35, 143-159.
- FAIR, R.C. y D.M. JAFFEE (1972): "Method of Estimation for Markets in Equilibrium", *Econometrica*, N° 40.
- FFRENCH-DAVIS, R. (1984): "Indice de Precios Externos", *Colección Estudios CIEPLAN*, Vol. 34.
- FFRENCH-DAVIS, R., P. LEIVA y R. MADRID (1991): "La Apertura Comercial en Chile", *Estudios de Política Comercial*, 1, UNCTAD, Naciones Unidas.
- FRENCH-DAVIS, R. y J. VIAL (1990): "Trade Reforms in Chile: Policy Lessons for the Nineties", *Mimeo*, IDE-Banco Mundial.
- FONDO MONETARIO INTERNACIONAL: *Estadísticas Financieras Internacionales*, varios números.
- GARCÍA, E. y R. MARTNER (1990): "Un modelo Macroeconómico para Brasil MACROBRAS III". *Proyecto PNUD/ILPES, RLA/86/029*.
- GOLDSTEIN, M. y M. KHAN (1978): "The Supply and Demand for Exports: A Simultaneous Approach", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 60.
- GONZALO, J. (1989): "Comparison of Five Alternative Methods of Estimating Cointegrating Vectors", *Mimeo*, University of California San Diego, Department of Economics.
- GRANGER, C.W.R. (1983): "Co-Integrates Variables and Error-Correcting Models", *UCSD Discussion Paper 83-13*, Universidad de California (San Diego).
- HARVEY, A. (1989): *The Econometric Analysis of Time Series*, LSE Handbooks in Economics, 2 ed.
- HENDRY, D. (1979): "Predictive Failure and Econometric Modelling in Macroeconomics: The Transactions Demand for Money", en P. Ormerod (ed), *Economic Modelling*, Heinemann Education Books, Londres.
- HENDRY, D. y G.E. MIZON (1988): "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*, Vol. 88.
- HENDRY, D., D. QUIN y C. FAVERO (1989): "Lectures on Econometric Methodology", Nuffield College, Oxford.

- HOUTHAKKER, H.S. y S. MAGEE (1969): "Income and Price Elasticities in World Trade", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 51.
- HOUTHAKKER, H.S. y L.D. TAYLOR (1970): *Consumer Demand in the United States*, Harvard University Press.
- JADRESIC, E. (1990): "El Salario en el Largo Plazo: Chile 1960-1989", Colección *Estudios CIEPLAN*, Vol. 29.
- JARQUE, C.M. y A. K. BERA (1980): "Efficient Tests for Normality Homoscedasticity and Serial Independence of Regression Residuals", *Economic Letters*, Vol. 6,3.
- MARFAN, M. (1992): "Reestimación del PGB en Chile: Implicancias para el Crecimiento", CIEPLAN, *Mimeo*.
- MARTNER, R. (1991): "Notas sobre Modelización Macroeconómica: Funciones de Comercio Exterior", Documento ILPES.
- MARTNER, R. y D. TITELMAN (1992): "La Demanda de Dinero en Chile: Una Comparación de Métodos Alternativos de Estimación de Vectores de Cointegración", Documento de Trabajo N°8, CEPAL, Santiago de Chile.
- MELLER, P. (1992): "La Apertura Comercial Chilena: Enseñanzas de Política" *Documentos de Trabajo Serie de Documentos de Trabajo*, N°109, BID.
- MORAES, P.B (1986): "Uma Nota sobre as Importações Brasileiras de Produtos manufaturados", *Texto para Discussao*, N°114, Departamento de Economía, PUC/Río de Janeiro.
- MUSSI, C.H.F. (1982): "Fatores de Demanda nas Exportações de Manufaturados Brasileiros", Departamento de Economía, P.U.C./Río de Janeiro, *Mimeo*.
- M. DE PAIVA ABREU (1987): "Equações de Demanda de Importações Revisitadas: Brasil, 1960-85", *Texto para Discussao*; N°148, Departamento de Economía, PUC/Río de Janeiro.
- OECD *Main Economic Indicators, Historical Statistics*, París.
- OECD *Main Economic Indicators*, varios números, París.
- OECD *National Accounts*, varios números, París.
- RAMSEY, J.B. (1969): "Tests for Specification Errors in Classical Linear Least-Squares Regression Analysis", *Journal of the Royal Statistics Society*, serie B, Vol. 31.
- RÍOS, S.M.C.P. (1987): "Exportações Brasileiras de Produtos Manufaturados: Uma Avaliação Econométrica para o Período 1964/84", *Pesquisa e Planejamento Economico*, Río de Janeiro, Vol. 17.

RIOS, S.M.P., R. BONELLI y E.J. REIS (1988): "Estimación e Resultados do MOPSE - Modelo para Projeções do Sector Externo", *Río do Janeiro IPEA/INPES*.

ROS, J. (Coord.) (1984): "MODEM, Modelo Macroeconómico", *Economía Mexicana*, Serie Temática 2, CIDE.

SJASTAAD, L. (1981): "La Protección y el Volumen del Comercio en Chile: La Evidencia", *Cuadernos de Economía*, 54-55.

SÁEZ, S. (1991): "Indicadores para las Exportaciones Chilenas: 1950-89", *Notas Técnicas*, N°138, CIEPLAN.

SALAS, J. y R. SIDAQUI (1983): "Evolución y Pespectivas de las Exportaciones de Manufacturas en México", *El Trimestre Económico*, Vol. 50.

WHITE, H. (1980): "A Heteroskedasticity-Consistent Covariance Matrix Estimator and Direct Test for Heteroskedasticity", *Econometrica*, Vol. 48, 817-838.

ZINI JR, A. A. (1988): "Funções de Exportação e de Importação para o Brasil", *Pesquisa e Planejamento Economico*, Vol. 18.