



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

EVOLUCIÓN DE LA INNOVACIÓN EN CHILE:
UN ANÁLISIS ECONOMETRICO A NIVEL DE LA FIRMA
PARA EL PERÍODO 1995-2010

TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER EN ECONOMÍA APLICADA

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

FERNANDO MATÍAS GREVE MUÑOZ

PROFESOR GUÍA:
EDUARDO BITRAN COLODRO

PROFESOR CO-GUÍA:
CARLOS NOTON NORAMBUENA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
CRISTIAN GONZALEZ URRUTIA
MARCELO VILLENA CHAMORRO

SANTIAGO DE CHILE
2013

RESUMEN DE LA TESIS PARA OPTAR AL
TÍTULO INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL Y AL
GRADO DE MAGISTER EN ECONOMÍA APLICADA
POR: FERNANDO MATÍAS GREVE MUÑOZ
PROF. GUÍA: EDUARDO BITRAN COLODRO
AÑO: 2013

**Evolución de la Innovación en Chile:
Un Análisis Econométrico a Nivel de la Firma
para el Período 1995-2010**

En la actualidad existe consenso respecto a que es la variación de la productividad total de factores (PTF), más que la tasa de acumulación de capital, la que explica las diferencias en el PIB per cápita entre países. Las variaciones en la PTF se asocian a cambios en la eficiencia con que se usan los factores de producción que no están explicados por la acumulación de estos y que en el largo plazo están asociados, en gran medida, al progreso tecnológico e innovación a nivel de las empresas. Este trabajo de tesis constituye un esfuerzo por contribuir al estudio de la innovación al nivel de la firma para el caso particular de las firmas manufactureras chilenas. Utilizando la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT) junto con la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA), se especifica un modelo econométrico que busca determinar desde los factores determinantes del esfuerzo de innovación, hasta el impacto del gasto en innovación y sus resultados en el desempeño productivo y actividad exportadora. A su vez se realizan test de causalidad para estudiar cómo se relaciona el gasto de innovación, la exportación y la productividad. Dentro de los aportes que realiza este trabajo en relación a la literatura relevante, se encuentran; primero, que estudia el gasto en actividades de innovación realizado por las firmas, a diferencia de estudios anteriores que se concentran solo en un componente de esta actividad, el gasto en I&D. Esto permite abarcar un espectro más amplio de empresas, las que aun cuando no realizan un esfuerzo significativo de I&D, realizan otras actividades innovativas. Esto es relevante para el caso de Chile donde solo unos centenares de empresas hacen I&D. El segundo aporte distintivo es que considera datos desde 1995 hasta 2010, lo que conforma la mayor data estudiada en estos temas en Chile y permite evaluar la evolución temporal de la innovación a lo largo de estos quince años. Por último, en este trabajo se analiza la relación entre innovación y exportaciones y en qué medida las empresas aumentan su esfuerzo de innovación si participan en mercados internacionales. Concordante con anteriores estudios, se obtiene evidencia de la hipótesis Schumpeteriana, que hace referencia a la influencia del tamaño en la actividad innovativa. Se observa que las firmas que tienen un buen desempeño en términos de exportación y desempeño productivo, a su vez realizan gasto en innovación, lo que les permite desarrollar nuevos productos y procesos. Se ha podido concluir que, según el sector manufacturero y el año estudiado, existe una alta dependencia en la relación de estas variables. Para los años de un bajo tipo de cambio (una variable que incide fuertemente en el ciclo de la economía nacional) se observa una Auto-Selección. La causalidad también dependerá del sector que se estudie. Esto se hace notorio tanto en auto-selección como en aprendizaje por exportar, en donde el gasto en innovación interactúa indirectamente. Se evidencia que factores macro, como el precio de la energía y el tipo de cambio, inciden en la medición del desempeño de la innovación y en la decisión de gasto en innovación, respectivamente.

Para mis padres: Loreto y Fernando.
"La gratitud es la memoria del corazón"
Hans Christian Andersen

Tabla de Contenido

Resumen	I
Lista de figuras	V
Lista de tablas	VI
1. Introducción	1
1.1. Motivación	1
1.2. Objetivos	2
1.3. Principales Resultados	3
1.4. Principales Aportes	5
1.5. Principales Críticas	6
1.6. Principales Recomendaciones	7
1.7. Estructura	8
2. Sobre la Innovación, su Importancia y el Desarrollo de Políticas Públicas	10
2.1. Innovación & Crecimiento	10
2.2. Fallas de Mercado y Políticas de Innovación	14
2.2.1. Fallas de mercado	14
2.2.2. Políticas Tecnológicas	19
2.3. Estado de la Innovación en Chile	20
2.3.1. Políticas Tecnológicas Implementadas en Chile	20
2.3.2. Principales Indicadores de Innovación para Chile	25
3. Revisión de la Literatura	28
3.1. Principales Modelo Teóricos y Empíricos	30
3.2. Estudios de Tipo CDM: La Innovación como un Proceso Lineal al Interior de la Firma	36
3.3. Causalidad entre Innovación Tecnológica, Exportación y Productividad	42
4. Data y Estadística Descriptiva	45
5. El Modelo: Definición de Variables y Especificación Econométrica	52
5.1. Ecuación de Gasto en Innovación o Input de Innovación	53
5.2. Ecuación de Output de Innovación	56
5.3. Ecuación de Exportación	56
6. Principales Resultados	58

7. Discusión	76
8. Conclusiones	89
8.1. Principales Resultados	89
8.2. Principales Aportes	91
8.3. Principales Críticas	92
8.4. Principales Recomendaciones	93
Bibliografía	94
Anexo 1: Modelo Lineal de la Innovación Tecnológica al Interior de la Firma	100
Anexo 2: Tobit Generalizado	101
Anexo 3: Productividad Laboral Agregada en la Industria Manufacturera	105
Anexo 4: Resultados estadístico-F Test de Causalidad de Granger	106

Índice de figuras

2.1. Relación entre PTF y Gasto en I&D	12
2.2. Contribución al Crecimiento Anual del PIB (1986-2008)	12
2.3. Retornos de la I&D	15
2.4. Comparativa de los Sistemas Nacionales de Innovación	25
2.5. Composición del Gasto privado de las firmas en I&D	26
2.6. Comparativa de Indicadores Tecnológicos	27
3.1. Modelo Lineal CDM	37
5.1. Modelo Econométrico	52
7.1. Dólar, Coeficientes de Tamaño y Exportación	78
7.2. Modelo Econométrico	79
7.3. Causalidad de Granger Año 1998	80
7.4. Causalidad de Granger Año 2001	80
7.5. Causalidad de Granger Año 2008	81
7.6. Causalidad de Granger Sector Alimentos	81
7.7. Causalidad de Granger Sector Textil	82
7.8. Causalidad de Granger Sector Madera	82
7.9. Causalidad de Granger Sector Papel	83
7.10. Causalidad de Granger Sector Químico	83
7.11. Causalidad de Granger Sector de Minerales y Metales Básicos	84
7.12. Causalidad de Granger Sector Metal-Mecánico	84
7.13. Predicción de la Decisión de Gasto	85
7.14. Probabilidad de Innovación Tecnológica v/s Gasto en Innovación	86
7.15. Exportación sobre Ventas Totales v/s Gasto en Innovación (log)	87

Índice de tablas

4.1. Sectores Productivos	45
4.2. Firmas Representadas por Muestra	46
4.3. Estadística Descriptiva: Todas la Muestra (porcentaje)	46
4.4. Estadística Descriptiva por Actividad Innovativa (porcentaje)	48
4.5. Estadística Descriptiva por Actividad Exportadora (porcentaje)	49
4.6. Estadística Descriptiva por Tamaño de las Firmas (porcentaje)	50
4.7. Estadística Descriptiva: Por Sector Productivo (porcentaje)	51
6.1. Probabilidad de Realizar Gasto en Innovación	61
6.2. Probabilidad de Realizar Gasto en Innovación	62
6.3. Gasto en Innovacion	63
6.4. Probabilidad de Innovar en Producto o en Proceso Productivo	64
6.5. Probabilidad de Innovar en Producto o en Proceso Productivo	65
6.6. Probabilidad de Innovar en Producto	66
6.7. Probabilidad de Innovar en Proceso Productivo	67
6.8. Probabilidad de Innovar en Proceso Productivo	68
6.9. Probabilidad de Innovar en Proceso Productivo	69
6.10. Exportaciones sobre Ventas Totales	70
6.11. Exportaciones sobre Ventas Totales	71
6.12. Probabilidad de Exportar	72
6.13. Probabilidad de Exportar	73
6.14. Probabilidad de Exportar	74
6.15. Probabilidad de Exportar	75
7.1. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger	79
1. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 1995	106
2. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 1998	106
3. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2001	107
4. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2004	107
5. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2006	107
6. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2008	108
7. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2010	108
8. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Alimentos	108
9. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Textil	109
10. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Madera	109
11. F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Papel	109

12.	F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Químico	110
13.	F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Minerales y Metales Básicos	110
14.	F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Metal-Mecánico	110

Capítulo 1

Introducción

1.1. Motivación

En la actualidad existe consenso respecto a que es la variación de la productividad total de factores (PTF), más que la tasa de acumulación de capital la que explica la evolución de las diferencias en el PIB per cápita entre países¹. Las variaciones en la PTF, se asocian a los cambios en la eficiencia con que se usan los factores de producción que no están explicados por la acumulación de estos. En el largo plazo los aumentos de PTF están asociados en mayor medida al proceso de progreso tecnológico e innovación a nivel de las empresas, a los cambios en la asignación de recursos y al crecimiento de las actividades más productivas.

En el caso de Chile, en el periodo 1984-1998 se observó una muy elevada tasa de variación de la PTF (OECD, 2012). Luego cayó por factores exógenos como ley de cobre y deterioro del sector energía. La declinación en la Productividad Total de Factores ha venido asociada a una declinación de las tasa de crecimiento, de niveles inusualmente elevados para Chile -superiores a 7% anual- a tasas entre 4% y 5% todavía bastante atractivas en un escenario en que se reduce la tasa de crecimiento vegetativo a niveles de economías desarrolladas maduras y que el PIB per cápita se acerca al umbral de los países desarrollados. La declinación en las tasas de aumento de productividad en la década pasada se explica principalmente por problemas de medición, ya que los estudios no consideran el uso de recursos naturales no renovables o la explotación insostenible de recursos naturales renovables. La evidencia sectorial indica que la reducción de las leyes de cobre y el menor aprovechamiento de recursos hídricos por si solos, podrían explicar la caída de productividad de la última década (Villena & Magendzo, 2012). La mayor dependencia de recursos mineros y el uso no sustentable de recursos marinos (pesqueros y acuícolas) y otros recursos como el agua y el medio ambiente, plantean el desafío de diversificar la economía en base a dinámicas de innovación endógenas que sean sostenibles en el largo plazo.

A partir de comienzos de los años noventa hasta la fecha, se han impulsado en Chile un

¹Más del 90 % de esta variación se atribuye a cambios en la utilización de los factores productivos. (Bitrán & González, Estrategia de Innovación para la Productividad y el Crecimiento: Avances y Desafíos, 2010)

gran número de políticas de promoción a la innovación a nivel de la firma, con el objeto de generar en las empresas privadas capacidades de gestión tecnológica e innovación que les brinden la posibilidad de administrar el cambio técnico, y en definitiva, aumentar su productividad. Estas políticas fueron dirigidas principalmente a potenciar las habilidades y los conocimientos de las firmas; conformar una estructura tecnológica que facilite el flujo de información; y facilitar vínculos institucionales de cooperación que posibiliten a las firmas adquirir capacidades y conocimientos².

Cuáles son los determinantes de las decisiones de innovación de las firmas, y cómo estos determinantes han evolucionado desde entonces es un tema en discusión. Conocer cómo han impactado estas políticas en el proceso de innovación desarrollado por las firmas privadas es relevante para un país que requiere diversificar su aparato exportador, incorporando un mayor contenido de conocimiento y tecnología en las empresas.

Este trabajo constituye un esfuerzo por contribuir al estudio de la innovación al nivel de la firma para el caso particular de las firmas manufactureras chilenas. Utilizando la Encuesta de Innovación Tecnológica (EIT, o CIS por su sigla en Inglés) junto con la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA), que realiza el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en Chile, se especifica un modelo econométrico que estudia el impacto del gasto de innovación en el desarrollo tecnológico y desempeño de las firmas. A su vez se estudia el gasto en innovación y su relación en términos de causalidad en su desempeño productivo, medido por su productividad laboral y la actividad exportadora. La metodología de estimación utilizada es la desarrollada por Crepón, Duguet, y Mairesse (1998) que en la literatura se conoce como CDM, junto con la desarrollada por Granger (1969) para estudiar la causalidad.

En Chile se han realizado trabajos que estudian el proceso de innovación al nivel de la firma. Benavente (2005); por medio de las encuestas CIS de los años: 1995, 1998, y 2001, estudia los determinantes de las actividades de Investigación y Desarrollo (I&D) y su impacto sobre la innovación tecnológica y la productividad de las plantas manufactureras chilenas. Se evidencia que en mediano plazo la productividad estaría positivamente afectada -a través del éxito de las innovaciones tecnológicas- por el gasto en I&D. Álvarez, Bravo-Ortega y Navarro (2010); utilizando la misma data más la CIS del año 2005; también estudian la relación entre I&D y la productividad del sector manufacturero. Los resultados obtenidos son coherentes con los encontrados por Benavente. Además, el estudio es enriquecido al realizado por Benavente al estudiar cuánto afectan las condiciones de apropiabilidad al proceso de innovación, llegando a la conclusión que una menor apropiabilidad reduce la propensión a innovar en procesos. Por otro lado Álvarez y otros (2008) estudian la relación existente entre productividad y exportación, llegando a evidenciar Auto-Selección de las firmas más productivas para exportar.

1.2. Objetivos

Los objetivos planteados para este trabajo son los siguientes:

²Pavitt & Bell, The Development of Technological Capabilities, 1995

Objetivo Principal

Analizar la dinámica de innovación desarrollada por las firmas manufactureras en Chile durante el periodo 1995-2010, caracterizando sus determinantes e impacto en exportación y producción (desempeño) de las firmas, considerando una metodología común y aportando información relevante para la toma de decisiones público y privadas.

Objetivos Específicos

- a) Construir una Base de Datos con variables atinentes y determinar una especificación adecuada.
- b) Desarrollar un modelo econométrico que permita estudiar el proceso de innovación tecnológica realizado por la firma manufacturera en Chile, asumiendo esto como un proceso lineal que considera desde la etapa de la decisión de la firma de realizar gasto; posterior desarrollo de innovaciones en productos y procesos; y los efectos en su desempeño y exportación.
- c) Evidenciar la evolución de la innovación desarrollado por la firma manufacturera en Chile, por medio de la especificación desarrollada. A su vez, caracterizar los efectos de ciclos macroeconómicos en las decisiones de innovación de las firmas.
- d) Caracterizar el desarrollo de innovaciones por subsector manufacturero.
- e) Estudiar la causalidad de las relaciones entre el gasto de innovación, la productividad laboral, y la intensidad exportadora. Esto considerando los diferentes años estudiados y los subsectores manufactureros.
- f) Evaluar los efectos Schumpeterianas y de competencia presentes en la decisión de innovar de la firma.
- g) Evaluar la incidencia que tiene en la actividad exportadora de la firma, las innovaciones que esta realiza.

1.3. Principales Resultados

Se plantean a continuación las principales conjeturas extraídas a partir de los resultados:

1. La evidencia encontrada, que es coherente con la de otras economías, muestra que las innovaciones realizadas por las firmas manufactureras presentan un efecto significativo y definen de manera no despreciable el performance de la firma medido por su exportación y productividad. A su vez, bajo ciertas circunstancias, tanto la productividad como la exportación definen la innovación tecnológica.

2. El estudio presenta evidencia tanto de efectos Schumpeterianos en las decisiones de la firma por realizar innovaciones, como de efectos ligados a la competencia (medido en términos de la exportación) como promotora de innovaciones. Aunque se da cuenta de una mayor robustez estadística de efectos atribuibles al tamaño de la firma (efecto Schumpeteriano).
3. El estudio de la innovación a nivel de la firma presenta amplias interrogantes. En particular, shocks de costos relacionados con energía y shocks de tipo de cambio se correlacionan con la decisión de innovar de las firmas e inciden en la medición que se realiza del impacto de la innovación en el desempeño de las mismas (productividad laboral medida por ventas sobre trabajo). Esto impediría extraer conclusiones relativas a la evolución temporal del proceso de innovación realizado por las firmas; y a su vez, complejiza la evaluación de las políticas públicas.
4. Se encuentra una alta correlación de las decisiones de gasto de innovación con el ciclo económico. Esto se debería a que los recursos destinados a inversión en innovación, ante un escenario de tipo de cambio desfavorable, serían reasignados a actividades de mayor prioridad, lo que se acentúa en las firmas de menor tamaño. Se podría conjeturar entonces un efecto combinado donde las firmas de mayor tamaño, capaces de aprovechar economías de escala, deciden innovar en búsqueda de rentas monopólicas. Y un segundo efecto, donde las firmas pequeñas estarán imposibilitadas de innovar, al no contar con financiamiento.
5. En cuanto a la relación de las innovaciones con la actividad exportadora y la productividad, se evidencia la existencia de una alta dependencia en la relación entre estas variables, según el subsector manufacturero y según el año estudiado. Para los años de un bajo tipo de cambio (una variable que incide fuertemente en el ciclo de la economía nacional) se observa una Auto-Selección, donde solo las firmas que son productivas laboralmente son las capaces de exportar. Para otros años se observan profundos cambios en la relación de estas variables, existiendo tanto Aprendizaje por Exportar, Auto-selección y Mutual Reinforcing entre innovación y exportación. También existe dependencia de la causalidad según el subsector manufacturero estudiado. El sector textil es el único donde se encuentra evidencia de Auto-Selección pura y donde la innovación no sería relevante. Para el resto de los sectores existe Aprendizaje por Exportar, donde el gasto de innovación incide directa o indirectamente; es decir, las firmas desarrollarían tanto Auto-Selección como Aprendizaje por Exportar por medio de innovaciones, y en muchos sectores se observa que tanto la exportación como la productividad laboral detonan innovación tecnológica.
6. En particular existen sectores donde la participación en mercados globales causaría, en términos de Granger, gasto en innovación. Para otros sectores, en cambio, existe evidencia de que la causalidad iría desde la productividad hacia el gasto en innovación. Esto acompañado por diferentes efectos de Aprendizaje por Exportar y Auto-Selección en la relación de exportación y productividad laboral. Por último existen sectores donde se evidencia Mutual Reinforcing entre gasto de innovación y exportación. La creación de una política tecnológica debe considerar estos hallazgos, de manera de generar políticas sectoriales que utilicen de manera eficiente los recursos públicos.

7. No es posible extraer evidencias respecto al impacto de las políticas públicas, en particular el efecto del financiamiento público para proyectos de innovación de las firmas. Si bien se encontró un efecto negativo para un año en particular, esto se debió al tipo de política horizontal realizada en ese período. En cuanto a políticas futuras, la evidencia encontrada refleja posibles diferencias en el impacto que tendrían las políticas, según el subsector manufacturero y la estabilidad macroeconómica del año estudiado.

1.4. Principales Aportes

Dentro de los aportes que realiza este trabajo se cuenta la ampliación de la evidencia previa en varios sentidos:

1. En primero término se propone el estudio del gasto en innovación como variable a explicar en la ecuación de input de innovación medido por la suma de los gastos relacionados con la adquisición de patentes, licencias, know-how; el gasto de capacitación para actividades de innovación; instalación y puesta a punto de nuevos equipos, puesta en marcha de la producción; gasto de introducción de innovaciones al mercado; la adquisición de maquinaria y equipos para la innovación; y por último el gasto en I&D. Esto permite abarcar un espectro más amplio de actividades que buscan mejoras productivas al interior de la firma y ampliar el número de empresas que son estudiadas, y no sólo restringirse al gasto en I&D utilizado en estudios anteriores. A su vez, se debe tener presente que Chile es un país seguidor en materia tecnológica. El gasto en I&D realizado en el país representa solo un 0.42% del PIB³, con lo que Chile se ubica dentro de los países de la OCDE que menos invierten en I&D, junto con México y Grecia. Más aún, dentro de este gasto, el sector privado aporta solo 0.16% del PIB (cifra cercana a 1/3 del total). Esta es la cifra más baja de entre todos los países de la OCDE, que en promedio tienen un aporte equivalente a 2/3 del PIB. De esta forma, se amplía la visión de las mejoras y esfuerzos tecnológicos realizados por las firmas manufactureras de dos maneras: Primero, al considerar un espectro más amplio de actividades busquen mejoras productivas; y por otro, el caracterizar las innovaciones que hacen las firmas en Chile y que tendrían un real efecto en la PTF.
2. En segundo término, este trabajo estudia la evolución de la innovación en Chile en base a información recolectada los años 1995 y 2010. Por lo que utiliza toda la data disponible hasta el día de hoy en materia de innovación y desarrollo tecnológico a nivel de la firma. Esta labor nunca se había hecho en Chile. De esta manera este trabajo utiliza la mayor cantidad de información en esta materia, caracterizando sus determinantes, el desarrollo del proceso innovativo en las firmas, y su posterior impacto en su desempeño. Este trabajo de investigación no se había hecho hasta ahora en Chile, y permite estudiar la evolución temporal de la innovación.
3. Como tercer aporte, este trabajo estudia los efectos causales en la relación de innovación, exportación y productividad, lo que permite investigar efectos de innovación en la capacidad de la firma de participar en mercados más competitivos, y su posterior

³Dato para el año 2010. (OECD, 2012)

impacto en la Autoselección y Aprendizaje para Exportar. A su vez permite establecer indicios de Ciclos virtuosos, junto con Mutual Reinforcing, lo que es nuevo para el estudio de la innovación en Chile y constituye toda una materia discusión en la actualidad (Filipescu, Prashantham, Rialp, & Rialp, 2013).

4. Como cuarto y último aporte, este trabajo de tesis utiliza la mayor cantidad de datos categóricos y cualitativos presentes en la Encuesta de Innovación Tecnológica, lo que permite aprovechar de mejor forma la información disponible y a la vez extraer una mayor cantidad de resultados y conclusiones en esta materia.

