

Comercio y crecimiento:

Una revisión de la hipótesis “*Learning by Exporting*”

*Raymundo Guillermo Chirinos Cabrejos*¹

Banco Central de Reserva del Perú

Universidad San Ignacio de Loyola

raymundo.chirinos@bcrp.gob.pe

(versión preliminar)

Noviembre 2006

¹ Especialista económico de la Gerencia de Estudios Económicos del Banco Central de Reserva del Perú y docente a tiempo parcial en la Universidad San Ignacio de Loyola. Las expresiones vertidas en el presente documento representan la posición del autor y no reflejan necesariamente la de las instituciones antes mencionadas. Agradezco los comentarios de los señores Vicente Tuesta, Nelson Ramírez y Freddy Espino (BCRP), así como del profesor Vicente Hugo Juan-Ramón (FMI). Cualquier error u omisión permanece obviamente como de mi entera responsabilidad. Este trabajo es la culminación de un proyecto de investigación que surgió durante la participación del autor en el curso del FMI sobre Políticas Comercial y Cambiaria, dictado en la ciudad de Brasilia, Brasil, del 19 al 30 de junio de 2006.

Resumen

El presente trabajo examina la relación entre comercio y crecimiento a través del mecanismo learning by exporting (aprendizaje por las exportaciones), por el cual cuanto más exporta un país, éste registra incrementos en su productividad que conducen a mayores tasas de expansión del producto. Se propone un modelo teórico que sustenta esta hipótesis a través de una adaptación del modelo de Ramsey-Cass-Koopmans a una economía abierta que emplee como canal de transmisión de la tecnología a las exportaciones per cápita. Asimismo, se presenta evidencia empírica -mediante el uso de un modelo de panel data- que respalda este mecanismo en una muestra amplia de países en desarrollo.

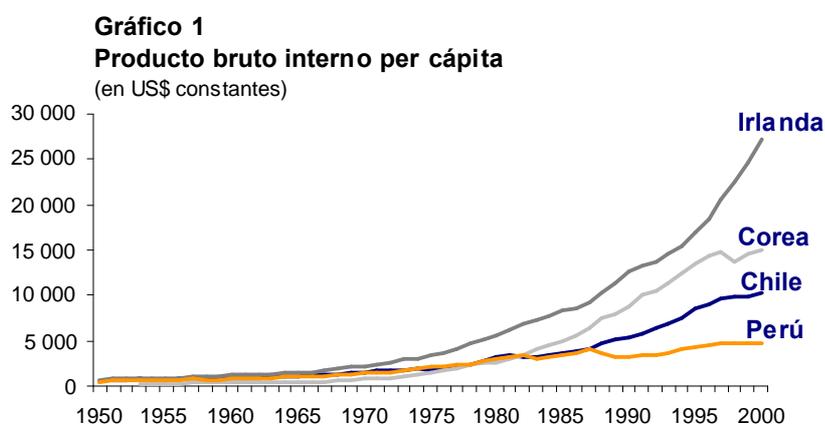
Palabras clave: crecimiento y comercio, learning by exporting, estimación por panel data

1. Introducción

A comienzos de la década de los 50, Chile, Corea, Irlanda y Perú poseían niveles de ingreso per cápita, que en el mejor de los casos, no superaban el 40 por ciento del PBI per cápita de los Estados Unidos.

De este grupo de países, el de mayor ingreso era Irlanda, con un margen apenas superior en 25 por ciento superior al de Perú y/o Chile; en tanto Corea figuraba como el país más pobre con un ingreso cercano a un tercio de sus pares latinoamericanos.

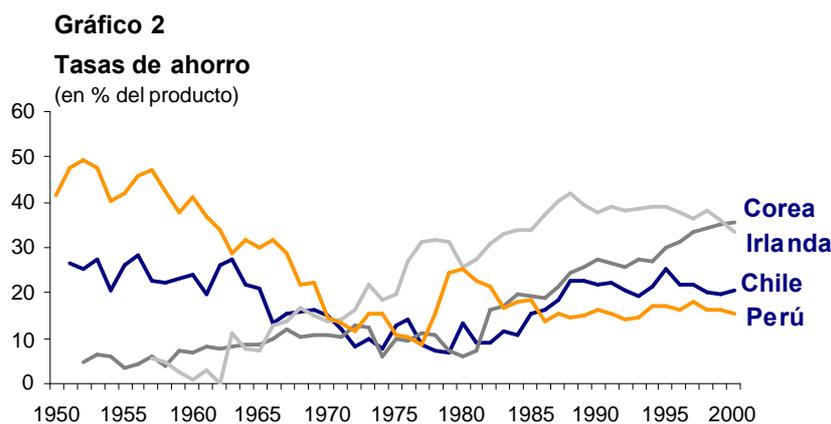
Hacia el final del siglo, Irlanda sigue encabezando el grupo, pero con un ingreso que es 5,7 veces el de Perú y 2,6 veces el de Chile. En tanto Corea ha superado largamente a sus pares latinoamericanos con un PBI per cápita que es 3 veces superior al de Perú. Asimismo, si se comparan a los dos países latinoamericanos, Chile y Perú, entre sí, tenemos que si bien ambos países comenzaron con un ingreso similar, hoy día el ingreso per cápita chileno es 2,2 veces el de su similar peruano (ver gráfico 1).



Fuente: Penn World Table

¿Qué explica estas diferencias tan grandes en los niveles de ingreso? La ecuación de Solow-Swan nos señala que la economía aumenta el stock de capital per cápita a una tasa que es igual a la diferencia entre la inversión bruta menos la depreciación y la tasa de crecimiento de la población.

La inversión bruta es asimismo igual a la tasa de ahorro por el producto, por tanto, el primer determinante que deberíamos ver es cómo se comportó la tasa de ahorro para estos 4 países durante la segunda mitad del siglo XX.



Fuente: Penn World Table

El gráfico 2 nos brinda una información dispar, pues si bien la tasa de ahorro fue netamente superior para Irlanda con respecto al resto de países a partir de los 70s, entre 1950 y 1970, ésta estuvo por debajo de la de Perú y Chile, sin embargo, ello no determinó un mejor desempeño de estas dos economías frente a la irlandesa.

La teoría del crecimiento también nos señala que el crecimiento de los países, tras alcanzar un estado estacionario, sólo es posible mediante mejoras en la tecnología. El desarrollo de la tecnología es un proceso costoso en el que sólo un grupo selecto de países posee la exclusividad de su generación².

La interrogante es por tanto, mediante qué mecanismos los países que no generan tecnología pueden tener acceso a ésta; y así, poder generar un crecimiento continuo. Antes de tratar dicha interrogante conviene destacar dos propiedades de la tecnología. Una es su carácter de no rivalidad, esto es, su consumo por parte de un agente (individuo o país) no disminuye la cantidad que el resto (de individuos o países) puede consumir. Esto llevaba a la presunción de que la tecnología era un bien libre (público), del cual todos los países podían hacer uso sin distinción.

Una segunda propiedad, sin embargo, es si la tecnología es exclusiva o no; esto es, sólo pueden consumirla aquellos que paguen por su uso. El costo de usar la tecnología tiene dos tramos, un costo fijo de generarla que es bastante elevado y que corresponde a los gastos de I&D, y el segundo es un costo marginal bastante bajo. No obstante, para generar tecnología dicho mercado no puede estar sujeto a competencia perfecta, pues si el precio pagado se

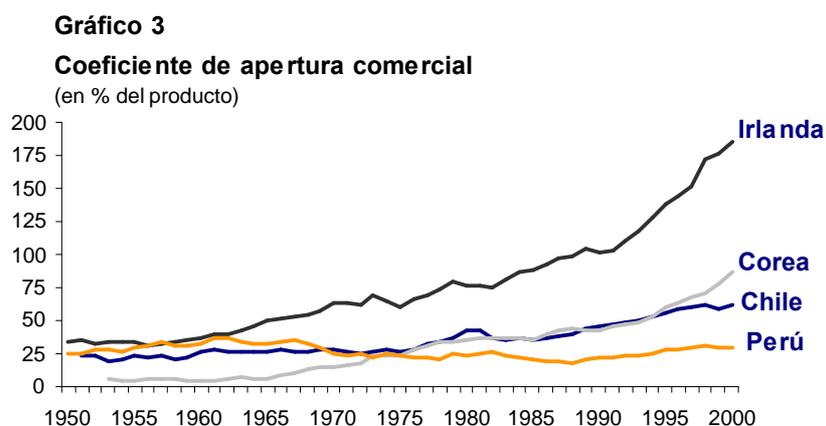
² Según cifras del Banco Mundial, entre 1970 y 1998 Estados Unidos, Reino Unido, Alemania, Japón, Suiza y Holanda realizaron entre el 90 y 98 por ciento del gasto en investigación y desarrollo (I&D) a nivel mundial (Hallward-Driemeir, 2001).

igual a al costo marginal sería imposible cubrir los costos fijos. Por tanto, este mercado debe cobrar un precio que exceda al costo marginal y que se determina bajo la forma de patentes de uso³.

