

PALABRAS CLAVE

Inversiones
 Investigación y desarrollo
 Productividad
 Industria
 Productos manufacturados
 Innovaciones tecnológicas
 Análisis de datos
 Modelos econométricos
 Chile

Innovación, investigación y desarrollo, y productividad en Chile

Roberto Álvarez, Claudio Bravo-Ortega y Lucas Navarro

Se estudia la relación entre la inversión en investigación y desarrollo (I+D) y la productividad en el sector manufacturero chileno usando datos de la Encuesta de Innovación Tecnológica del último decenio. El análisis se basa en un modelo multiecuación en que se consideran todo el proceso de innovación y los determinantes de las decisiones empresariales de invertir en I+D, así como los resultados en innovación y sus efectos en la productividad. Se constata que: i) es más probable que las grandes firmas inviertan en I+D; ii) la intensidad del gasto en I+D incrementa la probabilidad de innovar en procesos; iii) asimismo, ella no afecta a la probabilidad de innovar en productos; iv) la menor “apropiabilidad” disminuye la probabilidad de innovar en procesos; v) es más probable que la innovación en productos se introduzca desde las empresas de mayor tamaño, y vi) la productividad aumenta con la innovación en procesos.

Roberto Álvarez
 Profesor Asociado,
 Departamento de Economía
 Universidad de Chile
 ✉ robalvar@fen.uchile.cl

Claudio Bravo-Ortega
 Profesor Asociado,
 Departamento de Economía
 Universidad de Chile
 ✉ clbravo@econ.uchile.cl

Lucas Navarro
 Profesor Auxiliar, Instituto
 Latinoamericano de Doctrinas y
 Estudios Sociales (ILADES)
 Universidad Alberto Hurtado
 ✉ lunavarr@uahurtado.cl

I

Introducción

La relación entre la productividad y la investigación y el desarrollo es tema de estudio a partir de los primeros trabajos de Schultz (1953) y Griliches (1958). Desde entonces se ha generado un considerable volumen de trabajo empírico y teórico al respecto. En varios modelos teóricos recientes se ha atribuido un papel protagónico a la I+D en el impulso de la productividad y, por ende, del crecimiento económico (Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991; Rivera-Batiz y Romer, 1991; Aghion y Howitt, 1992). Desde una perspectiva empírica, en la bibliografía se ha constatado que cerca de la mitad de las disparidades en ingresos per cápita y tasa de crecimiento entre países pueden explicarse por las diferencias en la productividad total de los factores (PTF) (Hall y Jones, 1999), pero, lo que es aún más importante, también se ha puesto de relieve que las actividades de I+D podrían explicar hasta un 75% de las tasas de incremento de la PTF, una vez consideradas las externalidades (Griliches, 1995).

El rápido crecimiento de las economías de Asia oriental ha llamado la atención sobre el papel que podrían desempeñar las actividades de I+D en el desarrollo de las economías. La República de Corea, por ejemplo, presentaba en la década de 1960 una relación entre I+D y producto interno bruto (PIB) cercana a un 0,35%. En las cuatro décadas siguientes esta cifra se incrementó

de forma casi constante, hasta alcanzar en los últimos años un 2,4%. Este aumento ha sido considerado como una de las causas del gran crecimiento de la PTF y del PIB per cápita en la República de Corea desde la década de 1960. Mientras que la PTF anual se situó en promedio en un 1,11% durante el período 1960-2000, los ingresos per cápita se elevaron más de un 6% anual en ese mismo lapso¹.

En contraste, el crecimiento de los países de América Latina y el Caribe durante la última década fue muy moderado, a pesar de una coyuntura económica inusualmente favorable. Por desgracia, esos resultados no son una novedad para la región, donde durante las últimas cuatro décadas del siglo XX los ingresos per cápita se incrementaron un 1,44% anual, mientras que la PTF creció tan solo un 0,29%.

Los deficientes resultados económicos de América Latina pueden entenderse mejor si se compara su esfuerzo en I+D con el de otras regiones (véase el cuadro 1). Este

□ Los autores agradecen al Banco Interamericano de Desarrollo (BID) su apoyo financiero y a Gustavo Crespi sus valiosos comentarios y sugerencias. También desean agradecer a Waldo Riveras su valiosa ayuda en la investigación.

¹ Véase Bravo-Ortega y García (2007).

CUADRO 1

**Agrupaciones de países (paridad del poder adquisitivo):
gasto real en I+D como parte del PIB, 1960-1999**
(En porcentajes)

	1960-1969	1970-1979	1980-1989	1990-1999
África Subsahariana	0,21	0,32	0,53	0,56
Escandinavia	1,12	1,32	1,92	2,71
Asia oriental y el Pacífico	0,35	0,30	0,67	0,91
Europa y Asia central (países no miembros de la OCDE)	—	—	0,64	0,90
Oriente Medio y África del Norte ^a	0,03	1,67	0,28	1,46
OCDE	2,04	1,87	2,25	2,23
Asia meridional	0,23	0,39	0,74	0,64
América Latina y el Caribe	0,44	0,48	0,36	0,52

Fuente: elaboración propia sobre la base de Penn World, cuadro 6.1, Lederman y L. Saenz, "Innovation and development around the world, 1960-2000", *Policy Research Working Paper Series*, N° 3774, Washington, D.C., Banco Mundial, 2005; y Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), 2005.

^a No se incluye a Israel.

I+D: investigación y desarrollo.

PIB: producto interno bruto.

OCDE: Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos.

indicador muestra que, durante el período 1960-2000, el promedio por década para los países de la Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE) fluctuó entre un 1,87% y un 2,25% del PIB. El esfuerzo en I+D de los países escandinavos pasó de un 1,12% en la década de 1960 a un 2,71% del PIB en la década de 1990. En contraste, el gasto en I+D en América Latina fluctuó entre un 0,36% y un 0,52% del PIB durante igual período. Ante esos datos se plantea una pregunta interesante: ¿por qué el esfuerzo en I+D en América Latina (y particularmente en Chile) es mucho menos intenso?

La mayor parte de los trabajos empíricos sobre la relación entre actividades innovadoras y productividad se han centrado en los países desarrollados (Hall y Rosenberg, 2010). Hasta hace poco tiempo, el número de estudios realizados en los países en desarrollo era escaso. Además, como señalaba Figueiredo (2006), los estudios existentes sobre países en desarrollo son cualitativos en su gran mayoría. En su reciente publicación *Handbook of the Economics of Innovation*, Fagerberg, Srholec y Verspagen (2010) registran solo ocho estudios de países en desarrollo cuya metodología es similar a la del análisis que se presenta en este artículo. Y lo que es más importante, a partir de esos estudios no se pueden inferir patrones estadísticos claros. De este hecho se deriva la gran importancia que tiene, en el caso de los países en desarrollo, disponer del mayor número posible de estudios específicos por país.

Por ello, con el presente estudio se suma el caso de Chile a la escasa evidencia cuantitativa sobre la relación entre innovación y productividad en los países en desarrollo. Para ilustrar esta evidencia se utiliza una nueva serie de datos en que se combinan resultados obtenidos durante varios años por medio de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) con otros de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA).

El objetivo de este artículo es contribuir a una mejor comprensión de la relación que existe entre la I+D y la productividad en América Latina a partir de la experiencia chilena. El caso de Chile resulta interesante por diversos motivos. Primero, porque Chile ocupa una posición rezagada en cuanto a iniciativas para innovar: solo gasta alrededor de un 0,7% de su PIB en I+D, porcentaje que representa menos de un tercio de lo que en promedio destinan los países de la OCDE (OCDE, 2007). En segundo lugar, este nivel de inversión en I+D es inferior al que cabría esperar teniendo en cuenta el nivel de ingresos per cápita de Chile. En varios estudios se evidencia que Chile adolece de un déficit en innovación (Kharas y otros, 2008; Maloney y Rodríguez-Clare, 2007). Tercero, que tras la crisis

financiera en Asia la economía chilena no ha sido capaz de recuperar el crecimiento de la productividad de los decenios anteriores. Esta atenuación en el aumento de la productividad ha tenido lugar pese a la implantación de varios programas públicos orientados a incrementar la inversión en I+D privada.

En el estudio se utiliza una metodología de estimación desarrollada por Crépon, Duguet y Mairesse (1998) para analizar la relación empírica entre la inversión en I+D, los resultados de la innovación y la productividad en los establecimientos chilenos. Este enfoque se basa en un modelo multiecuación en que se tiene en cuenta todo el proceso de innovación. Se consideran los determinantes de las decisiones en las empresas para adoptar iniciativas orientadas a la innovación, los resultados de esas iniciativas y sus repercusiones en la productividad. Los datos proceden de cuatro levantamientos de la EIT nacional, correspondientes a los años 1995, 1998, 2001 y 2004, y de los resultados obtenidos durante varios años a través de la ENIA. Debido a que en las dos encuestas se utilizaron los mismos números de identificación de establecimientos, fue posible fusionar las dos fuentes de información y analizar los efectos de la innovación no solo en la productividad actual, sino también en la futura.

Existen análisis empíricos previos en que se han examinado los determinantes de la innovación a partir de distintas versiones de la EIT realizada en Chile. En Crespi y Katz (1999) y en Crespi (1999) se analizaba cómo podrían explicarse las diferencias en innovación por medio de las características de la industria utilizando la primera versión de la encuesta. En Benavente (2005) se ampliaba ese análisis con tres versiones de la encuesta. En Álvarez (2001) y Álvarez y Robertson (2004) se destacaban las variables relacionadas con el comercio como principales factores impulsores de la actividad para la innovación. Sin embargo, en el caso de Chile hay poca evidencia en que se considere el efecto de la innovación en la productividad².

Los resultados de este estudio, consistentes para distintas especificaciones, son los que se señalan a continuación. Primero, se encuentran importantes diferencias en la propensión a gastar en I+D e innovar

² Una excepción se da en Benavente (2006), en que se muestra –a partir de resultados de la versión de 1998 de la EIT– que las actividades de investigación e innovación se ven afectadas por el tamaño y poder de mercado de la empresa, pero que a la productividad de una empresa no la afectan los resultados de la innovación ni el gasto en investigación. Véanse pruebas sobre la Argentina en Chudnovsky, López y Pupato (2006).

en productos dependiendo del tamaño de las firmas. La probabilidad de invertir en I+D y de innovación en productos se incrementa con el tamaño de la empresa. Segundo, un mayor gasto en I+D aumenta la probabilidad de innovar en procesos, pero no así la probabilidad de innovar en productos. Tercero, una menor “aprobabilidad” reduce la probabilidad de innovación en

procesos. Cuarto, la productividad se acrecienta con la innovación en procesos.