1.5. Principales Críticas

1. Dentro de las críticas que se le pueden hacer a este trabajo de tesis se encuentra que los resultados podrían estar basados en regresiones sujetos a variados sesgos. Uno de los principales es la posibilidad de que sean las firmas grandes y exitosas, las que son más productivas y pueden darse ciertos lujos como realizar proyectos de innovación⁴, los que no necesariamente apuntan a mejorar su desempeño. Es decir, que el gasto en estas actividades no explique el desempeño de las firmas, si no que al revés (aunque en el análisis de causalidad se vio que según el año y el sector esto no sería cierto).
2. A su vez, se debe considerar que lo que se busca con el modelo es medir el efecto del gasto de innovación en la productividad laboral y en la exportación; y viceversa. Siendo que muchas de las innovaciones realizadas por las firmas no tendrán incidencia directa sobre la productividad, o los efectos presentan un rezago mayor a un año. Además, parte del aumento en las ventas de una firma –y por consiguiente, en sus ventas por trabajador- puede producirse por aumento de su poder de mercado, o por beneficios cambiarios; y no por causa de innovaciones.
3. Otro punto a considerar es el supuesto de que todos los gastos de innovación determinarían de igual forma la performance de las empresas, lo que 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 específica según el tipo de maquinaria y según que tan intensivo en capital sea el mercado al que pertenece la firma. Lo mismo ocurrirá con el gasto en capacitación, existiendo diferencias en el impacto y rezagos de sus efectos en la productividad y exportación.
4. Por otro lado no disponer de datos de panel restringe el alcance del estudio de la innovación realizada por las firmas. Esto ya que a partir de la literatura se sabe que el gasto en innovación posee un carácter acumulativo, el cual se expresa por medio de un stock de capital de conocimiento (Griliches, 1986). De esta forma no es lo mismo una firma que ha realizado gasto en innovación durante 2 años consecutivos, que una que lleva 10 años realizando un cierto gasto en esta materia. A su vez, no es lo mismo

⁴Idea tomada a partir de Griliches para la I&D (Griliches, Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s, is there Still a Relationship, 1986)

una empresa que en la actualidad no realiza gasto, pero que en años anteriores si lo realizó. Por último, este conocimiento tendría un grado de depreciación temporal, lo que complejiza aún más el análisis.

5. Se deben tener presentes los problemas en la medición de la data utilizada. Esto ya que se han presentado argumentos que apuntan a una incidencia de variables macroeconómicas, que; primero, interactúan con las decisiones de innovación de la firma; y a su vez, inciden en la medición del impacto de la innovación en el desempeño de las firmas.
6. Las firmas sobre las cuales existen políticas directas –como es el caso del financiamiento y la cooperación con universidades e institutos públicos- representan un grupo reducido dentro del total de firmas encuestadas. Por lo tanto, se hace difícil extraer conclusiones robustas sobre el impacto de las políticas públicas realizadas en esta materia.
7. Por último se debe tener presente que muchas de las variables utilizadas corresponden a variables categóricas. Por lo que las respuestas de la encuesta estarán bajo la subjetividad de la persona entrevistada, de la información que esta persona maneje, el área en particular donde trabaje y como sus respuestas lo benefician o perjudican. En segundo término, la respuesta dependerá de quién toma la encuesta, y de si esta persona está capacitada para guiar al representante de la firma con el objetivo de mejorar la información recopilada y su calidad.

1.6. Principales Recomendaciones

1. En cuanto a recomendaciones de política, se ha evidenciado la existencia de Aprendizaje por Exportar, y Mutual Reinforcing entre exportación e Innovación. Por lo tanto, las firmas exportadoras deben estar concientizadas de los beneficios que la internacionalización ofrece. Es importante reconocer que no sólo existen oportunidades de aumento de ganancias, sino que también ganancias de aprendizaje, de capacidades y capital de conocimiento intangible. La razón de esto es que las firmas exportadoras quedan expuestas a conocimiento internacional y tecnológico, lo que constituye una oportunidad que no poseen las firmas que actúan solo en mercados locales. De igual forma, estas firmas deben considerar los beneficios que les brindará el utilizar estos conocimientos en mejoras tecnológicas, con el fin de intensificar y diversificar sus exportaciones. Al encontrarse fuertes efectos de Aprendizaje por Exportar y ausencia de Auto-Selección, se puede argumentar la existencia de barreras a la exportación donde firmas productivas pueden no estar siendo capaces de llevar sus productos al extranjero. Se debe considerar las diferencias en la eficiencia que tendrían políticas según el sector manufacturero donde se implementen. En particular existen sectores donde la participación en mercados globales causaría, en términos de Granger, gasto en innovación. Para otros sectores, en cambio, existe evidencia de que la causalidad iría desde la productividad hacia el gasto de innovación. Esto acompañado por diferentes efectos de Aprendizaje por Exportar y Auto-Selección en la relación de exportación y Productividad. Por último existen sectores donde se evidencia Mutual Reinforcing

entre gasto en innovación y exportación. La creación de una política tecnológica debe considerar estos hallazgos de manera de generar políticas sectoriales que utilicen de manera eficiente los recursos públicos. No se encontró mayor evidencia en cuanto al impacto de las políticas públicas, en particular el efecto del financiamiento público para proyectos de innovación de las firmas.

2. Como recomendaciones para estudios futuros, sería interesante evaluar las ideas de Stock de capital de conocimiento, las que podrían explicar de mejor manera, las diferencias en los coeficientes para las diferentes muestras estudiadas. Por otro lado sería interesante evaluar el impacto de shocks macro como aumentos en los costos energéticos, apreciación cambiaria y cómo éstas influyen en las decisiones que toman las firmas en materia de innovación. En particular se podría cuantificar cuál ha sido el efecto de la política de tipo de cambio flexible con metas de inflación implementada en Chile. También comprendería un aporte estudiar el impacto negativo que tiene la incertidumbre energética en la decisión de gasto en innovación. Esto, considerando el impacto en la decisión de realizar gasto, la decisión de esfuerzo gasto/ventas, decisión de nivel de gasto en innovación, la tendencia a realizar proyectos menos disruptivos, junto con proyectos con una menor duración y menor incertidumbre.
3. Como posibles mejoras a la calidad de la data disponible para estudiar la innovación en la firma para el caso de Chile. En primer término se debe considerar la recopilación de datos de panel de firmas para los diferentes sectores. Esto con el fin de analizar la evolución de las empresas, y medir las posibles mejoras que han mostrado las firmas en su productividad y desempeño, según los gastos en innovación y desarrollo tecnológico que han realizado. En segundo término se debe considerar agregar a los datos levantados por esta encuesta, variables de Stock de capital físico de las firmas, o en su defecto, mediciones del gasto energético realizado por las firmas, para de esta forma poder estimar una función de producción y medir directamente efectos de la innovación en el desempeño productivo PTF. Por último se debe cuidar la metodología de levantamiento de información y elaboración de la encuesta. Esto incluye una capacitación adecuada a las personas encargadas de entrevistar o interrogar a los representantes de la muestra, de manera de guiarlos y mejorar la información recopilada y la calidad de esta. Por la misma razón se debe considerar el cargo que tiene la persona entrevistada, de modo de conocer la información que esta persona maneja, el área donde se desempeña, y si estos factores pudieran incidir en sus respuestas.

1.7. Estructura

Este trabajo se estructura de la siguiente manera. A continuación se señalan las principales ideas que relacionan las actividades de innovación e investigación con el crecimiento económico. Luego se hace una revisión de la teoría que justifica la participación pública tanto en las actividades de investigación y desarrollo como en las de innovación tecnológica. Posteriormente se evalúa la situación de Chile en lo que se refiere a innovación, junto con revisar las principales políticas que se han llevado a cabo en el país en esta materia. Más adelante, se hace una revisión de la literatura pertinente a las actividades innovativas

desarrolladas por las firmas. Una vez completada la revisión, se detalla la fuente de los datos utilizados y las principales características de las empresas bajo estudio, para luego aplicar la metodología estadística por medio de la cual se estudia el proceso de innovación. Por último se muestran los resultados alcanzados, para luego discutir los principales hallazgos de manera de alcanzar los objetivos planteados. Finalmente se concluye.

Capítulo 2

Sobre la Innovación, su Importancia y el Desarrollo de Políticas Públicas

Como se señaló anteriormente, la evidencia empírica es concluyente respecto a que las variaciones en la PTF son el principal determinante de las variaciones en el PIB per cápita de los países y que a su vez este se explica en el largo plazo principalmente por el avance tecnológico de las empresas, lo que se constituye en un factor clave para el crecimiento y desarrollo de los países. A continuación se realiza una breve revisión de la literatura que estudia la innovación y su relación con el crecimiento. Posteriormente se señalan las principales justificaciones para el desarrollo de políticas de fomento a la innovación en las empresas. Para finalizar se describe el caso de Chile, las políticas tecnológicas impulsadas en el país, y los principales indicadores de desempeño del Sistema Nacional de Innovación (SNI).

2.1. Innovación & Crecimiento

El estudio del cambio tecnológico y su impacto en el crecimiento ha estado durante largos años presente en la literatura económica. En un comienzo la literatura clásica asumió que el aumento de la productividad de los factores era causado por un cambio tecnológico exógeno (modelos principalmente basados en las ideas de Ramsey (1928) y Solow (1956)). Estos modelos predijeron que tanto países desarrollados como en desarrollo, en el largo plazo, debían converger a un mismo ingreso per cápita. A su vez, si no existieran mejoras continuas de tecnología, entonces el crecimiento per cápita cesaría en algún momento. Empíricamente se ha evidenciado que las predicciones de convergencia en el PIB per cápita, están condicionadas por el esfuerzo de inversión en Innovación, Tecnología y conocimiento, y por lo tanto economías desarrolladas con vibrantes sistemas de innovación pueden sostener indefinidamente los aumentos de PIB per cápita a pesar de su mayor abundancia relativa de capital en relación a países más pobres.

Esta convergencia condicionada se explica por los modelos de crecimiento endógeno al esfuerzo en capital humano y R&D. Los primeros modelos surgieron de los estudios de Romer

(1983, 1990), Lucas (1988), y Rebelo (1991). El principal cambio que tienen estos modelos es que en ellos los rendimientos de la inversión de bienes de capital humano no son decrecientes, por lo que el crecimiento puede continuar de forma indefinida. En particular, la difusión del conocimiento y externalidades positivas posibilitan la ocurrencia de rendimientos constantes.

Romer (1990) incluyó la teoría del I&D y competencia imperfecta para argumentar que el progreso tecnológico proviene de la actividad de I&D (por lo que no es exógena como en los modelos a la Solow) y se ve recompensada por un monopolio temporal. En este modelo es importantísimo el ambiente en el cual opera la firma, ya que es este la que posibilita la actividad de I&D. Es importante recordar que son los elementos como estabilidad macroeconómica, provisión de infraestructura, protección de propiedad intelectual, regulación de mercados financieros, apoyo en el financiamiento, entre otros, los que desencadenarían la decisión de las firmas de realizar esfuerzos en I&D. Por lo tanto, el Estado tendría una gran influencia sobre la tasa de crecimiento de largo plazo, al ser el responsable de desarrollar estos diversos elementos. De esta forma, los modelos endógenos logran determinar el crecimiento a largo plazo, al considerar el cambio tecnológico como un fenómeno endógeno que depende del ambiente macroeconómico, y desarrollo del Sistema de Innovación de cada economía. En particular los modelos enfatizan la inversión en I&D e innovación dentro de las firmas como una forma de alcanzar un crecimiento sostenido.

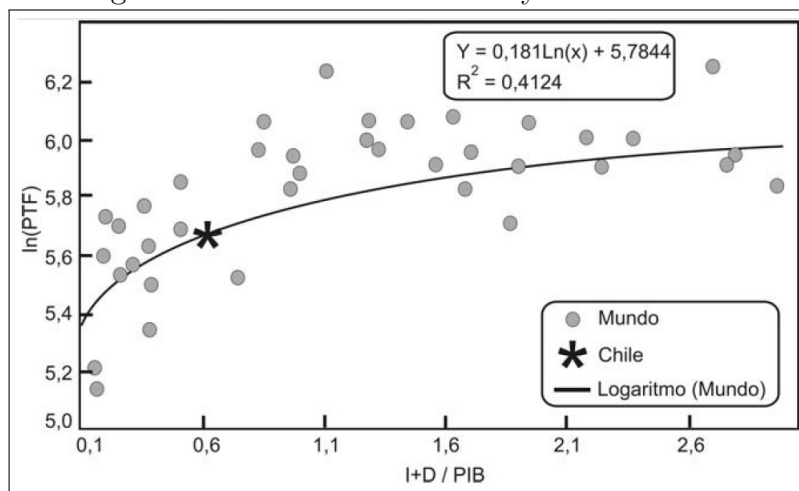
A partir de esta idea, donde cada economía utilizaría de forma más o menos eficiente sus factores productivos, han acaparado mucha atención los estudios de carácter empírico, los cuales posibilitan una visión específica de los patrones de crecimiento de cada economía en particular. Este es el caso del estudio de los determinantes de crecimiento, el cual busca cuantificar el aporte de los factores productivos –capital y trabajo- y la eficiencia de su uso (Productividad Total de Factores (PTF)). Rouvinen (2002) evidencia que efectivamente el gasto en Investigación y Desarrollo explica en buena medida cambios de la PTF en un grupo de 15 países de la OECD. En el mismo estudio se concluyó que, si bien el gasto en I&D afectaría el crecimiento económico, lo haría con un rezago promedio de tres años. Esta observación está muy alineada con el trabajo de Griliches (1979), quien considera una función de acumulación de capital de conocimiento, en la cual la producción de nuevo conocimiento depende tanto del gasto en I&D pasado, como del actual.

Para el caso de Chile se ha estudiado el gasto en I&D como una variable que estima el esfuerzo en innovación tecnológica, para de esta forma, calcular el impacto que este tiene sobre el crecimiento económico. Benavente (2005) encuentra una relación positiva entre PTF y el esfuerzo en I&D. Las conclusiones alcanzadas en este estudio son notables: Se estima que aumentos marginales en esfuerzo en I&D (10 %) generan en el plazo de una década 1.8 puntos porcentuales de crecimiento adicional. Y como este capital presenta rendimientos decrecientes a escala, economías con un nivel bajo de capital de conocimiento -como es el caso de Chile- presentarían altas rentabilidades de crecimiento ante pequeños esfuerzos en I&D. En la Figura 2.1 se observa la relación entre PTF y esfuerzo en I&D.

Como se observa la Figura 2.1 la segunda derivada de la curva es negativa, por tanto en bajos niveles de esfuerzo de I&D el efecto en PTF sería mucho mayor. Esto se explica por qué los países desarrollados, que realizan el mayor esfuerzo de I&D, tienen el desafío de mover la frontera del conocimiento y por tanto deben realizar un esfuerzo significativo

de investigación básica, mientras que las economías emergentes se pueden beneficiar de un esfuerzo de catching-up adaptando tecnología ya desarrollada a las condiciones locales, lo cual es mucho más barato (Lederman & Maloney, 2004).

Figura 2.1: Relación entre PTF y Gasto en I&D



Fuente: Benavente (2004).

Se debe considerar que estos efectos son a mediano plazo, y además, podrían generar bajas en los niveles productivos inmediatos de las firmas como consecuencia de adaptaciones requeridas por la propia investigación.

Por otro lado, Chile ha experimentado un gran cambio temporal en el aporte al crecimiento de los factores productivos clásicos y la PTF. En la Figura 2.2 se muestra un cuadro de la evolución temporal de la contribución de los factores productivos.

Figura 2.2: Contribución al Crecimiento Anual del PIB (1986-2008)

CUADRO 2				
Contribución al crecimiento anual del PIB (1986-2008)				
Cifras en porcentajes				
Periodo	PTF	Capital	Trabajo	Total
1986-1991	2,1	1,8	2,8	6,7
1992-1997	2,2	3,6	2,1	7,9
1998-2003	-0,7	2,2	1,2	2,7
2004-2008	0,0	3,1	1,6	4,7

* La PTF es calculada como el residuo de una curva de producción Cobb-Douglas. Siguiendo los cálculos del grupo de expertos convocado por el Ministerio de Hacienda para estimar el PIB potencial, el peso del stock de capital se establece en 0,48 mientras que el de trabajo queda en 0,52. El factor trabajo se mide como horas trabajadas corregidas por el nivel educación de la fuerza de trabajo.

Fuente: OECD Economics Surveys: Chile 2010

Fuente: Bitrán & González, 2010.

Los datos muestran que el crecimiento económico cayó de niveles de 7% anual en el periodo 1986-1997 a la mitad en 1998-2008. Al descomponer estas variaciones se aprecia si bien la contribución al crecimiento de la acumulación de factores productivos descienden, la mayor reducción se produjo por la baja en la Productividad Total de Factores (PTF)⁵. El marcado crecimiento de la PTF en una primera etapa, denominada Época de Oro, se ha atribuido al proceso de cambio estructural que reasignó recursos de los sectores de sustitución de importaciones a sectores de recursos naturales con ventajas comparativas estáticas. Reformas tributarias, profundización de la apertura comercial, fortalecimiento de políticas pro competencia, una fuerte disciplina fiscal y desarrollo de infraestructura, permitieron un fuerte desarrollo del sector privado por medio de un aporte importante de inversión extranjera directa. De esta forma el aumento de la PTF no estaría fuertemente ligado a aumentos en la productividad laboral de las firmas o a un progreso tecnológico, sino más bien a una reasignación de recursos dirigida a aprovechar la demanda de recursos naturales de mercados globales, lo que se evidencia una vez alcanzado un nuevo equilibrio de reasignación de factores.

Considerando la economía a nivel agregado, Fuentes y otros (2004) argumentan que las fluctuaciones de la PTF podrían estar asociadas a variables cíclicas (términos de intercambio), variables de estabilidad macroeconómica (inflación), y reformas microeconómicas realizadas en los periodos respectivos. A su vez, los autores mencionan la interacción que podrían llegar a tener los factores macro y microeconómicos. A su vez explican como reformas de impulso microeconómico tendrían mayor eficiencia según las condiciones macroeconómicas. De esta forma, reformas que impulsen el crecimiento del PIB y de la PTF podrían tener una mayor eficiencia en economías con una cierta estabilidad a nivel macroeconómico, como es el caso de Chile. Varios autores, no obstante, han enfatizado que la estabilidad cambiaría influiría significativamente en el crecimiento de la PTF y el crecimiento del PIB per cápita. Este es un aspecto en que la economía chilena ha sido vulnerable debido a la excesiva influencia de las variaciones de los precios del cobre y de los flujos de capitales.

Se puede concluir de esta sección que han existido notorios avances en el estudio de la innovación, y el cambio tecnológico, y su relación con el crecimiento. A partir de los primeros trabajos, donde los factores productivos clásicos explicaban todo el crecimiento, hasta modelos más sofisticados; donde, no solo sería la acumulación de factores productivos, si no que la eficiencia en su utilización, lo que permitiría a los países acelerar su desarrollo. Es decir, innovaciones que permitan un mejor uso de los factores productivos. Para el caso de Chile existirían efectos positivos del gasto en I&D sobre la productividad, aunque la PTF podría estar ampliamente explicada por variables macroeconómicas como la inflación y variaciones en los términos de intercambio; y en términos micro, se podría explicar por cambios estructurales que originó la reasignación recursos desde sectores de sustitución de importaciones hacía sectores de recursos naturales y no a desarrollos tecnológicos de las firmas.

⁵Bitrán & González, Estrategia de Innovación para la Productividad y el Crecimiento: Avances y Desafíos, 2010

2.2. Fallas de Mercado y Políticas de Innovación

Como se concluyó en la primera parte, la eficiencia en el uso de los factores productivos por medio de innovaciones es el camino para el crecimiento y el desarrollo. Ahora bien, existirían fuerzas (ineficiencias) de mercado que dificultarían el desarrollo tecnológico y desincentivarían a las firmas para disponer recursos en innovación. En esta sección se revisan cuáles son, según la literatura, las fallas de mercado que justifican la promoción de actividades de investigación y desarrollo, como de innovación tecnológica, por medio de políticas públicas por parte del estado. Luego se procederá a revisar cuáles son los mecanismos utilizados en la ejecución de estas políticas además de sus efectos y objetivos.

2.2.1. Fallas de mercado

La justificación de la participación pública en las actividades de innovación tecnológica está basada principalmente en dos factores.

- 1) Primero, las fallas de coordinación de los Sistemas Nacionales de Innovación (SIN), las que están asociadas a problemas de coordinación que surge de la existencia de insumos no-transables, economías de escala y costos hundidos y fijos que no se proveerían a menos que exista una demanda significativa.
- 2) En segundo término, las fallas de mercado asociadas a la actividad tecnológica e innovativa de una economía, relacionadas a la baja apropiabilidad que tiene el conocimiento producido en estas actividades;

Para el primer caso, la existencia de estas fallas sistémicas genera múltiples equilibrios en que solo una acción coordinada de diversos actores permitiría asegurar la provisión de estos insumos no-transables y generar la demanda respectiva. Estas fallas de coordinación son especialmente relevantes en capital humano especializado, infraestructura tecnológica, I&D, servicios sanitarios, ambientales, y de recursos naturales.

En el segundo caso, las fallas de mercado involucradas en las actividades de innovación se pueden agrupar en categorías: insuficiente apropiabilidad de beneficios; alta incertidumbre tecnológica –no cuantificable; dificultades para diversificar riesgo no sistemático; fallas de coordinación en la provisión de bienes de conocimiento y otros bienes públicos, asimetrías de información sobre las tecnologías y en consecuencia insuficiente difusión de conocimiento. A continuación se realiza una breve descripción de cada una.