Ahora bien, la transferencia de tecnología de un país desarrollado a uno en desarrollo puede hacerse mediante varios caminos: Uno de ellos es el comercio internacional. Al respecto, *Coe et al* (1995) señalan que los países en desarrollo que no hacen (o hacen en muy escasa cuantía) inversión en investigación y desarrollo (I&D) se benefician de aquella generada por los países desarrollados cuando comercian con éstos. El mecanismo es mediante la adquisición de bienes intermedios y de capital que incorporan esta tecnología desarrollada en el exterior, efecto al que denominan "desbordamiento por I&D".

Ventura (1997) sostiene que una de las razones por las cuales el crecimiento de las economías del sudeste asiático no ha declinado conforme aumentaban los niveles de capital por habitante es precisamente el comercio internacional⁴. Sin embargo, los efectos también pueden ser los opuestos como sostiene *Young* (1991)⁵ si es que la liberalización del comercio puede inducir a que un país en desarrollo se especialice en una línea de productos donde las potenciales ganancias de la investigación se hayan agotado.

Una rápida inspección de los países anteriormente mencionados nos muestra que a mayor grado de apertura, el crecimiento y el nivel de ingreso per cápita alcanzado ha sido mayor (gráfico 3).



Fuente: Penn World Table

Al respecto Irlanda tenía a comienzos de los 50s un coeficiente de apertura del 34 por ciento, Perú y Chile de 25 y Corea sólo de 6 por ciento. Hacia el final del período bajo estudio, estos coeficientes eran 186 por ciento para Irlanda, 86 por ciento para Corea, 61

³ Inclusive la imitación de tecnología es un proceso oneroso; adaptar una tecnología existente a un país en desarrollo puede representar entre el 40 y 90 por ciento del costo de innovación [*Mansfield, Schwartz & Wagner*, 1981]; costo que puede decrecer según el país en desarrollo tenga abundancia de capital humano.

⁴ El autor combina el teorema de la igualación del precio de los factores con el modelo de crecimiento de Ramsey-Cass-Koopmans (1965), con lo que, si bien a nivel mundial se mantiene la ley de los rendimientos decrecientes, para un país pequeño que exporta cada vez más bienes intensivos en capital el rendimiento del capital permanece constante.

⁵ Citado en *Aghion & Howitt*, 1998, pp 369-370.

por ciento para Chile y sólo 30 por ciento para el Perú, siendo éste el país más pobre del grupo al final del periodo de análisis.

La hipótesis que se presenta en este trabajo va en la línea de investigaciones anteriores; esto es, un mayor comercio genera mayores tasas de crecimiento gracias al contacto con las mejoras tecnológicas que son producidas en el exterior. La evidencia empírica demuestra que las empresas que están envueltas en el comercio exterior, muestran mejoras en la productividad por encima de sus pares que sólo atienden al mercado doméstico, canal conocido como “*Learning by Exporting*” (en adelante LBE)⁶.

A continuación, en la sección 2 se explica con mayor detalle la hipótesis LBE. En la tercera sección se propone una modificación al modelo de *Ramsey* donde se incorpore comercio exterior y las mejoras en la tecnología que este último puede proveer. En la cuarta sección se explora mediante una serie de gráficas y estadísticas básicas la relación entre comercio y crecimiento; y, en la quinta, se presenta un modelo panel data donde se ahonde en el estudio de esta relación controlada por otros determinantes del crecimiento. La sección 6 concluye.

2. La hipótesis “*Learning by Exporting*” (LBE)

La literatura económica ha reconocido que la exposición de la economía al comercio exterior genera ganancias asociadas con una mejor asignación de recursos y mayor competencia que termina por eliminar las rentas económicas que puedan surgir en una situación de autarquía. No obstante, éstas son ganancias de una sola vez; por tanto, para que el efecto subsista en el tiempo, los beneficios deben tener una naturaleza dinámica.

Entre las fuentes de ganancias dinámica sobre la productividad asociadas al comercio exterior pueden contarse⁷: transferencia y efecto desbordamiento de la tecnología; mayor competencia y reducción de las barreras de entrada a las innovaciones; acceso a bienes intermedios y de capital⁸ que incorporan nuevas tecnologías y mayor especialización en industrias con un consecuente crecimiento de la productividad y efectos de aprendizaje a través de la exportación.

Es justamente este último efecto el que se discute en este trabajo, al vender en el exterior, las empresas pueden explotar economías de escala, estar expuestas a nuevas tecnologías (mediante la importación de insumos y bienes de capital) y ejecutar medidas que las lleven a ser cada vez más competitivas⁹.

⁶ Una traducción de este término sería “aprendizaje por las exportaciones”.

⁷ Ver *Hallward-Driemeir*, 2001.

⁸ *Connolly & Yi* (2004) señalan que éste es el elemento clave en el proceso de desarrollo coreano, pues le permitió tener acceso a nuevas tecnologías y diversificar su oferta exportable.

⁹ No obstante, la causalidad puede ser a la inversa como reconocen algunos estudios; esto es, puede haber un mecanismo de *auto-selección* por el cual son justamente las empresas más eficientes las que exportan; entre los diversos argumentos se citan los [altos] *costos de entrada* a la actividad exportadora, motivo por el cual sólo las empresas que ya son eficientes serían capaces de exportar. *Clerides et al* (1998) ofrecen evidencia de esta hipótesis al señalar para una muestra de empresas en Colombia, México y Marruecos que la tasa de crecimiento de la productividad en empresas exportadoras no es significativamente diferente de las no exportadoras. *Croce et al* (2004) añaden que el propio volumen de exportaciones pueden aumentar o reducir los costos del comercio exterior dependiendo de las externalidades asociadas a la actividad exportadora (positivas o menores costos, en el caso de crearse mayores conexiones para exportar o externalidades

Al respecto, una serie de trabajos conducidos principalmente a nivel de firma (micro) ofrecen evidencia a favor de esta hipótesis. *Jan* (2004), empleando datos para cerca de 8 mil empresas manufactureras en Eslovenia para el período 1994-2000, encuentra evidencia a favor de la hipótesis LBE controlando explícitamente los procesos de auto selección¹⁰. Cabe resaltar que durante la década de los 90s, este país pasó de ser una economía planificada a una de mercado, alcanzando estándares por encima del promedio de la Unión Europea.

Un estudio similar conducido para otras economías en transición es el de *Bleaney et al* (2000) que encuentra evidencia positiva que respalda la hipótesis LBE para Rusia, Bielorrusia y Ucrania.

Trofimenko (2005), en un estudio para firmas colombianas, resalta que las ganancias en productividad se generan principalmente en las empresas que exportan a países desarrollados –dado que éstos exigen mayores estándares de calidad en sus mercados de origen- y que este efecto se acrecienta en industrias de alto desarrollo tecnológico.

Mengistae & Pattillo (2004) sostienen en un estudio para países del África subsahariana que las tasas de crecimiento de la productividad son hasta 10 por ciento mayores para las empresas envueltas en el comercio exterior con relación a las no exportadoras, especialmente en aquéllas que exportan fuera de África. Los autores concluyen señalando que es deseable que los países africanos vuelquen sus miras a los mercados del exterior.