La estructura del artículo es la siguiente: la sección II contiene una descripción de los datos; en la sección III se presenta la metodología; en la sección IV se muestran los resultados econométricos y en la V se resumen las conclusiones.

II

Descripción de los datos

La principal fuente de datos sobre actividades de innovación en Chile es la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT), que realiza el Instituto Nacional de Estadísticas (INE). La encuesta se realiza cada tres años desde 1995, con la excepción de la última disponible (que se realizó en 2005). El cuestionario sigue las pautas del Manual de Frascati elaborado por la OCDE. Aunque con el tiempo se han producido algunas variaciones respecto del número y los tipos de preguntas, la estructura principal de la encuesta es similar en las distintas versiones. Las preguntas se distribuyen en los siguientes apartados principales: i) tipos de innovación implementados por la empresa en los tres últimos años; ii) objetivos de esas innovaciones; iii) fuentes de las ideas para la innovación; iv) compras de equipos; v) obstáculos a la innovación; vi) vínculos con instituciones científicas y tecnológicas; vii) importancia de la innovación en la actividad de la empresa; viii) costo y financiamiento de la innovación; ix) gasto en I+D, y x) perspectivas para futuras innovaciones.

El presente estudio se ha basado en información sobre actividades de innovación recopilada en cuatro levantamientos de la EIT (1995, 1998, 2001 y 2004), complementada con las características de las empresas obtenidas a través de la ENIA. Estas dos fuentes de información se combinaron al nivel de establecimiento con un número de identificación que se utilizó en las dos series de datos. La combinación de estas dos fuentes de información tiene la ventaja de que permite usar los datos para analizar, además de la repercusión de la innovación en la productividad actual, si hay efectos diferidos. De hecho, para la mayor parte del contenido de las cuatro versiones de la EIT se puede realizar una estimación del efecto de la innovación en valores prospectivos (realizados para predecir el futuro) para los niveles de productividad.

Dado que la ENIA cubre únicamente a las industrias manufactureras, el estudio de la relación entre innovación

y productividad se circunscribe a ese sector. La EIT es representativa al nivel de dos dígitos de clasificación industrial. En el gráfico 1 se observa la distribución de empresas en los nueve sectores para cada año de la encuesta. Aunque la distribución varía en general para las distintas versiones, hay dos sectores que representan una amplia proporción de las empresas encuestadas, son los sectores de alimentación y maquinaria con porcentajes cercanos al 30% y 20%, respectivamente³.

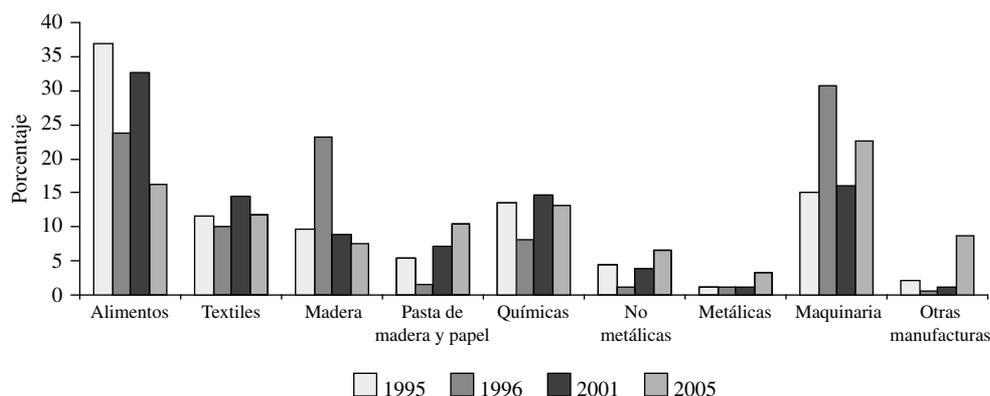
En el cuadro 2 se resumen las estadísticas descriptivas de cada versión de la encuesta, que incluyen el número de observaciones disponibles y los valores promedio de las variables dependientes y explicativas utilizadas en las estimaciones. Todas las variables se calculan mediante el empleo de factores de expansión. Debe tenerse en cuenta que las estadísticas descriptivas de diversas variables cambiaron significativamente de una versión de la encuesta a la siguiente. Esto obedece en parte a los cambios en la muestra de empresas, ya que no se entrevistó a todas las empresas en los sucesivos levantamientos. Además, no se puede descartar la posibilidad de que en estas variables existan errores de medida significativos. Este problema se ha resuelto parcialmente al excluir los valores atípicos en el 1% superior e inferior de la distribución de productividad y en el 1% superior del gasto en I+D. Dado que la mayoría de los cambios significativos se produjeron en la versión más reciente de la EIT, se calcularon todas las regresiones de este estudio con exclusión del año 2004. Los resultados de este ejercicio, que se muestran en el anexo, son similares a los presentados en las siguientes secciones⁴.

³ En el apéndice se ofrece una breve descripción de la industria manufacturera chilena durante el período 1995-2005.

⁴ En estos resultados se constatan cambios de significación estadística, pero no de signo, de los coeficientes de algunas variables.

GRÁFICO 1

Chile: distribución de empresas por sector y por año
(En porcentajes)



Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

CUADRO 2

Descripción de datos de la EIT: promedios de variables entre levantamientos de encuesta, 1995-2004

	1995	1998	2001	2004
Variables relacionadas con la innovación				
Densidad de I+D ^a	57,34	31,41	37,66	1 113,7
Inversión en I+D	0,270	0,121	0,175	0,842
Innovación en procesos	0,491	0,094	0,310	0,348
Innovación en productos	0,293	0,140	0,358	0,231
Características de la empresa				
Productividad laboral ^a	19 568	30 553	21 521	54 272
Capital por trabajador ^a	2 488	3 008	9 880	2 963
Competencia	0,040	0,145	0,061	0,104
Empleo ^b	87,52	74,81	81,50	81,9
Apoyo público	0,040	0,012	0,092	0,189
"Apropiabilidad"	0,102	0,043	0,088	0,068
Cooperación	0,149	0,062	0,122	0,016
Cuota de mercado	0,007	0,005	0,008	0,009
Intensidad de la inversión ^a	556,8	884,2	965,6	1 781,1
Distancia hasta la frontera	1,999	2,418	2,191	2,196
Influencia de la demanda				
Calidad: alta	0,295	0,248	0,332	0,333
Calidad: baja	0,272	0,202	0,165	0,133
Medio ambiente: alta	0,429	0,435	0,424	0,287
Medio ambiente: baja	0,298	0,261	0,247	0,152
Fuente de innovación				
Interna de la empresa	0,099	0,014	0,083	0,225
Gobierno	0,001	0,002	0,001	0,041
Grupo interno	0,001	0,003	0,001	0,205
Universidades	0,029	0,007	0,007	0,010
Proveedores y clientes	0,058	0,035	0,035	0,028
Competencia	0,027	0,006	0,015	0,013
Observaciones	525	390	410	823

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: Las variables nominales se deflactaron con índices específicos del sector.

En las variables que no se indica unidad de medida se refiere a porcentaje, salvo distancia a la frontera que representa la diferencia logarítmica respecto al 10% de empresas más productivas en cada industria.

^a Miles de pesos por trabajador.

^b Trabajadores.

III

Innovación, I+D y productividad: el modelo CDM

En esta sección se sigue la línea de investigación empírica iniciada por el influyente estudio de Crépon, Duguet y Mairesse (1998), conocido como modelo CDM (las iniciales de sus autores), y se estudia la relación empírica entre investigación y desarrollo (I+D), innovación y productividad de las empresas. Aquí, el enfoque se basa en un modelo multicuación en que se toma en cuenta todo el proceso de innovación y se consideran las decisiones de las empresas en orden a adoptar iniciativas de I+D, así como el resultado de esas iniciativas y las repercusiones subsiguientes en la productividad.

El modelo se inspira en resultados empíricos y teóricos previos. A partir de datos recabados de empresas en los Estados Unidos, Pakes y Griliches (1980) observaron inicialmente una correlación positiva entre el gasto en I+D de las empresas y las solicitudes de patentes, a raíz de lo cual surgió la idea de una función de producción de conocimientos. Como se observaba en la Introducción, de acuerdo con varios modelos teóricos recientes se ha atribuido un papel protagonista a la I+D como motor de la productividad y del crecimiento económico (Romer, 1990; Grossman y Helpman, 1991; Rivera-Batiz y Romer, 1991; Aghion y Howitt, 1992). En Aghion y Howitt (2005) se presentaba un modelo de crecimiento endógeno con la innovación. En este modelo se incorporan efectos de estructura de mercado y factores institucionales compatibles con diversos aspectos del modelo CDM.

En Blundell, Griffith y Van Reenen (1999) se analizaba con microdatos la influencia de la estructura del mercado en la innovación. Se midió la competencia a partir de la cuota de mercado, la concentración y la penetración de las importaciones. Tal como se señalaba en Aghion y Griffith (2005), hay dos interpretaciones principales de los trabajos de Schumpeter. Según una de ellas, puede que las empresas tengan que depender de fondos internos para financiar la innovación ante imperfecciones del mercado. Por consiguiente, las empresas más grandes tienen mayores facilidades para acceder a fondos y, con ello, para innovar. Según la otra interpretación, las empresas monopolistas tienden a innovar más que las entrantes debido a la reducción de beneficios de la industria, derivada de la entrada de nuevas empresas (efecto preventivo). En cambio, otros investigadores han argumentado que la inversión de las empresas monopolistas es menor porque reduce

sus ingresos, algo que no les ocurre a las entrantes. Sin embargo, en Blundell, Griffith y Van Reenen (1999) se pone de relieve que en las industrias con mayor nivel de concentración y donde la penetración de las importaciones era inferior, la innovación agregada era menor, y que las empresas que tenían una más amplia cuota de mercado innovaban más. Por lo tanto, sus conclusiones refuerzan la hipótesis del efecto preventivo de la innovación señalada anteriormente. Sobre un plano teórico, en Aghion y Howitt (1992) se afirmaba que el poder monopólico es un aspecto fundamental del proceso de innovación. No obstante, según su modelo, la innovación de las empresas obedece al deseo de asegurar el poder monopólico y cuando lo consiguen dejan de innovar. En Howitt y Mayer-Foulkes (2005), estos modelos schumpeterianos de destrucción creativa se adaptaron con éxito para explicar patrones de convergencia de ingresos de distintos grupos de países, que a su vez dependen de patrones de I+D, de la implantación de nuevas tecnologías y de la capacidad de absorción.

