

ARTÍCULO

¿INNOVAR PARA EXPORTAR O EXPORTAR PARA INNOVAR?

Un análisis a nivel de firma de la industria
manufacturera chilena, 1995-2010

Eduardo Bitran

Universidad Adolfo Ibáñez

Cristián González U.

Universidad Mayor

Fernando Greve

Universidad Mayor

Marcelo Villena

Universidad Adolfo Ibáñez

RESUMEN: Identificar apropiadamente la relación entre exportación e innovación es clave para el diseño de instrumentos eficientes de política pública. Sin embargo, aún no existe un consenso respecto de cómo sería la relación de causalidad entre innovación y exportación. En el presente artículo se desarrolla un análisis empírico para el

EDUARDO BITRAN. Ingeniero civil industrial de la Universidad de Chile y Ph.D. en economía de la Universidad de Boston. Ministro de Obras Públicas entre los años 2006 y 2008. Profesor de la Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibáñez. Email: eduardo.bitran@uai.cl.

CRISTIÁN GONZÁLEZ URRUTIA. Ingeniero civil industrial de la Universidad de Chile y máster en economía aplicada de la Universidad de Illinois en Chicago. Director del Núcleo de Investigación Empresa, Sociedad y Tecnología (NEST), de la Facultad de Emprendimiento y Negocios, Universidad Mayor. Email: cristian.gonzalez@umayor.cl.

FERNANDO GREVE. Ingeniero civil industrial de la Universidad de Chile y máster en economía aplicada de la Universidad de Chile. Investigador del NEST, Universidad Mayor. Email: fernando.greve@umayor.cl.

MARCELO VILLENA. Ingeniero civil industrial de la Universidad de La Frontera y Ph.D. en economía de la Universidad de Cambridge. Vicedecano de la Facultad de Ingeniería y Ciencias de la Universidad Adolfo Ibáñez. Email: marcelo.villena@uai.cl.

sector manufacturero chileno, que busca desentrañar esta relación. Específicamente, se presenta un modelo econométrico para diversos subsectores industriales de la economía chilena para el período 1995-2010, controlando por el nivel de productividad de cada firma, entre otras variables. A diferencia de otros estudios, se considera el gasto total en innovación en vez de sólo I&D, lo que permite abarcar un espectro más amplio de actividades que buscan mejoras productivas al interior de la firma y, al mismo tiempo, ampliar el número de empresas que son estudiadas. Los resultados obtenidos evidencian que, en la mayoría de los subsectores, la propensión exportadora —o dicho de otra forma: la participación en mercados globales— causaría a la Granger un mayor esfuerzo en innovación. Específicamente, para el subsector de minerales y metales base, así como el de metal-mecánica, se presentan causalidades mutuas a la Granger. Por último, para los subsectores de madera y papel no se evidencia significancia estadística en la causalidad a la Granger entre innovación y exportación. Con estos resultados, se discuten algunas conclusiones de política para Chile en relación con los instrumentos de fomento a la exportación y la innovación.

PALABRAS CLAVE: exportación, innovación, aprendizaje por exportar, investigación y desarrollo

RECIBIDO: noviembre 2013; **ACEPTADO:** marzo, 2014

INNOVATE TO EXPORT OR EXPORT TO INNOVATE? AN ANALYSIS OF FIRMS IN THE CHILEAN MANUFACTURING INDUSTRY, 1995-2010

ABSTRACT: Properly identify the relationship between export and innovation is key to designing efficient policy instruments. However, there is still no consensus on how has to be the direct causal relationship between innovation and export. In this paper the authors develop an empirical analysis for the Chilean manufacturing sector which seeks to unravel this relationship. Specifically, an econometric model for various industrial sub-sectors of the Chilean economy for the period 1995-2010, controlling for the level of productivity of each signature, among other variables is presented. Unlike other studies, we consider the total expenditure on innovation rather than just R&D, which can cover a wider range of activities that seek productive within the firm improvements spectrum, while increasing the number of companies that are studied. The results show that in most subsectors, the export propensity —or put another way: participation in global markets— cause, in Granger terms, an increased effort in innovation. Specifically, for the subsectors of minerals and base metals, and metal-mechanical, mutual Granger causality is presented. Finally, for the subsectors wood and paper

no statistical significance was evident of Granger causality between innovation and export in any sense. With these results, some policy conclusions for Chile are discussed in relation to instruments of export promotion and innovation.

KEYWORDS: *export, innovation, learning by exporting, innovation and development.*

RECEIVED: *November 2013*; ACCEPTED: *March, 2014*

1. INTRODUCCIÓN

www.cepchile.cl

Existe un consenso en la literatura económica en torno a que las empresas exportadoras son más productivas que las empresas no exportadoras (Bernard & Jensen 1999). Por otra parte, existen estudios que evidencian que la innovación desencadena aumentos en la productividad de las firmas (Crepón, Duguet & Mairesse 1998). Finalmente, también hay evidencia de que la actividad exportadora en sí misma incentiva la innovación tecnológica y la investigación y el desarrollo (I&D) (López Rodríguez & García Rodríguez 2005). De esta manera, la exportación, la innovación y la productividad están fuertemente relacionadas entre sí.

Sin embargo, aún no existe consenso respecto de cómo sería la relación de causalidad particular entre innovación y exportación. Mientras Bernard & Jensen (1999) apuntan a una relación donde las firmas deben, con anterioridad a exportar, mejorar su productividad, De Loecker (2007) encuentra evidencia de un efecto positivo en la productividad de los nuevos entrantes después de iniciada su actividad exportadora. A su vez, se ha evidenciado que es la exportación la que impulsa a las empresas a realizar innovaciones (Monreal Pérez, Aragón Sánchez & Sánchez Marín 2012), pero también se ha observado cómo la innovación (intensidad de I&D, innovaciones en productos y procesos), por un lado, y las exportaciones (amplitud y profundidad), por el otro, pueden influenciarse mutuamente, ya que existe bicausalidad, lo que en la literatura se conoce como *reforzamiento mutuo* entre innovación y exportaciones (Filipescu et al. 2013). De esta manera, la relación de causalidad entre innovación y exportación parece ser un tema empírico que debe analizarse caso a caso.