Los estudios también mencionan los riesgos que el proteccionismo puede tener sobre el proceso de crecimiento económico. *Diao et al* (2002) conducen una simulación de dicho proceso para diversos países del sudeste asiático, asumiendo la hipótesis LBE como canal de desbordamiento de la tecnología. En él, se observa que el proteccionismo (barreras arancelarias) obstaculiza la inversión y el crecimiento en el sector exportador, expandiéndose estos efectos perjudiciales posteriormente al resto de la economía.

Greenaway & Kneller (2004) añaden como elemento para potenciar la productividad a cuán expuesto está el segmento industrial a la competencia extranjera. Haciendo uso de una muestra de empresas británicas para el período 1990-1998, los autores encuentran tasas de crecimiento de la productividad más altas en empresas exportadoras que en las no exportadoras, y que esta tasa se relaciona inversamente con el grado de exposición a la competencia externa -las empresas más expuestas se encontrarían más cerca de la frontera tecnológica y por tanto las ganancias del comercio serían menores-.

A nivel macro, destaca el estudio de *Edwards* (1998) quien para una muestra de 93 países encuentra una relación positiva entre la tasa de crecimiento del ingreso per cápita y el nivel de apertura, medida a través de 9 diferentes índices de política comercial. La hipótesis operativa es similar a la que se presenta en este estudio, la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores (PTF) es afectada positivamente por el nivel de apertura de la economía, relación que puede ser incluso no lineal; esto es, el impacto de la apertura afecta con mayor intensidad a las economías de mayor desarrollo relativo (que tienden a su vez a mostrar mayores tasas de crecimiento), argumento al que se han aferrado las

pecuniarias y/o técnicas y, negativas o mayores costos, en el caso de restricciones financieras, institucionales y/o de infraestructura, diseconomías de escala, sesgos locales, grupos de interés etc).

¹⁰ El autor encuentra que las empresas que empiezan a exportar registran un incremento en su productividad del orden de 20 por ciento.

economías más pobres a fin de proponer medidas proteccionistas dada la escasa ganancia que obtienen del comercio exterior.

A continuación se propone un modelo teórico para estudiar a nivel macro, las mejoras en productividad¹¹ que pueda conllevar la actividad exportadora. Las lecciones de este modelo se contrastarán con la evidencia empírica de largo plazo que se pueda obtener de fuentes como el *Penn World Table* o la base de datos del FMI.

3. Un modelo para la hipótesis LBE

En la presente sección se propone una modificatoria al modelo neoclásico de *Ramsey-Cass-Koopmans*¹², donde se integre el comercio internacional y la hipótesis LBE.

Se parte de una función de producción neoclásica con rendimientos constantes a escala y decrecientes para cada factor. Así: $Y_t = K_t^\alpha \hat{L}_t^{1-\alpha}$, con $0 < \alpha < 1$; donde K representa el stock de capital y \hat{L} las unidades de trabajo eficiente o trabajo potenciado por la tecnología ($\hat{L} = AL$). En tanto, la identidad macroeconómica con comercio exterior nos dice que: $Y_t = C_t + I_t + X_t - M_t$, donde la inversión bruta I_t puede descomponerse como inversión neta más depreciación, esto es: $I_t = \dot{K}_t + \delta K_t$, siendo la expresión \dot{K}_t la derivada de K respecto al tiempo ($\partial K_t / \partial t$).

Se asume que las importaciones (M_t) son una función creciente del ingreso $M_t = mY_t$, de manera que la identidad macroeconómica anterior puede expresarse como:

$$\dot{K}_t = (1+m)Y_t - C_t - X_t - \delta K_t \dots [1]$$

la cual en términos per cápita queda determinada como¹³: $\dot{k}_t = (1+m)y_t - c_t - x_t - (n+\delta)k_t \dots [2]$

Según la hipótesis LBE, el desarrollo tecnológico se obtiene bajo mayores exportaciones, se modela por tanto A_t como $A_t = x_t$ (x_t exportaciones per cápita). De esta manera [2] queda expresada como:

$$\dot{k}_t = (1+m)x_t^{1-\alpha} k_t^\alpha - c_t - x_t - (n+\delta)k_t \dots [3]$$

Siguiendo la lógica del modelo de *Ramsey-Cass-Koopmans* los consumidores maximizan la siguiente función de utilidad:

$$U(0) = \int_{t=0}^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta} dt \dots [4]$$

La maximización de [4] sujeta a [3] conduce a una regla de crecimiento para el consumo de la forma:

$$\frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} \left[\alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (1+m)^{\frac{1}{\alpha}} - \delta - \rho \right] \dots [5]$$

¹¹ Ray (1998) cita un argumento interesante por el cual el acceso al mercado exterior es un incentivo para experimentar con nuevas tecnologías cuyo uso sólo sería posible produciendo a gran escala.

¹² Un texto que explica éste así como otros modelos de crecimiento de manera asequible es el libro de Xavier Sala-i-Martin "Apuntes de crecimiento económico", Antoni Bosch ed., 2000.

¹³ El lector debe tomar nota de que en esta expresión, m es la propensión marginal a importar ($0 < m < 1$), n la tasa de crecimiento de la población y δ la tasa de depreciación

Esta tasa de crecimiento del consumo será la misma tasa a la que crecerá el resto de variables de la economía en el largo plazo¹⁴.

De la ecuación [5] se aprecia que la tasa de crecimiento es constante a lo largo del tiempo y que depende negativamente de ρ -la tasa de preferencia temporal- esto es, una mayor ansiedad de los agentes por consumir dejará menos recursos disponibles para el ahorro y la inversión; positivamente de m la propensión marginal a importar; y, negativamente de δ , la tasa de depreciación (una rápida depreciación reduce el stock de capital con el que cuenta la economía para poder producir).

Cabe resaltar que las lecciones de este modelo serían sólo aplicables a los países en desarrollo, pues se asume que la tecnología ya ha sido producida. Lo anterior no sería aplicable a países desarrollados pues son precisamente ellos los que la generan a través de las actividades de I&D¹⁵.

4. Evidencia empírica y fuentes de información

A continuación se realiza un análisis exploratorio de la relación entre crecimiento y comercio. Para ello se ha recurrido a la data del *Penn World Table* (PWT) provista por el Centro de Comparaciones Internacionales de la Universidad de Pennsylvania. Cabe señalar que los datos han sido elaborados sobre la base de la paridad del poder de compra para el periodo 1950-2000, motivo por el cual son comparables internacionalmente.

Se explora la relación entre comercio y crecimiento, elaborando gráficos donde en el eje Y medimos la tasa de crecimiento del PBI per cápita y en el X el grado de apertura de la economía¹⁶. Hacemos esto para cada década entre 1950 y 2000, reportando los valores promedio para cada período. Este procedimiento servirá como indicio de la existencia de una relación entre ambas variables que dé soporte a la relación estudiada.

La muestra total incluye 114 economías en desarrollo. Según la hipótesis LBE debería apreciarse una relación positiva entre tasa de crecimiento y nivel de apertura.

¹⁴ La derivación completa de la regla de crecimiento se presenta en el Anexo 1.

¹⁵ En cuyo caso son más aplicables modelos como el de Romer (1990) o bien modelos del tipo innovador-seguidor como se exponen en Barro & Sala-i-Martin (1999), capítulo 8. Cabe destacar que Edwards (1998) presenta un modelo donde la tecnología tiene dos fuentes de crecimiento: la tasa de innovación doméstica que depende del nivel de capital humano que posee el país y la velocidad a la que corrige la brecha tecnológica con los países más desarrollados, elemento que se asocia al comercio exterior.

¹⁶ EL PWT no reporta datos de exportaciones.