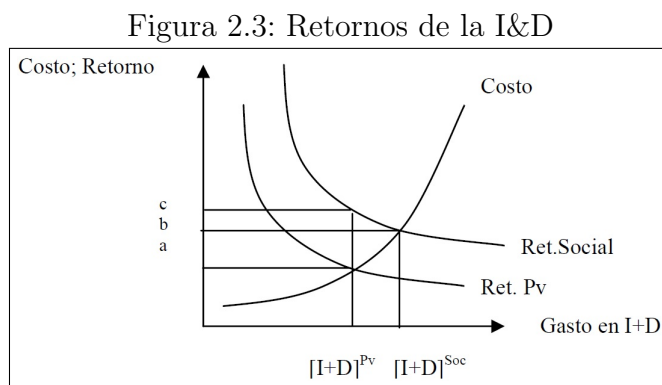
Apropiabilidad, Externalidad y Bien Público

La principal característica del proceso de innovación es que el conocimiento producido carece de la capacidad de apropiación, lo que desincentiva la actividad innovativa. El fenómeno de innovación se puede describir por etapas en las cuales se genera, primero, un cierto conocimiento, el cual permite obtener un nuevo producto innovador en un mercado

muchas veces monopólico. La falta de apropiabilidad, o la facilidad de copia del conocimiento, hacen que su uso y explotación no esté limitado solo a quienes realizan la innovación. Esta particularidad de no rivalidad y de exclusión parcial⁶ de la nueva tecnología posibilita que agentes que no pagaron por ella la utilicen (freerider), y que los beneficios de quienes si la pagaron, disminuyan. Bajo este escenario el desincentivo a invertir en innovación es fuerte, y el óptimo muchas veces es esperar a que la competencia realice el gasto.

Por otro lado, para un planificador central el óptimo es que se genere a un mínimo costo la innovación y que esta sea explotada por todas las firmas de manera de obtener Spillovers relativos a la creación de conocimiento.

En su trabajo (ver Figura 2.3), Benavente⁷ plantea que el sector privado invertirá hasta que el costo del último peso invertido en I&D iguale su retorno marginal (Retorno Privado). A su vez las externalidades de la actividad de I&D harán que el Retorno Social siempre sea mayor que el retorno privado, por lo tanto un planificador central debe invertir en I&D hasta que el costo marginal se iguale al Retorno Social.



Fuente: Benavente (2006).

Este es el principal argumento utilizado para apoyar la actividad pública y así promover la actividad innovativa. Una forma es por medio del subsidio o financiamiento a agentes privados. Y otro mecanismo es por medio de universidades capaces de generar conocimiento, centros de investigación capaces de elaborar nuevos productos y luego difundir esta tecnología hacia las firmas privadas. El primer mecanismo podría describirse como un sintético que intenta generar un bien privado del conocimiento. Y el segundo aprovecha la naturaleza de bien público del conocimiento junto con la especialización de los diferentes participantes dentro del proceso: la universidad y centros de estudios como generadoras de conocimiento y nuevas tecnologías, y las empresas privadas que desarrollan nuevos productos y los comercializan.

⁶Romer, 1990 describe esta situación considerando al conocimiento como un producto que no es público ni privado, si no que sería una combinación de ambos.

⁷Benavente, Antecedentes para el Diseño de una Política Tecnológica Nacional, 2006.

Alta Incertidumbre: Mercados Futuros, Riesgos Tecnológicos y Económicos

Una de las principales características de la actividad innovativa es el alto grado de incertidumbre inherente a la actividad. En particular, la información accesible para los agentes económicos se basa en sus expectativas y está distribuida de manera asimétrica. En base a esta situación informacional los agentes privados tomarán las decisiones, bajo la creencia de oportunidades tecnológicas aún no explotadas, suponiendo que existe un mercado para estos nuevos productos, y bajo el supuesto que se obtendrán beneficios económicos en su explotación.

Los agentes que deciden realizar actividades de innovación, deberán hacer supuestos sobre los mercados futuros, sobre los costos de producción y de los beneficios, sobre el desarrollo tecnológico de productos competitivos, y sobre las acciones que tomarán sus competidores. Supuestos que no siempre son exactos y que por lo tanto representan un riesgo económico relativo a su no ocurrencia. La calidad de los supuestos sobre este mercado virtual dependerá de un conjunto de factores idiosincráticos, de la industria y su nivel tecnológico, como también del nivel de aplicabilidad y comercialización fruto de la innovación.

Por otro lado, existirá un alto nivel de asimetría de información, lo que podría conducir a duplicidad de esfuerzos y desconocimiento de las soluciones tecnológicas actuales por parte de los consumidores y productores. Esto empeorará la calidad de los supuestos asumidos en un comienzo. Incluso si no existieran estas distorsiones de información, y los supuestos fueran acertados, la actividad futura de otros agentes económicos podrían cambiar el mercado virtual futuro del producto innovador.

Por último se debe considerar que la prolongación en la duración del proyecto aumentará su riesgo. Por lo tanto los proyectos factibles de realizar estarán acotados en su duración, y muchos proyectos rentables socialmente serán infactibles de realizar.

Imperfecciones en el Mercado de Capitales

Los riesgos mencionados anteriormente generan imperfecciones en el mercado de capitales. El acceso a financiamiento externo por parte de las empresas está ligado fuertemente a su solvencia y a la rentabilidad futura del proyecto. Por lo tanto, proyectos altamente rentables pero con alto nivel de asimetría en la información, y al mismo tiempo con un alto nivel de riesgo derivado de su mercado virtual futuro, no recibirán financiamiento. A su vez, las empresas pequeñas van a ser aún más castigadas debido a que no cuentan con el suficiente capital capaz de solventar el financiamiento. Es así que las empresas de menor envergadura tendrán una menor capacidad de generar estimaciones de calidad sobre los mercados futuros, y también menor capacidad de explotar el producto innovador por medio de economías de escala. La inversión es en activos intangibles y los bancos requieren colateral como una manera de resolver las asimetrías de información. Se debe tener presente que las empresas con la capacidad de autofinanciar sus proyectos de innovación podrían dejar de hacerlo debido a que no están dispuestas a correr todo el riesgo del proyecto. En ciertas ocasiones este riesgo puede ser diversificado cuando se desarrolla una cartera de proyectos de investigación donde los resultados potenciales estén interrelacionados. No obstante lo anterior, existe una parte

de dicho riesgo que no tiene características sistemáticas y por tanto no es diversificable.

Fallas de Coordinación

El éxito de la actividad innovativa realizada por las firmas privadas estará fuertemente ligado al nivel de competencia existente en el mercado. Más aún, el capital de conocimiento producido por actividades de innovación e investigación muchas veces tendrá múltiples aplicaciones en diferentes mercados. Por lo tanto, podrán existir problemas de coordinación que harán que empresas realicen un mismo esfuerzo, lo que es ineficiente en término del bienestar social.

A su vez, estos problemas de coordinación no permitirán el desarrollo de canales por donde fluya el nuevo conocimiento, dificultando la difusión tecnológica. Por lo tanto una menor cantidad de empresas podrá implementar las innovaciones, produciendo una merma en la productividad.

Estas fallas de coordinación también se observa en las firmas cooperación para la innovación al existir costos de transacción que aumentan los costos del proyecto, lo que hará bajar las rentabilidades esperadas de los proyectos. Esto se da de forma muy palpable en las actividades de cooperación entre investigadores y firmas productivas, unión central en la constitución del sistema de innovación.

Indivisibilidad y Economías de Escala

La dinámica de la innovación al interior de las empresas demuestra un comportamiento muchas veces peculiar. Por un lado, los resultados científicos y tecnológicos no están directamente relacionados con la cantidad de esfuerzo en recursos humanos y financieros realizados ni en su rentabilidad. Una empresa que inicia actividades de innovación no obtendrá resultados beneficiosos hasta alcanzar una masa crítica de capital de conocimiento (lo que implícitamente implica altos costos de la actividad). Y una vez alcanzado un nivel mínimo de capital de conocimiento, este presentará un comportamiento de rendimiento decreciente, desincentivando los esfuerzos en innovación. A su vez, la capacidad de rentabilizar la inversión estará fuertemente ligada a las potenciales economías de escala explotables por las firmas. De esta forma las actividades de innovación estarán reservadas para empresas grandes capaces de solventar la inversión y luego rentabilizarla.

Sobreinversión en Mercados Competitivos

Es posible que existan problemas derivados de la superabundancia de empresas invirtiendo en nuevos desarrollos tecnológicos. Las empresas, en la búsqueda de monopolios temporales de sus nuevos productos, realizarán gastos que muchas veces no serán recompensados. Esto se debe a que sólo la empresa ganadora alcanzará los beneficios monopolistas. De esta forma la suma de los esfuerzos en innovación serán mayores a los que realizaría un planificador central

que maximiza los beneficios sociales. Esto se conoce como carrera de patentes.

Por otro lado, basándose en los argumentos de la innovación como un proceso destructivo, las empresas retrasarán sus inversiones en innovación en espera de futuras innovaciones que dejarán obsoletas las actuales. De esta forma, la inversión en innovación del periodo actual dependerá de la inversión futura, y la innovación además de generar beneficios debido a un aumento de eficiencia, generará también pérdidas para las empresas que innovaron con anterioridad.

También existirá superabundancia de inversiones en los mercados donde no existe la capacidad de generar un monopolio vía una patente. Por ejemplo, un mercado donde se pueden obtener beneficios por medio de la reducción de costos de producción. Si estos resultados no son monopolizables, múltiples empresas invertirán hasta que los beneficios marginales se igualen a los costos asumidos en la obtención de la innovación, disipando los beneficios sociales de la actividad.

Fallas del Sistema de Innovación Nacional (SIN)

Más allá de las fallas anteriormente revisadas, bajo un esquema evolucionista, se plantea un conjunto adicional de fallas que justificarían el apoyo público a la promoción de las actividades de investigación y desarrollo tecnológico. Dicha literatura habla de fallas de sistema refiriéndose a la falta de institucionalidad en la articulación nacional del esfuerzo en este tipo de actividades. Un ejemplo clásico es la falta de una política nacional en que se explicita el sentido del esfuerzo tecnológico, su pertinencia, coordinación, metas y mecanismos de evaluación. Como se puede intuir, ello no responde a una falla en la asignación de los recursos directamente asociados a externalidades sino que más bien a la falta de instituciones que orienten a la actividad de investigación y desarrollo tecnológico de una economía, en forma análoga a la labor que realiza un banco central en el ámbito monetario.

En forma particular y, sustentado en los conceptos propuestos por Schumpeter, Smith (1991) plantea cuatro tipos de manifestaciones de estas últimas fallas: fallas en la provisión de infraestructura, fallas en alcanzar transiciones a regímenes tecnológicos nuevos, fallas para vincularse a paradigmas tecnológicos actuales y fallas institucionales (regulación, estándares y cultura política). Así, estas últimas estarían relacionadas más bien con la falta de instituciones que permitan un adecuado flujo del conocimiento entre la ciencia pública y la industria y viceversa. De esta forma, esta alta incertidumbre desincentiva cualquier esfuerzo privado de financiamiento, y la empresa deja de obtener capacidades técnicas y experiencia de innovación, constituyentes del capital de conocimiento.

Así, se puede concluir que debido a la incertidumbre y el riesgo por un lado, junto con la baja apropiabilidad por otro, el nivel de esfuerzo realizado por las firmas en innovación para el desarrollo tecnológico presenta un nivel sub-óptimo socialmente, lo que justificaría la intervención del estado que permita un desarrollo industrial eficiente. A continuación se revisan las formas de cómo el estado puede intervenir como promotor de las actividades de innovación.

2.2.2. Políticas Tecnológicas

De la sección anterior se sabe que debido a imperfecciones en el mercado del conocimiento (apropiabilidad limitada, fallas en el mercado de financiamiento, beneficios externos a la producción de conocimiento entre otros factores) los agentes que interactúan libremente en este mercado darán como resultado una inversión sub-óptima en innovación, en relación al óptimo social. Por lo tanto se justifica la intervención por parte del estado.

La forma de intervención es muy variada, existiendo entre otras: políticas de competencia, políticas de impuestos, subsidios, o provisión directa. Se debe considerar el tipo de política idónea según los objetivos planteados, los incentivos que brinda el mercado, y el tipo de firma que es objeto de la política. Un mal diseño de los mecanismos de incentivo en materia tecnológica podría originar, por ejemplo, efectos de sustitución entre el financiamiento público y el privado (Crowding-Out).

A su vez se debe tener presente que a partir de la implementación y posterior efecto de la política surgen nuevas fallas relacionadas con el tipo de incentivo planteado, o con la misma firma. Si la firma no ha internalizado la necesidad de realizar avances tecnológicos, muy posiblemente las innovaciones no se llevarán a cabo, a pesar de que la empresa fue financiada o actuó de manera interrelacionada con un instituto o centro de investigación. En economías dominadas por este tipo de firmas (generalmente presentes en economías en desarrollo), la teoría y la evidencia empírica señalan que la política correcta es la denominada Política Tecnológica Horizontal (PTH). Esta busca promover actividades socialmente deseables en un amplio espectro de sectores industriales y de tecnologías, incluyendo la I&D básica en las empresas, la transferencia tecnológica, la absorción y la difusión, y ciertos tipos de infraestructura tecnológica, entre otras. De esta forma se generan procesos de aprendizaje acumulativos de innovación e I&D en las firmas. Estas políticas, se sustentan en el supuesto que las fallas de apropiabilidad, incertidumbre tecnológica, asimetrías de información, naturaleza intangible y tácita del conocimiento generado, serían los principales factores que inhibirían a las empresas a invertir en innovación y a los bancos de financiarlas.

Se espera que los incentivos públicos horizontales corrijan en parte estos desincentivos y que se genere una masa crítica de firmas capaces de consolidar y mantener rutinas de innovación, para que comprendan de mejor forma su propia necesidad de generar avances tecnológicos.

También es importante la promoción de cooperación entre empresas, especialmente cuando se trata de actividades pre-comerciales con un componente de bien público. Este escenario permite compartir los costos y otorgar la posibilidad de que múltiples sectores puedan acceder a los resultados de la investigación. El transformar este proceso de aprendizaje individual, en aprendizaje colectivo bajo cooperación, resulta problemático debido a problemas de difusión, y costos de transacción y por lo tanto justifica la acción del estado.

Una vez consolidadas estas rutinas de aprendizaje colectivo, donde empresas -incluso de diferentes sectores- cooperan para obtener capital de conocimiento, se señala que se deben realizar políticas focalizadas a ciertos sectores industriales, y tecnologías consideradas claves para el desarrollo de proyectos específicos de mayor complejidad, con un enfoque altamente

comercial y una rentabilidad alta asociada.

La selección del tipo de política que se debe realizar dependerá de la etapa de desarrollo o fase en la que se encuentre el sistema de innovación. Por medio de un ciclo de política, en una primera etapa se promueve la actividad innovativa a nivel de la empresa en forma neutral, mediante procesos en que se estimula la generación de rutinas de innovación en forma individual y/o colectiva (Etapa Infante). Lo que se busca es generar una masa crítica de empresas con rutinas de innovación diseminada en varios sectores de la economía.

La segunda fase se reestructura la política de fomento a I&D mediante la reducción de apoyo a actividades de innovación rutinarias y se propone un mayor incentivo a que las firmas realicen proyectos de I&D y desarrollo tecnológico más complejo y riesgoso, pero con mayores retornos esperados (Etapa Madura). Esto con el objeto de generar innovación en las empresas y programas de investigación compleja, de carácter cooperativo, que involucre actores de la oferta tecnológica y la demanda con creación estratégica de capacidades tecnológicas.

2.3. Estado de la Innovación en Chile

Como se vio en las dos partes anteriores, la política pública promueve la actividad innovativa en las firmas, por medio de financiamiento, para de esta forma corregir fallas de mercado que dificultan el desarrollo tecnológico en las firmas. Estas políticas implementadas por el estado se justifican por medio de las fallas de mercado inherentes a la actividad innovativa. Ahora, si bien el financiamiento de la actividad innovativa es fundamental para el desarrollo tecnológico, se debe tener presente que existen otros aspectos ajenos a la gestión tecnológica realizada al interior de las firmas. De manera más específica, es relevante la estructura institucional en la cual se encuentra inmersa la firma, la que se conoce como Sistema Nacional de Innovación SNI.

A continuación se describen las políticas tecnológicas implementadas en Chile, las que fueron dirigidas tanto al financiamiento de la actividad innovativa, como también al desarrollo del SNI.

2.3.1. Políticas Tecnológicas Implementadas en Chile

La implementación de políticas tecnológicas en Chile comienza en el año 1939⁸, año en que se crea la Corporación de Fomento de la producción (CORFO). Uno de los primeros aportes de CORFO fue la creación de empresas públicas en sectores estratégicos. González (2009) argumenta que gracias a estas empresas el país tuvo acceso a participar en industrias donde la tecnología evolucionaba en forma acelerada (petroquímica, siderurgia y energía), y que esto constituye uno de los principales puntos de inflexión que dio inicio al desarrollo

⁸Gonzalez Urrutia, 2009. Argumenta que se puede hablar de 2 etapas en el desarrollo de la política tecnológica chilena. Estas son Technology Push hasta mediados de los 70' (creación de oferta tecnológica), y posteriormente Demand Pull (subsidio a la demanda). En este estudio se asume la existencia de centros de estudios con la capacidad de generar conocimiento.

industrial del país. Posteriormente, al alero de CORFO, se fomenta la creación de institutos capaces de acelerar los procesos de absorción y adaptación tecnológica. En una primera etapa de creación de estos centros, el enfoque se dirigió a sectores intensivos en recursos naturales, luego de esto, en una segunda etapa, se optó por un enfoque que abasteciera tecnológicamente a áreas productivas con mayor complejidad.

En los años sesenta se crea la Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT, junto con otros institutos tecnológicos. Las funciones que cumplía en ese entonces CONICYT eran las de una agencia de financiamiento que apoyaba la investigación académica y financiaba becas. Los institutos tecnológicos, por su parte, tenían como misión suministrar servicios tecnológicos básicos a empresas de los sectores industriales y agrícolas. En ese entonces se buscaba potenciar a las universidades por medio de recursos públicos, como fuentes normativas del conocimiento para que posteriormente ese conocimiento se convirtiera en nuevas tecnologías productivas. El problema fue la poca comunicación entre estas áreas del conocimiento y las empresas, quienes eran las llamadas a utilizar posteriormente estas tecnologías.

A partir de los años noventa se establecieron políticas públicas con una visión más amplia, dirigidas a fortalecer las capacidades en el área de la ciencia, tecnología e innovación, en diversos sectores productivos. A partir de esta etapa se puede hablar de una real política tecnológica, ya que se plantea como principal objetivo el responder a las fallas de mercado asociadas a la actividad. Se crearon fondos para los diversos agentes económicos participantes del sistema de innovación. A continuación se describen brevemente las etapas de política tecnológica desarrolladas:

Primera Fase

En esta etapa se crea el Programa de Ciencia y Tecnología, PCT (1992-1995). El objetivo del programa era fomentar la innovación tecnológica y la I&D en las empresas, por medio principalmente de financiamiento entregado a través de fondos concursables. Se destacan principalmente 2 fondos:

- a) El Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico (FONTEC), parte de CORFO (dependiente del Ministerio de Economía). Fue creado en el año 1991 y su objetivo fue promover la innovación tecnológica en empresas privadas a través del cofinanciamiento de proyectos de innovación desarrollados por las empresas. Los lineamientos de los proyectos financiados eran: proyectos de innovación tecnológica, infraestructura tecnológica, transferencia tecnológica, y centros de transferencia tecnológica, entre otros.
- b) El Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF), establecido bajo CONICYT (dependiente del Ministerio de Educación). Fue creado en el año 1991 y su objetivo fue fortalecer las capacidades de I&D y mejorar la infraestructura tecnológica a través del financiamiento de proyectos precompetitivos, desarrollados por universidades e institutos tecnológicos junto con empresas, que tuvieran algún impacto en las actividades productivas. Lo trascendente aquí fue el cambio en el mecanismo

de financiamiento y a quienes apuntaba: se realizó por medio de concursos basados en las competencias, beneficiando a todos los sectores productivos. En esta etapa se estableció una Política Tecnológica Horizontal (PTH), cuyos objetivos era crear actividad tecnológica que brindara la capacidad de generar rutinas de aprendizaje al interior de las firmas y a través de Fondos reorientar el esfuerzo de I&D de la oferta Científica hacia las necesidades de las empresas y otras instituciones públicas y privadas.

El PCT terminó en el año 1995, fecha hasta la cual había producido resultados significativos, pero también falencias relacionadas con la poca comunicación entre los principales agentes presentes en las actividades de innovación: universidades, institutos tecnológicos y empresas. A su vez, las firmas privadas nunca asumieron una participación efectiva acorde a lo requerido. Por último, no tuvo un mayor impacto en la productividad de las firmas exportadoras.

Segunda Fase

Durante el período 1995-2000 el foco de la política fue principalmente aumentar la participación de los privados en actividades de innovación, dando énfasis en la comunicación de estos con institutos y universidades. Es decir, los objetivos estaban profundamente alineados con aumentar la productividad por medio de colaboración entre agentes económicos. A su vez, se promovieron los proyectos de I&D de relevancia económica o denominados precompetitivos con un impacto inmediato sobre sectores productivos específicos. Se apoyó la creación de una institucionalidad tecnológica, fortaleciendo institutos tecnológicos públicos, fomentando la creación de empresas de servicio tecnológicos, y promoviendo la formación de una red de centros tecnológicos públicos y privados.

El sistema de financiamiento se cambió desde un enfoque horizontal a uno que en el margen introducía alguna selectividad ex-ante. Los fondos concursables iniciaron la realización de concursos temáticos asociados a sectores o áreas identificadas como relevantes para el desarrollo del país. Se reformó el sistema de financiamiento de los institutos tecnológicos, desde un esquema en que el 90% del financiamiento venía por el presupuesto, a contratos de tipo basal, bajo fondos concursables y venta de servicios tecnológicos al sector privado. Este financiamiento basal fue condicionado al logro de objetivos específicos (contratos por desempeño). Desafortunadamente, los contratos basales se desvirtuaron por los ministerios sectoriales y se transformaron en contratos de servicios con los ministerios, lo que impidió la creación de capacidades.

Corfo creó un nuevo fondo, el Fondo de Desarrollo e Innovación (FDI). Su objetivo apuntaba a fortalecer la infraestructura tecnológica y centros públicos para conformar una red de centros tecnológicos. El FDI se constituyó como una herramienta de financiamiento que hacía competir a los institutos pertenecientes a Corfo⁹. Su línea de financiamiento tiene un carácter fuertemente precompetitivo. En 1997, otros dos institutos tecnológicos (INN e INFOR) dejaron de depender principalmente del financiamiento del gobierno, y pasaron a depender de otras fuentes de ingresos, especialmente los fondos concursables y los ingresos por venta de servicios.