El modelo de referencia consta de cuatro ecuaciones: i) la decisión de la empresa de invertir en I+D; ii) la intensidad de la inversión en I+D; iii) la función de producción de conocimientos que vincula la intensidad de I+D a los resultados de la innovación, y iv) la función de producción, en que la productividad de la empresa se halla en función de los resultados de la innovación.

El presente análisis se basa en el método de estimación de Griffith y otros (2006). En primer lugar, se realiza una estimación de un modelo Tobit generalizado en que se considera la decisión de invertir y el monto invertido en I+D. Segundo, el valor previsto para la intensidad de I+D se toma como variable explicativa en la función de producción de conocimientos, donde los resultados de la innovación se miden con dos variables de categorías que representan la innovación en productos y procesos. Por último, los valores previstos de los resultados de la innovación se utilizan como variables explicativas en la función de producción⁵. Dado que en

⁵ Se puede realizar una estimación de este modelo sobre la base de técnicas econométricas alternativas, como las de mínimos cuadrados asintóticos. De hecho, en el artículo original de Crépon, Duguet y Mairesse (1998) se utilizó esta metodología. Sin embargo, en recientes estudios sobre esta cuestión se tendía a preferir una técnica que requiera

Chile las encuestas difieren de las europeas, se menciona explícitamente el origen de estas diferencias a la hora de definir las variables dependientes y explicativas.

1. Inversión en I+D

Se utiliza un marco Tobit generalizado para modelar la decisión de invertir y el monto invertido en actividades de investigación. Por lo tanto, hay dos ecuaciones vinculadas: i) la decisión de invertir en I+D, y ii) la cantidad de recursos que intervienen, medida como gasto en I+D por empleado (en logaritmos). De forma más precisa, se supone que existe una variable dependiente latente R_i^* para la empresa i dada por la siguiente ecuación:

$$R_i^* = X_{1i}'\beta + \varepsilon_i \quad (1)$$

donde X_{1i}' es un vector de las variables explicativas, β es un vector de los parámetros y ε es un término de error. El economista observará que se invierten recursos en actividades de I+D si R_i^* tiene signo positivo o supera un umbral dado.

Se supone la siguiente ecuación de selección, en que se describe si una empresa está invirtiendo en I+D o no:

$$RD_i = 1 \text{ si } RD_i^* = W_i'\alpha + e_i > c, \text{ y } 0 \text{ en otro caso} \quad (2)$$

donde RD_i es una variable binaria observada igual a 0 para las empresas que no invierten en I+D, e igual a 1 para las que sí invierten en I+D; RD_i^* es la variable latente correspondiente, de manera que una empresa decide invertir en I+D si supera un determinado umbral que denota c , y W es un vector de variables explicativas.

Dependiendo de la inversión en I+D, la inversión en investigación y desarrollo observada (R_i) viene dada por:

$$R_i = \begin{cases} R_i^* = Z_i'\beta + \varepsilon_i & \text{si } RD_i = 1 \\ 0 & \text{si } RD_i = 0 \end{cases} \quad (3)$$

Se estima el sistema de ecuaciones (2) y (3) como un modelo Tobit generalizado por máxima verosimilitud.

Los vectores de variables explicativas W y Z contienen aquellas utilizadas por Griffith y otros (2006) y se fundamentan en el modelo teórico original

menos recursos computacionales, basada en la estimación de los tres componentes del modelo por separado a partir de variables instrumentales (Griffith y otros, 2006; Hall, Lotti y Mairesse, 2008).

propuesto por Pakes y Griliches (1980), estudiado posteriormente por otros autores⁶. Basados en este modelo, Crépon, Duguet y Mairesse (1998) sugieren que la probabilidad de que una empresa tome parte en iniciativas de I+D aumenta con su tamaño y participación en el mercado y además con factores de demanda y tecnológicos. También esperaban que la inversión en I+D se incrementase con las mismas variables, excepto el tamaño (ya que cabría esperar que el gasto en I+D fuera estrictamente proporcional al tamaño). Así, para modelar la decisión de la empresa acerca de si invertir o no en I+D se consideran las siguientes variables explicativas:

- Competencia internacional: definida como la relación entre exportaciones y ventas. Esta variable sirve para reflejar la exposición a la competencia internacional y difiere de la utilizada por Griffith y otros (2006), en cuyo estudio una variable ficticia permitía identificar si el mercado internacional era el más importante para una empresa⁷.
- Condiciones de “apropiabilidad”: se definen como una variable ficticia que asume el valor 1 si la empresa declara que la facilidad de imitación es un obstáculo relevante para la innovación. Con esta variable se pretende reflejar el efecto de la protección jurídica y formal de la propiedad intelectual en el país. En contraste con el análisis de Griffith y otros (2006), en las encuestas de Chile no se incluye información sobre protección formal y estratégica.
- Tamaño de la empresa: se incluye un conjunto de cuatro variables ficticias para empresas de 50 a 99 trabajadores (tamaño 1), de 100 a 249 trabajadores (tamaño 2), de 250 a 999 trabajadores (tamaño 3) y de más de 1.000 trabajadores (tamaño 4). La categoría de base está compuesta por pequeñas empresas que cuentan con menos de 50 trabajadores. Hay otras opciones para definir el tamaño de la empresa, como el número total de puestos de trabajo, las ventas o el valor agregado. En este artículo se sigue la bibliografía previa a la utilización de variables ficticias, que ofrece la ventaja de

⁶ Véanse, por ejemplo, Cohen y Levin (1989); Arvanitis y Hollenstein (1994); Klepper (1996).

⁷ Se reconoce que esta no es la única fuente de competencia internacional de las empresas nacionales. Para una economía abierta de pequeñas dimensiones, como la chilena, la competencia en las importaciones también puede originar notables presiones competitivas en los mercados internos. Sin embargo, las diferencias en la competencia en importaciones entre industrias manufactureras se reflejan parcialmente mediante efectos fijos de la industria.

permitir la comparación de los resultados con los de otros estudios similares en este campo.

- Las oportunidades tecnológicas y otras características invariables de la industria se controlan mediante una variable ficticia para cada categoría industrial codificada con dos dígitos.
- En el conjunto de variables que afectan a la inversión en I+D se incluyen todas las variables definidas anteriormente, excepto el tamaño (como se sugiere en Crépon, Duguet y Mairesse, 1998), además de las siguientes:
- Cooperación: se refleja mediante una variable ficticia que asume el valor 1 si la empresa mantiene algún acuerdo de cooperación en actividades de innovación. En el caso de Chile, con esta variable se mide específicamente la existencia de contratos formales con universidades o institutos tecnológicos.
- Recursos públicos: se definen como una variable ficticia que indica si la empresa utiliza recursos públicos para financiar las inversiones en I+D. En contraste con la metodología de Griffith y otros (2006), en las encuestas de Chile no se distingue entre fuentes de financiamiento regional y nacional⁸.
- Condiciones de la demanda: se tienen en cuenta cuatro variables que guardan relación con la importancia de las normas de calidad y las consideraciones medioambientales para emprender actividades de innovación. Todas estas variables se definen como al nivel de la industria. La primera variable corresponde al porcentaje de empresas para las que una mejora de calidad mediante la implantación de normas (ISO 9000, entre otras) tuvo mucha importancia o fue medianamente relevante. La segunda variable corresponde a la proporción de empresas para las que la mejora de la calidad tuvo poca importancia en lo referido a la innovación. Las otras dos variables se definen con respecto al peso específico de reducir el deterioro del medio ambiente por la vía de la innovación. Así, la tercera variable corresponde a la proporción de empresas cuyas inquietudes respecto del medio ambiente tuvieron gran peso o fueron medianamente gravitantes para la innovación, y la cuarta variable es el porcentaje de empresas para las que el medio ambiente fue un factor poco relevante en la innovación. En ambos

⁸ En el caso de las encuestas de los países europeos, se distingue entre financiamiento público de los gobiernos locales y nacionales y recursos de la Unión Europea.

casos, el grupo de referencia es la proporción de empresas para las que la calidad y el medio ambiente, respectivamente, fueron calificados como no importantes⁹.

- Fuentes de información: para cada una de las seis posibles fuentes de información se definen variables ficticias que toman el valor 1 cuando en la empresa se considera que la fuente tiene gran incidencia en la innovación. Las seis fuentes son las siguientes: i) fuentes internas de la empresa; ii) fuentes internas del grupo al que pertenece la empresa; iii) universidades; iv) instituciones públicas; v) proveedores y clientes, y vi) competencia.

Existen dos diferencias con respecto a la variable utilizada en Griffith y otros (2006). En primer lugar, ese estudio contenía datos sobre la importancia del gobierno como fuente de información para innovar. En el presente análisis se reemplaza esta variable con información procedente de actividades llevadas a cabo por instituciones públicas. Segundo, en este estudio no se puede distinguir entre proveedores y clientes como fuente de información, ya que desafortunadamente en las encuestas realizadas en Chile se emplea la misma pregunta para ambos.

Al margen de su utilidad para la estrategia de identificación del presente estudio, algunas de las variables incluidas en la ecuación de densidad de I+D podrían ser predictoras perfectas de gasto positivo en I+D, según sugiere Benavente (2006). Ese podría ser el caso de las variables relacionadas con fondos públicos, cooperación y fuentes de información. Por ejemplo, las empresas podrían decidirse a gastar en I+D sencillamente porque hay fondos públicos disponibles.

En varios artículos se ha incluido una variable *proxy* para la competencia en el mercado como un determinante de la inversión en I+D. (Crépon, Duguet y Mairesse, 1998; Benavente, 2006). Tradicionalmente, este efecto se refleja mediante la cuota de mercado de la empresa. Así, en la comprobación de robustez de resultados del presente análisis se considera la cuota de mercado de la empresa (en logaritmos) en las decisiones sobre I+D¹⁰.

⁹ En la mayoría de las preguntas de las encuestas chilenas se utilizan escalas basadas en cinco valores posibles, comprendidos entre el 0 (sin importancia) hasta el 4 (de la máxima relevancia). En este caso, se define una importancia mediana a alta para las respuestas con los valores 3 y 4 y una baja para los valores 1 y 2.