APERTURA COMERCIAL Y CRECIMIENTO

Gráfico 4.a

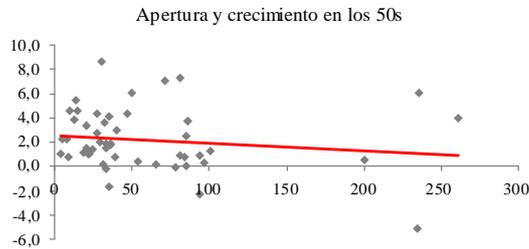


Gráfico 4.b

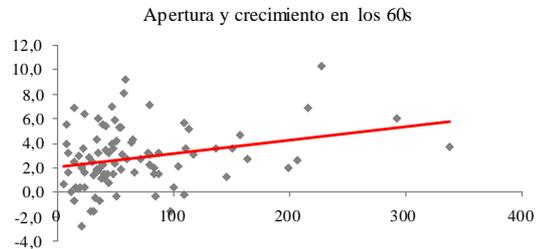


Gráfico 4.c

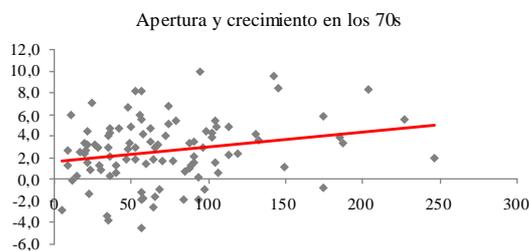


Gráfico 4.d

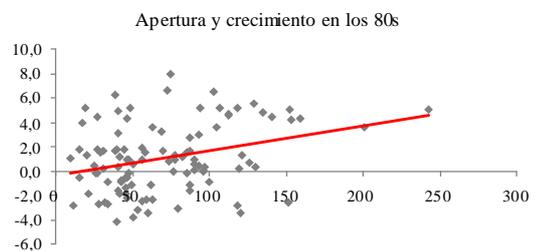
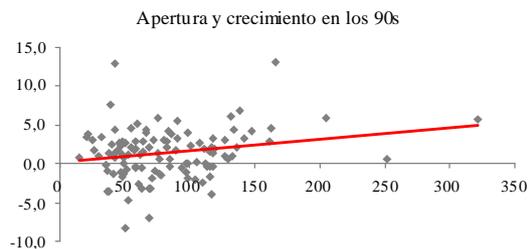


Gráfico 4.e



Los gráficos señalan una relación positiva en todas las décadas con excepción de la década de los 50s (gráfico 4.a). Un aspecto que debe tenerse en cuenta es la posible endogeneidad de ambas variables, esto es, la apertura causa al crecimiento o el crecimiento causa a la apertura o ambas son causadas por una tercera variable; dado que queremos estudiar la primera relación, repetimos el procedimiento, sólo que ahora en el eje X graficamos el nivel de apertura al inicio de la década (variable exógena debido a que no puede ser afectada por el crecimiento posterior).

Nuevamente, las gráficas (con excepción de 5.a) dan indicio de una relación positiva entre ambas variables.

APERTURA COMERCIAL INICIAL Y CRECIMIENTO

Gráfico 5.a

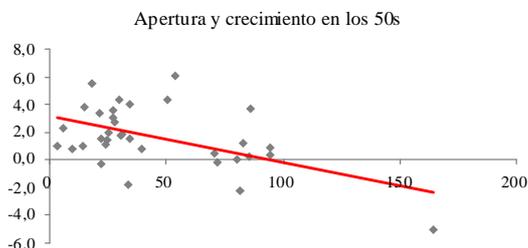


Gráfico 5.b

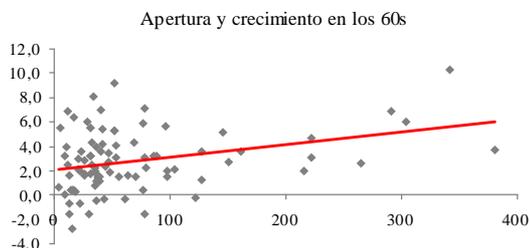


Gráfico 5.c

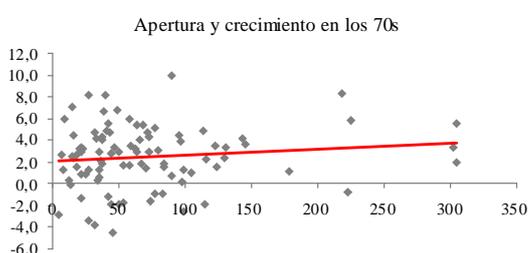


Gráfico 5.d

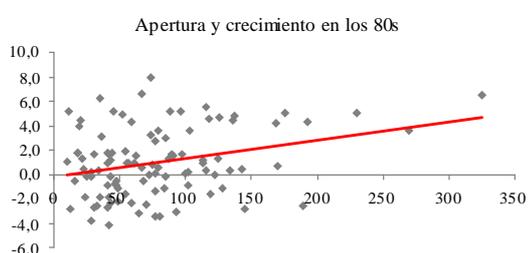
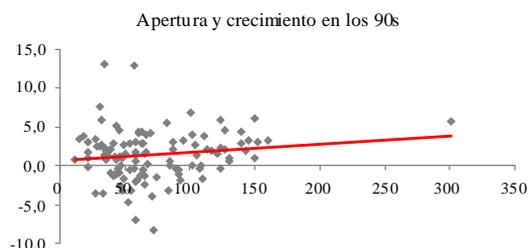


Gráfico 5.e



Se cuantifica esta relación mediante el coeficiente de correlación lineal; en él se observa que salvo en la década de los 50s, en los períodos subsiguientes existe una relación positiva entre crecimiento y nivel de apertura comercial.

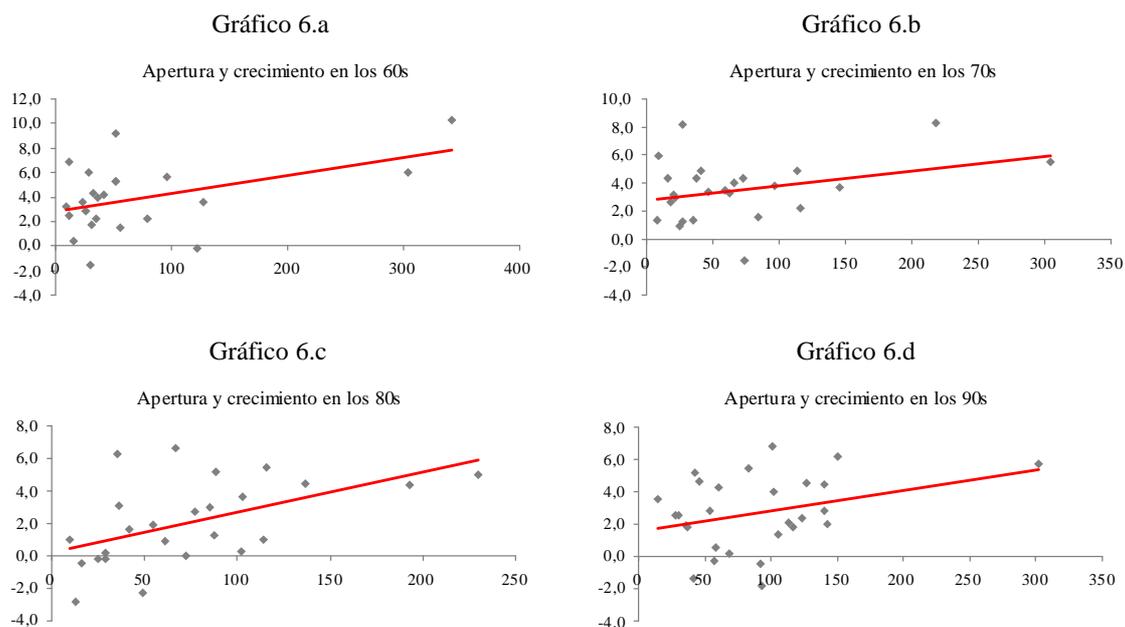
Cuadro 1: Coeficiente de correlación
(Crecimiento y nivel de apertura)

	50s	60s	70s	80s	90s
Con apertura promedio	-0.14	0.28	0.23	0.31	0.22
Con apertura inicial	-0.52	0.32	0.12	0.29	0.14

Un aspecto señalado en la revisión bibliográfica es la presencia de costos de entrada a la actividad exportadora; por tanto sólo los países más ricos dentro del grupo bajo estudio, estarían en la capacidad de emprender actividades de comercio exterior. Por tal motivo, se separa la muestra en cuartiles según el nivel del ingreso per cápita.

Así se aprecia (gráficos 6.a, 6.b, 6.c y 6.d y cuadro 2) que en el período 1960-2000¹⁷ los países de mayor ingreso promedio tienden a crecer más rápido cuanto más integrada está su economía al comercio internacional. Por el contrario, en el cuartil inferior esta relación se observó con fuerza sólo en la década de los 60s, destacando el caso de algunos países del África subsahariana, que mostraron importantes registros de crecimiento en este período.