Se pueden entonces establecer las siguientes preguntas: ¿es la innovación la que permite a las firmas ser competitivas a nivel global y

aumentar sus exportaciones, o es la participación en los mercados externos la que expone a las firmas a un ambiente que induce a las empresas a innovar? Suponiendo que existe una causalidad clara, ¿es ésta similar en todas las actividades o existen heterogeneidades en esta relación a nivel subsectorial? Este trabajo se propone avanzar en responder estas interrogantes, de manera particular en una economía pequeña, en vías de desarrollo, con amplia apertura comercial y exportadora de recursos naturales, como es el caso de Chile.

En cuanto a políticas públicas cabe preguntarse: ¿es más eficiente una política de incentivo para la inversión en I&D de carácter horizontal o, bien, es mejor promover la exportación no tradicional, ya que *ex post* las firmas innovarán? ¿Deben ser estas políticas diferenciadas en función del subsector manufacturero donde se aplicarán? Desde el punto de vista de las políticas públicas, es importante desentrañar la relación causal entre innovación y exportaciones, para tener luces con respecto a las respuestas de estas interesantes preguntas.

En el caso particular de Chile por ejemplo, el boom de las materias primas iniciado en el año 2003 ha generado una relativa paralización de la diversificación exportadora, lo cual tiene consecuencias en la calidad de la demanda por empleo, la distribución del ingreso, el tipo de cambio y la vulnerabilidad de la economía frente a golpes externos. En este contexto, el diseño de políticas que permitan diversificar las exportaciones pasa a ser un aspecto fundamental. Nuevamente, identificar apropiadamente la relación entre la exportación y la innovación, así como la heterogeneidad subsectorial dentro del sector manufacturero puede constituir un aporte significativo para un diseño de políticas públicas eficientes en un país en desarrollo con las características de Chile. Ahondar en estas relaciones es lo que busca este estudio, comprendiendo los distintos mecanismos de cada sector específico en la relación causal, para orientar de mejor forma las decisiones público-privadas que apunten a una asignación eficiente de recursos. Todo esto considerando también que la industria manufacturera constituye un nicho importante de innovación transmitible a otras industrias, mediante encadenamientos, y que, por tanto, ella posibilita expandir el valor agregado de la economía en su conjunto.

Este trabajo busca realizar diversas contribuciones en relación a la literatura empírica pertinente.

En primer lugar, considera como gasto en innovación la suma de inversiones relacionadas con la adquisición de patentes, licencias y *know-*

how; la capacitación para actividades de innovación; la instalación y puesta a punto de nuevos equipos; la puesta en marcha de la producción; el gasto de introducción de innovaciones al mercado; la adquisición de maquinaria y equipos para la innovación y, por último, el gasto en I&D. Esta definición —menos restrictiva que estudios anteriores, que se limitan al gasto en I&D— permite abarcar un espectro más amplio de actividades que buscan mejoras productivas al interior de una firma, y de esta forma ampliar el número de empresas que son estudiadas. Este punto es relevante, ya que Chile es un país seguidor en materia tecnológica: el gasto en I&D realizado en nuestro país representa sólo el 0,42 por ciento del PIB¹, lo que lo ubica dentro de las tres naciones de la OCDE que menos invierten en I&D, junto con México y Grecia. Más aún, dentro de este gasto, el sector privado aporta sólo 0,16 por ciento del PIB, la cifra más baja de entre todos los países de la OCDE, que en promedio tienen un aporte privado equivalente a 2/3 del PIB. Con nuestras consideraciones, se amplía la visión de las mejoras y esfuerzos tecnológicos realizados por las firmas manufactureras de dos maneras: por un lado, al considerar un espectro más amplio de actividades que buscan mejoras productivas, y, por el otro, al caracterizar las innovaciones que hacen las firmas en Chile y que tendrían un real efecto en la productividad total de factores (PTF).

En segundo término, este trabajo estudia los efectos causales entre innovación y exportación por subsector manufacturero. Esto permite investigar efectos de innovación en la capacidad de una firma de participar en mercados más competitivos y globales, y su posterior impacto en la autoselección y aprendizaje para exportar, lo que permite observar posibles ciclos virtuosos —de reforzamiento mutuo— a nivel de subsector. Esto constituye un aporte novedoso, ya que en la gran mayoría de los estudios se han utilizado variables *dummies* para capturar diferencias subsectoriales. Al estudiar los subsectores de manera separada se revelan las particularidades subsectoriales en la relación de causalidad de estas variables, foco principal de este trabajo.

Finalmente, este trabajo estudia la innovación en Chile en base a información desde el año 1995 y hasta 2010. Por lo que considera la mayor cantidad de datos utilizados hasta el día de hoy en estudios de innovación y desarrollo tecnológico a nivel de la firma en Chile.

¹ Dato para el año 2010 (OCDE 2012).

El trabajo se estructura como sigue. Primero, se revisa la literatura, en términos de la relación entre exportación y productividad, y la relación entre innovación y exportación. Segundo, se exponen los datos utilizados y su estadística descriptiva. Tercero, se dan a conocer el modelo y sus resultados. Finalmente, se presentan conclusiones sobre la evidencia encontrada y sus potenciales consecuencias en términos de política pública.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

Como ya se mencionó, productividad, exportación e innovación están fuertemente correlacionadas. Por lo tanto, para aislar el efecto de causalidad entre exportación e innovación —foco de este trabajo—, debe enfrentarse la tarea de corregir el efecto inherente a la productividad. Para realizar esto, se comienza revisando la literatura que estudia la relación productividad-exportación, para luego revisar los trabajos que consideran a la innovación.

Relación entre productividad y exportación

Existe abundante evidencia empírica que muestra la mayor productividad de las firmas exportadoras por sobre las firmas que participan sólo en mercados domésticos. Entre estos estudios, destaca el realizado por Bernard & Jensen (1999). En este trabajo —y en los estudios que han surgido a partir de él— se muestra que las empresas exportadoras son más grandes, productivas e intensivas en capital; acumulan mayor capital humano; pagan salarios más altos e invierten más en tecnología, investigación y desarrollo (Benavente, Ortega Bravo & González 2013).