¹⁰ Los datos de la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA) se utilizan para calcular la cuota de mercado de cada empresa como participación en la facturación total en industrias al nivel de 3 dígitos.

Por último, no se considera el efecto del capital humano en las decisiones de invertir en I+D. El principal motivo es que la última versión de la encuesta sobre innovación es la única que ofrece datos respecto de recursos humanos dedicados a la innovación. Además, los datos de la ENIA solo permiten distinguir entre obreros y empleados. Por lo tanto, a partir de los datos disponibles no se pueden presentar medidas aceptables del capital humano con influencia en la I+D. A pesar de este problema, el hecho de que algunas variables incluidas en el conjunto de controles (como el tamaño de la empresa y el sector de actividad) estén correlacionadas con el capital humano significa que el efecto de este último se refleja indirectamente en la especificación del estudio.

2. Función de producción de conocimientos

En general, se da por supuesto que los resultados de la innovación se relacionan con mejoras en la productividad de una empresa. Desde una perspectiva empírica, hay varias formas de sustituir los productos de la innovación. Las variables *proxy* más utilizadas son el número de patentes y la proporción de ventas facilitadas por la innovación. De acuerdo con lo especificado en Griffith y otros (2006), se utilizan dos indicadores de resultados de la innovación. El primer indicador se relaciona con la innovación en procesos, y se define como una variable ficticia que asume el valor 1 cuando la empresa ha introducido mejoras considerables en los procesos tecnológicos durante los tres años anteriores. Sin embargo, en las cuatro versiones disponibles de la EIT de Chile se incluyen preguntas distintas sobre la innovación en procesos. En sus tres últimas versiones se preguntó a las empresas si habían introducido nuevos procesos tecnológicos para el mercado¹¹. El segundo indicador se relaciona con la innovación en productos y se define como una variable ficticia que asume el valor 1 para las empresas que han introducido nuevos productos en el mercado durante los tres años anteriores.

Se realiza la estimación de dos modelos *probit* independientes para la innovación en productos y procesos.

¹¹ En realidad, la EIT incluía tres preguntas para la innovación en productos y procesos. En el caso de la innovación en productos, también se preguntó a las empresas acerca de mejoras tecnológicas en productos y la introducción de un producto nuevo para la firma, pero no en el mercado. Sobre la innovación en procesos el planteamiento fue similar. Se preguntó a las empresas acerca de mejoras parciales aunque importantes y también sobre procesos tecnológicos nuevos para la empresa, pero no en el mercado. La opción aquí elegida se basa en la idea de las innovaciones tanto para la empresa como para el mercado.

A su vez, estos se pueden modelar tal como se indica a continuación:

$$I_i = \delta R_i^* + Y_i' \gamma + \mu_i \quad (4)$$

donde I_i es igual a 1 cuando la empresa ha introducido una innovación; R_i^* es la predicción del valor del esfuerzo innovador de la empresa (logaritmo de I+D por trabajador) a partir de las ecuaciones Tobit generalizadas estimadas que se han descrito, e Y_i' es un vector de variables explicativas. En esta estimación de variables instrumentales, que incluye la predicción del valor de R_i^* , se tiene en cuenta la endogeneidad potencial de la inversión en I+D.

En el conjunto de variables explicativas, de acuerdo con Griffith y otros (2006), se considera lo siguiente:

- La predicción de valores de densidad de I+D obtenida a partir del modelo Tobit.
- La inversión en maquinaria por empleado¹². Se supone que esta variable solo afecta a la innovación en procesos, no en productos. La idea es que la nueva maquinaria puede conducir a las empresas a cambiar sus procesos tecnológicos, pero no necesariamente el tipo de producto que fabrican (al menos, no de manera significativa).
- El mismo conjunto de variables que reflejan las condiciones de la demanda que se utiliza en la ecuación de determinantes de la densidad de I+D.
- Las cuatro variables ficticias para el tamaño de la empresa.
- Variables ficticias para cada categoría industrial codificada con 2 dígitos.

Los tres últimos conjuntos de variables tienden a reflejar la idea de que los factores relacionados con la estructura del mercado y las condiciones de la demanda (pero no con los esfuerzos en investigación) pueden afectar a los incentivos y la flexibilidad para innovar. Por ejemplo, las innovaciones en productos se pueden utilizar como un medio para reducir la presión competitiva en industrias con productos muy estandarizados. El supuesto básico de identificación con esta metodología consiste en que algunas variables afectan a la decisión sobre la densidad de I+D y no así al resultado de la innovación. Es probable que este supuesto sea válido en diversas variables (incluidas en las decisiones sobre I+D, pero no en los resultados de la innovación). Se podrían considerar, por ejemplo, las fuentes de información. Es difícil sostener que una mayor o menor importancia de

¹² Para las versiones de las encuestas de 2001 y 2005 se tuvo que utilizar la inversión total, ya que no se disponía de información desagregada por tipo de inversión.

las fuentes de información pueda incrementar directamente la probabilidad de introducir nuevos productos, nuevos procesos tecnológicos o ambos. Por su parte, la cooperación y la competencia internacional son variables susceptibles de afectar a los recursos destinados a I+D, pero no necesariamente a los resultados de la innovación¹³.

3. Función de producción

En el supuesto de una función de producción de Cobb-Douglas, se puede realizar una estimación del efecto de la innovación en la productividad con la siguiente especificación:

$$y_i = \alpha_1 k_i + \alpha_2 I_i + v_i \quad (5)$$

donde y es la productividad laboral (logaritmo de las ventas por trabajador), k es el logaritmo del capital por trabajador¹⁴ e I es el componente de conocimientos medido por la innovación en productos y procesos.

Como se comentará más adelante, la relevancia de las innovaciones en productos respecto de las ventas

y las exportaciones de las firmas se utiliza como una medida de los resultados de las innovaciones. Ante la endogeneidad de esta variable, se introduce en la ecuación (5) la predicción de los valores de las variables de innovación obtenidas de la estimación de la ecuación (4). Al igual que en la anterior ecuación, el supuesto para la identificación es que algunas variables incluidas en la función de producción de conocimientos (específicamente, una menor "apropiabilidad" e interacción con los proveedores y clientes) afectan a la probabilidad de introducir innovaciones, pero no inciden directamente en la productividad de las empresas. Como variables adicionales para explicar la productividad, se incluye todo el conjunto de variables ficticias de industria y tamaño.

Se presentan estimaciones en que se agrupan los cuatro levantamientos de la EIT. Se incluyen efectos específicos del año de la encuesta para controlar las perturbaciones que varían con el tiempo y que pueden afectar a todas las empresas. Una mejor opción habría sido aprovechar la dimensión de panel de los datos. Así se podría controlar la heterogeneidad específica por empresas y analizar mejor los aspectos dinámicos. Sin embargo, el número de empresas comunes cubiertas por las distintas versiones de la encuesta es demasiado reducido para que ofrezca resultados significativos¹⁵.

¹³ La Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) nacional también proporciona información acerca de la importancia de los productos innovados con respecto a las ventas y las exportaciones. La primera variable (la proporción entre productos innovados y ventas) se utilizó en análisis anteriores (Benavente, 2006; Crépon, Duguet y Mairesse, 1998). Esa información también se emplea en este artículo en una estimación de un modelo lineal en que se utilizan las ventas y las exportaciones de innovación como variable dependiente. En general, los resultados no revelan ningún efecto en la productividad de los productos de la innovación aquí definidos.

¹⁴ Dado que hay disponible información sobre capital por trabajador de casi todo el período, se prefiere esta variable a la de inversión bruta por trabajador utilizada en estudios anteriores (Griffith y otros, 2006).

¹⁵ Una versión anterior de este artículo contenía cuatro estimaciones transversales para cada una de las encuestas. Sin embargo, como los parámetros tienden a cambiar de magnitud y significación entre versiones de la encuesta, el análisis resultaba muy confuso.

IV

Resultados econométricos

En el cuadro 3 se presentan los resultados del modelo Tobit generalizado para ambas ecuaciones con respecto a las decisiones sobre I+D¹⁶. Como puede verse, no se constata una relación significativa entre la competencia internacional y la decisión de invertir en I+D o la inversión en I+D. Esto es algo inesperado, sobre todo en una economía muy abierta como la chilena. Parece ser que en Chile las exportaciones no contribuyen a incrementar los esfuerzos en I+D. Este resultado puede explicarse por medio de distintas hipótesis que merecerían ser analizadas con más detenimiento en futuros estudios. Por ejemplo, los países en desarrollo pueden estar especializados en sectores donde la innovación no sea particularmente importante para la competencia internacional. En ese caso, los mercados de exportación no son necesariamente un incentivo para invertir más en I+D. En el caso de Chile existe evidencia de que, en la mayoría de los sectores orientados a la exportación, la ampliación de la frontera tecnológica no es un rasgo típico de las industrias que prosperan. En estudios de caso de empresas del sector vinícola y de la agroindustria se muestran evidencias en ese sentido (Moguillansky, Salas y Cares, 2006).

El efecto de una baja “apropiabilidad” de la innovación no es estadísticamente significativo para ninguna de las variables dependientes, lo que sugiere que la facilidad de imitación puede no ser un problema relevante en el contexto chileno. Además, el uso de recursos públicos no afecta a la densidad de la I+D. Este resultado es interesante si consideramos que, durante el último decenio, en Chile se desarrollaron varios programas e instrumentos públicos para fomentar la innovación. Las conclusiones presentes sugieren algunas dudas sobre la eficacia de los recursos públicos para que las empresas privadas aumenten la inversión en I+D.

Las variables vinculadas a la presión de la demanda suelen relacionarse positivamente con una mayor inversión en I+D. Respecto de las distintas fuentes de

información para innovar, por lo general los resultados no son significativos, excepto cuando se trata de la información proveniente de las universidades, aunque su efecto es negativo. Por último, en lo concerniente a la inversión en I+D, el análisis revela una influencia positiva y significativa de la cooperación a través de contratos formales entre empresas y universidades o institutos tecnológicos. En cuanto al tamaño de los establecimientos, los resultados sugieren que las firmas más grandes tienen una mayor probabilidad de invertir en I+D (sobre todo las que cuentan con más de 100 trabajadores).