APERTURA COMERCIAL INICIAL Y CRECIMIENTO (en el cuartil superior)



Cuadro 2: Coeficiente de correlación
(Crecimiento y nivel de apertura inicial)

	60s	70s	80s	90s
Cuartil inferior	0.67	0.25	-0.07	0.03
Cuartil superior	0.45	0.31	0.52	0.32

Este análisis tiene la limitación de no tomar en cuenta los otros determinantes que pueden afectar la tasa de crecimiento de la economía, razón por la cual en la siguiente sección estimamos un modelo de panel data, a fin de controlar estos factores y evaluar de manera fehaciente la hipótesis que motiva esta investigación.

En vista de la limitada cantidad de variables que reporta el PWT, la información estadística se complementará con aquella reportada en las Estadísticas Financieras Internacionales (EFI) del Fondo Monetario Internacional; particularmente en lo relacionado a las variables relativas al comercio exterior.

¹⁷ Omitimos los datos para la década de los 50s dado que se cuenta con muy pocas observaciones cuando la muestra se particiona.

5. Estimación de un modelo de panel data

En la presente sección se da un paso adelante con relación al análisis anterior, al considerar el rol que pueden tener los otros determinantes del crecimiento establecidos tradicionalmente en la literatura económica¹⁸. De esta manera, se estudiará el rol que tienen las variables asociadas al comercio exterior sobre la tasa de crecimiento controlando el efecto de otras potenciales variables explicativas.

Entre las determinantes a considerarse figuran la tasa de ahorro, la tasa de crecimiento de la población, el logaritmo del nivel de ingreso inicial, el nivel de gasto público y la volatilidad del producto; asimismo se considera una serie de *dummies* que indican si la región de la cual proviene el país es Latinoamérica o África o bien si se trata de un país mediterráneo¹⁹ (sin acceso directo al mar).

La relación esperada con la tasa de ahorro es positiva y con la tasa de crecimiento de la población negativa como se desprende del modelo de *Solow*; según el marco de este modelo también esperaríamos una relación inversa con el nivel de ingreso inicial (convergencia condicional). Con respecto al gasto público, los modelos teóricos lo consideran como un determinante positivo del crecimiento, sin embargo la evidencia empírica reportada apunta a una dirección opuesta, pues esta variable aparece con signo negativo en la mayoría de regresiones²⁰. En lo que respecta a la volatilidad del producto, *Loayza & Hnatkovska* (2003) señalan argumentos por los cuales ésta puede afectar tanto positiva como negativamente al crecimiento. Por ejemplo, si la mayor volatilidad²¹ resulta de los mayores retornos que representa una economía [emparejados con un mayor riesgo] y/o los procesos de destrucción creativa señalados por *Shumpeter*, ello tendría un efecto positivo en el producto. De otro lado, si el país carece de los mecanismos institucionales que permitan reducir el riesgo implícito de una inversión, la incertidumbre resultante sería perjudicial para el crecimiento.

En lo que respecta al uso de *dummies*, la literatura empírica también ha señalado que el hecho que el país sea latinoamericano o africano afecta el crecimiento [a consecuencia de la mayor inestabilidad política y carencia de instituciones sólidas en estas regiones]; igualmente, esperamos un signo negativo para la *dummy* asociada al carácter de mediterraneidad que puede tener el país, debido a la severa desventaja que dicha condición entraña, pues el país se priva de recursos como la pesca marina y el contar con puertos para realizar sus actividades de comercio exterior.

Según el modelo derivado en la sección 3, se espera que las variables asociadas al comercio exterior tengan un efecto positivo en la tasa de crecimiento, se ensayan como variables

¹⁸ *Barro* (1991) fue uno de los pioneros en establecer empíricamente los determinantes del crecimiento a partir de la data elaborado por *Heston y Summers* (PWT), en sus regresiones, hoy conocidas como las regresiones de *Barro*, establece como principales causales del crecimiento el nivel inicial del PBI (los países convergen según indica el modelo neoclásico), el capital humano medido a través de la tasa de matrícula en educación primaria y secundaria; en tanto variables institucionales como número de asesinatos y golpes de Estado y el gasto del gobierno afectan el crecimiento, así como el hecho de que la observación corresponda a un país latinoamericano o africano.

¹⁹ A la fecha, 43 países poseen la condición de mediterráneos.

²⁰ Pesaría más el efecto negativo que tienen los impuestos sobre la actividad productiva (*Barro & Sala-i-Martin*, 1999, pp.154-155). *Fatás & Mihov* (2003) encuentran que el gasto público afecta el crecimiento al inducir una mayor inestabilidad macroeconómica, efecto que puede representar una pérdida de hasta 0,8 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento.

²¹ Medida a través de la desviación estándar de la tasa de crecimiento del PBI per cápita.

explicativas las exportaciones e importaciones de bienes [que captarían el canal de ingreso de bienes con nueva tecnología incorporada], las exportaciones de servicios [las cuales demandan un alto nivel de conocimiento para ser lo suficientemente competitivas] y el coeficiente de apertura. De estas 4 variables, las 3 primeras están expresadas en dólares por habitante y la última como porcentaje del producto.

El método de análisis es estimar un panel [no balanceado] cuya estructura es:

$$y_{it} = \beta_0^i + \beta_1 LBE_{it} + \beta_2 X_{it} + \varepsilon_{it} \dots [6]$$

Donde: y_{it} es la variable dependiente (tasa de crecimiento) para el país i en el período t ; siendo cada período los quinquenios comprendidos entre los años 1951 y 2000. LBE representa las diferentes variables asociadas al comercio exterior que capturarían el efecto de aprendizaje por las exportaciones; X es un vector de variables de control²²; β^i el intercepto el cual puede variar según el país (debido al efecto de las *dummies*), β_2 un vector de parámetros asociada a las x_s y ε el término de perturbación.

Cabe señalar que la muestra con la que se estima el panel es algo menor a la empleada en la sección 4 (96 en lugar de 114 países –ver Anexo 2–), debido a la poca disponibilidad de datos para algunas de estas economías. De esta muestra final, 37 países son de África y 27 de América Latina y el resto de Europa, Asia y Oceanía; asimismo, 16 de estos países son mediterráneos.

A continuación se presentan los resultados de la estimación en la cual se emplea el método de mínimos cuadrados ponderados a fin de considerar la heterocedasticidad debido al diferente tamaño de los países, así como un término de corrección AR(1) previendo la presencia de autocorrelación.

Cuadro 3. Crecimiento y comercio

método de estimación: mínimos cuadrados ponderados por corte transversal

	(1)	(2)	(3)	(4)
Total de observaciones	682	375	375	371
Período de estimación	1951-2000	1968-2000	1968-2000	1968-2000
Constante	1.154231 (3.741112)	1.513451 (5.2343812)	1.421958 (5.103156)	1.399673 (5.115241)
Coeficiente de apertura	0.011832 (4.144699)			
Exportaciones de bienes		0.000318 (6.803024)		
Importaciones de bienes			0.000378 (5.669430)	
Exportaciones de servicios				0.001141 (5.545464)
AR(1)	0.240009 (7.215658)	0.193473 (6.154984)	0.191834 (5.777166)	0.183102 (7.656174)
R ² ajustado	0.155414	0.245923	0.220705	0.183102
Durbin-Watson	2.065796	1.963892	1.969241	1.933056

Nota: las cifras entre paréntesis corresponden al estadístico *t-student*

²² Se computa el promedio para cada quinquenio, dando un máximo de 10 observaciones temporales por país.

El cuadro 3 presenta las regresiones entre la tasa de crecimiento del PBI y la variables que mide el efecto LBE. En todos los casos la relación resulta significativa al 5%. Los coeficientes estimados pueden interpretarse como el incremento en la tasa de crecimiento resultante del incremento en una unidad de medida de la variable explicativa. En el caso del grado de apertura (modelo 1), ésta es un punto porcentual del PBI y en el de las exportaciones de bienes, importaciones de bienes y exportaciones de servicios (modelos 2 al 4) la unidad de medida son dólares corrientes. En el cuadro 4 se repite el análisis anterior controlando el efecto que otras variables puedan tener sobre el crecimiento económico.