⁹Entre otros se tienen los fondos filiales de CORFO: CIREN, INTEC, INN, INFOR e IFOP.

Los fondos de tecnología introdujeron nuevas líneas de financiamiento dirigidas a mejorar la comercialización de los resultados de la investigación, incluyendo: la protección de la propiedad industrial, el desarrollo de planes de negocios, el diseño de productos, y las estrategias de marketing en el caso de FONDEF; o la línea de proyectos de innovación de alto emprendimiento del FDI.

Estos esfuerzos por aumentar el impacto económico de la inversión pública generaron cambios de comportamiento entre los beneficiarios, especialmente entre las universidades, que tuvieron que crear o mejorar sus capacidades internas de gestión de proyectos de investigación y poner más atención al valor económico de los resultados de la investigación, lo que contrastaba fuertemente con la forma de operar que tenía hasta ese entonces la investigación académica.

Tercera Fase

En el año 2001, la Nueva Agenda Nacional de Desarrollo Económico posicionó a la ciencia, tecnología e innovación como prioridad de desarrollo. Como resultado, el FDI de CORFO se fusionó con FONTEC y se creó Chile Innova, que se estableció para ofrecer apoyo a los esfuerzos de las empresas en diversas actividades:

1. Innovación pre-competitiva y de interés público;
2. Innovación comercial;
3. Difusión y transferencia de tecnologías;
4. Emprendimiento.

Además, Chile Innova creó departamentos interconectados con un enfoque sectorial en minería; biotecnología; la industria de alimentos; turismo; infraestructura y energía; y TICs, con miras a promover visiones estratégicas compartidas entre los actores, detectar nuevas oportunidades para la innovación tecnológica y el desarrollo, activar la demanda de nuevos proyectos, y monitorear los logros más relevantes de cada programa.

Otra iniciativa nueva fue el lanzamiento, bajo CONYCID, del Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (PBCT). El objetivo de este programa era asistir la transición hacia una economía y sociedad basadas en el conocimiento, desarrollando un sistema de innovación efectivo. Está organizado en tres componentes:

1. Mejorar el sistema de ciencia, tecnología, e innovación en Chile para lograr un gran impacto en el desarrollo de políticas, creando un entorno fértil para la innovación en Chile;
2. Fortalecer la base científica, incluyendo infraestructura para la investigación, y la capacidad de acceder a nuevos hallazgos de otros países; y
3. Promover vínculos entre el sector público y privado a nivel nacional e internacional.

El conjunto de políticas y su portafolio de instrumentos fue cambiando gradualmente para lograr un apoyo estatal más receptivo a los requerimientos de actividades y sectores de importancia estratégica para el país. Esto implicó generar un nuevo equilibrio entre el apoyo horizontal no discriminatorio y los enfoques más selectivos, para poder nivelar las ventajas comparativas a través del desarrollo conjunto de capacidades tecnológicas específicas por sector y la difusión de tecnologías de empoderamiento, tales como: biotecnología, tecnologías de información y comunicaciones (Tics), producción limpia, y gestión de calidad. Esto significó también complementar el apoyo financiero con medidas para fomentar el desarrollo de los recursos humanos y la innovación en gestión.

En consecuencia, se comenzó a asentar un enfoque de políticas de innovación basado en los Clusters. Los Policy Makers comprendieron que un enfoque de abajo hacia arriba (bottom-up), basado en proyectos para la elección de prioridades no se alineaba con la estructura productiva donde habían surgido estos dinámicos sectores de Clusters (como la industria de la acuicultura en general y el cultivo del salmón en particular, y las industrias del vino y de la fruta, por nombrar algunas de las más famosas). Los objetivos eran principalmente dos: buscar maneras de facilitar la acción colectiva de las empresas, y ofrecer paquetes de apoyo específicos desde los diversos fondos existentes. Algunos de ellos – particularmente FONDEF, FDI, y FIA – comenzaron a trabajar juntos para financiar proyectos de consorcios tecnológicos.

También hubo mayor reconocimiento de la importancia de algunas condiciones claves para la innovación, más allá de la estabilidad macroeconómica y la competencia. Se enfatizó en la importancia de los mercados financieros especializados y los derechos de propiedad intelectual (DPI). Además se entendió que el financiamiento tradicional de CORFO y CONYCI ya no podía considerarse como un mecanismo satisfactorio para incentivar el emprendimiento con base tecnológica. Es por esto que el gobierno inició nuevas medidas, inspiradas en las mejores prácticas internacionales para enfrentar la escasez de capital de riesgo y capital semilla. La Ley de Propiedad Industrial de Chile fue adaptada en 2005 para cumplir con los requerimientos de ADPIC (Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual relacionados con el Comercio) y se creó un Tribunal de Propiedad Industrial.

En resumen, en Chile se han implementado políticas que buscan crear y fortalecer una red de instituciones que faciliten iniciar, importar, modificar y divulgar nuevas tecnologías, para de esta forma generar procesos de aprendizaje e innovación. En una primera etapa se estableció una política tecnológica horizontal (PTH), cuyos objetivos eran crear actividad tecnológica que brindara la capacidad de generar rutinas de aprendizaje al interior de las firmas. En una segunda etapa, el sistema de financiamiento se cambió desde un enfoque horizontal, hacía un sistema de fondos concursables por sector, en áreas identificadas como relevantes para el desarrollo del país. Y en una tercera etapa se asentó un enfoque de políticas de innovación basado en Clusters, el cual buscaba dar apoyo estatal a los requerimientos de actividades y sectores estratégicos para el país. Paralelo al apoyo a las empresas, se fortaleció las capacidades de I&D y la infraestructura tecnológica, se desarrollaron centros públicos que conformaron redes de centros tecnológicos. A su vez se implementaron mejoras en ciencias, mercados financieros y se creó la ley de propiedad industrial con el fin de crear un entorno fértil para la innovación en Chile.

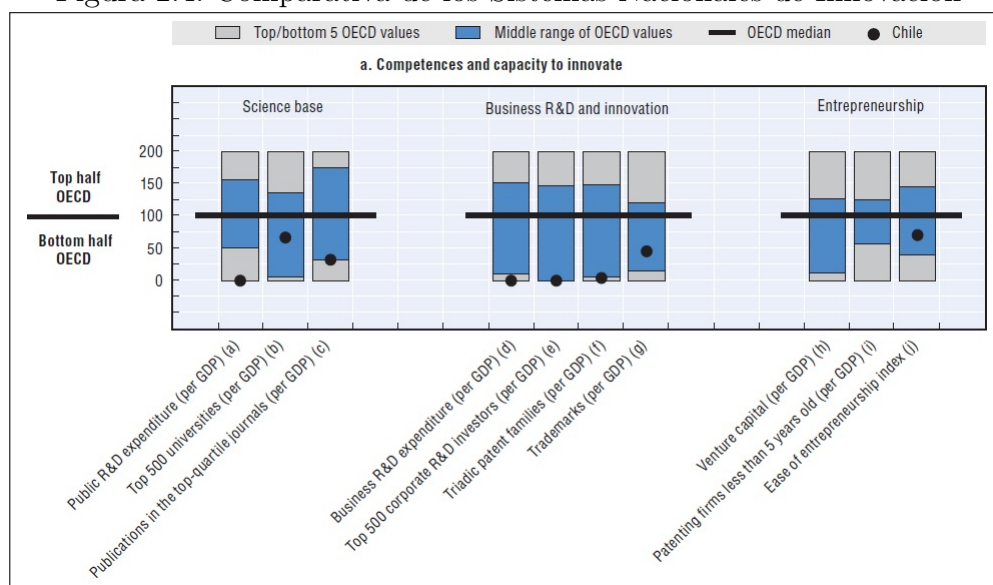
2.3.2. Principales Indicadores de Innovación para Chile

Como se señaló en la primera parte, en Chile se han implementado políticas que buscaron crear y fortalecer el Sistema Nacional de Innovación. A continuación se muestran distintos indicadores de desempeño de la innovación en Chile, y se compara con los datos de otros países.

El desempeño del Sistema Nacional de innovación ha mostrado niveles bajos si se compara con el desempeño de los países de la OCDE. En diversos estudios se ha formulado primero, que Chile presenta una baja intensidad de investigación y desarrollo (0.42 % del PIB en 2010). Con este resultado Chile se ubicaría dentro de los países que menos invierten en I&D dentro de la OCDE, junto con México y Grecia. Se ha formulado que esto no puede ser enteramente atribuible a una brecha de ingresos con países desarrollados y a una ventaja comparativa en industrias basadas en recursos naturales, si no que más bien esto se debería a la ineficiencia del sistema nacional de innovación que produciría bajos desempeños y retornos de inversión en I&D.

Dentro de este gasto, el sector privado aporta sólo 0.16 % del PIB (cifra cercana a 1/3 del total), la cifra más baja de entre todos los países de la OCDE. Esto se debe en parte a la alta especialización en industrias no intensivas en I&D. Las empresas exitosas de exportación nacionales participan en mercados de explotación de recursos naturales y utilizan la innovación básicamente para generar diferenciación no basada en I&D. Principalmente en innovaciones relacionadas con sus modelos de negocio y marketing. Por otro lado, una gran parte de las empresas innovadoras se centra en la adaptación y copia de tecnologías y know-how provenientes de países desarrollados. En la Figura 2.4 se muestra un cuadro resumen de indicadores.

Figura 2.4: Comparativa de los Sistemas Nacionales de Innovación



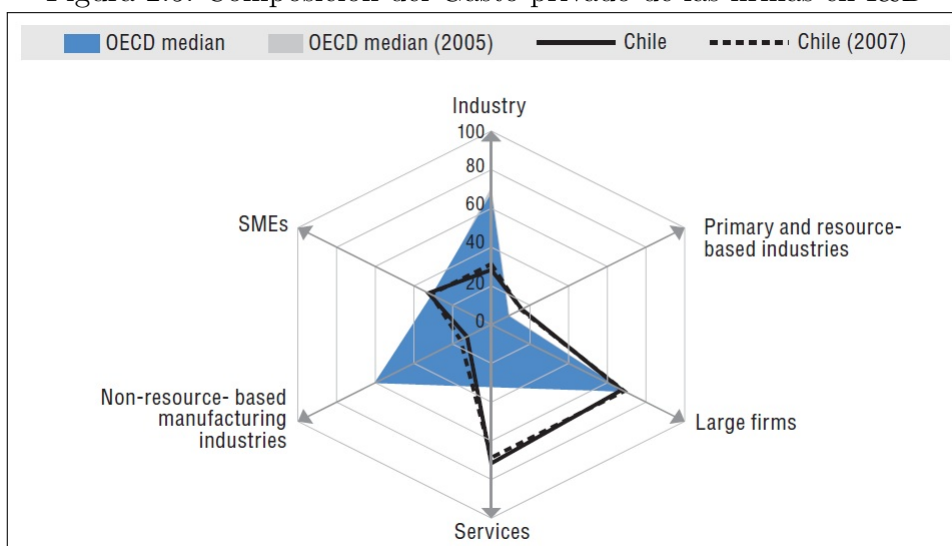
Fuente: OECD (2012).

Se observa que, si bien los demás países tienen un nivel de riqueza mayor, el cuadro muestra

que para el nivel de desarrollo chileno, de todos modos, se está gastando menos en este tipo de actividades de lo que nos correspondería. Esto junto con un pésimo nivel de desempeño en ciencias básicas y la carencia de sistemas de financiamiento para empresas nuevas.

Como tan sólo un tercio de la inversión en I&D es realizada por las firmas privadas, la gran mayoría se hace en universidades con financiamiento público, no existiendo mayor interés en el sector empresarial ni incentivos para las universidades por realizar investigación con impacto productivo. A su vez existe en Chile un bajo desarrollo de mecanismos de apoyo financiero. La provisión de capital de riesgo y capitales semilla parece ser aún menor que la demanda de financiamiento. Si bien han existido, a partir de principios de los noventa, políticas destinadas a propósitos de financiamiento. Estas parecieran no ser suficientes, o su eficiencia no estuvo acorde a los requerimientos. En la Figura 2.5 se muestra una desagregación del gasto en I&D realizado por las firmas. Al compararlo con datos de la OECD se aprecian bajos niveles de gasto en manufactura no basada en recursos naturales, entre otros.

Figura 2.5: Composición del Gasto privado de las firmas en I&D



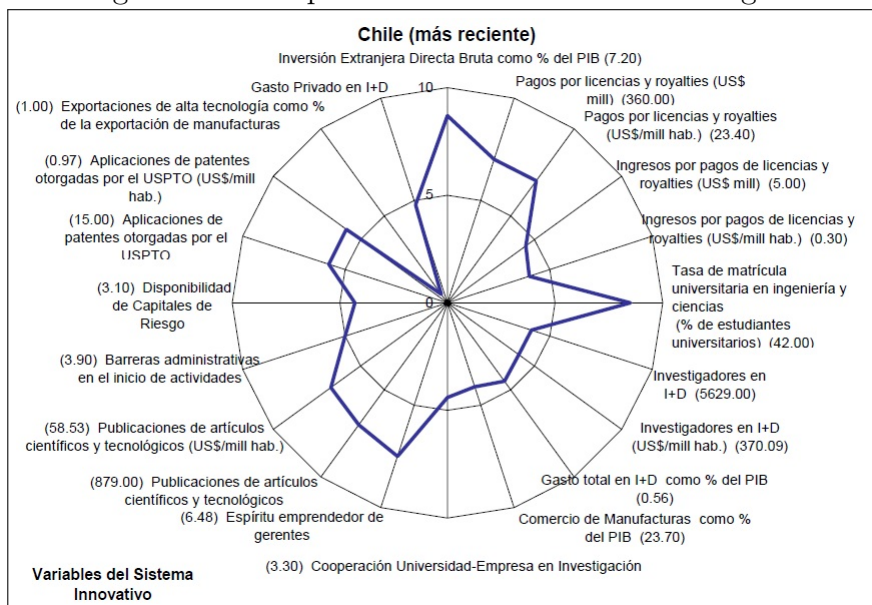
Fuente: OECD (2012).

A su vez existe una escasez de recursos humanos especializados, específicamente para ciencia y tecnología. Existe una muy baja oferta de recursos humanos especializados en ciencias, especialmente a nivel de doctorado en ciencias, tecnología e ingeniería. También existe un déficit particular en la formación de habilidades de gestión tecnológica avanzada y de liderazgo empresarial para la incorporación de la innovación a las estrategias de las empresas. Este escenario que se ve empeorado con un mercado del conocimiento inmaduro. Esto se aprecia fuertemente en la provisión de servicios en áreas como derechos propiedad intelectual, gestión de innovación, ingeniería, etc. lo que en parte se debe a una escasez de especialistas con una sólida trayectoria profesional o científica y un marcado estilo empresarial, y a la existencia de barreras al emprendimiento y bajas competencias de los institutos tecnológicos públicos.

De manera de hacer más extensiva la comparación de Chile con otras naciones, en la Figura 2.6 se presentan los principales indicadores relacionados con el quehacer científico tecnológico

de Chile durante el año 2000 y se realiza una comparación con el promedio observado para un conjunto de 100 países.

Figura 2.6: Comparativa de Indicadores Tecnológicos



Fuente: Benavente (2006).

Del gráfico anterior se observa que existen áreas donde Chile presenta deficiencias relativas notables. Si se agrupan las variables en términos de insumos y resultados, con respecto a los primeros, se observa que Chile presenta un gran déficit de investigadores en áreas de I&D como también un gasto bastante reducido en este tipo de actividades. Por otra parte, existe un bajo nivel de participación privada, como también una falta de vinculaciones de cooperación entre universidades y empresas productivas.

De esta forma, se puede concluir que aun considerando que Chile es un país en vías de desarrollo, comparativamente presenta valores deficientes para indicadores de ciencia y tecnología. En particular, presenta valores bajos en el gasto en I&D, con una baja participación de privados. A su vez, Chile parece carecer de capital humano calificado en las áreas de ciencia y tecnología, en tanto que existe un déficit particular en la formación de habilidades de gestión tecnológica. Asimismo hay barreras al emprendimiento y bajas competencias de los institutos tecnológicos públicos.

Capítulo 3

Revisión de la Literatura

Como se señaló anteriormente, el aumento de la PTF representa la capacidad de usar más eficientemente de los factores productivos: Capital y Trabajo. Por lo tanto las innovaciones que pueden realizar las empresas son fundamentales para el aumento de la PTF y el crecimiento y posterior desarrollo de los países. Pero ¿Cuáles son los detonantes de la innovación en las firmas?

La teoría económica ha sostenido tanto la idea que el poder de mercado disminuye los incentivos a innovar al permitir gozar de rentas que no se ven amenazadas, como la visión Schumpeteriana, donde la concentración de mercado generalmente promueve la innovación al permitir resolver las fallas de apropiabilidad y de acceso a financiamiento, todo lo cual facilita a las firmas emprender estas actividades y a su vez capturar los beneficios de sus invenciones.

Teóricamente se ha argumentado que el principal factor que motiva la decisión de innovar de las firmas es la búsqueda de monopolios temporales (Schumpeter, 1942). Schumpeter plantea la necesidad de distinguir entre relaciones mercados-organizaciones conducentes a la resolución del problema estático, de aquellas relaciones conducentes a acelerar el cambio tecnológico. Argumenta que es el gran conglomerado empresarial que opera en mercados concentrados, la más poderosa fuerza del progreso y de la expansión de la producción a largo plazo. Por lo tanto, las firmas que realizarán innovaciones serán las que presenten economías de escala con la capacidad de extraer rentas monopólicas. De esta forma se conforma una relación negativa entre innovación y competencia.

Por otro lado, se debe tener presente que el proceso de desarrollos tecnológicos que realizan las empresas tiene efectos en su productividad. Este proceso se desarrolla desde la decisión de la firma de destinar recursos y desarrollar proyectos de innovación, hasta la inserción productiva de esta innovación y el posterior efecto en el desempeño de la firma. Este enfoque lineal del proceso de innovación realizado por las firmas fue estudiado por Crepón, Duguet y Mairesse (1998) por medio de un trabajo empírico (en la literatura este se conoce como modelo CDM). Tomando datos de Francia, construyeron un proceso de tres etapas, que describe el proceso realizado por las firmas en innovación. A partir de su trabajo, el estudio del proceso de innovación lineal se ha masificado a muchos países.

La importancia del modelo CDM es que permite estudiar el proceso de innovación, considerando las ideas de crecimiento endógeno, en donde el cambio tecnológico sería un fenómeno inherente para cada economía. El estudio empírico basado en el modelo CDM permite estudiar el ambiente en el cual opera la firma, que está determinado por: la provisión de infraestructura, protección de propiedad intelectual, regulación de mercados financieros, apoyo en el financiamiento, entre otros. De acuerdo a esta teoría, estos son los factores que desencadenarían la decisión de las firmas en innovación.

Por último se debe estudiar cómo se relaciona la exportación, productividad, y gasto en innovación en términos de interrelación de causalidad. Existe abundante evidencia empírica, que muestra que las firmas exportadoras son más productivas que las que sólo participan de mercados domésticos¹⁰. En términos de causalidad, existen hipótesis que apuntan a explicar este fenómeno en ambos sentidos. Por un lado las ganancias en conocimiento y transferencias de tecnología que las firmas absorben en mercados internacionales, y a las cuales las empresas no-exportadoras no tendrían acceso, incrementarían el desempeño y por ende la productividad de las firmas exportadoras. Esto se podría deber a efectos del tipo Learning by Cooping, en donde por medio de una aglomeración de firmas exportadoras se produciría algún tipo de aprendizaje. Este efecto, donde las firmas adquieren conocimiento por el sólo hecho de exportar, constituye lo que en la literatura se denomina la hipótesis de Aprendizaje por Exportar. A su vez se argumenta que las firmas que tienen acceso a mercados de exportación debieron previamente mejorar su desempeño, y en especial su productividad. Se espera que las firmas con un mejor desempeño en términos de su productividad, puedan acceder a participar en mercados globales, donde participan firmas de todo el mundo, y por ende son más competitivas. Esta hipótesis donde sólo firmas con ciertas características accederán a actividades de exportación se denomina Auto-Selección. La actividad de aprendizaje y las mejoras productivas, las realizarán las firmas mayormente por medio de innovaciones que posibiliten una mejora tecnológica. Una firma deberá realizar innovaciones en su proceso productivo de manera de mejorar su rendimiento de planta, y a su vez, costear adaptaciones de su producto debido a las altas exigencias, diversos estándares y distintas especificaciones del exigente mercado internacional. Las firmas que participan en estos mercados deberán continuamente realizar innovaciones que les permitan mantenerse en este mercado, por otro lado la firma que ya entró a un nuevo mercado, o ya innovó en un nuevo producto para un mercado internacional, estará en mejores condiciones de entrar a nuevos mercados y exportar productos adicionales.

A continuación se realiza una revisión de trabajos que estudian el cómo las firmas toman la decisión de invertir en innovación. Primero; se describen trabajos teóricos en base a los cuales se constituyen las ideas en torno a la relación entre innovación y competencia. En la segunda parte se muestran estudios empíricos que utilizan el modelo CDM para diferentes países. Para concluir, se hace una revisión de la literatura en torno al estudio de la causalidad entre la Exportación, la Productividad y la Innovación.

¹⁰Álvarez, García & García, Productividad, Innovación y Exportaciones en la Industria Manufacturera Chilena, 2008

3.1. Principales Modelo Teóricos y Empíricos

Como se mencionó anteriormente, en la visión Schumpeteriana, el principal factor que motiva la decisión de innovar de las firmas es la búsqueda de monopolios temporales. Por lo tanto, las firmas que realizan estas innovaciones serán las de mayor tamaño, que poseen economías de escala que pueden financiar estas inversiones difícilmente colateralizables y que tienen una elevada participación de mercado de modo que pueda reducir las externalidades de apropiabilidad y así poder gozar de las cuasi rentas de la innovación.

En su trabajo, Schumpeter realiza una importante crítica a la eficiencia dinámica de la competencia perfecta. La eficiencia estática de la competencia perfecta no generaría incentivos por innovar y por tanto, en el largo plazo, el nivel de progreso técnico sería muy inferior y el bienestar también. Por el contrario, plantea que un sistema que siempre utiliza eficientemente todos sus recursos en el corto plazo puede ser en el mediano o largo plazo menos eficiente que otro que en el corto plazo no alcanza la máxima potencialidad de los mismos. Esto constituye una fuerte crítica a la teoría económica convencional que manifiesta que el llamado equilibrio de competencia perfecta puede corresponder a un nivel de eficiencia en el largo plazo inferior al de la competencia monopólica.