Además, se registran diferencias notables entre industrias de manufacturas con relación a la probabilidad de invertir y a las inversiones en I+D. Dado que la industria excluida de las estimaciones es la alimentaria, los parámetros para las demás industrias son las diferencias con respecto a esta. En los resultados del cuadro 6 resalta que, controlando todas las demás variables, en la mayoría de las industrias existe una probabilidad de invertir en I+D menor que la del sector alimentos. Sin embargo, una vez que se controló por la probabilidad de invertir en I+D, casi todos los sectores presentan niveles de inversión en I+D por trabajador superiores a los de la industria alimentaria¹⁷. Por lo general, no hay una relación clara entre la intensidad de uso de recursos naturales y la inversión en I+D. Las industrias maderera, papelería y de pasta de papel, con una alta intensidad de uso de recursos naturales, tienen una propensión a invertir en I+D menor que la de la industria alimentaria, donde también se utilizan los recursos naturales de forma intensiva¹⁸.

En el cuadro 4 se aprecian los resultados de la estimación de la función de producción de conocimientos. Se usa la innovación en procesos y productos como indicadores del desempeño en materia de innovación. En general, la predicción del valor de la inversión en I+D por trabajador se relaciona positivamente con ambos indicadores, aunque su significación estadística es menor

¹⁶ En todas las regresiones se excluyen posibles valores atípicos. Se han excluido el 1% superior e inferior de las empresas en la distribución de la productividad, y el 1% superior en la distribución de la densidad de I+D. El 1% inferior no se excluyó debido a que el extremo de la distribución comprendía a muchas empresas que no habían registrado gasto en I+D.

¹⁷ Este último resultado, como ilustra la prueba de robustez presentada en el cuadro 9, solo es válida para la industria química.

¹⁸ Una extensión interesante de este trabajo podría ser un análisis más detallado de estas diferencias entre industrias, en que se abordaría cómo y por qué puede llevarse a cabo la innovación en manufacturas o en el sector que explote el recurso directamente. Con la información actual ello no es posible y queda fuera del ámbito de este artículo.

CUADRO 3

Decisiones sobre investigación y desarrollo (I+D)
(Parámetros)

		Inversión en I+D	Densidad de I+D
	Competencia	0,133 (0,95)	0,175 (0,75)
	Cooperación		0,346 (2,35)*
	“Apropiabilidad”	0,030 (0,25)	0,247 (1,06)
	Recursos públicos		-0,112 (0,66)
Influencia de la demanda	Calidad: alta		0,577 (0,35)
	Calidad: baja		1,465 (0,91)
	Medio ambiente: baja		3,571 (3,10)**
	Medio ambiente: alta		3,989 (3,55)**
Fuentes de información	Interna de la empresa		0,251 (1,80)
	Gobierno		0,288 (1,25)
	Grupo interno		0,214 (1,48)
	Universidades		-0,860 (2,20)*
	Proveedores y clientes		-0,261 (1,18)
	Competencia		0,090 (0,21)
Tamaño	Tamaño 1: 50-99	0,140 (1,49)	
	Tamaño 2: 100-249	0,477 (6,03)**	
	Tamaño 3: 250-999	0,599 (7,46)**	
	Tamaño 4: >1 000	0,916 (4,55)**	
VARIABLES FICTICIAS DEL SECTOR	Textiles	-0,438 (3,94)**	0,172 (0,76)
	Madera	-0,460 (3,66)**	0,780 (2,74)**
	Pasta de madera y papel	-0,302 (2,59)**	0,508 (2,26)*
	Químicas	-0,160 (1,72)	0,670 (3,58)**
	No metálicas	0,100 (0,67)	1,103 (2,31)*
	Metálicas	-0,187 (1,14)	0,316 (0,90)
	Maquinaria	-0,279 (3,10)**	0,692 (3,33)**
	Otras manufacturas	-0,284 (1,29)	1,276 (3,56)**
	Observaciones	1 731	1 731
	Prueba de Wald ($\rho = 0$): valor p	0,000	

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas z sólidas entre paréntesis.

* significativo al 5%.

** significativo al 1%.

CUADRO 4

Función de producción de conocimientos
(Parámetros)

	Innovación en procesos	Innovación en productos
Densidad de I+D	0,334 (5,26)**	0,067 (1,10)
Intensidad de la inversión	0,000 (0,39)	
“Apropiabilidad”	-0,200 (3,75)**	-0,021 (0,44)
Calidad: alta	0,003 (0,01)	0,520 (1,89)
Calidad: baja	0,088 (0,27)	-0,643 (1,97)*
Medio ambiente: alta	-0,321 (1,08)	0,468 (1,54)
Medio ambiente: baja	-0,705 (2,12)*	0,740 (2,22)*
Tamaño 1: 50-99	0,095 (2,39)*	0,088 (2,08)*
Tamaño 2: 100-249	0,008 (0,14)	0,148 (2,85)**
Tamaño 3: 250-999	0,038 (0,63)	0,202 (3,35)**
Tamaño 4: >1 000	0,039 (0,40)	0,275 (3,14)**
Textiles	0,079 (1,16)	0,129 (1,93)
Madera	0,024 (0,33)	0,021 (0,30)
Pasta de madera y papel	-0,002 (0,04)	-0,008 (0,16)
Químicas	-0,082 (1,84)	0,074 (1,75)
No metálicas	-0,357 (3,26)**	0,185 (1,89)
Metálicas	-0,137 (1,81)	-0,336 (4,48)**
Maquinaria	-0,043 (0,80)	0,066 (1,28)
Otras manufacturas	-0,089 (0,66)	0,079 (0,73)
Observaciones	1 689	1 728

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas *z* sólidas entre paréntesis.

I+D: investigación y desarrollo.

* significativo al 5%.

** significativo al 1%.

para la innovación en productos. Resulta interesante destacar otros dos resultados. En primer lugar, bajos niveles de “apropiabilidad” reducen la innovación en procesos, pero no la innovación en productos. Segundo, no se advierte un patrón claro en la relación entre el tamaño de las empresas y la probabilidad de innovar. En su mayor parte, el tamaño no parece importante para la innovación en procesos, aunque sí es un factor positivo para la innovación en productos.

Al margen de estos resultados, el principal objetivo de este análisis consiste en investigar el efecto de la innovación en la productividad. En el cuadro 5 se muestran las estimaciones de la función de producción. En la primera columna figuran los resultados de la productividad contemporánea, que muestran que la innovación en procesos se vincula positivamente a la productividad, aunque no hay ningún efecto en la innovación sobre productos. Sin embargo, puede argumentarse que se precisa algún tiempo para que la innovación afecte a la productividad de una empresa. Teniendo esto en cuenta, la estimación del modelo se realiza a partir de la productividad laboral hasta dos períodos después de la innovación como variable dependiente. Para las encuestas realizadas en el año *t*, la estimación del efecto de los resultados de la innovación en la productividad se efectúa uno y dos años después (*t+1* y *t+2*). Los resultados se muestran en las columnas segunda y tercera. En ninguno de los dos casos se revela una relación positiva sólida entre la innovación en productos y la productividad, aunque el efecto positivo de la innovación en procesos se mantiene para valores de productividad futuros.

1. Análisis de robustez

Se realizaron diversos ejercicios para comprobar la robustez de los resultados. Primero, y teniendo en cuenta el notable cambio en las estadísticas descriptivas de algunas de las variables en 2004, según se refleja en el cuadro 2, se realizaron estimaciones con una muestra restringida de la que quedaba excluido el año 2004 (véanse los cuadros 3, 4 y 5). Cualitativamente, los resultados son idénticos a los de la muestra completa y figuran en los cuadros A1, A2 y A3 del anexo.

En segundo lugar, la estimación del modelo Tobit se realizó considerando el gasto total en innovación registrado por las empresas y no solo la inversión en I+D. Los resultados de las tres ecuaciones se muestran en los cuadros 6, 7 y 8. En cuanto a las decisiones sobre I+D, la mayoría de las variables no son significativas estadísticamente, con la excepción de las variables ficticias de tamaño en la decisión de invertir en I+D.

CUADRO 5

Función de producción
(Parámetros)

	Productividad (<i>t</i>)	Productividad (<i>t+1</i>)	Productividad (<i>t+2</i>)
Capital por trabajador	0,356 (19,12)**	0,431 (17,08)**	0,424 (14,70)**
Innovación en procesos	1,104 (3,36)**	0,981 (2,40)*	1,586 (3,18)**
Innovación en productos	-0,055 (0,16)	-0,108 (0,27)	-0,161 (0,34)
Tamaño 1: 50-99	-0,015 (0,17)	-0,121 (1,09)	-0,125 (0,84)
Tamaño 2: 100-249	0,007 (0,07)	-0,081 (0,66)	-0,089 (0,57)
Tamaño 3: 250-999	-0,163 (1,36)	-0,263 (1,73)	-0,279 (1,49)
Tamaño 4: >1 000	-0,434 (2,57)*	-0,462 (1,94)	-0,451 (1,58)
Textiles	-0,366 (4,92)**	-0,464 (4,99)**	-0,462 (3,65)**
Madera	-0,190 (1,97)*	-0,160 (1,28)	-0,189 (1,40)
Pasta de madera y papel	-0,105 (1,17)	-0,080 (0,74)	0,030 (0,24)
Químicas	0,067 (0,98)	-0,020 (0,27)	0,062 (0,65)
No metálicas	-0,082 (0,74)	-0,104 (0,79)	0,088 (0,55)
Metálicas	0,529 (2,93)**	0,104 (0,49)	0,263 (1,16)
Maquinaria	-0,250 (3,45)**	-0,257 (2,86)**	-0,244 (1,89)
Otras manufacturas	-0,305 (2,26)*	0,064 (0,25)	0,102 (0,36)
Constante	7,096 (30,69)**	6,800 (25,54)**	6,467 (18,25)**
Observaciones	1 520	1 090	730
R ²	0,44	0,49	0,50

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas *t* sólidas entre paréntesis.

* significativo al 5%.