En términos de la causalidad entre exportación y productividad, existen hipótesis que apuntan a explicar este fenómeno de diferentes maneras. Un primer enfoque es el denominado aprendizaje por exportar, en el cual las empresas aumentan su desempeño productivo sólo por el hecho de exportar. Este enfoque considera al menos tres mecanismos de funcionamiento (Greenaway & Kneller 2007):

1. El conocimiento y tecnología que las firmas absorben en mercados internacionales, y a las cuales las empresas no exportadoras no tendrían acceso, incrementarían el desempeño y la productividad de las firmas exportadoras.

2. Las firmas exportadoras tienen acceso a un mercado global de mayor tamaño que el mercado local, por lo que pueden aprovechar economías de escala en su producción.

3. Las firmas que participan en mercados globales están sometidas a un nivel de competencia mayor, por lo que se verán forzadas a invertir en innovación para alcanzar mayores niveles de eficiencia.

De Loecker (2007) encuentra evidencia de un efecto positivo en la productividad de los nuevos entrantes después de iniciada su actividad exportadora. Utilizando una muestra de datos de Eslovenia, concluye además que el destino de las exportaciones es un factor importante en determinar el aprendizaje por exportar.

Por otro lado, se argumenta que las firmas que tienen acceso a mercados globales debieron previamente mejorar su desempeño y, en especial, su productividad. Al mismo tiempo, se espera que las firmas con un mejor desempeño, en términos de su productividad, puedan acceder y mantenerse en mercados globales, donde participan firmas de todo el mundo, las que a su vez, previamente, mejoraron su desempeño. De esta forma, en los mercados globales existirá un mayor nivel de competencia. Esta hipótesis, donde sólo firmas con ciertas características accederán a actividades de exportación, se denomina autoselección y estaría ligada a ciertos costos de entrada: transporte, distribución, personal con habilidades para gestionar redes internacionales, asimetrías de información respecto de la calidad del producto, etcétera; costos que podrían haber impulsado a la firma a realizar esfuerzos en aumentar su productividad para así, posteriormente, tener acceso a exportar.

El más renombrado trabajo que estudia la autoselección es el ya mencionado de Bernard & Jensen (1999). Los autores, utilizando datos de Estados Unidos, encuentran evidencia de que las firmas que se vuelven exportadoras son exitosas con anterioridad a iniciar sus actividades de exportación. Un estudio más actual y recopilatorio de evidencia en el mismo sentido es el realizado por Wagner (2007).

Relación entre innovación, exportación y productividad

Considerando la interacción de la innovación, Monreal Pérez et al. (2012) estudia la relación causal entre la innovación y la capacidad de las firmas de exportar más productos. A su vez, los autores estudian cómo la productividad cambia esta relación. Utilizando una base de datos con

14.142 observaciones de firmas manufactureras españolas durante el período 2001-2008, se evidencia que la innovación induce a las firmas a aumentar su propensión exportadora, con un resultado que se muestra robusto a pruebas de endogeneidad. Sin embargo, no se aprecia que la exportación genere aprendizaje mediante innovaciones en productos o en procesos. Por último, de acuerdo con los autores, la productividad no modificaría ninguna de estas relaciones.

En un estudio más reciente realizado por Filipescu et al. (2013) se estudia cómo la innovación (intensidad de I&D, innovaciones en productos y procesos), por un lado, y las exportaciones (amplitud y profundidad), por el otro, pueden influenciarse mutuamente. Se examina la causalidad entre ambos efectos por medio de un panel de 696 firmas manufactureras españolas durante el período 1994-2005. Se encuentra evidencia de una relación recíproca entre innovación tecnológica y exportación, una causalidad mutua. A su vez, se encuentran positivas, pero no significativas, asociaciones entre la innovación de productos y las exportaciones, así como entre la profundidad exportadora e innovación de procesos. Los autores argumentan que dichos resultados son consistentes con la mayoría de los estudios internacionales existentes sobre este tema. Esta relación de doble casualidad se basaría en argumentos sobre la relevancia de los recursos tangibles y el aprendizaje basado en el desarrollo y la explotación de los recursos intangibles de la empresa. A medida que la empresa desarrolla actividades de exportación, se adquieren los conocimientos y las capacidades que ayudan a desarrollar nuevas innovaciones tecnológicas, lo que a su vez posibilita a las firmas exportadoras aumentar su intensidad exportadora y diversificar los mercados globales donde participan. Para el caso de Chile, Álvarez & García (2008) estudian la relación entre exportaciones, productividad e innovación tecnológica. Haciendo uso de información para plantas manufactureras, se explora qué factores podrían explicar la relación positiva entre desempeño exportador y su productividad. El enfoque seguido para identificar si las empresas chilenas que exportan se vuelven más productivas se realiza aplicando técnicas de *matching*². La evidencia encontrada por los autores

² Esto es relevante, dado que precisamente las empresas más productivas se autoseleccionarían para exportar. Este problema se conoce como “sesgo de selección” y deben utilizarse metodologías de tratamiento para poder controlar por éstas y otras variables no observables, en orden a capturar los efectos deseados de manera eficiente y no sesgada.

favorece la idea de que sólo las firmas más productivas son capaces de exportar. Este fenómeno de autoselección sería explicado por la existencia de costos de comerciar con el resto del mundo. Dada la poca evidencia de que el hecho de exportar incrementa la productividad de las firmas, este trabajo analiza si existen otras formas de aprendizaje vinculadas al proceso exportador. De esta manera, utilizando información de la localización de las plantas y su sector productivo se presenta evidencia de cómo ella incide en la probabilidad de entrar a los mercados internacionales, debido a la existencia de otros exportadores en la misma región y/o sector. Los resultados para Chile no sugieren ganancias significativas provenientes de la aglomeración geográfica y sectorial de los exportadores. Finalmente, se analiza si la actividad innovadora de las firmas favorece el desempeño exportador, y no se encuentra evidencia de que esta actividad incrementa la probabilidad de exportar.