Este es un concepto interesante de eficiencia dinámica que resulta compatible con situaciones de ineficiencia asignativa en el corto plazo. En ese sentido, las prácticas de fijación de precios de tipo monopólicas deberían ser entendidas como la protección necesaria que necesitan agentes creativos con voluntad de poder que juegan contra las reglas ante la amenaza de nuevos entrantes al sistema. Schumpeter plantea que si los precios se ajustaran en el corto plazo como en competencia perfecta, la destrucción creativa se interrumpiría porque ningún agente introduciría nuevas combinaciones en un escenario de creciente riesgo e incertidumbre. Desde esa perspectiva, Schumpeter está más interesado en tomar en cuenta la dinámica de los procesos que las condiciones de equilibrio de los mismos.

Schumpeter plantea que el capitalismo es un proceso evolutivo y que la dinámica del sistema se centra más en cuestiones de desequilibrio que de equilibrio. En especial en un escenario en el que la innovación depende fuertemente de los agentes incumbentes que actúan en mercados de competencia imperfecta. En ese tipo de estructura las cuasi-rentas no se eliminan, no hay libre entrada en los mercados y el desenvolvimiento está más centrado en los incumbentes que en las nuevas empresas. Es decir, Schumpeter plantea que la competencia no debería ser pensada en términos de precios sino de la posibilidad o no de introducir nuevas combinaciones de recursos en el sistema.

En la actualidad, en diversas dimensiones de pensamiento y acción, es posible observar el carácter contemporáneo de las ideas desarrolladas por Schumpeter. En el nivel empírico, se han realizado numerosos trabajos analíticos que demuestran el rol positivo de la innovación en la dinámica de la productividad (como es el propio modelo CDM), el crecimiento económico y la internacionalización de los agentes. Asimismo, los indicadores de innovación otorgan evidencias acerca de las diferencias en el nivel de desarrollo de los países. Aun así, el pensamiento de Schumpeter ha sido desafiado por autores como Hicks (1934).

En el trabajo pionero de Arrow (1962) se estudian los incentivos de inventar en un

mercado competitivo y en un monopolio, esto es, se comparan los beneficios potenciales de una invención con sus costos. Se debe notar que pueden existir incentivos para innovar en ambos mercados de productos. Esto sucede, por ejemplo, en el caso de las innovaciones que reducen costos. Bajo el supuesto de apropiabilidad de la invención, Arrow argumenta que por medio de un adecuado royalty, un inventor puede obtener rentas sin perturbar la naturaleza competitiva del mercado. La situación para una invención de producto es similar; por medio de un adecuado royalty, el inventor puede obtener beneficios equivalentes a las rentas monopólicas. Implícitamente, permitir el cobro de un royalty tiene como supuesto que la información (invención) es perfectamente apropiable. En la situación monopolista, se asume que solo el monopolista puede innovar, por lo que el monopolio es concebido como un mercado con barreras de entrada.

El modelo asume que las firmas realizan innovaciones que reducen sus costos de producción. El costo unitario será c antes de innovar, y $c^* < c$ después. El precio competitivo después de la invención es, por lo tanto, c . La demanda correspondiente será x_c . Si r es el royalty, el precio competitivo después de la invención es de $c^* + r$ pero donde se debe cumplir que $c^* + r \leq c$ ya que las firmas son libres de producir con la antigua tecnología.

Se asume que la demanda y los ingresos marginales son decrecientes. Sea $R(x)$ la curva de ingresos marginales. Luego el output del monopolista antes de la innovación, x_m , se define por la ecuación,

$$R(x_m) = c$$

Similarmente, el output del monopolista después de innovar se define como,

$$R(x'_m) = c'$$

Sean los precios del producto bajo monopolio correspondientes a los outputs x_m , x_m^* , respectivamente, p_m , p_m^* . Finalmente, sean P y P^* los beneficios del monopolista antes y después de la innovación, respectivamente. Para el caso competitivo, si la reducción es suficientemente drástica tal que $p_m^* < c$, entonces su política óptima es fijar r tal que,

$$r = p_m^* - c^*$$

En este caso, el royalty cobrado por el inventor es equivalente al beneficio que el monopolista haría bajo las mismas condiciones; luego, sus incentivos para innovar serán P^* . Si la reducción, en cambio, resulta tal que $p_m^* > c$. Como el precio de venta no puede exceder c , el inventor fijará su royalty tal que,

$$r = c - c^*$$

El precio competitivo será entonces c , y las ventas se mantendrán en x_c . Los incentivos para el innovador serán entonces $x_c(c - c^*)$.

El incentivo del monopolista, por otro lado, es $P^* - P$. En el primero de los dos casos mencionados, el incentivo del monopolista es obviamente menor al incentivo bajo competencia, que es P^* , no $P^* - P$. El monopolio actúa como un potente desincentivo para futuras innovaciones.

Para el segundo caso el análisis se complejiza. El incentivo del monopolista $P^* - P$, es el cambio en los ingresos menos el cambio en los costos totales de producción.

$$P' - P = \int_{x_m}^{x'_m} R(x)dx - c'x'_m + cx_m$$

Como la curva de ingresos marginales $R(x)$ es decreciente, será siempre menor que $R(x) = c$ a medida que x aumente desde x_m hacia x'_m . Por lo tanto,

$$\int_{x_m}^{x'_m} R(x)dx = c(x'_m - x_m),$$

con lo que se tiene,

$$P' - P < c(x'_m - x_m) - c'x'_m + cx_m = (c - c')x'_m$$

La inecuación anterior muestra que el incentivo del monopolista es siempre menor que la reducción de los costos en el output post-inversión del monopolista, que a su vez, es menor que el output en el caso competitivo. Como el incentivo del innovador bajo competencia es la reducción de costos en el output competitivo, siempre será mayor que el incentivo del monopolista.

Por último, Arrow concluye que los incentivos para invertir son menores bajo monopolio que bajo condiciones competitivas, pero aun para el último caso será menor que el óptimo social.

Existirían al menos dos críticas al modelo propuesto por Arrow. Primero, el análisis se restringe al lado de la oferta del mercado del producto, y no considera los diversos ambientes en los cuales se realiza la I&D. Por ejemplo; ganancias en aprendizaje de la firma. En particular, el modelo de mercado competitivo parece asumir que no existe competencia en las actividades de I&D, y que existe solo una firma realizando investigación. Segundo, el modelo impone la posibilidad de decisiones discretas en investigación. De manera más general, se podría suponer que existen más opciones: estrategias de investigación para bajar costos, mayor riesgo, estrategias de investigación de menor costo, y aumento en la velocidad de los descubrimientos. El estudio realizado por Dasgupta y Stiglitz (1980) se hace cargo de estos asuntos.

En su trabajo; Dasgupta y Stiglitz (1980) realizan un análisis que relaciona la estructura de mercado con la naturaleza de la actividad inventiva. Esta investigación se realiza modificando el punto de vista Schumpeteriano.

Ellos argumentan que tanto la estructura de mercado como la naturaleza de la actividad inventiva tienen un carácter endógenos. De esta manera, el grado de concentración en una industria no debe ser tratado como dado, ya que dependería de la tecnología dentro del mercado, las condiciones de demanda, la naturaleza del mercado de capitales (tasa de interés de mercado, la capacidad de las firmas de financiar actividades de I&D, y estructuras legales), entre otros factores.

Se estudia la relación entre concentración y la naturaleza de la actividad innovativa. Pero, como ambas son endógenas, su relación, a diferencia de la tesis Schumpeteriana, no tendría un carácter de causalidad.

Es sabido que la actividad innovativa no es producto de una firma sola realizando una decisión (gasto en I&D), sino que más bien son varias firmas las que realizan un entramado de decisiones; lo que posteriormente resulta en la actividad innovativa al interior del mercado. Por ejemplo, cada firma debe decidir cuánto gastar en I&D, y simultáneamente que estrategia ejercer. Esta estrategia puede diferir no solo en la distribución de probabilidad de la fecha en que los hechos ocurran, sino que también cuánto aprende la firma a pesar de que los objetivos del proyecto fracase, y cuán similar, tanto en el proceso como en el objetivo, son sus proyectos con los proyectos de otras firmas. Esto definiría no solo la tasa agregada de progreso tecnológico, sino que también la estructura industrial y el performance del mercado. Si las firmas tienden a imitar las estrategias de su competencia, entonces mucho del gasto en I&D puede ser esencialmente duplicado, y por lo tanto excesivo socialmente. Si las empresas realizan proyectos excesivamente riesgosos, puede llevar a una tasa de progreso tecnológico muy alta y a concentración industrial. Esto último puede llevar a pérdidas en la eficiencia de la producción, lo que complica aún más el análisis es que cada decisión por parte de la firma debe ser realizado bajo una estructura industrial que es de por si endógena.

Este modelo supone que la innovación es llevada a cabo exclusivamente por el sector privado; que la inversión en I&D reduce los costos unitarios de producción; y la firma que produce el nuevo conocimiento es capaz de tener un monopolio perfecto. A su vez, supone que las firmas compiten a lo Cournot en el mercado de productos y que existe libre entrada. De esta forma, el problema de la firma es el siguiente:

$$\text{máx}[p(Q_i + Q_{-i}) - c(x_i)]Q_i - x_i$$

Donde Q_i es la producción de la firma i y Q_{-i} la producción del resto de las firmas de la industria, x_i es el gasto de investigación y desarrollo. Considerando un equilibrio simétrico y la condición de libre entrada siguiente:

$$[p(Q^*) - c(x^*)] = n^*x^*$$

Donde n^* es el número de firmas de la industria en equilibrio. Luego de imponer formas funcionales que aseguren que la función de beneficios está bien definida, los autores encuentran una solución privada donde la intensidad del gasto en I&D ($Z^* = \frac{n^*x^*}{p(Q^*)Q^*}$) es una función decreciente de la elasticidad precio de la demanda del bien y decreciente del número de rivales en el mercado:

$$\frac{1}{n^*} = \frac{Z^*}{\epsilon(Q^*)}$$

Así industrias con una menor elasticidad de demanda tendrán un mayor gasto, ya que dado un cierto número de firmas, la menor elasticidad de la demanda conducirá a mayores márgenes. Por otro lado, en estudios de corte transversal debiera encontrarse que, para industrias con igual elasticidad de demanda, existe una relación creciente entre intensidad de gasto en I&D y la concentración del mercado. En este caso, es el ejercicio de poder monopólico el que permite recuperar el gasto aplicado a I&D.

Esta solución privada no es el óptimo social toda vez que: i) existe algún grado de monopolio y ii) el beneficio marginal de la firma de su gasto en I&D es calculado en base a la contribución de su propia escala de producción y no sobre la escala del mercado completo. El resultado de lo anterior es que el gasto en I&D de cada firma es menor que el óptimo social (lo cual conduce a una más baja tasa de cambio tecnológico) pero el gasto total en I&D puede ser mayor o menor que el óptimo social, ya que existiría duplicación de esfuerzo toda vez que $n \neq 1$. Este modelo ha sido criticado al no considerar uno de los aspectos centrales del fenómeno de innovación: la existencia de externalidades y de una imperfecta apropiabilidad. Lo anterior fue incorporado casi diez años más tarde por Levin y Reiss (1986).

En su trabajo; Levin y Reiss (1986) asumen que los agentes se comportan de forma oligopólica del tipo Cournot y que existe libre ingreso a cada mercado. Además, establecen que la intensidad del gasto en I&D de la empresa sirve para desplazar hacia abajo su función de costos unitarios, la cual es independiente del nivel de producción. De esta forma el costo unitario de la firma i vendrá dado por la siguiente expresión:

$$c(x_i, Z), \text{ tal que } c_1, c_2 < 0 \text{ y } c_{11}, c_{22} > 0$$

Donde x_i es la inversión de la firma en I&D y Z es la inversión de todas las firmas en la industria, incluyendo los de la firma i . De esta forma, existen positivos pero decrecientes retornos a la inversión tanto en I&D privada, como para la totalidad de la industria.

La importancia de esta especificación radica en que permite enfatizar la existencia de externalidades en el proceso de I&D orientado a mejoras. En efecto, un incremento en la I&D de la firma no solamente reduce su costo de producción, sino que también, a través de un efecto externo, reduce los costos de todas las firmas en la industria. Ello permite introducir al modelo, la importancia del grado de apropiabilidad en la decisión de invertir en I&D. Así, en la medida que la reducción de costos unitarios sea muy elástica con respecto al incremento de conocimientos de la industria, se puede inferir que la imitación es relativamente fácil y que los retornos al esfuerzo tecnológico son de difícil apropiabilidad.

La inversa de la demanda se representará de la siguiente forma:

$$p = p(Q)$$

Donde $Q = \sum_{i=1}^n q_i$ representa el output total de la industria. Se asume a su vez que $p_1, p_2 < 0$ y $p_{11}, p_{22} > 0$.

El problema que enfrenta la firma i viene dado por:

$$\text{máx}_{q_i, x_i} \pi = [p(Q) - c(x_i, Z)]q_i - x_i$$

El supuesto de que las empresas poseen un comportamiento tipo Cournot implica que ellas actúan considerando que las firmas rivales no reaccionan al decidir un cambio, ya sea en la producción o en el nivel de I&D. Esto se puede resumir en las siguientes dos expresiones de comportamiento:

$$\frac{\delta Q}{\delta q_i} = 1, \quad \frac{\delta Z}{\delta x_i} = 1$$

Las condiciones de primer orden son las siguientes:

$$p[1 - \frac{s_i}{\epsilon}] = c$$

$$-[c_1 + c_2]q_i = 1$$

En donde $\epsilon = \frac{p}{Qp_1}$ es la elasticidad precio de la demanda, y $s_i = \frac{q_i}{Q}$ es la participación de mercado de la firma i .

Asumiendo un equilibrio simétrico con la condición de cero ganancias para todas las firmas, se tiene¹¹:

$$[p(Q, A) - c(x_i, Z)]q_i = x_i$$

Estas ecuaciones muestran cómo la solución privada no será un óptimo social. Existirá un desvío del precio con relación al costo marginal, para de esta forma financiar el gasto en I&D, por lo que el precio será más alto que el óptimo. A su vez, la inversión en I&D es elegida por cada firma en relación a su tamaño de escala, cuando lo óptimo social es que éste sea elegido en base a la escala de producción del mercado.

Para analizar el equilibrio de mercado se impone la condición de simetría para las n firmas que participan en el mercado, las que se comportan de forma tal que $q_i = q$, $x_i = x$, y $S_i = \frac{1}{n}$.

Se obtiene que la intensidad del gasto en I&D a nivel industrial es proporcional al grado de concentración industrial en este mercado (equivalentemente con el resultado de Dasgupta y Stiglitz, tomando $R=0$).

Esta ecuación, puede ser interpretada como la determinante de la estructura de mercado, la cual aparece –en consonancia con las ideas Schumpeterianas- siendo una variable endógena:

$$\frac{1}{n} = et$$

Asumiendo la siguiente forma de la función de costo:

$$c(x_i, Z) = \beta x_i^{-\alpha} Z^{-\gamma}$$

$$\frac{\delta c(x_i, Z)}{\delta x_i} = -\beta \alpha x_i^{-(\alpha+1)} Z^{-\gamma}$$

$$\frac{\delta c(x_i, Z)}{\delta Z} = -\beta \gamma x_i^{-\alpha} Z^{-(\gamma+1)}$$

Se llega a la siguiente expresión:

$$\hat{e} = \frac{et}{(1-et)} = [\alpha + \frac{\gamma}{n}]$$

La expresión es una ecuación estructural para la intensidad del gasto en et de una firma.

¹¹Por simplicidad no se menciona la restricción de los números enteros, la que podría darse que el equilibrio contenga a un pequeño número de empresas ganando beneficios positivos, pero en una situación tal que la entrada de una firma adicional genere beneficios negativos para todas.

Esta intensidad dependerá por una parte, de manera positiva del grado de elasticidad de la reducción de costos al gasto propio en I&D; aspecto que puede estar relacionado al grado de oportunidad tecnológica existente en la industria. Pero por otro la intensidad dependerá de las condiciones de apropiabilidad, ya que al gastar la firma aporta al pool común de conocimientos en la industria. Es en este aspecto que la estructura de mercado aparece relevante, ya que los beneficios de los cuáles se apropiará la firma como consecuencia de su aporte al pool de conocimientos de la industria serán mayores mientras más grande sea su participación de mercado (y menor sea $1/n$). Así, si la empresa es monopólica, el aporte que hace al pool de conocimiento es apropiado solamente por ella misma. En el otro extremo si n tiende a infinito y la estructura de mercado se aproxima a la competitiva, la apropiación por parte de la firma, del propio aporte que ella hace al pool común de conocimientos de la industria, será nulo.

Para enriquecer la discusión sobre la relación entre competencia e innovación; en el trabajo de Aghion y otros (2002)¹² se investiga la relación entre la competencia y la innovación al interior del mercado de un producto. Se encuentra evidencia que la relación competencia-innovación tiene la forma de una U-invertida, con industrias distribuidas a través de tanto la parte creciente como la sección decreciente de la U-invertida. Los autores explican este efecto por medio de un modelo de innovación "paso a paso", el que finalmente produce que por un lado, la concentración pueda aumentar los beneficios de la firma por innovar (beneficio post-innovación), pero por otro lado que la competencia pueda reducir el incentivo de innovar. A estos efectos se les denomina Efecto de Escape de la Competencia y Efecto Schumpeteriano, respectivamente.

En síntesis, en un mercado de competencia perfecta y limitada apropiabilidad de la inversión en I&D, no habrá incentivos a la inversión en I&D ni capacidades financieras para realizarla. En la medida que aumenta la concentración, la apropiabilidad aumenta y la capacidad para enfrentar los costos y riesgos de esta inversión también. No obstante en el extremo de monopolios con elevadas barreras de entrada el supuesto de racionalidad maximizadora debe ser matizado con un supuesto de satisfacción de rentas, que la vida tranquila del monopolio protegido genera. Por tanto, el supuesto Schumpeteriano sería válido dentro de un rango de concentración y barreras de entrada.

3.2. Estudios de Tipo CDM: La Innovación como un Proceso Lineal al Interior de la Firma

A raíz del surgimiento de la encuesta de innovación Community Innovation Surveys (CIS) se ha provisto de valiosa información a los investigadores acerca de la innovación al nivel de la firma. La mayoría de los estudios que han surgido se basan en el trabajo realizado por Crepón, Duguet y Mairesse (1998) (modelo que en la literatura se denomina CDM).

A continuación se lleva a cabo una descripción del modelo CDM. Posteriormente se muestran estudios de otros países en los que se ha utilizado la metodología CDM, y sus

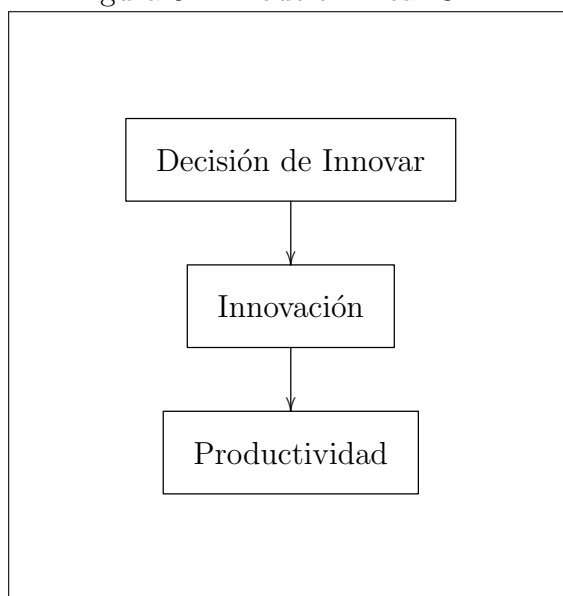
¹²Aghion, Bloom, Blundell, & Griffith, 2002.

principales resultados.

En el trabajo de Crepón y otros, la innovación es considerada como un proceso, el cual es llevado a cabo mediante inputs específicos (actividad en I&D, adquisición tecnológica, y otras características generales de la firma), y por medio de otras interacciones con firmas e instituciones. El modelo propuesto considera el proceso desde la decisión de la firma de realizar actividades de I&D hasta el uso de las innovaciones en sus actividades productivas. De esta forma se define que el input de innovación (I&D) no es el que aumenta la productividad en el uso de los factores productivos, si no el output de innovación. Esto se muestra en la Figura 3.1. Una figura más detallada del modelo secuencial CDM, se puede apreciar en el Anexo 1.

El modelo incluye 3 etapas: la ecuación de investigación que relaciona el gasto en I&D con sus determinantes, la ecuación de innovación que relaciona la investigación con medidas de output de innovación, y la ecuación de productividad que relaciona los output de innovación con productividad. La primera ecuación corresponde realmente a 2 sub-ecuaciones: una sobre la decisión de realizar gasto en I&D, y la segunda sobre la intensidad de este. Tomando datos de la industria manufacturera en Francia, se consideran nuevas variables de output de innovación (como es el caso de la proporción de productos innovados sobre las ventas totales, y la cantidad de patentes obtenidas por la empresa).

Figura 3.1: Modelo Lineal CDM



Fuente: Elaboración Propia a partir de Crepón, Duguet, & Mairesse, 1998.

El modelo se estima utilizando métodos econométricos que se hacen cargo de los problemas inherentes a las características propias de la especificación del modelo y del sesgo de selección. Por un lado, existirá endogeneidad en las variables de input y output de innovación. El gasto en I&D es endógeno en la ecuación de innovación y el output de innovación es endógeno en la ecuación de productividad. Por otro lado, se tendrá un sesgo de selección, ya que un porcentaje menor de firmas realizan actividades formales de I&D. Para tratar este problema se utiliza la metodología de Tobit generalizado (Heckman, 1979).

Estos estimadores serán consistentes y asintóticamente eficientes bajo el supuesto de normalidad y homocedasticidad de los términos de error no censurados. Aunque uno de los problemas que tiene la estimación por ML es que la función no es estrictamente cóncava y en consecuencia, no necesariamente existe una única solución.