Cuadro 4. Determinantes del crecimiento

Variable dependiente: Crecimiento del PBI

método de estimación: mínimos cuadrados ponderados por corte transversal

	(5)	(6)	(7)	(8)
Total de observaciones	606	352	352	348
Período de estimación	1951-2000	1968-2000	1968-2000	1968-2000
Constante	5.000879 (5.044874)	6.519512 (8.699960)	6.953724 (9.057707)	6.897956 (7.399581)
América Latina	-0.965908 (-2.363951)	-1.580212 (-2.961290)	-1.520461 (-2.932856)	-1.670947 (-3.284943)
África	-2.197509 (-5.021394)	-2.389592 (-3.955725)	-2.350464 (-3.926489)	-2.536108 (-4.592335)
Mediterráneo	-0.247842 (-0.939558)	-0.117506 (-0.474361)	-0.137597 (-0.551098)	-0.153049 (-0.615530)
Nivel de ingreso inicial	-0.553789 (-3.164649)	-0.646268 (-4.681572)	-0.730289 (-5.781302)	-0.667907 (-3.851565)
Crecimiento de la población	-0.241579 (-1.748433)*	-0.515529 (-4.151125)	-0.501990 (-4.098679)	-0.485563 (-5.474569)
Volatilidad del producto	0.217306 (6.601091)	0.215605 (4.892663)	0.213896 (4.862276)	0.206745 (6.547640)
Tasa de ahorro	0.035069 (4.710403)	0.001980 (0.172068)	0.001503 (0.140514)	-0.000206 (-0.016514)
Gasto público	-0.006036 (-0.366217)	0.015132 (0.987444)	0.012071 (0.779212)	0.003100 (0.171608)
Coefficiente de apertura	0.009458 (2.849857)			
Exportaciones de bienes		0.000279 (2.851307)		
Importaciones de bienes			0.000365 (2.491643)	
Exportaciones de servicios				0.000927 (2.927720)
AR(1)	0.217215 (7.026782)	0.191939 (3.958434)	0.182191 (3.801760)	0.188037 (3.620433)
R ² ajustado	0.326500	0.401827	0.387595	0.416894
Durbin-Watson	2.105229	2.118149	2.108097	2.146859

Nota: las cifras entre paréntesis corresponden al estadístico *t-student*

* Significativo al 10 por ciento

En el modelo 5, la hipótesis LBE, medida a través del coeficiente de apertura de la economía, resulta significativo al 5%. Por su parte, el resto de variables por el cual se

controla la regresión resultaron significativas con excepción del gasto público y de la *dummy Mediterráneo* (no obstante esta última variable presenta el signo esperado). Cabe mencionar que ninguna de estas variables resulta significativa en el resto de modelos ensayados. La magnitud del coeficiente de la variable apertura señala que por cada punto del PBI en que este indicador aumenta, la tasa de crecimiento se incrementa en 0.009 puntos porcentuales²³.

Cabe mencionar que todas las variables muestran el signo esperado según indica la teoría y otros estudios empíricos, en particular el asociado a las *dummies* para América Latina o África, en cuyo caso el crecimiento esperado de un país que pertenezca a alguna de estas dos regiones se reduce entre 1 y 2,2 puntos porcentuales. El modelo predice asimismo convergencia [condicional], pues el coeficiente asociado al logaritmo del nivel de ingreso inicial es negativo.

En la estimación del modelo 6 la presencia de la hipótesis LBE se testea a través de las exportaciones per cápita; variable que resulta significativa al 5% y cuyo coeficiente indica que por \$100 en que se incrementan las exportaciones per cápita de un país, la tasa de crecimiento de un país se acelera en 0,03 puntos porcentuales. En éste y en los siguientes modelos la tasa de ahorro deja de ser significativa.

En el modelo 7 las importaciones de bienes per cápita resultan igualmente significativas al 5%, así por cada \$100 en que éstas se incrementan, la tasa de crecimiento aumenta en 0,04 puntos porcentuales. Finalmente, el modelo 8 emplea las exportaciones de servicios como proxy del efecto LBE; no obstante, aquí el efecto de la variable es mayor que en 6 y 7, pues por cada \$100 en que se incrementan las exportaciones de servicios per cápita de un país, la tasa de crecimiento de un país se acelera en 0,09 puntos porcentuales (efecto 3 veces mayor al de las exportaciones de bienes).

Un punto que merece atención es el de las variables *dummies* regionales (América Latina y África) que en todos los casos resultan significativos y replican el signo negativo hallado en investigaciones anteriores. Así, la tasa de crecimiento es entre 1 y 2,5 puntos porcentuales menor si el país pertenece a alguna de estas dos regiones -un indicador que podría estar reflejando aspectos institucionales propios de estas dos regiones-, siendo el impacto negativo mayor en el caso de los países africanos. Asimismo, el hecho que un país reduzca su tasa de crecimiento poblacional en 1 por ciento eleva la tasa de crecimiento del ingreso per cápita entre 0,2 y 0,5 por ciento.

La volatilidad del producto tendría un efecto positivo sobre la tasa de crecimiento, efecto contrario al encontrado en *Loayza & Hnatkovska* (2003); en este caso, el aumento en un punto de la desviación estándar eleva el crecimiento en 0,2 puntos porcentuales.

Por su parte, el R² ajustado oscila en estos modelos entre 33 y 42 por ciento, obteniéndose el valor más alto cuando el modelo emplea como indicador del efecto LBE las exportaciones de servicios per cápita.

En el cuadro 5, re-estimamos el modelo excluyendo todas aquellas variables cuyo nivel de significación sea mayor al 5%.

²³ Efecto relativamente reducido, aunque comparable con los hallados por *Edwards* (1998), quien encuentra que la apertura tiene un efecto de 0.0089 puntos sobre la tasa de crecimiento de la productividad total de los factores.

Cuadro 5. Determinantes del crecimiento [nivel de significación \leq al 5%]

Variable dependiente: Crecimiento del PBI

método de estimación: mínimos cuadrados ponderados por corte transversal

	(9)	(10)	(11)	(12)
Total de observaciones	615	357	357	353
Período de estimación	1951-2000	1968-2000	1968-2000	1968-2000
Constante	4.846346 (5.062900)	6.568189 (10.05484)	6.929872 (9.896509)	6.688566 (11.64812)
América Latina	-0.996234 (-2.443837)	-1.619551 (-3.003676)	-1.561878 (-2.939318)	-1.687145 (-3.259514)
África	-2.177822 (-4.861068)	-2.495018 (-3.744033)	-2.452371 (-3.729305)	-2.593932 (-4.391403)
Nivel de ingreso inicial	-0.525284 (-3.160586)	-0.592655 (-5.175299)	-0.674588 (-5.408300)	-0.613666 (-6.580064)
Crecimiento de la población	-0.268200 (-2.042120)	-0.521237 (-3.965854)	-0.509306 (-4.050652)	-0.503058 (-5.625327)
Volatilidad del producto	0.189003 (6.605771)	0.219887 (5.066102)	0.217462 (5.072413)	0.207384 (6.203021)
Tasa de ahorro	0.037740 (4.808820)			
Coefficiente de apertura	0.009314 (2.918954)			
Exportaciones de bienes		0.000269 (3.035818)		
Importaciones de bienes			0.000358 (2.600030)	
Exportaciones de servicios				0.000930 (3.190120)
AR(1)	0.210549 (6.488380)	0.187335 (3.821115)	0.178793 (3.697003)	0.182292 (3.543414)
R ² ajustado	0.301813	0.421224	0.408759	0.447426
Durbin-Watson	2.086700	2.109927	2.099174	2.142576

Nota: las cifras entre paréntesis corresponden al estadístico *t-student*

De esta manera, el modelo 9 excluye la *dummy Mediterráneo* y el gasto público, en tanto los modelos 10 al 12, excluyen estas dos variables junto con la tasa de ahorro. En las nuevas estimaciones se mantienen los valores y los signos de los coeficientes hallados en el paso anterior. Así en el modelo 9, el efecto relativo de un incremento de un punto en el coeficiente de apertura eleva la tasa de crecimiento en 0,009 puntos porcentuales, en tanto que en modelos 10, 11 y 12 un aumento de \$100 en las exportaciones e importaciones de bienes y exportaciones de servicios per cápita, eleva la tasa de crecimiento en 0,03; 0,04 y 0,09 puntos porcentuales respectivamente.