También en Chile, Benavente et al. (2013) estudian la relación entre gasto en I&D, exportación y productividad. Los autores encuentran que las empresas que invierten en I&D son considerablemente más propensas a exportar, pero no lo opuesto. Es decir, el hecho de que una firma exporte no aumenta la probabilidad de que realice investigación y desarrollo. Además, encuentran evidencia de que la exportación y la I&D tienen un efecto conjunto en aumentar el nivel de productividad de las plantas manufactureras chilenas. De esta manera, si bien la actividad exportadora no estimula la inversión en I&D, existe evidencia de aprendizaje por exportar, con resultados robustos frente a correcciones de endogeneidad.

En la gran mayoría de los estudios mencionados se han utilizado *dummies* para capturar diferencias subsectoriales. Sin embargo, esta metodología no revela las particularidades subsectoriales. Como una forma de reparar este vacío, en este trabajo se estiman las relaciones de causalidad para cada subsector por separado³. Esto permite evaluar hasta qué punto existen diferencias entre los distintos subsectores respecto de la causalidad entre exportación e innovación.

El supuesto de este trabajo es que estas diferencias —en intensidad tecnológica, en el nivel de valor agregado, en si existe o no intensidad en recursos naturales, en la internacionalización de las empresas pertenecien-

³ Esta metodología sigue muy de cerca la realizada por Wagner (2008) para estudiar la diferencia entre Este y Oeste, en el comportamiento exportador de las firmas manufactureras alemanas.

tes al subsector, en la localidad donde se ubican las firmas de uno u otro subsector, entre otras— presentan un impacto heterogéneo en la relación de causalidad estudiada; supuesto que parece relevante al considerar las grandes contribuciones de Pavitt (1984) respecto de la especificidad sectorial en las fuentes y los efectos de la innovación.

La metodología utilizada sigue en gran medida el trabajo de Filipescu et al. (2013), en donde se realiza un Test de Granger para estudiar la relación de causalidad existente entre innovación y la amplitud y profundidad de la exportación. A su vez, considera el enfoque de análisis ocupado por Monreal Pérez et al. (2012) donde, para estudiar la relación causal entre innovación y exportación, se considera el efecto moderador de la productividad. En cuanto al estudio de la heterogeneidad subsectorial, la metodología sigue la utilizada por Wagner (2008) para estudiar las diferencias geográficas existentes en la relación exportación-innovación.

3. DATOS Y ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA

La fuente de datos utilizada para estudiar las actividades innovativas en Chile a nivel de la firma es, en primer término, la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) realizada por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). Esta encuesta comprende un cuestionario que sigue las pautas del Manual de Frascati elaborado por la OCDE en materia de innovación. En particular para los años 1995 y 1998, se trabajó con muestras que corresponden a cruces de la EIT con la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA), con el fin de contar con variables cuantitativas de las firmas, principalmente en la variable de empleo, hasta ese año ausente en la EIT. Se tomaron sólo las empresas manufactureras, de manera de darles una mayor homogeneidad a las observaciones. Para hacer esto, se debió realizar una homologación de la clasificación para las encuestas estudiadas, debido a que con los años la construcción del cuestionario fue variando para abarcar una mayor cantidad de industrias productivas. En la tabla 1 se muestra la clasificación de subsectores manufactureros utilizada.

Los datos estudiados contienen alrededor de 5.700 observaciones, que representan a casi 30 mil empresas manufactureras chilenas, donde hay que notar que se tomaron factores de expansión propios de la EIT para posibilitar una mayor representatividad de la muestra.

Tabla 1. SUB-SECTORES, INDUSTRIA MANUFACTURERA

Sub-sector industrial	
Alim.	Alimentos, bebidas y tabacos
Text.	Textiles, prendas de vestir e industrias del cuero
Mad.	Industria de la madera
Pap.	Papel, imprenta y editoriales
Quim.	Industria química y plásticos
M-MB.	Productos minerales no metálicos y metales base
M-M.	Industria metal-mecánica

Fuente: Elaboración de los autores.

A partir de la tabla 2 (y gráficamente en la figura 1), se observa el porcentaje de empresas que innovan, exportan y hacen ambas cosas a la vez, por subsector manufacturero. Se aprecia que el subsector químico es donde un mayor porcentaje de firmas exportan parte de su producción; un mayor porcentaje de empresas innovan; y un mayor porcentaje realiza ambas actividades. Lo sigue el subsector de minerales y metales base, que presenta una mayor proporción de empresas exportadoras e innovadoras que el promedio de la industria. Los subsectores textil, maderero y metal mecánico, en tanto, presentan una menor proporción de empresas exportadoras e innovadoras respecto del promedio de la industria.

Sin perjuicio de esto, se observa que para los subsectores papeleros; químicos; minerales y metales base; y metal mecánico es mayor la proporción de empresas que innovan que las que exportan, a diferencia que los subsectores de alimentos y maderero, donde es mayor la proporción de las firmas exportadoras. En el subsector textil prácticamente no existe diferencia en la probabilidad de innovar y exportar.

Tabla 2. INNOVACIÓN Y EXPORTACIÓN POR SUB-SECTOR INDUSTRIAL (%)

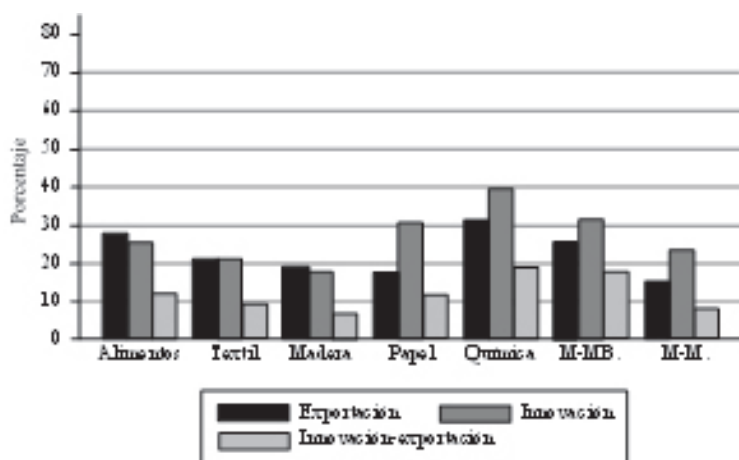
	Total	Alim.	Tex.	Mad.	Pap.	Quim.	M-MB.	M-M.
Exportadoras	23,0	27,9	21,2	19,0	17,8	31,3	25,6	15,3
Inversión en innov.	26,7	25,6	21,3	17,7	30,7	39,5	31,6	23,5
Innov. y export.	11,8	12,3	9,2	6,7	11,9	19,1	17,8	8,0
Firmas representadas	29.576	8.264	3.351	2.992	2.748	4.073	2.026	6.122
Obs.	5.698	1.229	583	501	542	875	656	1.312

Fuente: Elaboración de los autores en base a la información de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT).