Por medio de este modelo se busca establecer si las firmas que innovan presentan mayores niveles de desempeño que el resto. El modelo CDM, antes descrito, ha sido ampliamente usado en diversos países. En la mayoría de estos se ha considerado al gasto en I&D como una aproximación del esfuerzo en innovación que realizan las firmas. En base a esto se debe tener presente¹³:

1. Las firmas (en especial las de menor tamaño) a menudo realizan gasto en actividades de innovación informales, las cuales son difíciles de estimar, pero pueden ser muy relevantes, especialmente en países en desarrollo (como el caso de Chile). Desafortunadamente estas actividades no son capturadas por las encuestas de innovación¹⁴. Esto origina una subvaloración de la actividad innovadora de las empresas de menor tamaño debido a que, en muchos casos, no cuentan con actividades de innovación separadas de las actividades productivas, y por tanto, no son cuantificadas como tales. Buena parte de los estudios sobre los determinantes de la innovación no distinguen entre ambos tipos de actividades, siendo pocos los trabajos destinados a evaluar la relación entre ambas dimensiones del esfuerzo tecnológico.
2. Mientras los estudios para países desarrollados no consideran la adquisición de tecnologías dentro de los inputs de innovación, para los países en desarrollo si se debieran considerar. Esto ya que para estos países la adquisición de nuevas tecnologías son en general más significativas que las innovaciones producidas al interior de la firma (el caso de la adquisición de licencias y patentes es un ejemplo).

Para la primera etapa del modelo, en lo que concierne a los determinantes de la decisión innovativa en las firmas, en general los trabajos recientes se han enfocado en evaluar las hipótesis Schumpeterianas relativas al esfuerzo innovador según el tamaño de las firmas (Schumpeter, 1942). En general, la evidencia extraída de las encuestas de innovación ha comprobado que la probabilidad de realizar actividades de I&D crece con el tamaño de las firmas (la que se aproxima por la cantidad de empleados). Este es el caso del estudio de Crepón y otros, donde se encuentra que la probabilidad de emprender actividades de I&D para una firma aumenta con el número de empleados, el Market Share y con su diversificación. A estos factores se pueden sumar ciertas condiciones de demanda y oferta de investigación. De igual manera, la intensidad del gasto en I&D aumenta con las mismas variables, excepto por el tamaño.

Para la segunda etapa del modelo, como output de innovación, se han utilizado variadas medidas de output de innovación, como por ejemplo, el porcentaje de ventas en productos innovados del total de ventas. También se ha utilizado una variable binaria que indica si se han realizado innovaciones en productos o procesos, y por último, se ha utilizado la obtención

¹³Chudnovsky, Lopez & Pupato, 2006.

¹⁴Considerando el enfoque argumentado por Klette (1996), donde la acumulación de capital de conocimiento presentaría retornos decrecientes a escala de I&D. Existirían rentas en actividades informales poco costosas para las firmas, sobre todo para las de menor tamaño que no pueden acceder a realizar gasto en I&D.

de nuevas patentes. Las dos primeras variables tendrían ciertas ventajas por sobre la última, ya que identificarían como innovaciones los nuevos productos para la firma, esto considerando que en los países en desarrollo (como Chile) son escasas las licencias obtenidas. En general, se ha evidenciado una relación positiva y significativa de las actividades de innovación con las ventas innovativas. Crepón y otros estiman que el output de innovación aumenta con el esfuerzo en I&D.

En la última etapa del modelo CDM, se analiza la relación existente entre el output de innovación y la productividad de las firmas. La productividad ha sido estudiada por medio de indicadores como la productividad del trabajo, el valor agregado y la utilidad por trabajador. Todo esto sujeto a la información disponible en las diferentes CIS¹⁵. La literatura ha aportado evidencia de una relación positiva entre output de innovación con productividad. En Crepón y otros, se utiliza la medida de productividad laboral y se estima una relación positiva entre la productividad y un aumento de output de innovación, esto incluso controlando por la intensidad de acumulación de capital y las habilidades de los trabajadores.

A continuación se hace una revisión de los estudios de este tipo realizados en diversos países. En estos se evidencian hallazgos no muy lejanos a los encontrados por el estudio de Crepón y otros. Donde existe mayor discrepancia es en la especificación del modelo. Por ejemplo para el caso de Crepón y otros, se asume que el market share y la diversificación de la firma sólo determinan las ecuaciones de investigación, y no las ecuaciones de output de innovación ni de productividad.

El estudio realizado por Chudnovsky y otros (2006)¹⁶ para el caso de la industria manufacturera argentina, encuentra evidencia de que las firmas de mayor tamaño, son las más propensas para realizar actividades de innovación y para lanzar productos innovadores al mercado. Las habilidades de los trabajadores tienen un positivo y significativo efecto en la probabilidad de llevar a cabo actividades de innovación, a diferencia de la actividad exportadora donde no se manifiestan estos efectos.

Para la productividad se encuentra que las empresas que innovan presentan un mejor desempeño que las no innovadoras. Se encuentra también que la innovación, junto con las habilidades de los trabajadores, serían los principales determinantes de la productividad de las firmas.

Un interesante hallazgo es que las empresas que realizan I&D como parte de su rutina, aunque tienen un gasto bajo, presentan niveles de innovación mayores. Y esto de forma aun más particular si se compara con empresas que presentan niveles discontinuos de I&D. Dicho efecto ratificaría el concepto de producción de conocimiento por medio de una ecuación de acumulación de stock de conocimiento¹⁷. Esta idea ha sido ampliamente discutida en la literatura (Griliches, R&D and Productivity, The Econometric Evidence, 1998). En particular, este efecto mostraría la existencia de depreciación del conocimiento. Por otro lado existirían grandes diferencias entre el I&D realizado al interior de la empresa, como parte de su rutina, al realizado como parte de proyectos de innovación específicos, en forma aislada y

¹⁵Específicamente para el caso de Chile, la CIS sólo incluye datos de la productividad laboral.

¹⁶(Chudnovsky, Lopez & Pupato, 2006)

¹⁷ $K_{it} = (1 - \delta)K_{(it-1)} + R_{it}$ Donde se tiene que K_{it} es el stock de capital acumulado por la empresa i en el periodo t , y R_{it} sería el nivel de gasto en I&D.

esporádicamente.

Por último se debe mencionar la posible existencia de sesgos de selección en la muestra. En particular, en el trabajo de Chudnovsky y otros (Chudnovsky, Lopez, & Pupato, 2006) se utilizan datos de series de tiempo entre los años 1992-2001, por lo que la muestra contiene solo a las firmas que logran sobrevivir en este periodo de tiempo. Por lo tanto se podría dar el caso que estas muestren un desempeño mayor que el promedio de la economía.

El estudio realizado por Van Leeuman (Van Leeuwen, 2002) se nutre de los datos provenientes de la CIS holandesa. Por medio de una adaptación del modelo CDM, encuentra que la persistencia de la innovación en el tiempo es menor si se ocupa como medida un output de innovación, en comparación a si se utiliza la intensidad en I&D. Esta investigación comprueba la conjetura sobre los retornos decrecientes a escala de I&D a medida que existe un mayor nivel acumulado de capital de conocimiento (medido por el historial de innovaciones realizadas). Igualmente deja en manifiesto la posible existencia de una depreciación de capital de conocimiento.

Por otro lado, si se estudian los datos de manera cruzada, considerando que muchas de las observaciones corresponden a nuevos innovadores, se corrobora la conjetura de mayores retornos a la I&D para firmas con menores niveles de capital de conocimiento.

Además de los hallazgos empíricos encontrados, el trabajo de Van Leeuman es interesante en relación a la especificación del modelo que utiliza. En particular cuando el estudio se hace cargo de las diferentes fuentes de información de donde se adquiere capital de conocimiento. Primero de la creación interna de la firma, principalmente medida por la I&D. Y en segundo término, por la interacción con otras firmas de su entorno. De esta forma se especifica un modelo con la flexibilidad de capturar importantes características del proceso de innovación, entre los que se cuentan, la cooperación con otras firmas y la interacción con fuentes de conocimiento básico (universidades y centros de investigación).

En el trabajo realizado por Van Leeuman (2002) se combina un modelo de market share con una función de producción de ventas totales. Otra gran diferencia de este estudio con las otras aplicaciones de CDM es la utilización de las ventas por trabajador en vez del valor agregado. Según argumentan los autores, la aplicación de las ventas es más apropiada que la utilización del valor agregado por tres razones:

1. Primero, esta especificación ofrece una modelización más fidedigna de la relación entre productividad e innovación de proceso. Esto ya que, según se argumenta, el resultado de la innovación en proceso es medido en términos de venta y no en términos de valor agregado.
2. Segundo, con esta especificación se puede estudiar simultáneamente si es adecuado el supuesto de competencia perfecta y la importancia de economías de escala en la función de producción ordinaria.
3. Tercero, el porcentaje de ventas de productos innovados sobre ventas totales es un mejor sustituto en la función de producción.

Entre las conclusiones que se obtienen, se encuentra que el retorno de la inversión en innovación aumenta si se corrige la función de producción por el ambiente tecnológico de las firmas, además del output de innovación e intensidad de inversión en I&D. Se encuentra que las correcciones de absorción de conocimiento básico son significativas sólo para explicar inputs de innovación. Por otro lado, las oportunidades tecnológicas relativas a otras fuentes (clientes, proveedores, o competencia) contribuyen más directamente a outputs de innovación. Por otro lado se encuentra un impacto considerable del esfuerzo en I&D en el nivel del output de innovación. Para la ecuación de input de innovación, se encuentra que la intensidad en I&D parece ser invariante al tamaño, lo que corrobora las investigaciones anteriores. Esto a diferencia del comportamiento de tamaño en la ecuación de output de innovación, donde no sería relevante.

Como conclusión relevante de este estudio se tiene que existiría sensibilidad en la especificación para detectar el impacto del output en innovación en la productividad. Si se utiliza el valor agregado por trabajador, no se encuentra un impacto significativo. Por otro lado, si se utilizan las ventas por trabajador se encuentra una mayor sensibilidad. Al contrario de la evidencia encontrada en Francia (Crepón, Duguet, & Mairesse, 1998) y Suecia (Loofb , Heshmati, Asplund, & Svein-Olav, 1990), donde la medida del valor agregado es altamente sensible al output de innovación.

Por otro lado, han existido diversos resultados que relacionan la intensidad del gasto en I&D con el tamaño. Por ejemplo, Loof y otros (2003) en un estudio multi-país encontraron que en Finlandia el tamaño de las firmas tiene un efecto negativo en la intensidad del esfuerzo en I&D, un efecto positivo en Noruega y un efecto no significativo en Suecia. Baldwin y otros (2003), para el caso de la industria manufacturera canadiense, estimaron que la probabilidad de introducir un producto (proceso) innovador aumenta 24 % (15 %) en firmas que realizan esfuerzos en I&D. Por otro lado, existen estudios que no han obtenido relaciones positivas entre input y output de innovación.

Para el caso de Chile, Benavente (2002 y 2005)¹⁸ utiliza una adaptación de CDM. Benavente encuentra que, a pesar de que la probabilidad de financiar actividades de I&D aumenta con el tamaño de la firma, la intensidad de este gasto es independiente del tamaño. Por su parte, muestra que la presión competitiva no estaría relacionada con los esfuerzos en investigación de las firmas, y encuentra que las empresas utilizan cada vez más las instituciones como fuente de ideas en sus actividades de innovación. Los resultados alcanzados en el citado estudio, muestran que la oferta tecnológica contenida en las instituciones públicas de investigación tiene un efecto sistemáticamente negativo sobre el monto de I&D declarado por las firmas privadas. Es decir, las empresas que usan ideas de las instituciones públicas gastan menos que aquellas firmas que no tienen interacción con ellas, lo que sugiere una especie de sustitución entre estas organizaciones. Diferente es el caso del financiamiento público. Esta variable tiene coeficientes positivos y significativos que sugieren una complementariedad entre estos, y no existe evidencia de algún efecto sustitución entre fondos privados y públicos. Por otro lado, contrario al caso Francés, el market share y la diversificación no tendrían un efecto significativo en la intensidad del gasto.

¹⁸Benavente, The Role of Research and Innovation in Promoting Productivity in Chile, 2002 y Benavente, Investigación y Desarrollo, Innovación y Productividad: Un Análisis Econométrico a Nivel de la Firma, 2005

Por último, se encontró que ni el gasto en I&D, ni la innovación tienen un impacto significativo en la productividad. En el estudio, se explica que esto se puede deber a que el modelo supone que no existirían rezagos entre la implementación de la innovación y su impacto en la productividad. Sin embargo se da una explicación más plausible e interesante de estudiar relacionada con la variable utilizada para medir productividad (valor agregado por trabajador). Suponiendo que la actividad innovativa desencadenaría un cambio tecnológico, la variable de productividad utilizada no capturaría este efecto.

3.3. Causalidad entre Innovación Tecnológica, Exportación y Productividad

La teoría basada en los recursos intangibles se enfoca en la explotación por parte de la firma de sus recursos y capacidades para mejorar su performance, ya sea exportador o en términos de su productividad. Se ha argumentado que estos recursos intangibles, (como es la capacidad de absorción y aprendizaje; capacidad de conocimiento) son adquiridos, entre otras cosas, por gasto en I&D.

Los mercados internacionales representan un lugar donde las firmas pueden explotar su capacidad de innovar. La inversión en recursos tecnológicos mejora el conocimiento y capacidad de aprendizaje de la firma, lo que posteriormente permite a la firma participar con mayor intensidad en mercados extranjeros, y a su vez diversificar aquellos mercados extranjeros donde participa. Además puede tener acceso a información de productos que no existen en los mercados locales, y consecuentemente, debe actualizar continuamente sus procesos y mejorar sus productos, de manera de mantenerse en mercados globales ampliamente dinámicos. Estas mejoras productivas, intensificación y diversificación de sus exportaciones, le permitirán obtener mejores retornos, y por ende mejoras de su productividad, concibiéndose, de esta forma, un proceso donde la exportación impulsa la innovación, lo que posteriormente constituye mejoras productivas, es decir, existiría un Aprendizaje por Exportar.

Por otro lado se ha argumentado que la intensidad de innovación es un importante determinante de las exportaciones. La innovación afecta positivamente varias variables relativas al desempeño exportador de las firmas. El principal argumento para una relación de este tipo está basado en la hipótesis de Auto-Selección. La innovación es vista como un medio para mejorar la productividad de las empresas, y de esta manera, acceder a mercados externos donde existen costos adicionales de entrada. Otros argumentos tienen que ver con una readecuación de los productos exportados a otros países que pueden requerir inversiones adicionales a las realizadas para la producción del bien vendido domésticamente. Es el caso de firmas que tienen que readecuar los productos de acuerdo a los estándares de mercados externos o de aquellas firmas que tienen que mejorar aspectos relativos al transporte y empaque de los productos enviados a los mercados internacionales. También existirán disminuciones de costos adquiridas por las capacidades de innovar de las empresas. Las firmas que realizan innovaciones, poseen en base a esta actividad un cierto capital de conocimiento y capacidad de aprendizaje, podrán, en base a estos recursos intangibles y a

un costo relativamente bajo, desarrollar adaptaciones en sus productos que ajusten en sus procesos, de manera de participar en mercados internacionales, con altas exigencias, diversos estándares y distintas especificaciones. Esta disminución de costos facilitará la recuperación de la inversión tecnológica más fácilmente, considerando la gran amplitud de los mercados globales internacionales.

En el caso de Chile, Álvarez y otros (2008) han estudiado 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 productividad. El enfoque seguido para identificar si las empresas chilenas que exportan se vuelven más productivas, se realiza aplicando técnicas de matching. La idea consiste en evaluar el impacto causal de exportar en términos de productividad comparando el desempeño de los nuevos exportadores (tratados) con el de empresas similares, pero no-exportadoras (controles). El supuesto de identificación radica en que la única fuente de heterogeneidad entre ambos grupos de empresas (tratados y controles), son las variables sobre las cuales se condiciona al momento de establecer qué tan probable es que la no exportadora comience a exportar en un momento dado. El enfoque de matching restablece de forma no paramétrica las condiciones de un experimento cuando no está disponible un grupo de control aleatorio. Una vez establecido un grupo de control comparable, se puede encontrar el efecto promedio del tratamiento sobre los tratados, computando las diferencias promedio en resultados antes-después del tratamiento para el grupo de los tratados (nuevos entrantes) con la diferencia promedio antes-después del grupo de comparación (empresas que no exportan). La evidencia encontrada favorece la idea de que sólo las firmas más productivas son capaces de exportar. Este fenómeno de Auto-Selección sería explicado por la existencia de costos de comerciar con el resto del mundo. Dada la poca evidencia que hay ante el hecho de que exportar incrementa la productividad de las firmas, este trabajo analiza si existen otras formas de aprendizaje vinculadas al proceso exportador. Utilizando información de la localización de las plantas y su sector productivo, se presenta evidencia de si la probabilidad de entrar a los mercados internacionales es afectada por 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, utilizando tres encuestas de innovación disponibles, se analiza si la actividad innovadora de las firmas favorece el desempeño exportador. Utilizando indicadores de innovación de productos y procesos, y de gasto en I&D, no se ha encontrado evidencia de que éstos incrementen la probabilidad de exportar.

En un estudio más reciente realizado por Filipescu y otros (2013) se estudia cómo la innovación (intensidad de R&D, innovaciones en productos y procesos) por un lado, y las exportaciones (amplitud y profundidad) por otro, pueden influenciarse mutuamente. Asimismo la causalidad entre ambos efectos por medio de un panel de 696 firmas manufactureras españolas durante 1994-2005. Se encuentra evidencia de una relación recíproca entre innovación tecnológica y exportación. Se evidencian positivas, pero no significativas, asociaciones entre la innovación de productos y las exportaciones, así como entre la profundidad 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 y el aprendizaje basado en el desarrollo y la explotación de los recursos intangibles. 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 por un lado, y diversificar los mercados globales donde participan por otro. Esta mutua reciprocidad o causalidad es lo que se ha denominado en la literatura Mutual Reinforcing. Empíricamente, el estudio desarrolló un test de reciprocidad basado en el Test de Causalidad de Granger (Granger, 1969) para de esta forma contrastar las hipótesis en los datos longitudinales utilizados.

Como conclusión de la revisión bibliográfica, se tiene que, tanto teórica como empíricamente, se corroboran las ideas Schumpeterianas. A su vez, el nivel de esfuerzo en materia de innovación por parte de las firmas presentaría un nivel sub-óptimo, lo que justificaría la intervención del estado. Por otro lado los resultados de estudios empíricos del proceso tecnológico a nivel de la firma, presentan grandes diferencias según el país estudiado y según las especificaciones utilizadas. Si bien en casi todos los estudios se corroboran las ideas Schumpeterianas del tamaño de las firmas como detonante de la decisión de gasto tecnológico, existen grandes diferencias relacionadas en como este gasto explica la innovación y el posterior aumento en la productividad de las firmas. Por último, existe cierta evidencia sobre que la existencia de una Auto-Selección de los mercados globales para aceptar sólo firmas más productivas, y una mutua reciprocidad denominada Mutual Reinforcing entre la innovación tecnológica y actividad exportadora.

Capítulo 4

Data 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), la cual comprende un cuestionario que sigue las pautas del Manual de Frascati elaborado por la OCDE en lo que se refiere a materias de innovación. En particular para los años 1995, 1998 y 2001, se trabajó con muestras que corresponden a cruces de la EIT con la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA). Esto para contar con variables duras de las firmas, principalmente la variable de empleo. Para este estudio se tomaron solo las empresas manufactureras, de manera de darle una mayor homogeneidad a las observaciones. Para hacer esto, se debió realizar una homologación de la clasificación para las 7 encuestas estudiadas, debido a que con los años la construcción de la encuesta fue variando para abarcar una mayor cantidad de industrias productivas (Minería y Energía, respectivamente). Para este trabajo se crearon siete sectores¹⁹ que hacen un Matching de las diferentes clasificaciones utilizadas en las diferentes encuestas. En la Tabla 4.1 se muestra la clasificación por sectores realizada en las encuestas para este trabajo.

Tabla 4.1: Sectores Productivos

SECTOR	Clasificación ^a
1	Alimentos, bebidas y tabacos
2	Textiles, prendas de vestir e industrias del cuero
3	Industria de la madera
4	Papel, imprenta y editoriales
5	Industria química y plásticos
6	Productos minerales no metálicos y Metales básicos
7	Industria metalmecánica

Fuente: Elaboración propia en base a la información de la EIT.

^a sectores considerados dentro de la manufactura por el Banco Central.

Para hacer este Matching, se eliminaron las observaciones correspondientes al CIU 39

¹⁹Se trabajó con estos 7 sectores, ya que son los considerados por el Banco Central en su información estadística de la Industria Manufacturera.

de otras industrias manufactureras en las encuestas 1, 2 y 3. (3, 8 y 3 observaciones, respectivamente). Para las encuestas 4 y 5 se eliminó la división 23 correspondiente a productos de refinamiento de petróleo y combustible nuclear (9 y 12 observaciones, respectivamente). Para las encuestas 6 y 7 se eliminaron las observaciones correspondientes al CIIU 39 de otras industrias manufactureras en las encuestas. Por último se eliminaron las firmas con más de 6.000 trabajadores y con menos de 10. De esta manera, los datos estudiados tienen información que representa aproximadamente entre 1.600 y 4.700 empresas manufactureras, según el año que se tome. Considerando que se utiliza el factor de expansión de valor agregado propio de la encuesta (ver Tabla 4.2).

Tabla 4.2: Firmas Representadas por Muestra

	1995	1998	2001	2004	2006	2008	2010
Firmas	4685	3890	2602	3919	3435	4215	1681
Observaciones	517	390	407	899	1268	1069	529

Fuente: Elaboracion propia en base a la informacion de la EIT.

Se debe notar que la última EIT realizada no contempló el Sector Textil (2). En la Tabla 4.3 se presentan estadísticas simples de las 7 muestras utilizadas. Se debe tener presente que para este estudio se tomaron factores de expansión para posibilitar una mayor representatividad de la muestra. En la Tabla 4.4 se muestran datos relacionados a la innovación realizada por las firmas.