** significativo al 1%.

CUADRO 6

Decisiones sobre I+D: inversión total en innovación
(Parámetros)

		Inversión en I+D	Densidad de I+D
	Competencia	0,115 (0,83)	0,223 (1,04)
	Cooperación		0,210 (1,45)
	“Apropiabilidad”	0,040 (0,33)	0,108 (0,47)
	Recursos públicos		-0,193 (1,13)
Influencia de la demanda	Calidad: alta		-1,285 (0,77)
	Calidad: baja		-0,411 (0,26)
	Medio ambiente: alta		0,094 (0,08)
	Medio ambiente: baja		0,464 (0,39)
Fuentes de información	Interna de la empresa		0,137 (0,99)
	Gobierno		0,335 (1,41)
	Grupo interno		0,163 (1,12)
	Universidades		-0,825 (1,91)
	Proveedores y clientes		-0,058 (0,24)
	Competencia		-0,040 (0,09)
Tamaño	Tamaño 1: 50-99	0,154 (1,64)	
	Tamaño 2: 100-249	0,499 (6,22)**	
	Tamaño 3: 250-999	0,604 (7,38)**	
	Tamaño 4: >1 000	0,869 (4,54)**	
Variables ficticias del sector	Textiles	-0,436 (3,91)**	-0,288 (1,24)
	Madera	-0,460 (3,66)**	-0,108 (0,37)
	Pasta de madera y papel	-0,303 (2,60)**	0,147 (0,63)
	Químicas	-0,150 (1,61)	0,578 (3,23)**
	No metálicas	0,088 (0,59)	0,385 (0,79)
	Metálicas	-0,170 (1,04)	0,467 (1,43)
	Maquinaria	-0,277 (3,09)**	0,071 (0,35)
	Otras manufacturas	-0,262 (1,15)	0,224 (0,64)
	Observaciones	1 730	1 730
	Prueba de Wald: ρ /valor p	0,44/0,000	

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas z sólidas entre paréntesis.

I+D: investigación y desarrollo.

* significativo al 5%.

**significativo al 1%.

CUADRO 7

Función de producción de conocimientos
(Parámetros)

	Innovación en procesos	Innovación en productos
Densidad de I+D	0,329 (3,49)**	0,052 (0,57)
Intensidad de la inversión	0,000 (0,32)	
“Apropiabilidad”	-0,154 (3,07)**	-0,012 (0,26)
Calidad: alta	0,120 (0,41)	0,544 (1,96)*
Calidad: baja	0,272 (0,84)	-0,604 (1,85)
Medio ambiente: alta	0,458 (1,76)	0,631 (2,36)*
Medio ambiente: baja	0,075 (0,26)	0,906 (3,12)**
Tamaño 1: 50-99	0,143 (3,82)**	0,099 (2,41)*
Tamaño 2: 100-249	0,202 (6,07)**	0,188 (5,37)**
Tamaño 3: 250-999	0,279 (8,30)**	0,252 (7,20)**
Tamaño 4: >1 000	0,294 (5,10)**	0,325 (5,21)**
Textiles	-0,030 (0,42)	0,109 (1,71)
Madera	-0,037 (0,49)	0,012 (0,17)
Pasta de madera y papel	-0,083 (1,49)	-0,021 (0,40)
Químicas	-0,130 (2,46)*	0,071 (1,42)
No metálicas	-0,246 (2,23)*	0,209 (2,24)*
Metálicas	-0,256 (3,06)**	-0,348 (4,33)**
Maquinaria	-0,069 (1,24)	0,064 (1,23)
Otras manufacturas	-0,027 (0,21)	0,098 (0,92)
Observaciones	1 689	1 728

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas *z* sólidas entre paréntesis.

* significativo al 5%.

** significativo al 1%.

CUADRO 8

Función de producción
(Parámetros)

	Productividad (<i>t</i>)	Productividad (<i>t+1</i>)	Productividad (<i>t+2</i>)
Capital por trabajador	0,353 (18,93)**	0,428 (17,07)**	0,426 (14,65)**
Innovación en procesos	1,695 (4,24)**	1,619 (3,46)**	1,705 (2,80)**
Innovación en productos	-0,183 (0,53)	-0,321 (0,80)	-0,268 (0,57)
Tamaño 1: 50-99	-0,087 (0,93)	-0,201 (1,72)	-0,131 (0,84)
Tamaño 2: 100-249	-0,086 (0,81)	-0,173 (1,35)	-0,099 (0,57)
Tamaño 3: 250-999	-0,295 (2,23)*	-0,395 (2,48)*	-0,298 (1,37)
Tamaño 4: >1 000	-0,581 (3,18)**	-0,605 (2,55)*	-0,440 (1,46)
Textiles	-0,303 (3,89)**	-0,403 (4,25)**	-0,440 (3,23)**
Madera	-0,150 (1,55)	-0,133 (1,08)	-0,209 (1,55)
Pasta de madera y papel	-0,087 (0,97)	-0,085 (0,82)	0,008 (0,06)
Químicas	0,086 (1,26)	-0,003 (0,04)	0,054 (0,58)
No metálicas	0,013 (0,11)	0,012 (0,09)	0,131 (0,76)
Metálicas	0,525 (2,91)**	0,062 (0,30)	0,200 (0,89)
Maquinaria	-0,203 (2,74)**	-0,219 (2,47)*	-0,247 (1,87)
Otras manufacturas	-0,254 (1,89)	0,083 (0,34)	0,021 (0,08)
Constante	6,804 (26,53)**	6,515 (22,94)**	6,428 (16,55)**
Observaciones	1 520	1 090	730
R ²	0,45	0,49	0,50

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas *t* sólidas entre paréntesis.

* significativo al 5%.

**significativo al 1%.

En general, los principales resultados para innovación y productividad se mantienen inalterados. Los efectos positivos de la inversión en I+D en la probabilidad de introducir innovaciones en los procesos y el impacto positivo de esta última variable en la productividad se mantienen ante el cambio en la variable de inversión en innovación.

El último conjunto de resultados de robustez corresponde a la inclusión de dos variables adicionales en la primera y segunda ecuaciones. Primero, se calcularon las regresiones de I+D, incluida la variable que capta los efectos de la estructura del mercado. Suele argumentarse que la innovación puede verse afectada por la cuota de mercado de una empresa. Al igual que en Crépon, Duguet y Mairesse (1998) y Benavente (2006), esta variable (en logaritmos) se incluyó en la ecuación de selección y resultado del modelo Tobit generalizado. En segundo lugar, siguiendo la línea de Acemoglu, Aghion y Zilibotti (2006), se incluyó una variable que mide la distancia de la empresa hasta la frontera tecnológica. Esa distancia se define como la productividad laboral con respecto al promedio del 10% de empresas más productivas en cada categoría de la industria codificada al nivel de tres dígitos. Esta variable (medida en logaritmos) se incluye en las ecuaciones de resultados de la innovación.

Los resultados de las decisiones sobre I+D y la función de producción de conocimientos se muestran en los cuadros 9 y 10, respectivamente. Se encuentra que un incremento en la cuota de mercado de la empresa se vincula positiva y significativamente a un aumento en la probabilidad de invertir en I+D. En cuanto a la inversión en I+D por trabajador, el efecto de la cuota de mercado es positivo, pero no significativo. El resultado de la función de producción de conocimientos sugiere

que la distancia hasta la frontera tiene repercusiones negativas en la probabilidad de introducir innovaciones en productos y procesos, aunque solo son significativas para la innovación en productos. Esto concuerda con lo expuesto por Acemoglu, Aghion y Zilibotti (2006), en el sentido de que las empresas menos eficaces suelen innovar menos.

Los resultados en cuanto a productividad en t , $t+1$ y $t+2$ se muestran en el cuadro 11. Al incluirse estas dos variables adicionales se produce un cambio importante en comparación con los resultados anteriores referentes a la productividad. Como puede verse, el efecto positivo de la innovación en procesos sobre la productividad permanece inalterado, pero ahora la innovación en productos también incide positivamente en la productividad. Además, los efectos diferidos de la innovación en procesos se mantienen y ahora la innovación en productos también tiene efectos diferidos en la productividad.

En el cuadro 12 se resumen los resultados principales y más interesantes para distintas especificaciones a objeto de que se pueda apreciar cuáles resultados son más robustos. Por lo general, los resultados robustos a través de las distintas especificaciones tienden a ser los siguientes: i) las firmas más grandes tienen una mayor probabilidad de invertir en I+D; ii) la innovación de procesos se ve afectada positivamente por el gasto en I+D; iii) el gasto en I+D por trabajador no afecta a la probabilidad de innovar en productos; iv) una menor "apropiabilidad" reduce la probabilidad de innovar en procesos; v) el tamaño afecta positivamente a la probabilidad de innovar en productos, y vi) la innovación en procesos incrementa la productividad de las empresas.

CUADRO 9

Decisiones sobre I+D incluida la cuota de mercado
(Parámetros)

		Inversión en I+D	Densidad de I+D
	Competencia	0,246 (1,72)	0,229 (0,99)
	Cooperación		0,347 (2,35)*
	Apropiabilidad	0,092 (0,77)	0,264 (1,14)
	Recursos públicos		-0,122 (0,72)
Influencia de la demanda	Calidad: alta		0,401 (0,24)
	Calidad: baja		1,427 (0,88)
	Medio ambiente: alta		3,632 (3,15)**
	Medio ambiente: baja		3,957 (3,51)**
Fuentes de información	Interna de la empresa		0,253 (1,82)
	Gobierno		0,294 (1,28)
	Grupo interno		0,214 (1,46)
	Universidades		-0,861 (2,21)*
	Proveedores y clientes		-0,262 (1,18)
	Competencia		0,092 (0,22)
	Cuota de mercado	0,080 (6,23)**	0,017 (0,44)
Tamaño	Tamaño 1: 50-99	0,290 (2,96)**	
	Tamaño 2: 100-249	0,596 (7,34)**	
	Tamaño 3: 250-999	0,674 (8,24)**	
	Tamaño 4: > 1 000	0,918 (4,52)**	
VARIABLES FICTICIAS DEL SECTOR	Textiles	-0,295 (2,55)*	0,243 (1,07)
	Madera	-0,321 (2,48)*	0,852 (2,99)**
	Pasta de madera y papel	-0,151 (1,24)	0,596 (2,67)**
	Químicas	-0,019 (0,19)	0,754 (4,06)**
	No metálicas	0,260 (1,64)	1,147 (2,41)*
	Metálicas	-0,047 (0,28)	0,376 (1,08)
	Maquinaria	-0,103 (1,07)	0,782 (3,78)**
	Otras manufacturas	-0,129 (0,56)	1,332 (3,71)**
	Prueba de Wald: ρ / valor p	0,48/0,00	
	Observaciones	1 731	1 731

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas z sólidas entre paréntesis.

I+D: investigación y desarrollo.