También se aprecia una cierta correlación entre el gasto en innovación y las exportaciones, salvo para el caso del subsector papelerero, donde una alta proporción de empresas innovan, pero son pocas las que exportan. Este resultado resulta especialmente interesante, ya que se observa que dos de cada tres empresas que exportan también innovan, a diferencia del promedio de la industria donde sólo una de cada dos empresas exportadoras lo hace.

Para analizar la relación temporal entre exportación e innovación, en la tabla 3 se muestra la cantidad porcentual de empresas que exportan, innovan y hacen ambas cosas a la vez, esta vez para distintos años de la muestra. Así, se aprecia una fuerte tendencia al alza en la proporción de empresas que innovan hasta el año 2000, momento en que empieza una disminución de las firmas innovadoras hasta un punto crítico en el año 2008, cuando sólo el 16 por ciento de las empresas manufactureras innovan (porcentajes que se recuperan hacia el año 2010, pero únicamente a cifras inferiores a las de 2006). Esta brusca caída en el porcentaje de empresas innovadoras se explicaría por los efectos de la crisis *subprime* en la liquidez de las firmas. Este efecto se aprecia de mejor manera en la figura 2(a).

Figura 1. INNOVACIÓN Y EXPORTACIÓN POR SUB-SECTOR INDUSTRIAL (%)



Fuente: Elaboración de los autores en base a la información de la EIT y Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA).

Tabla 3. INNOVACIÓN Y EXPORTACIÓN POR AÑO (%)

	Total	1995	1998	2000	2004	2006	2008	2010
Exportadoras	23,0	24,6	26,6	21,0	24,2	28,3	16,2	25,6
Inversión en innov.	26,7	24,5	26,4	42,0	33,2	30,9	15,9	24,0
Innov. y export.	11,8	12,0	10,8	13,0	15,1	16,1	7,6	9,1
Firmas representadas	29.576	4.867	3.913	2.884	4.808	4.071	7.101	1.932
Obs.	5.698	537	393	419	1.013	1.492	1.262	582

Fuente: Elaboración de los autores en base a la información de la EIT.

A su vez, en la figura 2(b) se muestra un gráfico del dólar observado para estos años. Se aprecia una cierta relación entre la proporción de empresas que innovan con el dólar observado para cada año. En particular, el tipo de cambio real se aprecia a partir del año 2003, como consecuencia del inicio del ciclo de precios altos de los minerales, tendencia que se revierte en 2008, como consecuencia de la crisis internacional. Podemos señalar, entonces, que existe una cierta correlación entre apreciación cambiaria y la proporción de empresas innovadoras (ver, por ejemplo, Agosin 2009 y Ffrench-Davis 2002).

Continuando con el análisis por subsector, en la tabla 4 se realiza un test de medias para las empresas exportadoras y no exportadoras. Como se puede apreciar, existen diferencias estadísticamente significativas entre los dos grupos de firmas si se considera toda la muestra de firmas manufactureras. Las empresas exportadoras tienen en promedio una mayor propensión a innovar, efecto que se invierte en los sectores de alimentos y papel. La

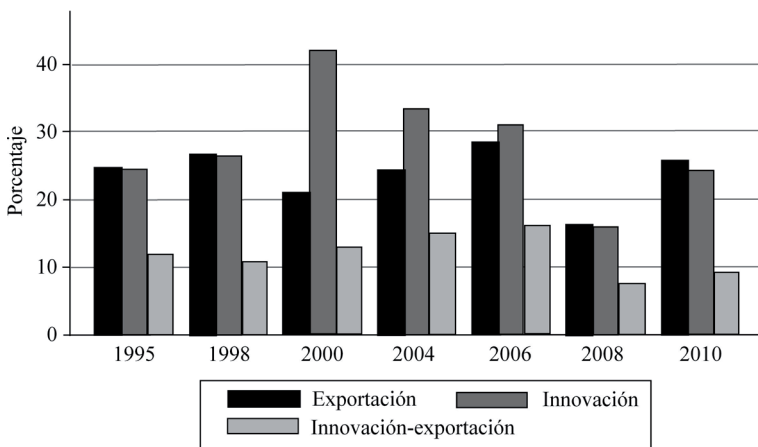
Tabla 4. TEST DE MEDIAS: ESFUERZO EN INNOVACIÓN

	Total	Alim.	Text.	Mad.	Pap.	Quím.	M-MB.	M-M.
No-export	766,2***	654,3**	207,8*	283,4**	2.951,1	577,7**	528,5***	618,2**
Export	1.677,8***	501,6***	636,9**	3.220,7*	1.330,1***	1.914,4**	1.424,6***	4.652,3
Diferencia	912	-153	429	2.937	-1.621	1.337	896	4.034
(P-estad.)	0,105	0,666	0,119	0,082	0,478	0,091	0,027	0,212
Obs.	5.654	1.206	578	496	542	874	653	1.305

Fuente: Elaboración de los autores en base a la información de la EIT y ENIA.

* p < 0,10; ** p < 0,05; *** p < 0,01.