Los efectos relativos para el resto de variables son similares. Las *dummies* regionales siguen mostrando una reducción de hasta 2,6 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento si el país pertenece a América Latina o Asia, en tanto reducir en un punto porcentual la tasa de crecimiento de la población elevaría el crecimiento entre 0,2 y 0,5 puntos porcentuales. El efecto estimado de un aumento de un punto en la volatilidad es de 0,2 puntos sobre la tasa de crecimiento, en tanto un incremento de 1 punto en la tasa de ahorro aceleraría el crecimiento en 0,04 puntos sólo si el efecto LBE se da a través del coeficiente de apertura.

Los R^2 ajustados se sitúan esta vez entre 30 y 45 por ciento, nuevamente la mayor bondad de ajuste corresponde al modelo que incorpora las exportaciones de servicios como canal de transmisión del efecto LBE.

6. Conclusiones

La evidencia mostrada en el presente trabajo apoya la hipótesis de que el canal comercial es útil para la transmisión de tecnología y que ello deriva en un crecimiento sostenido de la economía.

Una modificación al modelo de *Ramsey-Cass-Koopmans* donde se incluye las exportaciones como canal por intermedio del cual el país en desarrollo capta tecnología, establece una relación directa entre las exportaciones per cápita de un país y la tasa de crecimiento de la economía. Un ploteo simple entre nivel de apertura y crecimiento del PBI per cápita con datos del PWT para el período 1950-2000 establece una relación directa entre ambas variables.

En el estudio econométrico se ensayó con diversas especificaciones para medir este canal: nivel de apertura, exportaciones de bienes, importaciones de bienes y exportaciones de servicios. Estas variables resultaron significativas en una regresión que explica la tasa de crecimiento de un país que considera otros determinantes como la tasa de ahorro, el nivel de renta inicial, el crecimiento de la población, el gasto público, la volatilidad del producto y factores geográficos (mediterraneidad del país) e institucionales captados a través de una serie de *dummies* (para las regiones de América Latina y África).

Los efectos relativos de las variables que capturarían el efecto LBE, si bien reducidos, fueron positivos y consistentes con estudios anteriores, como el de *Edwards* (1998). Así, un incremento en el coeficiente de apertura en un punto incrementa la tasa de crecimiento en 0,09 puntos porcentuales, en tanto un aumento de \$100 en las exportaciones de bienes per cápita incrementa la tasa de crecimiento de un país en 0,03 puntos porcentuales, efecto que se triplica cuando el incremento se produce en las exportaciones de servicios. En el caso de las importaciones de bienes el efecto es un aumento de 0,04 puntos porcentuales. Este hallazgo puede constituir un importante elemento de política, pues se aprecian los beneficios de reorientar la producción interna hacia la atención de los mercados en el exterior.

Cabe señalar que entre los determinantes seleccionados, la variable nivel de ingreso inicial fue significativa en todos los modelos, dando soporte a la hipótesis de convergencia condicional; en tanto la variable gasto público y la *dummy* mediterraneidad no resultaron significativas en ninguno de los modelos ensayados, aunque en el caso de la última sí se mostró el signo esperado. De otro lado, las *dummies* para regiones indicaron una reducción de hasta 2,6 puntos porcentuales en la tasa de crecimiento si el país está ubicado en África o en América Latina.

Finalmente, los efectos del crecimiento de la población son nocivos para el crecimiento, puesto que una reducción de la tasa de crecimiento poblacional aumenta hasta en 0,5 puntos porcentuales la tasa de crecimiento de un país.

Bibliografía

- Aghion, P. & Howitt, P. "Endogenous Growth Theory", The MIT Press, 1998
- Barro, R. "Economic Growth in a Cross Section of Countries", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol.106, No.2, 1991, pp.407-443
- Barro, R. & Sala-i-Martin, X. "Economic Growth", The MIT Press, 1999
- Bleaney, M., Filatotchev, I. & Wakeli, K. "Learning by Exporting: Evidence from Three Transition Economies", *Research Paper No. 6*, Centre for Research on Globalisation and Labour Markets, 2000
- Clerides, S., Lach, S. & Tybout, J. "Is Learning by Exporting Important? Micro-Dynamic Evidence from Colombia, Mexico and Morocco", *Quarterly Journal of Economics*, 1998, pp. 903-947
- Coe, D., Helpman, E. & Hoffmaister, A. "North-South R&D Spillovers", *NBER working paper 5048*, 1995
- Connolly, M. & Yi, K. "Trade Policy and South Korea's Miracle", *Meeting Papers from Society of Economic Dynamics*, No. 744, 2004
- Croce, E.; Juan-Ramón, H. & Zhu, F. "Performance of Western Hemisphere Trading Blocs: A Cost-Corrected Gravity Approach", FMI, working paper 04/109, 2004
- Diao X, Rattsø, J. & Stokke, H. "Learning by Exporting and Productivity-Investment Interaction: An Intertemporal General Equilibrium Analysis of the Growth Process in Thailand" *EUI working paper No. 25*, 2002
- Edwards, S. "Openness, productivity and growth: What do we really know?", *The Economic Journal*, Vol. 108, No 447, 1998, pp 383-398
- Fatás, A. & Mihov, I. "The Case for Restricting Fiscal Policy Discretion", mimeo, Marzo 2003
- Greenaway, D & Kneller, R. "Industry Differences in the Effect of Export Market Entry: Learning by Exporting?" University of Nottingham, 2004
- Hallward-Driemeier, M "Openness, Firms and Competition", World Bank, mimeo, 2001
- Hnatkovska, V. & Loayza, N. "Volatility and Growth", mimeo, Agosto 2003
- Jan, D. "Do Exports Generate Higher Productivity? Evidence from Slovenia", Harvard University, 2004
- Krugman, P. "Is Free Trade Passé?", *The Journal of Economic Perspectives*, Vol. 1, No.2, 1987, pp. 131-144
- Mansfield, E., Schwartz, M. & Wagner, S. "Imitation Costs and Patents: An Empirical Study", *The Economic Journal*, Vol. 91, No. 364, 1981, pp. 907-9181
- Mengistae, T. & Pattillo, C. "Export Orientation and Productivity in Sub-Saharan Africa", *IMF Staff Papers*, Vol. 51, No. 2, 2004
- Ray, D. "Development Economics", Princeton University Press, 1998
- Romer, P. "Endogenous Technological Change", *The Journal of Political Economy*, Vol. 98, No. 5, 1990, pp S71-S102
- Trofimenko, N. "Learning by Exporting: Does it Matter Where One Learns? Evidence from Colombian Manufacturing Plants" *Kiel Working Paper No. 1262*, 2005
- Ventura, J. "Growth and Interdependence", *The Quarterly Journal of Economics*, Vol. 112, No.1, 1997, pp. 57-84

Anexo 1

Derivación del modelo con efecto LBE

La función de producción es neoclásica: $Y = F(K, \hat{L}) \dots [1]$, es decir, posee rendimientos a escala constantes y decrecientes para cada factor, siendo K el stock de capital y \hat{L} el número de unidades de trabajo eficiente –potenciados por la tecnología– ($\hat{L} = AL$). De esta manera, [1] se convierte en: $Y = K^\alpha \hat{L}^{1-\alpha} = A^{1-\alpha} K^\alpha L^{1-\alpha}$ ($0 < \alpha < 1$) que en términos per cápita es expresada como: $y = A^{1-\alpha} k^\alpha \dots [2]$.

Se emplea la identidad macroeconómica tradicional para una economía abierta, esto es: $Y_t = C_t + I_t + X_t - M_t$, donde la inversión bruta I_t puede descomponerse como inversión neta más depreciación, esto es: $I_t = \dot{K}_t + \delta K_t$, siendo δ la tasa de depreciación y donde la expresión \dot{K}_t hace referencia a la derivada de K respecto al tiempo ($\partial K_t / \partial t$).