** significativo al 5%.

** significativo al 1%.

CUADRO 10

Función de producción de conocimientos
(Parámetros)

	Innovación en procesos	Innovación en productos
Densidad de I+D	0,258 (4,82)**	0,054 (1,04)
Intensidad de la inversión	0,000 (0,29)	
“Apropiabilidad”	-0,206 (3,83)**	-0,020 (0,42)
Calidad: alta	0,163 (0,58)	0,588 (2,13)*
Calidad: baja	0,151 (0,47)	-0,643 (1,97)*
Medio ambiente: alta	-0,248 (0,86)	0,432 (1,46)
Medio ambiente: baja	-0,580 (1,79)	0,734 (2,27)*
Distancia hasta la frontera	-0,020 (1,30)	-0,030 (1,96)*
Tamaño 1: 50-99	0,018 (0,38)	0,065 (1,34)
Tamaño 2: 100-249	-0,056 (0,86)	0,124 (1,99)*
Tamaño 3: 250-999	-0,020 (0,26)	0,180 (2,49)*
Tamaño 4: >1 000	-0,004 (0,04)	0,263 (2,69)**
Textiles	-0,035 (0,50)	0,090 (1,38)
Madera	-0,067 (0,89)	-0,003 (0,04)
Pasta de madera y papel	-0,107 (1,89)	-0,040 (0,76)
Químicas	-0,166 (3,26)**	0,049 (1,01)
No metálicas	-0,370 (3,34)**	0,174 (1,73)
Metálicas	-0,200 (2,41)*	-0,328 (4,13)**
Maquinaria	-0,150 (2,59)**	0,035 (0,64)
Otras manufacturas	-0,132 (0,98)	0,064 (0,58)
Observaciones	1 689	1 728

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas *z* sólidas entre paréntesis.

I+D: investigación y desarrollo.

* significativo al 5%.

** significativo al 1%.

CUADRO 11

Función de producción
(Parámetros)

	Productividad (<i>t</i>)	Productividad (<i>t+1</i>)	Productividad (<i>t+2</i>)
Capital por trabajador	0,299 (16,62)**	0,347 (14,04)**	0,344 (12,21)**
Innovación en procesos	2,988 (9,77)**	3,498 (9,13)**	4,322 (9,06)**
Innovación en productos	1,429 (4,34)**	1,262 (3,32)**	0,925 (2,18)*
Tamaño 1: 50-99	-0,407 (5,05)**	-0,615 (6,36)**	-0,628 (4,68)**
Tamaño 2: 100-249	-0,601 (6,92)**	-0,831 (7,88)**	-0,866 (6,49)**
Tamaño 3: 250-999	-1,013 (9,63)**	-1,321 (10,16)**	-1,352 (8,58)**
Tamaño 4: >1 000	-1,519 (9,59)**	-1,930 (9,14)**	-1,907 (7,69)**
Textiles	-0,110 (1,71)	-0,034 (0,42)	-0,026 (0,23)
Madera	0,213 (2,41)*	0,290 (2,59)**	0,166 (1,38)
Pasta de madera y papel	0,118 (1,42)	0,274 (2,81)**	0,375 (3,31)**
Químicas	0,044 (0,69)	0,075 (1,07)	0,127 (1,43)
No metálicas	0,098 (0,84)	0,204 (1,41)	0,484 (2,98)**
Metálicas	1,307 (7,68)**	0,989 (4,98)**	0,942 (4,55)**
Maquinaria	0,028 (0,43)	0,136 (1,75)	0,144 (1,27)
Otras manufacturas	-0,108 (0,84)	0,449 (1,98)*	0,347 (1,41)
Constante	5,882 (32,72)**	5,450 (27,58)**	5,087 (17,70)**
Observaciones	1 520	1 090	730
R ²	0,51	0,56	0,58

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

* significativo al 5%.

**significativo al 1%.

CUADRO 12

Resumen de resultados y robustez
(Parámetros)

Modelo básico	Inversión total en innovación	Inversión en I+D más cuota de mercado y distancia hasta la frontera
Decisiones sobre I+D		
Con la cooperación aumenta la densidad de I+D	No	Sí
Es más probable que las fábricas más grandes inviertan en I+D	Sí	Sí
Función de producción de conocimientos		
La densidad de I+D incrementa las probabilidades de innovación en procesos	Sí	Sí
La densidad de I+D no afecta a las probabilidades de innovación en productos	Sí	Sí
Con una baja "apropiabilidad" se reducen las probabilidades de innovación en procesos	Sí	Sí
Es más probable que las empresas más grandes introduzcan la innovación en productos	Sí	Sí
Función de producción		
Con la innovación en procesos se acrecienta la productividad	Sí	Sí
Con la innovación en productos aumenta la productividad	Sí	Sí

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

I+D: investigación y desarrollo.

V

Conclusiones

La abundante literatura acerca de la relación entre actividades innovadoras y productividad de las firmas se ha centrado principalmente en los países desarrollados (Hall y Rosenberg, 2010). El presente análisis añade el caso de Chile a la escasa y poco concluyente evidencia cuantitativa de esta relación en los países en desarrollo.

En este artículo se ha presentado un análisis cuantitativo del efecto de las actividades de innovación en la productividad en las empresas chilenas. El análisis se llevó a cabo a partir de encuestas sobre innovación tecnológica combinadas con datos al nivel de establecimiento obtenidos de encuestas oficiales referidas a cuatro años (1995, 1998, 2001 y 2004) y siguiendo la metodología de Crépon, Duguet y Mairesse (1998), así como de Griffith y otros (2006).

Ante la imposibilidad de utilizar datos de panel por motivos técnicos, el análisis se focalizó en regresiones agrupadas cuyos resultados se pueden interpretar como promedio para distintas encuestas. Se comprobó la robustez de los resultados tomando como referencia diferentes especificaciones. Los resultados generales que parecen ser robustos a través de distintas especificaciones son los siguientes: primero, se encuentran importantes diferencias en la tendencia a gastar en I+D e innovar en productos dependiendo del tamaño de las firmas. La probabilidad de invertir en I+D y de innovación en productos se incrementa con el tamaño de las empresas; segundo, un mayor gasto en I+D aumenta la probabilidad de innovar en procesos, pero no así la probabilidad de innovar en productos; tercero, una menor "apropiabilidad" reduce la probabilidad de innovación en procesos; cuarto, la productividad se acrecienta con la innovación en procesos.

En particular, para casi todas las especificaciones se encuentra un efecto contemporáneo de la innovación en procesos sobre la productividad, pero no así para la innovación en productos. Este efecto menos robusto de

la innovación en productos contrasta con la evidencia obtenida en estudios realizados en otros países. Los resultados de este trabajo también revelan la presencia de efectos diferidos de la innovación en procesos sobre la productividad y, nuevamente, efectos menos robustos de la innovación en productos.

La presencia de efectos diferidos de la innovación en procesos y productos en la productividad podría ser consistente con un aprendizaje práctico muy lento a través del cual las empresas chilenas se familiarizan con los nuevos procesos de producción. La lentitud y, en la mayoría de los casos, la incertidumbre respecto de los mejoramiento de productividad inducidos por la innovación podrían contribuir a explicar por qué las empresas chilenas invierten poco en actividades de I+D.

El análisis revela algunas conclusiones importantes para el debate sobre políticas. Primero, se constató que el financiamiento público no se vincula positivamente a la inversión en innovación. Esto arroja dudas sobre si el aumento de los fondos públicos destinados en los últimos años a la innovación ha sido eficaz o no para incrementar la capacidad de innovación y la productividad de la economía chilena. Se precisa un estudio más detallado para determinar hacia dónde se dirigen esos recursos públicos y por qué no se están traduciendo en una expansión de la inversión privada en innovación. En segundo lugar, en el estudio también se detectaron diferencias notables entre industrias manufactureras con respecto a la probabilidad de invertir y a las inversiones en I+D. Al menos en el caso de las industrias consideradas en el estudio, no existe relación aparente entre inversión en innovación y un uso intensivo de los recursos naturales. Es necesario un análisis más exhaustivo para identificar las causas de esas diferencias y determinar si en las políticas públicas se deberían tener en cuenta medidas específicas para las industrias más rezagadas.

ANEXOS

CUADRO A1

Decisiones sobre I+D: muestra 1995-2001
(Parámetros)

	Inversión en I+D	Densidad de I+D
Competencia	0,198 (1,33)	0,264 (0,85)
Cooperación		0,256 (1,69)
“Apropiabilidad”	0,010 (0,07)	0,210 (0,65)
Recursos públicos		0,058 (0,26)
Calidad: alta		1,151 (0,47)
Calidad: baja		1,672 (0,88)
Medio ambiente: alta		3,241 (2,13)*
Medio ambiente: baja		3,443 (2,30)*
Interna de la empresa		0,075 (0,38)
Gobierno		0,938 (2,83)**
Grupo interno		0,457 (2,13)*
Universidades		-1,009 (2,12)*
Proveedores y clientes		-0,463 (1,69)
Competencia		-0,697 (1,22)
Tamaño 1: 50-99	0,127 (1,22)	
Tamaño 2: 100-249	0,431 (5,06)**	
Tamaño 3: 250-999	0,553 (6,56)**	
Tamaño 4: >1 000	0,924 (4,42)**	
Textiles	-0,539 (4,28)**	-0,161 (0,48)
Madera	-0,549 (3,93)**	0,718 (1,84)
Pasta de madera y papel	-0,325 (2,50)*	0,480 (1,43)
Químicas	-0,124 (1,26)	0,948 (4,28)**
No metálicas	0,157 (1,02)	1,439 (2,01)*
Metálicas	-0,118 (0,67)	0,677 (1,60)
Maquinaria	-0,331 (3,37)**	0,848 (3,34)**
Otras manufacturas	-0,515 (1,35)	2,180 (2,54)*
Observaciones	1 321	1 321

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas z sólidas entre paréntesis.

I+D: investigación y desarrollo.

* significativo al 5%.