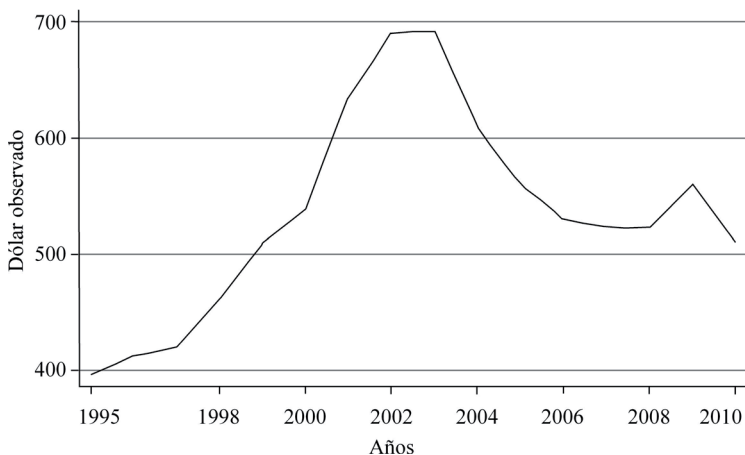
Figura 2a. PORCENTAJE DE FIRMAS QUE EXPORTAN E INNOVAN, POR AÑO



Fuente: Elaboración de los autores en base a la información de la EIT y ENIA.

www.cepchile.cl

Figura 2b. DÓLAR OBSERVADO PARA EL PERÍODO 1995-2010



Fuente: Banco Central de Chile.

evidencia encontrada es congruente con anteriores estudios y se comprueba que las empresas exportadoras muestran un mejor desempeño en innovación que las empresas no exportadoras.

4. ESPECIFICACIÓN ECONÓMÉTRICA Y MODELO A ESTIMAR

Nuestro estudio analiza la causalidad de dos variables relevantes: el esfuerzo de gasto en innovación y la intensidad exportadora. Se controla esta estimación por la productividad, para capturar economías de escala, ámbito y toda posible relación existente de aprendizaje por exportar y sesgos de autoselección. Se siguió principalmente la metodología utilizada en el trabajo más actual encontrado para estudiar la causalidad entre innovación y exportación (Filipescu et al. 2013). En dicho trabajo, la causalidad es estudiada por medio de un Test de Granger (Granger 1969) de dos rezagos. Junto con el trabajo anterior, se considera el enfoque de análisis ocupado por Monreal Pérez et al. (2012), donde, para estudiar la relación causal entre innovación y exportación, se controla también por productividad. En cuanto al estudio de la heterogeneidad subsectorial, la metodología sigue a la utilizada para estudiar las diferencias geográficas existentes en la actividad exportadora por Wagner (2008). Es decir, se realizan estimaciones para cada muestra. En el caso de este estudio, las estimaciones se hacen para cada subsector por separado.

El estudio se realizó en base a un conjunto de datos de sección cruzada, estimando un Test de Granger en base a un rezago.

Considerando los subsectores manufactureros la especificación del modelo, para cada subsector se estableció de la siguiente manera:

$$\exp_t = \beta_{\exp,s}^1 \cdot \exp_{t-1} + \beta_{gs}^1 \cdot g_{t-1} + \beta_{vs}^1 \cdot v_{t-1} + A + \varepsilon_s^1 \quad (\text{Ecuación 1})$$

$$g_t = \beta_{gs}^2 \cdot g_{t-1} + \beta_{\exp,s}^2 \cdot \exp_{t-1} + \beta_{vs}^2 \cdot v_{t-1} + A + \varepsilon_s^2 \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde,

g: esfuerzo de gasto de innovación

exp: intensidad de exportación (log)

v: productividad (log)

A: set de var. categóricas por año

Donde, cada subsector manufacturero (s) tendrá un set de coeficientes $(\beta_{gs}^i; \beta_{\exp,s}^i; \beta_{vs}^i)$ para cada ecuación $i = \{1,2\}$.

Las ecuaciones de innovación y exportación son estimadas por un modelo Tobit (Amemiya 1973), para así obtener coeficientes representativos de toda la muestra, considerando que tanto las firmas exportadoras como las firmas que realizan esfuerzos en innovación son muestras censuradas; es decir, corresponden a firmas con características específicas, que no necesariamente corresponden a una muestra representativa del total.

La forma como se calculan las variables es la siguiente: el gasto de innovación es medido por la suma de los gastos relacionados con la adquisición de patentes, licencias y *know-how*; la inversión en capacitación para actividades de innovación; la instalación y puesta a punto de nuevos equipos; la puesta en marcha de la producción; el gasto de introducción de innovaciones al mercado; la adquisición de maquinaria y equipos para la innovación y, por último, el gasto en I&D. Y luego se calcula el gasto en innovación por trabajador, que se denomina “esfuerzo de innovación”. La exportación consideró el valor real de las exportaciones totales, valor que luego se divide por ventas para obtener “la intensidad exportadora” de la empresa. Por último, la productividad laboral se midió por medio de las ventas por trabajador⁴.

Para atenuar, en la medida de lo posible, distintos efectos temporales exógenos que pueden existir, se utilizaron variables categóricas (A) para capturar la varianza proveniente de cada año de la observación. Esto es relevante, ya que, como vimos en la sección anterior, tanto la crisis asiática como la crisis *subprime*, de los años 1998 y 2009, respectivamente, modificaron la cantidad de firmas exportadoras e innovadoras.

5. PRINCIPALES RESULTADOS

Como el foco del estudio es estudiar la causalidad, se reportarán los F-Estadísticos de las variables a testear. En la tabla 5 se reportan los F-Estadísticos de las ecuaciones (1) para los distintos subsectores. Se aprecia que estos alcanzan significancia estadística para explicar la causalidad a la Granger desde el esfuerzo en innovación hacia la intensidad exportadora, para los subsectores de minerales y metales base y metal mecánico. Para el resto de subsectores, como para la industria manufacturera en su conjunto,

⁴ Tanto el esfuerzo en innovación, la intensidad exportadora y la productividad laboral se calcularon con valores a precios constantes.

Tabla 5. F-ESTADÍSTICO, TEST DE CAUSALIDAD DE GRANGER: INTENSIDAD EXPORTADORA

	Total	Alim.	Text.	Mad.	Pap.	Quím.	M-MB.	M-M.
Model esfuerzo gasto innovación	+	+	+	+	+	+	+	+
F-estad. esfuerzo en innovación	2,20	0,50	1,32	1,79	0,32	1,60	4,00	8,64
(p-estad.)	0,14	0,48	0,25	0,18	0,57	0,21	0,05	0,00
Obs.	5.569	1.191	572	490	542	862	635	1.277

Fuente: Elaboración de los autores en base a la información de la EIT y Enia. Incluye dummies por año. Variable de control: productividad.