Tabla 4.3: Estadística Descriptiva: Todas la Muestra (porcentaje)

	1995	1998	2001	2004	2006	2008	2010
Firmas que realizan Innov. Tecnológica	16.8	7.3	8.2	18.3	13.2	6.1	6.7
Firmas que Innovan en Productos	9.9	6.1	5.8	12.1	10.3	4.9	5.7
Firmas que Innovan en Procesos	10.5	5.2	4.3	14.2	9.1	2.5	3.6
Firmas que Innovan	25.4	26.5	45.1	38.1	34.4	25.3	25.3
Firmas con Prop.Extr	5.1	3.9	8.6	6.6	8.1	2.7	7.1
Firmas que reciben Financiamiento Publico	2.7	1.4	9.4	5.0	2.4	1.3	5.6
Firmas que Exportan	21.7	26.7	22.2	28.1	32.6	25.6	28.4
Firmas que Coop. con Inst.Publicos y Univ.	2.9	0.9	0.8	1.1	8.2	3.3	2.5
Observaciones	517	390	407	899	1268	1069	529

Fuente: Elaboracion propia en base a la informacion de la EIT.

Se observa que las firmas que declaran realizar innovaciones de producto y procesos estarían entre un 18% y un 6% según el año de estudio. Si esto se desagrega en las

dos categorías, no se observa un comportamiento preferencial de una innovación sobre la otra, ya que para ciertos años, las empresas realizan más innovaciones en productos y para otros años más innovaciones en proceso. Las firmas que realizan gasto en actividades de innovación, definido más ampliamente incluyendo procesos productos organizacional y comercial, representan entre un 25 % y un 45 % de las firmas, según el año que se considere, con un peak en el año 2001. Se observa que las firmas con propiedad extranjera representan entre un 9 % y un 3 %, aproximadamente. Las firmas que presentan financiamiento público para proyectos de innovación representan entre un 1 % y un 9 %, con un peak en el año 2001. En cuanto a las firmas exportadoras, estas alcanzan una representación entre un 21 % y un 32 % del total de las firmas. En el año 2004 se aprecia una fuerte alza en la cantidad de firmas que realizan innovaciones tecnológicas.

Ahora bien, si se estudian sólo las firmas que realizan gasto en cualquier tipo de innovación (Tabla 4.4), se observa una sobreponderación de firmas con propiedad extranjera en relación a la muestra original. Ocurre lo mismo con la proporción de firmas exportadoras, que casi se duplica si se compara con la muestra que considera todas las firmas. Como es lógico, las empresas que consiguen hacer mejoras en sus productos y procesos son mayoritariamente las que hacen gastos. De esta manera, las firmas que presentan gastos en innovación son mayoritariamente extranjeras y presentan un mejor desempeño en términos de exportación e innovación tecnológica.

Las firmas que exportan (Tabla 4.5) presentan un comportamiento en innovación muy alineado con el tipo de cambio. Para el año 2004, donde el tipo de cambio presenta una fuerte alza en su valor, se evidencia una fuerte aumento de la proporción de firmas que realizan innovaciones, tanto de productos como de procesos. La cantidad de firmas que realizan gastos en innovación no muestra un aumento significativo en comparación a otros años, aunque se aprecia una disminución en el año 1998, cuando hubo una caída en el tipo de cambio.

Si se toman las firmas que no participan en mercados internacionales, se aprecia que su comportamiento es muy bajo en términos de actividades de innovación. Existe un fuerte comportamiento cíclico de las variables macro, con una gran caída de las innovaciones en el año de la crisis asiática.

Como era de suponerse, y acorde a la evidencia encontrada a nivel internacional, a partir de la Tabla 4.6 se observa que son mayormente las firmas grandes las que realizan gasto en innovación, son las que realizan innovaciones tecnológicas y tienen mayor propensión a exportar. Sin embargo se debe notar que existen años donde esta tendencia no se cumple.

A partir de la Tabla 4.7 se observa el comportamiento de las firmas por sector industrial. Los sectores donde más firmas realizan gastos en innovación son la Industrias del papel y química. Por otro lado, el sector donde menos firmas gastan en innovaciones, es el de la madera. En el no se aprecia una correlación muy significativa entre el gasto en innovación y las exportaciones. Si bien los sectores papel y química son exportadores, se observa que el sector de alimentos y metales base son tanto o más exportadores que el sector papel. Donde sí se observa una correlación importante es en las innovaciones tecnológicas y exportaciones. El sector químico es el que muestra un mayor porcentaje de firmas realizando innovaciones en productos nuevos, o desarrollando mejoras o nuevos procesos. Y a su vez, es el sector donde más firmas exportan. Lo mismo sucede con el sector de minerales base, que sigue al

sector papel tanto en exportaciones, como en innovaciones tecnológicas. También se aprecia una relación con el nivel de gasto por sector y su proporción de firmas con capital externo.

Tabla 4.4: Estadística Descriptiva por Actividad Innovativa (porcentaje)

	1995	1998	2001	2004	2006	2008	2010
<i>Firmas que realizan Innov. Tecnológica</i>							
Firmas Innovadoras	35.7	23.3	13.2	44.2	36.5	23.3	21.6
Firmas no Innovadoras	10.3	1.6	4.0	2.4	0.9	0.2	1.6
<i>Firmas que Innovan en Productos</i>							
Firmas Innovadoras	21.9	19.6	10.4	29.8	29.1	19.0	19.1
Firmas no Innovadoras	5.8	1.2	2.0	1.2	0.5	0.1	1.1
<i>Firmas que Innovan en Procesos</i>							
Firmas Innovadoras	23.2	17.1	7.0	34.7	25.1	9.4	11.4
Firmas no Innovadoras	6.2	0.9	2.1	1.6	0.6	0.1	0.9
<i>Firmas con Prop.Extr</i>							
Firmas Innovadoras	13.2	6.7	13.9	8.8	11.9	3.8	11.1
Firmas no Innovadoras	2.4	2.9	4.2	5.3	6.0	2.3	5.8
<i>Firmas que reciben Financiamiento Publico</i>							
Firmas Innovadoras	5.0	5.2	20.8	13.2	7.1	5.0	19.7
Firmas no Innovadoras	1.9	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.8
<i>Firmas que Exportan</i>							
Firmas Innovadoras	48.7	40.7	31.9	47.9	53.9	50.2	40.8
Firmas no Innovadoras	12.5	21.7	14.2	15.9	21.4	17.3	24.2
<i>Firmas que Cooperan con Inst.Publicos y Univ.</i>							
Firmas Innovadoras	10.1	2.5	1.5	2.8	22.3	10.7	6.9
Firmas no Innovadoras	0.5	0.3	0.2	0.0	0.8	0.8	1.0

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

Tabla 4.5: Estadística Descriptiva por Actividad Exportadora (porcentaje)

	1995	1998	2001	2004	2006	2008	2010
<i>Firmas que realizan Innov. Tecnológica</i>							
Firmas Exportadoras	27.7	19.9	10.4	37.8	23.3	12.7	13.8
Firmas no Exportadoras	13.7	2.8	7.6	10.7	8.3	3.8	3.8
<i>Firmas que Innovan en Productos</i>							
Firmas Exportadoras	12.1	17.3	6.4	24.6	19.3	10.9	11.8
Firmas no Exportadoras	9.3	1.9	5.6	7.3	6.0	2.9	3.2
<i>Firmas que Innovan en Procesos</i>							
Firmas Exportadoras	21.1	15.9	7.2	29.5	17.1	6.0	7.0
Firmas no Exportadoras	7.6	1.3	3.5	8.2	5.2	1.3	2.2
<i>Firmas que Innovan</i>							
Firmas Exportadoras	57.0	40.4	65.0	65.0	56.9	49.6	36.3
Firmas no Exportadoras	16.6	21.4	39.5	27.6	23.5	17.0	20.9
<i>Firmas con Prop.Extr</i>							
Firmas Exportadoras	17.9	11.1	16.2	12.4	18.1	6.2	20.4
Firmas no Exportadoras	1.6	1.3	6.4	4.4	3.2	1.5	1.8
<i>Firmas que reciben Financiamiento Publico</i>							
Firmas Exportadoras	1.4	3.3	14.5	12.2	6.0	2.4	9.8
Firmas no Exportadoras	3.0	0.7	7.9	2.3	0.7	0.9	3.9
<i>Firmas que Cooperan con Inst.Publicos y Univ.</i>							
Firmas Exportadoras	2.5	1.5	0.8	2.4	16.4	7.0	5.9
Firmas no Exportadoras	3.0	0.6	0.8	0.6	4.2	2.0	1.2

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

Tabla 4.6: Estadística Descriptiva por Tamaño de las Firmas (porcentaje)

	1995	1998	2001	2004	2006	2008	2010
<i>Firmas que realizan Innov. Tecnológica</i>							
Firmas Grandes	31.8	23.0	14.2	30.7	31.1	18.5	14.9
Firmas Medianas	24.9	2.6	12.9	28.7	16.0	7.6	5.9
Firmas Pequeñas	9.2	8.3	5.2	10.3	7.3	2.8	2.9
<i>Firmas que Innovan en Productos</i>							
Firmas Grandes	16.0	15.1	8.1	18.0	24.8	15.4	12.5
Firmas Medianas	11.1	1.8	6.3	17.1	13.2	6.0	5.9
Firmas Pequeñas	7.9	8.0	5.1	8.3	5.3	2.3	2.2
<i>Firmas que Innovan en Procesos</i>							
Firmas Grandes	23.6	12.2	9.4	19.8	23.1	7.0	8.0
Firmas Medianas	14.6	1.3	10.6	25.1	10.0	4.9	2.2
Firmas Pequeñas	5.4	7.2	0.9	7.9	5.0	0.7	1.9
<i>Firmas que Innovan</i>							
Firmas Grandes	58.0	64.1	75.9	60.1	66.6	41.8	39.6
Firmas Medianas	42.3	9.8	53.9	51.1	39.7	31.2	36.0
Firmas Pequeñas	9.4	33.5	35.1	26.2	23.8	19.8	14.2
<i>Firmas con Prop.Extr</i>							
Firmas Grandes	17.9	23.8	20.5	14.1	21.3	7.5	15.8
Firmas Medianas	7.6	2.7	4.4	6.9	11.8	3.1	5.5
Firmas Pequeñas	1.0	0.6	7.3	4.3	3.0	1.5	3.5
<i>Firmas que reciben Financiamiento Publico</i>							
Firmas Grandes	3.2	7.9	10.5	10.3	2.1	3.1	12.4
Firmas Medianas	2.8	0.8	11.5	6.6	4.0	2.7	6.7
Firmas Pequeñas	2.5	0.5	8.4	2.9	1.8	0.4	1.8
<i>Firmas que Exportan</i>							
Firmas Grandes	66.6	71.8	67.8	62.4	75.5	55.9	55.6
Firmas Medianas	32.8	34.7	36.6	41.8	42.3	39.2	31.4
Firmas Pequeñas	5.9	9.4	6.7	12.4	17.2	14.6	13.9
<i>Firmas que Cooperan con Inst.Publicos y Univ.</i>							
Firmas Grandes	4.7	4.1	0.5	2.5	24.8	9.6	5.3
Firmas Medianas	7.7	0.7	1.7	1.6	7.6	5.7	4.8
Firmas Pequeñas	0.0	0.2	0.5	0.5	4.0	1.2	0.3

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

Tabla 4.7: Estadística Descriptiva: Por Sector Productivo (porcentaje)

	Alim	Tex	Mad	Pap	Quim	MB	MM
Firmas que realizan Innov. Tecnológica	8.2	13.6	6.1	9.8	20.0	18.3	11.1
Firmas que Innovan en Productos	5.8	9.3	3.5	4.5	15.4	14.0	7.7
Firmas que Innovan en Procesos	5.1	9.3	4.9	7.9	12.4	9.9	7.3
Firmas que Innovan	27.0	26.0	19.4	47.4	47.1	38.2	26.5
Firmas con Prop.Extr	6.7	1.7	2.8	4.4	12.0	9.3	2.8
Firmas que reciben Financiamiento Público	4.1	1.5	6.3	2.4	5.6	1.8	2.0
Firmas que Exportan	29.2	22.2	20.3	26.7	37.8	31.0	17.6
Firmas que Coop. con Inst.Públicos y Univ.	3.4	1.4	3.1	2.0	3.2	3.3	2.7
Observaciones	1117	505	441	492	797	562	1165

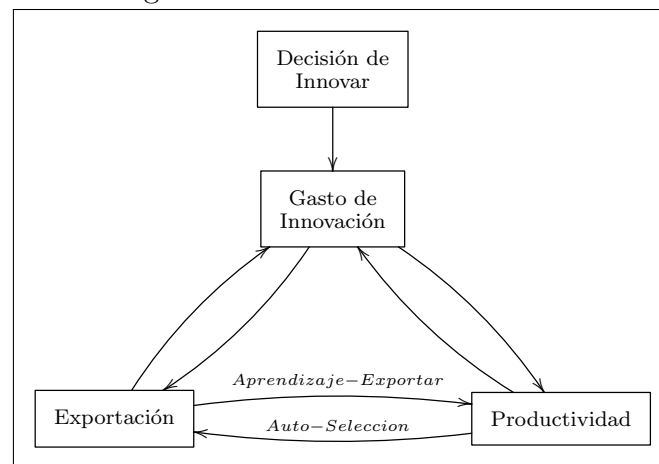
Fuente: Elaboración propia en base a la información de la EIT.

Capítulo 5

El Modelo: Definición de Variables y Especificación Econométrica

Como se mencionó en la parte anterior, el estudio empírico del proceso de innovación llevado a cabo por parte de las firmas, se modela por medio de etapas que consideran desde la decisión de las firmas de destinar recursos en actividades de innovación, luego como esos esfuerzos, junto con características intrínsecas de la firma, generan innovaciones u outputs de innovación. Y por último el impacto que tiene el output de innovación en la performance de la firma, la cual se estudia por medio de su productividad y su actividad exportadora. En la Figura 5.1 se presenta un esquema general del modelo:

Figura 5.1: Modelo Econométrico



Fuente: Elaboración Propia.

Es claro que en la especificación del modelo se está limitado a los datos disponibles a partir de la encuesta. Por ejemplo, no existe disponibilidad para todas las encuestas del stock de capital. Para cada especificación se utilizaron las variables explicativas rezagadas temporalmente de la variable explicada, esto para evitar problemas de endogeneidad. De la misma forma se seleccionó una especificación con resultados concluyentes y categóricos, para agregarle mayor valor al trabajo.

A continuación se describe la metodología de estimación para cada etapa del modelo, junto con la especificación estudiada.

5.1. Ecuación de Gasto en Innovación o Input de Innovación

Para describir el comportamiento de la firma en materia de investigación y desarrollo (input de innovación), se supone un modelo Tobit generalizado²⁰ con dos ecuaciones: la primera ecuación modela la decisión de la firma por comprometerse en actividades de investigación, y la segunda determina la magnitud de esta inversión.

Se asume que existe una variable de esfuerzo latente en innovación para la firma i dada por la ecuación:

$$y_{0i} = x_{0i}b_0 + u_{0i}$$

Donde x_{i0} es un vector de variables explicativas, b_0 el vector de coeficientes asociado y u_{i0} un término de error. La variable y_{0i} representa algún criterio de decisión, tal como el valor presente esperado de los beneficios por llevar a cabo la inversión en investigación. Se observa que la firma invierte en innovación si y_{0i} es positivo o mayor que algún umbral constante, ya sea de naturaleza global o específico a la industria (esto ya que x_{i0} contiene variables categóricas por industria).

Luego se asume que una intensidad de gasto observada en Innovación para la firma i , la cual queda determinada por una segunda ecuación:

$$y_{1i} = \begin{cases} x_{1i}b_1 + u_{1i} & \text{si } y_{0i} > 0 \\ \text{no observada} & \text{si } y_{0i} \leq 0 \end{cases}$$

Donde $y_{1i} = g_i$ el gasto actual en Innovación de la firma i cuando esta realiza gasto en innovación (o sea cuando y_{0i} es mayor que el umbral mínimo), donde x_{i1} es un vector de variables explicativas, b_1 el correspondiente vector de coeficientes y u_{i1} es un error que resume determinantes omitidos y otras fuentes de heterogeneidad no observada. Finalmente, ya que y_{1i} se observa solamente cuando $y_{0i} > 0$, es necesario especificar su distribución conjunta con el objeto de obtener un modelo estimable. Se asume entonces que los errores de las ecuaciones para y_{0i} , y_{1i} tienen distribución conjunta normal de la siguiente forma:

$$\begin{pmatrix} u_{0i} \\ u_{1i} \end{pmatrix} \rightarrow N \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_0^2 & \rho\sigma_0\sigma_1 \\ \rho\sigma_0\sigma_1 & \sigma_1^2 \end{bmatrix} \right]$$

²⁰Heckman, J.J. (1979): The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models. *Annals of Economic and Social Measurement*.

Donde σ_0 y σ_1 son los errores estándares de u_{i0} y u_{i1} , y ρ es el coeficiente de correlación. La primera ecuación es de hecho una ecuación probit la cual no es completamente identificable y solamente es posible estimar el vector $b_0|\sigma_0$ lo cual es equivalente a normalizar el error estándar $\sigma_0 = 1$. Este modelo se puede estimar por máxima verosimilitud o bien por el método de dos etapas²¹.

En la implementación del modelo, la variable dependiente es g_i , es decir, el logaritmo del gasto privado en Innovación. Se considera como gasto en innovación a la suma de los gastos en adquisición de conocimientos externos (patentes, licencias, know-how), capacitación para la innovación, instalación y puesta a punto de nuevos equipos, introducción de innovaciones al mercado, adquisición de maquinaria y equipos para la innovación. Las variables explicativas podrían variar según se trate de explicar la decisión de gastar en innovación, según se trate de predecir el gasto condicional en una decisión positiva de gastar. Las variables a considerar para el estudio de la decisión de gasto en innovación son las siguientes:

1. Empleo (logaritmo). Esta variable busca capturar efectos de escala en la decisión de invertir en innovación, como en la decisión del nivel de gasto realizado. El valor esperado de un proyecto de innovación puede definirse como una función creciente de la capacidad de explotación de la innovación, por lo que una firma con mayor capacidad productiva (mayor cantidad de trabajadores), tendrá más incentivos de realizar gasto en innovación (probabilidad) y realizará mayor gasto para aumentar las probabilidades de éxito o para realizar proyectos de mayor complejidad²². Se debe considerar que lo que se busca estudiar por medio de esta variable es la relación de tamaño de la firma con el gasto en innovación. Es decir, efectos schumpeterianos en la decisión de las firmas.
2. Cooperación con Universidades e Institutos Públicos (dummie). Con esta variable se pretende medir el efecto de la cooperación con universidades en el gasto en innovación realizado por las firmas. Considerando que en esta interrelación la firma busca adquirir recursos de conocimiento, de manera de posibilitar el desarrollo de nuevos productos, la obtención de nuevas patentes, además de posibilitar soluciones a los problemas técnicos surgidos al interior de las firmas. Se busca medir el efecto de las políticas públicas que promueven la cooperación de firmas con universidades en materias de innovación. De la misma manera que la cooperación con universidades, se busca medir el efecto de las políticas que promueven la cooperación con institutos tecnológicos del gobierno con las firmas.
3. Exportaciones. Esta variable busca mostrar que las firmas exportadoras – o bien por un fenómeno de aprendizaje por exportar o por autoselección - tienen un mejor desempeño que las empresas que actúan solo en los mercados domésticos. Esto ya que se encuentran insertas en mercados más competitivos que los mercados locales, por lo tanto estarán forzadas a realizar esfuerzos para situarse más cerca de la frontera tecnológica. Esto producirá que muestren mayor tendencia a realizar actividades de innovación. Se utilizan tanto el logaritmo de las exportaciones sobre las ventas totales, como también una variable categórica de si la empresa exporta o no.

²¹ver Anexo 2

²²Lo que se busca con esta variable es básicamente contrastar las hipótesis Schumpeterianas relativas al comportamiento innovador de las firmas según su tamaño, en base a una variable de trabajadores.

4. Inversión en Licencias y Patentes (logaritmo). Esta variable busca capturar la relación entre importación de tecnología y la generación de tecnología internamente a la empresa. Sería razonable asumir que las actividades resultan sustitutivas si de forma generalizada se observa que las empresas importadoras de tecnología no realizan gasto en innovación. Esto indicaría que las empresas optan por adquirir tecnología de forma externa, existiendo una reducción de los incentivos a desarrollar tecnología propia, haciendo más dependientes tecnológicamente a las empresas. Por otra parte, la complementariedad de ambos tipos de actividades, se reflejaría en que las empresas que importan tecnología realizan mayores esfuerzos en innovación interna para adaptar y asimilar la tecnología adquirida, por lo que la importación de tecnología se convierte en un estímulo a la innovación en las empresas. Las empresas que hacen esfuerzos tecnológicos de manera continua, y que poseen un cierto nivel de capital de conocimiento, tendrán mayor capacidad de adoptar tecnologías importadas.
5. Productividad Laboral (logaritmo). Esta variable busca estudiar si son las firmas más eficientes las que realizan gastos en innovación, o son las firmas con menor eficiencia las que realizan estos gastos para mejorar su desempeño productivo. Es de esperar que las firmas más productivas reúnan capacidades que les permitan realizar proyectos de innovación de manera exitosa.
6. Presencia en la Propiedad de la Firma de Capital Extranjero (dummie). Es una variable que pretende evaluar la propensión en el esfuerzo en innovación de las empresas que presentan capital extranjero en su propiedad. Se espera que estas firmas posean una mirada globalizada de posibles nichos de mercado nuevos, y potenciales innovaciones que se puedan adaptar al mercado local. A su vez se espera que estas firmas posean una mayor cantidad de información de mercados extranjeros explotables, y que por esto mismo enfrenten costos de oportunidad mayores. De esta forma es posible que en busca de mayores rentabilidades, realicen proyectos de innovación que le otorguen el liderazgo en la industria donde compiten²³.
7. financiamiento público (dummie). Esta variable busca identificar el efecto que tiene sobre el esfuerzo privado el que exista o no financiamiento público. De forma que la misma variable sirva para evaluar si el financiamiento público contribuye a incrementar el gasto privado en investigación o no. Al analizar el coeficiente ligado a esta variable se debe tener presente los dos grandes problemas metodológicos en la entrega de financiamiento por parte del estado: El estatus de participación de una empresa en programas de apoyo a la innovación está determinado por la decisión del Estado de otorgar la ayuda, e implícitamente, por la decisión de las empresas a participar. En consecuencia, la distribución de las ayudas no es aleatoria y esto podría afectar la elasticidad derivada de la estimación²⁴. Se excluye de la ecuación de participación ya

²³Es simple generar otras hipótesis que expliquen esta variable en una dirección diferente. Por ejemplo, un agente extranjero adverso al riesgo puede haber invertido capitales en la firma nacional, ya que este es el mercado menos riesgoso. Por lo tanto no tendrá incentivos para realizar proyectos de innovación, los cuales, por definición, son proyectos con alto riesgo e incertidumbre.