** significativo al 1%.

CUADRO A2

Función de producción de conocimientos: muestra 1995-2001
(Parámetros)

	Innovación en procesos	Innovación en productos
Densidad de I+D	0,118 (1,63)	-0,047 (0,65)
Intensidad de la inversión	0,000 (0,13)	
“Apropiabilidad”	-0,154 (2,60)**	-0,029 (0,54)
Calidad: alta	0,337 (0,84)	0,370 (0,97)
Calidad: baja	0,452 (1,20)	-0,659 (1,81)
Medio ambiente: alta	0,050 (0,14)	0,673 (1,89)
Medio ambiente: baja	-0,337 (0,87)	1,050 (2,72)**
Tamaño 1: 50-99	0,177 (3,60)**	0,194 (3,74)**
Tamaño 2: 100-249	0,202 (3,38)**	0,285 (4,60)**
Tamaño 3: 250-999	0,289 (4,25)**	0,351 (4,88)**
Tamaño 4: >1 000	0,295 (2,75)**	0,405 (3,83)**
Textiles	0,051 (0,43)	-0,009 (0,08)
Madera	0,061 (0,61)	-0,026 (0,27)
Pasta de madera y papel	-0,020 (0,26)	-0,051 (0,72)
Químicas	-0,043 (0,82)	0,125 (2,48)*
No metálicas	-0,096 (0,64)	0,274 (2,09)*
Metálicas	-0,161 (1,89)	-0,287 (3,43)**
Maquinaria	-0,004 (0,06)	0,025 (0,36)
Otras manufacturas	0,276 (1,44)	0,004 (0,02)
Observaciones	1 297	1 321

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas z sólidas entre paréntesis.

I+D: investigación y desarrollo.

* significativo al 5%.

** significativo al 1%.

CUADRO A3

Función de producción: muestra 1995-2001
(Parámetros)

	Productividad (<i>t</i>)	Productividad (<i>t+1</i>)	Productividad (<i>t+2</i>)
Capital por trabajador	0,412 (18,07)**	0,434 (17,47)**	0,430 (14,97)**
Innovación en procesos	1,168 (2,59)**	1,122 (2,35)*	1,538 (2,35)*
Innovación en productos	-0,262 (0,68)	-0,133 (0,32)	-0,207 (0,43)
Tamaño 1: 50-99	-0,116 (0,92)	-0,163 (1,19)	-0,147 (0,80)
Tamaño 2: 100-249	-0,103 (0,72)	-0,135 (0,85)	-0,113 (0,51)
Tamaño 3: 250-999	-0,290 (1,58)	-0,345 (1,70)	-0,320 (1,14)
Tamaño 4: >1 000	-0,519 (2,10)*	-0,529 (1,89)	-0,451 (1,22)
Textiles	-0,391 (4,02)**	-0,423 (3,91)**	-0,436 (2,90)**
Madera	-0,164 (1,58)	-0,156 (1,25)	-0,217 (1,57)
Pasta de madera y papel	-0,065 (0,61)	-0,061 (0,55)	0,059 (0,43)
Químicas	0,029 (0,40)	-0,034 (0,45)	0,042 (0,43)
No metálicas	-0,119 (0,93)	-0,109 (0,78)	0,055 (0,31)
Metálicas	0,291 (1,56)	0,096 (0,47)	0,219 (0,99)
Maquinaria	-0,298 (3,45)**	-0,265 (2,89)**	-0,273 (1,97)*
Otras manufacturas	-0,367 (1,73)	-0,125 (0,51)	-0,205 (0,78)
Constante	6,811 (23,47)**	6,735 (22,43)**	6,514 (15,59)**
Observaciones	1 206	1 090	730
R ²	0,47	0,49	0,50

Fuente: elaboración propia sobre la base de la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) de Chile.

Nota: en la estimación se incluyeron variables ficticias sobre el año de la encuesta. Estadísticas *z* sólidas entre paréntesis.

* significativo al 5%.

**significativo al 1%.

Bibliografía

- Acemoglu, D., P. Aghion y F. Zilibotti (2006), "Distance to frontier, selection, and economic growth", *Journal of the European Economic Association*, vol. 4, N° 1, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Aghion, P. y R. Griffith (2005), *Competition and Growth. Reconciling Theory and Evidence*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Aghion, P. y P. Howitt (2005), "Growth with quality-improving innovations: an integrated framework", *Handbook of Economic Growth*, vol. 1, Parte 1, Amsterdam, Elsevier.
- (1992), "A model of growth through creative destruction", *Econometrica*, vol. 60, N° 2, Nueva York, Econometric Society.
- Álvarez, R. (2001), "External sources of technological innovation in Chilean manufacturing industry", *Estudios de economía*, vol. 28, N° 1, Santiago de Chile, Universidad de Chile.
- Álvarez, R. y R. Robertson (2004), "Exposure to foreign markets and firm-level innovation: evidence from Chile and Mexico", *Journal of International Trade and Economic Development*, vol. 13, N° 1, Taylor and Francis.
- Arvanitis, S. y H. Hollenstein (1994), "Demand and supply factors in explaining the innovative activity of Swiss manufacturing firms", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 3, N° 1, Routledge.
- Benavente, J.M. (2006), "The role of research and innovation in promoting productivity in Chile", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 15, N° 4-5, Routledge.
- (2005), "Investigación y desarrollo, innovación y productividad: un análisis econométrico a nivel de la firma", *Estudios de economía*, vol. 32, N° 1, Santiago de Chile, Universidad de Chile.
- Blundell, R., R. Griffith y J. Van Reenen (1999), "Market share, market value and innovation in a panel of British manufacturing firms", *Review of Economic Studies*, vol. 66, N° 3, Oxford, Blackwell Publishing.
- Bravo-Ortega, C. y A. García (2007), "Cerrando la brecha innovativa latinoamericana: ¿qué podemos aprender de Corea, Israel y Finlandia?", *serie Estudios socio/económicos*, N° 35, Santiago de Chile, Corporación de Estudios para Latinoamérica (CIEPLAN).
- Chudnovsky, D., A. López y G. Pupato (2006), "Innovation and productivity in developing countries: a study of Argentine manufacturing firms' behavior: 1992-2001", *Research Policy*, vol. 35, N° 2, Amsterdam, Elsevier.
- Cohen, W. y R. Levin (1989), "Empirical studies of R&D and market structure", *Handbook of Industrial Organization*, R. Schmalensee y R. Willig (comps.), Amsterdam, North Holland.
- Crépon, B., E. Duguet y J. Mairesse (1998), "Research and development, innovation and productivity: an econometric analysis at the firm level", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 7, N° 2, Routledge.
- Crespi, G. (1999), "Determinantes de la innovación tecnológica en la industria manufacturera chilena", *Estadística y economía*, N° 17, Santiago de Chile, Instituto Nacional de Estadísticas.
- Crespi, G. y J. Katz (1999), "R&D expenditure, market structure and technological regimes in Chilean manufacturing industry", *Estudios de economía*, vol. 26, N° 2, Santiago de Chile, Universidad de Chile.
- Fagerberg, J., M. Srholec y B. Verspagen (2010), "Innovation and economic development", *Handbook of the Economics of Innovation*, B. Hall y N. Rosenberg (comps.), Amsterdam, Elsevier.
- Figueiredo, P. (2006), "Introduction", *International Journal of Technology Management*, vol. 36, N° 1-2-3, Inderscience Publishers.
- Griffith, R. y otros (2006), "Innovation and productivity across four European countries", *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 22, N° 4, Oxford, Oxford University Press.
- Griliches, Z. (1995), "R&D and productivity: econometric results and measurement issues", *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, P. Stoneman (comp.), Oxford, Basil Blackwell.
- (1958), "Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations", *Journal of Political Economy*, vol. 66, N° 5, Chicago, University of Chicago Press.
- Grossman, G.M. y E. Helpman (1991), *Innovation and Growth in the Global Economy*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Hall, B. y N. Rosenberg (2010), *Handbook of the Economics in Innovation*, Amsterdam, Elsevier.
- Hall, B., J. Mairesse y P. Mohnen (2010), "Measuring the returns to R&D", *Handbook of the Economics of Innovation*, B. Hall y N. Rosenberg (comps.), Amsterdam, North Holland.
- Hall, B., F. Lotti y J. Mairesse (2008), "Innovation and productivity in SMEs: empirical evidence for Italy", *NBER Working Paper*, N° 14594, Cambridge, Massachusetts, National Bureau of Economic Research.
- Hall, R. y C. Jones (1999), "Why do some countries produce so much more output per worker than others?", *Quarterly Journal of Economics*, vol. 114, N° 1, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press.
- Heston, A., R. Summers y B. Aten (2002), *Penn World Table Version 6.1*, Filadelfia, Center for International Comparisons of Production, Income and Prices, University of Pennsylvania, octubre.
- Howitt, P. y D. Mayer-Foulkes (2005), "R&D, implementation, and stagnation: a Schumpeterian theory of convergence clubs", *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 37, N° 1, Oxford, Blackwell Publishing, febrero.
- Instituto de Estadística de la UNESCO (2005), "R&D Expenditure Table" [en línea] http://stats.uis.unesco.org/unesco/TableViewer/document.aspx?ReportID=136&IF_Language=eng&BR_Topic=0
- Kharas, H. y otros (2008), *Chilean Growth through East Asian Eyes*, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Klenow, P. y A. Rodríguez-Claire (2005), "Externalities and growth", *Handbook of Economic Growth*, P. Aghion y S. Durlaf (comps.), Amsterdam, Elsevier.
- Klepper, S. (1996), "Entry, exit, and innovation over the product lifecycle", *American Economic Review*, vol. 86, N° 3, Nashville, Tennessee, American Economic Association.
- Lederman, D. y L. Saenz (2005), "Innovation and development around the world, 1960-2000", *Policy Research Working Paper Series*, N° 3774, Washington, D.C., Banco Mundial.
- Maloney, W. y A. Rodríguez-Claire (2007), "Innovation shortfalls", *Review of Development Economics*, vol. 11, N° 4, Oxford, Blackwell Publishing.
- Moguillansky, G., J.C. Salas y G. Cares (2006), "Capacidad de innovación en industrias exportadoras de Chile: la industria del vino y la agroindustria hortofrutícola", *serie Comercio internacional*, N° 79 (LC/L.2619-P), Santiago de Chile, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). Publicación de las Naciones Unidas, N° de venta: S.06.II.G.143.
- OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económicos) (2007), *Reviews of Innovation Policy: Chile*, París.
- Pakes, A. y Z. Griliches (1980), "Patents and R&D at the firm level: a first report", *Economics Letters*, vol. 5, N° 4, Amsterdam, Elsevier.
- Rivera-Batiz, L.A. y P. Romer (1991), "International trade with endogenous technological change", *European Economic Review*, vol. 35, N° 4, Amsterdam, Elsevier.
- Romer, P. (1990), "Endogenous technological change", *Journal of Political Economy*, vol. 98, N° 5, Chicago, University of Chicago Press.
- Schultz, T. (1953), *The Economic Organization of Agriculture*, Nueva York, McGraw Hill.