Tabla 6. F-ESTADÍSTICO, TEST DE CAUSALIDAD DE GRANGER: ESFUERZO EN INNOVACIÓN

	Total	Alim.	Text.	Mad.	Pap.	Quím.	M-MB.	M-M.
Model intensidad exportadora	+	+	+	+	+	+	+	+
F-estad. intensidad exportadora	9,17	6,96	4,33	0,49	1,94	9,85	6,75	7,03
(p-estad.)	0,00	0,01	0,04	0,48	0,16	0,00	0,01	0,01
Obs.	5.569	1.192	572	490	541	864	634	1.276

Fuente: Elaboración propia en base a la información de la EIT y Enia. Incluye dummies por año. Variable de control: productividad.

en tanto, no se aprecia significancia estadística para la causalidad en esa dirección.

En la tabla 6 se reportan los F-Estadísticos, esta vez de la ecuación (2). Se observa que existe significancia estadística en la causalidad a la Granger para todos los subsectores, salvo para los subsectores maderero y de papel. Como era de esperar, esta mayor significancia se traduce en una causalidad a la Granger significativa para el global de la industria manufacturera.

A partir de los resultados, se tiene que existen subsectores, como alimentos, textil y químico, que presentan causalidad a la Granger sólo desde

la exportación hacia la innovación. Por su parte, existen subsectores, como minerales y metales base y metal mecánico, que muestran refuerzo mutuo, en donde la innovación causa —en términos de Granger— exportación y, a su vez, la exportación causa —de nuevo en términos de Granger— innovación. Por último, existen subsectores en los que no se aprecia evidencia significativa de causalidad a la Granger en ningún sentido, como es el caso de los maderero y papelerero.

6. CONCLUSIONES

En este trabajo se estudia la relación de causalidad entre el esfuerzo en innovación y la intensidad exportadora de las firmas manufactureras. Esto se realiza de una manera diferente a estudios anteriores: en vez de utilizar un conjunto de firmas de todos los subsectores manufactureros y agregar variables *dummies* que capturan la variabilidad sub-sectorial, en este trabajo se estiman las relaciones de causalidad para cada subsector por separado. Para estudiar la causalidad en estas variables se realiza un test de causalidad a la Granger (1969). Los resultados obtenidos evidencian la existencia de una dependencia de la relación entre estas variables según el subsector manufacturero estudiado. En particular, en la mayoría de los subsectores la propensión exportadora —o dicho de otra forma: la participación en mercados globales— generaría, en términos de causalidad a la Granger, esfuerzo en innovación. Para los subsectores de minerales y metales base y metal mecánica se presentan mutuas causalidades a la Granger. Por último, para los subsectores de madera y papel no se evidencia significancia estadística de causalidad entre innovación y exportación en ningún sentido.

Si bien se requiere una mayor cantidad de estudios que confirmen y sustenten las hipótesis aquí estudiadas, se sugiere considerar estos hallazgos al momento de tomar decisiones público-privadas a nivel subsectorial, de modo de asegurar una utilización eficiente de los recursos en los objetivos de alcanzar un mayor desarrollo tecnológico, aumentos en la productividad y una diversificación e intensificación de las exportaciones en la industria manufacturera. A nivel global, la industria en su conjunto presenta evidencia de causalidad a la Granger desde exportación hacia innovación, en donde empresas que participan en mercados extranjeros realizan mayores esfuerzos en innovación. En esta causalidad se pueden distinguir los beneficios relacionados con la ganancia en capacidades y capital de

conocimiento intangible, tanto en gestión como en desarrollo tecnológico, gracias a que las firmas exportadoras quedan expuestas a conocimiento e información internacional, lo que constituye una oportunidad que las empresas que actúan sólo en mercados locales no poseen. A su vez, se deben considerar los beneficios que les brindará el utilizar estos conocimientos en futuras mejoras tecnológicas, de manera de intensificar y diversificar sus exportaciones.

Por otro parte, la más limitada causalidad de innovación hacia exportación puede deberse a la existencia de barreras a la exportación, donde firmas productivas no son capaces de llevar sus productos al extranjero debido a diversos costos hundidos de entrada.

Con estos resultados se pueden obtener algunas conclusiones de política pública para Chile en relación con los instrumentos de fomento a la exportación y la innovación.

Los instrumentos de fomento en estas áreas se orientan en dos sentidos: a apoyar la innovación, de productos o procesos, individual o colectiva, de las firmas por parte de Corfo; y a apoyar el esfuerzo de estudio y penetración del mercado externo por parte de ProChile. Sin embargo, la falta de sincronía y de vínculo entre los apoyos a la oferta y los apoyos al acceso al mercado reduce el impacto de los instrumentos de fomento público. Empero, como las empresas que están exportando tienen una mayor probabilidad de innovar y de diversificar las exportaciones, se podría diseñar un instrumento de rápida aprobación que incentive esta diversificación, que involucre la aprobación conjunta de Corfo y ProChile, con un componente de estudio de mercado y otro de innovación de producto o proceso. La evaluación conjunta de estos instrumentos permitiría mejorar el diseño y la estrategia de la empresa, al incorporar los obstáculos y requerimientos del mercado internacional.

Otra conclusión de política pública es que el apoyo a exportar a primeros exportadores debe ser mayor que a empresas que ya tienen presencia en el mercado internacional, debido a que la actividad exportadora aumenta la propensión a innovar, lo que a su vez fortalece la presencia en los mercados externos.

La heterogeneidad subsectorial encontrada sugiere revisar con mayor profundidad ciertos diseños de políticas e instrumentos de estímulo a la innovación y exportación de carácter horizontal, en virtud de la existencia de capacidades y oportunidades diferenciadas, por cada subsector de la in-

dustria. Los hallazgos de este estudio pueden complementar la toma de decisiones público-privadas con el fin de utilizar eficientemente los recursos, con miras a incentivar el desarrollo tecnológico, el aumento en la productividad y la diversificación e intensificación de las exportaciones.