Las importaciones (M_t) son una función creciente del ingreso $M_t = mY_t$, siendo m es la propensión marginal a importar ($0 < m < 1$), de manera que la identidad macroeconómica anterior puede expresarse como:

$$\dot{K}_t = (1 + m)Y_t - C_t - X_t - \delta K_t \dots [3]$$

la cual en términos per cápita²⁴ se determina como: $\dot{k}_t = (1 + m)y_t - c_t - x_t - (n + \delta)k_t \dots [4]$

Según la hipótesis LBE, el desarrollo tecnológico se obtiene bajo mayores exportaciones, se modela por tanto A_t como $A_t = x_t$ (x_t exportaciones per cápita). De esta manera [2] queda expresada como:

$$y = x^{1-\alpha} k^\alpha \dots [5]$$

reemplazando [5] en [4] obtenemos:

$$\dot{k}_t = (1 + m)x_t^{1-\alpha} k_t^\alpha - c_t - x_t - (n + \delta)k_t \dots [6]$$

Siguiendo la lógica del modelo de *Ramsey-Cass-Koopmans* los consumidores maximizan una función de utilidad de la forma:

$$U(0) = \int_{t=0}^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta} dt \dots [7]$$

Lo cual equivale a plantear el siguiente problema de optimización dinámica [visto desde el punto de vista de un planificador social]:

$$\text{Max } U(0) = \int_{t=0}^{\infty} e^{-(\rho-n)t} \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta} dt \dots [8]$$

$$\text{sujeto a: } \dot{k}_t = (1 + m)x_t^{1-\alpha} k_t^\alpha - c_t - x_t - (n + \delta)k_t$$

Cuyo hamiltoniano es:

$$H(\cdot) = e^{-(\rho-n)t} \frac{c_t^{1-\theta} - 1}{1-\theta} + v_t \left[(1 + m)x_t^{1-\alpha} k_t^\alpha - c_t - x_t - (n + \delta)k_t \right] \dots [9]$$

Las condiciones de primer orden para este problema vienen dadas por el siguiente sistema²⁵:

²⁴ Nótese que $\frac{\dot{K}_t}{L} = \dot{k}_t + nk_t$, siendo n la tasa de crecimiento de la población.

²⁵ En este problema el consumo (c_t) y las exportaciones (x_t) representan las variables de control y el capital (k_t) la variable de estado.

$$\frac{\partial H}{\partial c} = e^{-(\rho-n)t} c^{-\theta} - v = 0 \dots [10]$$

$$\frac{\partial H}{\partial x} = v[(1+m)(1-\alpha)x^{-\alpha}k^\alpha - 1] = 0 \dots [11]$$

$$\frac{\partial H}{\partial k} = v[\alpha(1+m)x^{1-\alpha}k^{\alpha-1} - (n+\delta)] = -\dot{v} \dots [12]$$

$$\lim_{t \rightarrow \infty} k_t v_t = 0 \dots [13]$$

Donde [13] representa la condición de transversalidad. De [10] al tomar logaritmos y derivar respecto al tiempo se obtiene:

$$(\rho-n) + \theta \frac{\dot{c}}{c} = -\frac{\dot{v}}{v} \dots [14]$$

Combinando [14] y [12] y teniendo en cuenta que de [11] $\frac{k}{x} = \left(\frac{1}{(1+m)(1-\alpha)} \right)^{\frac{1}{\alpha}}$, obtenemos:

$$(\rho-n) + \theta \frac{\dot{c}}{c} = -\frac{\dot{v}}{v} = \alpha(1+m)[(1+m)(1-\alpha)]^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} - (n+\delta) \dots [15]$$

Tras efectuar las respectivas simplificaciones obtenemos que la regla de crecimiento para el consumo (γ_c) toma la forma siguiente:

$$\gamma_c = \frac{\dot{c}}{c} = \frac{1}{\theta} \left[\alpha(1-\alpha)^{\frac{1-\alpha}{\alpha}} (1+m)^{\frac{1}{\alpha}} - \delta - \rho \right] \dots [16]$$

Esto es, la tasa de crecimiento del consumo es constante. Para derivar la tasa a la que crece el capital en términos per cápita, dividimos [6] entre k.

$$\frac{\dot{k}}{k} = (1+m) \left(\frac{x}{k} \right)^{1-\alpha} - \frac{c}{k} - \frac{x}{k} - (n+\delta) \dots [6']$$

Dado que en el estado estacionario, la tasa de crecimiento del capital ($\gamma_k = \frac{\dot{k}}{k}$) es constante y a que

el término $\frac{x}{k}$ es igualmente constante, según se desprende de [11], podemos despejar $\frac{c}{k}$ en términos de sólo constantes, por lo que al tomar logaritmos a ambos lados y derivar con respecto al tiempo se obtiene que $\gamma_k = \gamma_c$, esto es ambas variables crecen al mismo ritmo en el estado estacionario.

Asimismo, dado que $\frac{x}{k}$ es constante, resulta que: $\gamma_x = \gamma_k$

Para derivar la tasa de crecimiento del ingreso per cápita, de [2], tenemos que: $\ln y = (1-\alpha)\ln x + \alpha \ln k$, por lo que al derivar con respecto al tiempo y dado que exportaciones y capital per cápita crecen a la misma tasa se obtiene que: $\gamma_y = \gamma_x = \gamma_k$. Finalmente, como las importaciones son proporcionales al ingreso, se tiene que: $\gamma_m = \gamma_y$.

En conclusión, todas las variables en términos per cápita terminan creciendo al mismo ritmo, esto es:

$$\gamma_y = \gamma_m = \gamma_x = \gamma_k = \gamma_c$$

Anexo 2

Lista de países considerados en el estudio y características económico-demográficas

		Mediterráneo	Quintil en los 90s			Mediterráneo	Quintil en los 90s
1	Argentina		Superior	49	Malasia		Superior
2	Azerbaijón	Sí		50	Malawi	Sí	Inferior
3	Bangladesh			51	Malí	Sí	Inferior
4	Barbados		Superior	52	Marruecos		
5	Belice			53	Mauricio		Superior
6	Benín		Inferior	54	Mauritania		Inferior
7	Bolivia	Sí		55	México		Superior
8	Botswana	Sí		56	Mozambique		Inferior
9	Brasil			57	Namibia		
10	Bulgaria			58	Nepal	Sí	
11	Burundi	Sí	Inferior	59	Nicaragua		
12	Cabo Verde			60	Níger	Sí	Inferior
13	Camerún			61	Nigeria		Inferior
14	Chile		Superior	62	Pakistán		
15	China			63	Panamá		
16	Chipre		Superior	64	Papua Nueva Guinea		
17	Colombia			65	Paraguay	Sí	
18	Unión de las Comoras			66	Perú		
19	Corea del Sur		Superior	67	Polonia		Superior
20	Costa de Marfil			68	Portugal		Superior
21	Costa Rica			69	República Centroafricana	Sí	Inferior
22	Dominica			70	República Dominicana		
23	Ecuador			71	Rumania		
24	Egipto			72	Rusia		Superior
25	Eslovenia		Superior	73	Rwanda	Sí	Inferior
26	Estonia		Superior	74	Sao Tome & Príncipe		Inferior
27	Etiopía			75	Senegal		
28	Fiji		Inferior	76	Seychelles		Superior
29	Filipinas			77	Sierra Leona		Inferior
30	Gabón		Superior	78	Singapur		Superior
31	Gambia		Inferior	79	Sri Lanka		
32	Ghana		Inferior	80	Saint Kitts & Nevis		Superior
33	Guatemala			81	Santa Lucia		
34	Guinea Ecuatorial			82	San Vicente & Granadinos		
35	Guyana			83	Tailandia		
36	Haití			84	Tanzania		Inferior
37	Honduras			85	Togo		Inferior
38	Hungría	Sí	Superior	86	Trinidad & Tobago		Superior
39	India			87	Túnez		
40	Indonesia			88	Turquía		
41	Irán			89	Ucrania		
42	Irlanda		Superior	90	Uganda	Sí	Inferior
43	Jamaica			91	Uruguay		Superior
44	Jordania	Sí		92	Venezuela		
45	Kenia		Inferior	93	Vietnam		
46	Latvia		Superior	94	Yemen		Inferior
47	Lesotho	Sí	Inferior	95	Zambia	Sí	Inferior
48	Madagascar		Inferior	96	Zimbabwe	Sí	