Por último, se debe mencionar que a nivel agregado el sector manufacturero evidencia una cierta correlación a nivel macroeconómico, como queda evidenciado por la cantidad de firmas que realizan gasto en innovación en la figura 2.

Dentro de las críticas a los resultados expuestos en este trabajo, se debe considerar que ellos están basados en regresiones de datos y sujetos, por lo tanto, a variados sesgos.

Uno de los principales es la posibilidad de que las firmas grandes y exitosas sean las más productivas y pueden darse ciertos “lujos”, como realizar proyectos de innovación (Griliches 1986) que no necesariamente apunten a mejorar su desempeño. Es decir, que el gasto en este tipo de actividades no explique el desempeño de las firmas, sino que ello sea al revés. Esto, en parte, se buscó corregir al controlar por productividad.

Por otro lado, pueden existir problemas de endogeneidad que no hayan sido corregidos completamente, causados por el desajuste temporal entre las variables explicativas y las explicadas.

A su vez, se debe considerar que el modelo busca medir el efecto del gasto de innovación en la exportación y viceversa. Pero muchas de las innovaciones realizadas por las firmas no tendrán incidencia directa sobre la exportación, o su incidencia tendría un rezago mayor a un año. Además, parte del aumento en las ventas de una firma —y, por consiguiente, de sus ventas por trabajador— puede producirse por el aumento de su poder de mercado o por beneficios cambiarios, y no por causa de innovaciones. Por otro lado, pueden existir innovaciones que apunten a bajar costos productivos, las que no serían observadas por la especificación utilizada. Por último, alzas en la diversificación exportadora producidas por innovaciones o por la productividad no serán visibles en los montos de exportación.

Asimismo, el supuesto de que todos los gastos de innovación influirían de igual forma en la exportación es, a lo menos, cuestionable. Claramente el gasto en I&D tendrá efectos con un rezago mayor. A su vez, la adquisición de maquinaria y equipos para la innovación tendrá una incidencia según qué tan intensivo en capital sea el subsector, lo mismo ocurrirá con el gasto en capacitación respecto de la intensidad del capital humano.

Finalmente, cabe preguntarse: ¿por qué en el caso de estudiar causalidad con inversión en I&D (Benavente et al. 2013) se encuentra una causalidad en el sentido opuesto a la hallada en este trabajo?, es decir, ¿el mayor gasto de I&D aumentaría las exportaciones? Una posible explicación es que en Chile el universo de empresas que realizan I&D incluye sólo a algunos cientos, donde la inmensa mayoría son empresas grandes, lo que dificultaría el análisis. A su vez, esto se podría deber a que la diferencia entre el mercado local y el internacional en nivel tecnológico de producción, en gestión, know-how, etcétera, sea tan elevada que exista una altísima ganancia informacional para las empresas que participan en mercados internacionales, lo que permitiría a las firmas tener a su alcance innovaciones no latentes en los mercados locales. Se aconseja profundizar en estas explicaciones en próximos estudios. *EP*

REFERENCIAS

- Agosin, Manuel. 2009. "Crecimiento y diversificación de exportaciones en economías emergentes". *Revista de la Cepal* 97: 117-34.
- Álvarez, Roberto & Alvaro García. 2008. "Productividad, innovación y exportaciones en la industria manufacturera chilena". *Documentos de trabajo* 476. Banco Central de Chile.
- Amemiya, Takeshi. 1973. "Regression Analysis when the Dependent Variable is Truncated Normal". *Econometrica* 41(6): 997-1016.
- Benavente, José Miguel, Claudio Ortega Bravo & Álvaro González. 2013. "Innovation, Exports and Productivity: Learning and Self selection in Chile". *Documentos de trabajo* 371. Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Bernard, Andrew & J. Bradford Jensen. 1999. "Exceptional Exporter Performance. Cause, effect or both?". *Journal of International Economics* 47(1): 1-25.
- Crepón, Bruno, Emmanuel Duguet & Jacques Mairesse. 1998. "Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level". *Economics of Innovation and New Technology* 7(2): 115-188.
- De Loecker, Jan. 2007. "Do exports generate higher productivity? Evidence from Slovenia". *Journal of International Economics* 73: 69-98.
- Ffrench-Davis, Ricardo. 2002. "El impacto de las exportaciones sobre el crecimiento en Chile". *Revista de la Cepal* 76: 143-160.
- Filipescu, Diana, Shameen Prashantham, Alex Rialp & Josep Rialp. 2013. "Technological Innovation and Exports: Unpacking their Reciprocal Causality". *Journal of International Marketing* 21(1): 23-38.
- Granger, C.W.J. 1969. "Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-Spectral Methods". *Econometrica* 37(3): 424-438.

- Greenaway, David & Richard Kneller. 2007. "Firm Heterogeneity, Exporting and Foreign Direct Investment: A Survey". *The Economic Journal* 117(517): F134-F161.
- Griliches, Zvi. 1986. "Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s", is there Still a Relationship. *American Economic Review* 76(1): 141-154.
- López Bazo, Enrique & Elisabet Motellón. 2013. "*Firm Exports, Innovation,... and Regions*". Working Paper 2013/08. Research Institute of Applied Economics, Universitat de Barcelona.
- López Rodríguez, José & Rafael García Rodríguez. 2005. "Technology and Export Behaviour: A Resource-based View Approach". *International Business Review* 14(5): 539-557.
- Monreal Pérez, Joaquín, Antonio Aragón Sánchez & Gregorio Sánchez Marin. 2012. "A Longitudinal Study of the Relationship Between Export Activity and Innovation in the Spanish Firm: The Moderating Role of Productivity". *International Business Review* 21(5): 862-877.
- OECD. 2012. *OECD Science Technology and Industry Outlook 2012*. Doi: 10.1787/sti_outlook-2012-en
- Pavitt, Keith. 1984. "Sectoral Patterns of Technical Change: Towards a Taxonomy and Theory". *Research Policy* 13: 343-373.
- Wagner, Joachim. 2007. "Exports and Productivity: A Survey of the Evidence from Firm Level Data". *The World Economy* 30(1): 60-82
- Wagner, Joachim. 2008. "A Note on Why More West than East German Firms Export". *International Economics and Economic Policy* 5(4): 363-370.