²⁴Intuitivamente se puede argumentar que parte de este efecto sería corregido por el Método de Tobit Generalizado utilizado en este estudio. Toda vez que la corrección por la probabilidad de hallar el conjunto de firmas que realizan gastos en innovación, a su vez corregiría a un subconjunto de estas, que son las firmas con financiamiento público.

que explica la decisión de gasto de manera axiomática.

Restricción de Exclusión: De manera de obtener estimaciones no sesgadas por la elección de las firmas por hacer gasto en innovación, se considera la decisión de gasto en innovación del periodo anterior, ya que la mayoría de las firmas que realizan gastos en innovación, no lo hacen por solo un periodo. Por lo tanto la decisión de gasto en el periodo anterior, explica de buena manera la decisión de este periodo. Por otro lado, la decisión de gasto será independiente de su nivel, si se considera solo a las firmas que si sabemos invirtieron en innovación. Se debe mencionar que esta restricción de exclusión fue la misma utilizada por Benavente (Benavente, Investigación y Desarrollo, Innovación y Productividad: Un Análisis Econométrico a Nivel de la Firma, 2005).

5.2. Ecuación de Output de Innovación

La segunda etapa del modelo es una ecuación de innovación. Se considera como output de innovación las respuestas de las firmas respecto a si han realizado innovaciones en productos o procesos nuevos para el mercado nacional. Se categorizó con un 1 a las firmas que realizan este tipo de innovaciones, y con un 0 las que no. De esta manera se especifica un set de variables x_{2i} que explica la probabilidad que la empresa declare realizar innovaciones.

De esta forma se especifica la ecuación de la siguiente forma:

$$t_i = x_{2i}b_2 + u_{2i}$$

Donde x_{2i} es un vector de variables explicativas, y t_i la variable de innovación. El método de estimación es por medio de un Probit para la variable de innovación en productos e innovación en procesos. Las variables que conforman x_{2i} son las mismas variables explicativas de la ecuación de decisión de gasto, más la variable de gasto g_i . Es decir $x_{2i} = x_{i0} + g_i$. La inclusión de estas variables se debe a que no es del todo improbable que las mismas variables que explican la innovación directamente (producto o proceso), a su vez expliquen la innovación de manera indirecta (gasto). De esta manera se logra estudiar los efectos de estas variables explicativas que no fueron capturados por el gasto.

La última etapa del modelo se propone estudiar el efecto de la innovación en el desempeño de las firmas. Para esto se consideran 2 ecuaciones: una de productividad, y otra de exportación.

5.3. Ecuación de Exportación

La tercera etapa del modelo contempla una ecuación de exportación, donde se utiliza tanto el logaritmo de las exportaciones sobre las ventas totales, como también una variable categórica de si la empresa exporta o no, como variable explicada. De esta forma, se especifica la siguiente ecuación:

$$e_i = b_4 x_{4i} + u_{4i}$$

El método de estimación es por medio de un Probit o MCO según sea el caso. Las variables explicativas son:

1. Innovación. Esta variable busca determinar el efecto del gasto en innovación (input) en la exportación de las firmas. Se utiliza el gasto en innovación por trabajador (logaritmo), y variables categóricas de innovación en producto, en proceso, y ambas juntas.
2. Productividad Laboral (logaritmo). Esta variable busca comprobar efectos de autoselección de las firmas productivas para participar en mercados globales.
3. Propiedad extranjera (dummie). Esta variable busca determinar el efecto de la propiedad extranjera en la decisión de intensidad de exportación realizada por las firma.
4. Empleo. Esta variable busca capturar efectos de tamaño en la decisión de exportar de las firmas. Se utilizan 3 variables de nivel.

Adicionalmente, se incorpora un conjunto de variables dummies por sector (S), con el objeto de capturar fuentes de heterogeneidad en la productividad de las firmas. Esto ya que se apreciarán sectores con una mayor intensidad de exportación.

Capítulo 6

Principales Resultados

En esta sección se muestran los resultados observados para cada etapa del modelo estudiado. En la Tabla 6.1 se muestran los coeficientes correspondientes a los determinantes de la decisión de realizar gastos en innovación, separados por encuesta. Concordante con la gran mayoría de los estudios empíricos existentes, se encuentra un coeficiente positivo para la variable de tamaño, medida por la cantidad de empleados, lo que indica que las firmas de mayor tamaño tienen una mayor propensión a gastar en innovación. A su vez, se encuentra que la variable de cooperación con universidades y/o institutos públicos es positiva y significativa para todas las muestras, menos para la especificación (b) de la encuesta 2010. La variable de propensión exportadora es positiva y significativa para 4 de las 7 encuestas, siendo no significativa para las restantes. De la misma manera, la intensidad en el gasto en la adquisición de patentes tiene un efecto positivo y significativo, pero no para todas las muestras. Por último, la productividad laboral y la propiedad extranjera parecen no ser relevantes en la decisión de gasto de las firmas. En la Tabla 6.2 se aprecia el resultado de la misma regresión anterior, en donde solo se cambió la variable de exportación utilizada. Se utiliza en esta regresión una variable categórica que define si la firma exportó o no en el periodo anterior. No se aprecian mayores cambios en los resultados obtenidos. En la Tabla 6.3 se presentan los resultados de la ecuación de intensidad de gasto en innovación, obtenida a partir del método de Heckman, de manera de corregir la autoselección. La variable relativa al tamaño de las firmas es positiva y significativa para todas las muestras obtenidas y para todas las especificaciones, acreditando las hipótesis Schumpeterianas relativas a la decisión de gasto para aprovechar economías de escala presentes en la firma. Por último se observa que la productividad de los trabajadores es positiva y significativa para todas las muestras.

De esta manera, el tamaño sería determinante en la decisión de la firma de realizar gasto en innovación, como así también en la decisión del nivel de dicho gasto. De la misma forma, la cooperación es relevante en ambas decisiones de gasto. Si se observa el comportamiento de la participación en mercados internacionales, existe una amplia correlación entre magnitud, significancia y las condiciones macroeconómicas expresadas por los términos de intercambio. Para los años donde se observa un tipo de cambio real por sobre la media, el coeficiente de la variable de exportación presenta magnitud positiva y una significancia mayor. Para los años donde el tipo de cambio se observa bajo la media, el coeficiente pierde tanto significancia como magnitud, observándose incluso valores negativos. Esto pudo originar holguras financieras

que posibilitaron inversiones en innovación. En cambio, para la variable de tamaño, se aprecia un comportamiento anti-cíclico del coeficiente de tamaño en relación a la coyuntura macroeconómica, expresada por el tipo de cambio real, donde para los periodos de crisis (1998 en mayor medida), el coeficiente de toma mayor magnitud, y mayor significancia estadística. Este comportamiento es económicamente intuitivo. En épocas de crisis económica, serán las firmas de mayor tamaño las que podrán realizar las actividades de innovación, (reasignando recursos, por ejemplo) mientras que las de menor tamaño se verán obligadas a postergar estos proyectos al no disponer de muchos recursos. El resto de las variables estudiadas no tendrían efectos significativos para explicar el nivel de gasto. El financiamiento público no tendría mayor significancia en el gasto de innovación, salvo para el año 1995, en donde es significativo, y a su vez, negativo. Pueden existir varios factores que incidan en los resultados obtenidos.

En la segunda etapa del modelo se estudian los resultados tecnológicos del proceso innovativo, o equivalentemente lo que se denomina función de producción de conocimiento u output de innovación. Se estudian los determinantes para que una firma en particular reporte haber introducido nuevos productos y/o nuevos procesos al mercado. A partir de la Tabla 6.4 se observa que la variable de tamaño (empleo) sigue siendo relevante en explicar las innovaciones en productos o procesos, salvo en la muestra del año 1998. De la misma forma sucede con la variable de cooperación, donde cooperar con universidades o institutos presenta una alta correlación con la innovación. El resto de las variables estudiadas no son mayormente relevantes, siendo significativas para muy pocas muestras. Es particularmente interesante el resultado obtenido para la exportación, donde solo sería significativa para 2 de las 7 muestras. En la Tabla 6.5 se estudia una especificación parecida a la anterior, solo que se agrega la intensidad del gasto para explicar las innovaciones en productos y procesos, y se estudia la exportación por medio de la propensión exportadora. Se observa que las innovaciones en productos y procesos son explicadas fuertemente por la intensidad en el gasto, y el resto de las variables pierden significancia, salvo la variable de cooperación, que pierde significancia en solo una muestra estudiada. Para complementar el estudio de esta etapa de output de innovación, se estudia la innovación en productos y en procesos por separado. En la Tabla 6.6 se muestran los coeficientes de la regresión que explica la innovación en nuevos productos. Se aprecia que la variable de empleo es significativa solo para las últimas 3 muestras. Para la variable de cooperación, se observa significancia en la mayoría de las muestras estudiadas, junto con una correlación perfecta para el año 2001. Si una firma exporta es significativa en 3 de las 7 encuestas estudiadas, al igual que la productividad por trabajador. Ahora bien, al agregar como variable explicativa el gasto en innovación se tiene que sus coeficientes son positivos y significativos en 6 de las 7 muestras estudiadas. Y a su vez, le resta significancia al resto de las variables, menos a la variable de cooperación. Esto se muestra en la Tabla 6.7. Se estudia también la probabilidad de realizar innovaciones en proceso por parte de la firma. En la Tabla 6.8 se muestran los resultados para la innovación en procesos. Se aprecia que el empleo sería mayoritariamente significativo para explicar las innovaciones en proceso. De la misma forma como sería la cooperación, aunque para una menor cantidad de muestras que para la probabilidad en producto. La decisión de exportar de la firma define en mediana medida la probabilidad de innovar en proceso, siendo significativa para 4 de las 7 muestras. La intensidad de gasto explica en gran medida la probabilidad de innovar en proceso, esto para 5 de las 7 muestras. Las variables de empleo, cooperación y exportación pierden significancia al considerar el gasto. Esto se observa en la Tabla 6.9.

A modo de resumen, para esta segunda etapa del modelo se observa que, como era de esperarse, la intensidad del gasto estaría fuertemente relacionada con la probabilidad de las firmas por desarrollar innovaciones en productos y procesos, tanto agregadas como desagregadamente. El resto de las variables pierde, en gran medida, su capacidad explicativa de las innovaciones. Se observa que la cooperación presenta mayor robustez al corregir por gasto, a diferencia de empleo y exportaciones. Por último, se encuentra que la cooperación determina mayormente las innovaciones en productos que en procesos.

En la ecuación que estudia la actividad exportadora de las empresas (Tabla 6.10) se concluye que el gasto en innovación por trabajador explica de manera significativa la propensión exportadora medida como la proporción de ventas que corresponden a exportaciones. De la misma forma, la productividad determina la exportación. Y por último, y en menor medida, la exportación es determinada por la propiedad extranjera. La innovación en productos determina la proporción de exportaciones en solo 3 de las 7 muestras estudiadas. Y la innovación en proceso en 4 de las 7 muestras estudiadas. Esto a partir de la Tabla 6.11. Todo esto aun considerando Dummies por tamaño. Si se estudia la decisión de exportar como variable explicada, se observa un comportamiento significativo de la productividad. No se observan mayores cambios en el comportamiento de la innovación en producto y proceso. Esto a partir de la 6.12. No se observan mayores cambios si se toman al considerar las innovaciones de manera agregada (Tabla 6.13). Por último, al estudiar la decisión de exportar en función del gasto por trabajador, se observa que el gasto presenta el mismo comportamiento que la variable de innovaciones realizadas por parte de las firmas (Tabla 6.14). Al igual que el gasto por trabajador, la intensidad del gasto no es mayormente explicativa de la decisión de exportar, como muestran los resultados de la Tabla 6.15. Como era de esperarse, la productividad está fuertemente correlacionada con el comportamiento exportador. A su vez el gasto en innovación y las innovaciones en productos y procesos se correlaciona con la exportación, aunque no para todas las muestras estudiadas.

Tabla 6.1: Probabilidad de Realizar Gasto en Innovación

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
$Empleo_{t-1}$	0.4*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.5*** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.3** (0.1)	0.3** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.3*** (0.0)	0.3*** (0.0)	0.1** (0.1)	0.1** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)
$cooperacion^d$	2.2*** (0.6)	2.2*** (0.6)	1.1** (0.5)	1.0** (0.5)	1.5** (0.7)	1.5** (0.7)	1.9*** (0.5)	1.9*** (0.6)	1.8*** (0.2)	1.6*** (0.2)	1.5*** (0.4)	1.3*** (0.4)	0.9*** (0.3)	0.2 (0.4)
$exp.ventas_{t-1}$	1.0*** (0.3)	0.8** (0.3)	-0.3 (0.5)	-0.3 (0.5)	0.2 (0.3)	0.1 (0.3)	0.9*** (0.2)	0.9*** (0.2)	0.5*** (0.1)	0.4*** (0.2)	0.9*** (0.2)	0.8*** (0.2)	0.1 (0.2)	-0.1 (0.2)
$Adq.Licencias_{t-1}$	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1* (0.0)	0.1* (0.0)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
$Prod.trab_{t-1}$	0.2* (0.1)	0.2* (0.1)	-0.2 (0.2)	-0.2 (0.2)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.1 (0.0)	0.1 (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
$Prop.Extranj^d$	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)	-0.2 (0.4)	-0.2 (0.4)	0.6 (0.6)	0.6 (0.6)	0.0 (0.2)	0.0 (0.2)	-0.2 (0.2)	-0.2 (0.2)	-0.0 (0.3)	-0.0 (0.3)	-0.3 (0.2)	-0.3 (0.2)
Constante	-2.6*** (0.5)	-4.6*** (1.1)	-2.6*** (0.8)	-2.6*** (0.8)	-1.5*** (0.5)	-1.5*** (0.5)	-1.4*** (0.3)	-2.1*** (0.6)	-1.7*** (0.2)	-3.2*** (0.4)	-1.6*** (0.3)	-2.2*** (0.7)	-1.4*** (0.3)	-3.7*** (0.7)
Observaciones	483	483	384	384	407	407	899	899	1249	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R^2	0.316	0.334	0.297	0.318	0.104	0.125	0.133	0.179	0.197	0.257	0.145	0.164	0.121	0.193

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.2: Probabilidad de Realizar Gasto en Innovación

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
$Empleo_{t-1}$	0.4*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.5*** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.4*** (0.1)	0.3** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.1** (0.1)	0.1** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)
$cooperacion_{t-1}$ ^d	2.2*** (0.6)	2.2*** (0.6)	1.1** (0.5)	1.1** (0.5)	1.5** (0.7)	1.5** (0.7)	1.9*** (0.5)	1.8*** (0.6)	1.7*** (0.2)	1.6*** (0.2)	1.5*** (0.4)	1.4*** (0.4)	0.9*** (0.3)	0.2 (0.4)
$Export$ ^d	0.8*** (0.3)	0.7** (0.3)	-0.1 (0.5)	-0.1 (0.5)	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	0.8*** (0.2)	0.8*** (0.2)	0.6*** (0.1)	0.5*** (0.1)	0.8*** (0.2)	0.7*** (0.2)	0.1 (0.2)	-0.1 (0.2)
$Adq.Licencias_{t-1}$	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1* (0.0)	0.1 (0.0)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
$Prod.trab_{t-1}$	0.2** (0.1)	0.2** (0.1)	-0.2 (0.2)	-0.2 (0.2)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.1 (0.0)	0.1 (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
$Prop.Extranj$ ^d	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)	-0.3 (0.4)	-0.3 (0.4)	0.6 (0.6)	0.6 (0.6)	-0.0 (0.2)	-0.0 (0.2)	-0.2 (0.2)	-0.2 (0.2)	-0.0 (0.3)	-0.0 (0.3)	-0.3 (0.2)	-0.3 (0.2)
Constante	-2.7*** (0.5)	-4.5*** (1.1)	-2.5*** (0.8)	-2.5*** (0.8)	-1.5*** (0.5)	-1.8 (1.1)	-1.4*** (0.3)	-2.1*** (0.6)	-1.6*** (0.2)	-3.2*** (0.4)	-1.6*** (0.3)	-2.2*** (0.7)	-1.4*** (0.3)	-3.7*** (0.7)
Observaciones	517	483	390	384	407	407	899	899	1268	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R^2	0.324	0.336	0.358	0.316	0.104	0.125	0.137	0.181	0.197	0.261	0.146	0.164	0.121	0.193

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.3: Gasto en Innovacion

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Prod.trab_{t-1}</i>	0.8*** (0.2)	0.8*** (0.2)	0.2** (0.1)	0.2** (0.1)	0.6*** (0.2)	0.4** (0.2)	0.4*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.4** (0.1)	0.3** (0.1)	0.7*** (0.1)	0.7*** (0.1)
<i>Empleo_{t-1}</i>	0.6*** (0.1)	0.7*** (0.1)	0.7*** (0.1)	0.6*** (0.1)	0.5** (0.2)	0.5** (0.2)	0.8*** (0.1)	0.8*** (0.1)	0.7*** (0.1)	0.7*** (0.1)	0.5*** (0.1)	0.4*** (0.1)	1.0*** (0.1)	1.1*** (0.2)
<i>Adq.Licencias_{t-1}</i>	0.1* (0.0)	0.0* (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)
<i>cooperacion^d</i>	-0.1 (0.4)	-0.4 (0.4)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)	-1.3 (1.0)	-1.0 (0.9)	0.0 (0.5)	0.0 (0.5)	0.3 (0.2)	0.2 (0.2)	0.2 (0.3)	0.2 (0.3)	-0.1 (0.7)	-0.1 (0.6)
<i>exp.ventas_{t-1}</i>	-0.8** (0.4)	-0.8** (0.4)	0.4** (0.2)	0.4** (0.2)	0.5 (0.4)	0.5 (0.4)	0.5 (0.3)	0.5 (0.3)	0.6*** (0.2)	0.6*** (0.2)	0.8** (0.3)	0.8** (0.3)	-0.5 (0.4)	-0.5 (0.4)
<i>Prop.Extranj^d</i>	-0.4 (0.3)	-0.4 (0.3)	-0.5 (0.3)	-0.5 (0.3)	1.5*** (0.5)	1.5*** (0.5)	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)	-0.6* (0.3)	-0.6* (0.3)	0.1 (0.8)	0.1 (0.8)	0.7 (0.4)	0.7 (0.4)
<i>fin.publico^d</i>	-0.8** (0.4)	-0.8** (0.4)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)	0.1 (0.3)	0.1 (0.3)	0.3 (0.4)	0.3 (0.4)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)	-0.6 (0.4)	-0.6 (0.4)	0.0 (0.4)	0.0 (0.4)
Constante	-0.1 (1.7)	-0.7 (1.8)	4.3*** (1.0)	4.4*** (1.0)	3.6* (1.9)	5.2*** (1.8)	3.0** (1.5)	3.2** (1.4)	3.9*** (1.0)	3.9*** (1.0)	4.9*** (1.4)	5.5*** (1.4)	-1.8 (1.7)	-1.9 (1.7)
athrho	-0.3 (0.3)	-0.3 (0.3)	-0.1 (0.1)	0.0 (0.1)	-0.3 (0.3)	-0.2 (0.2)	-0.1 (0.1)	-0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	-0.1 (0.1)	-0.1 (0.1)	0.0 (0.2)	0.0 (0.2)
Insigna	0.2** (0.1)	0.2* (0.1)	-0.1 (0.2)	-0.1 (0.2)	0.6*** (0.1)	0.5*** (0.1)	0.5*** (0.0)	0.5*** (0.0)	0.5*** (0.0)	0.5*** (0.0)	0.5*** (0.1)	0.4*** (0.1)	0.6*** (0.1)	0.6*** (0.1)
Observaciones	483	483	384	384	407	407	899	899	1249	1249	1069	1069	529	529

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.4: Probabilidad de Innovar en Producto o en Proceso Productivo

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
$Empleo_{t-1}$	0.3** (0.1)	0.3** (0.1)	0.2 (0.2)	0.2 (0.2)	0.3** (0.1)	0.3** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2** (0.1)	0.3*** (0.0)	0.2*** (0.1)	0.3*** (0.0)	0.3*** (0.0)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
$cooperation^d$	1.8** (0.8)	1.8** (0.7)	1.7*** (0.5)	1.6*** (0.5)	0.0 (0.6)	-0.0 (0.6)	0.7* (0.4)	0.5 (0.4)	1.1*** (0.2)	0.8*** (0.2)	1.1*** (0.2)	1.0*** (0.2)	1.3*** (0.3)	0.9** (0.4)
$Export^d$	0.1 (0.3)	-0.2 (0.3)	1.1* (0.6)	1.0 (0.7)	-0.0 (0.3)	-0.1 (0.3)	0.8*** (0.2)	0.8*** (0.2)	0.2* (0.1)	0.2 (0.1)	0.2 (0.1)	0.1 (0.1)	0.3** (0.2)	0.1 (0.2)
$Adq.Licencias_{t-1}$	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1** (0.0)	0.1** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)
$Prod.trab_{t-1}$	0.2 (0.1)	0.2 (0.1)	-0.0 (0.2)	-0.0 (0.2)	0.2** (0.1)	0.2** (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1** (0.0)	0.1** (0.0)	0.1* (0.0)	0.1* (0.0)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
$Prop.Extranj^d$	0.6 (0.4)	0.6 (0.4)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.7*** (0.2)	-0.7*** (0.2)	0.0 (0.3)	0.0 (0.3)	0.0 (0.2)	0.0 (0.2)	0.1 (0.3)	0.1 (0.3)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)
Constante	-2.2*** (0.6)	-4.5*** (1.5)	-2.8*** (0.7)	-2.8*** (1.7)	-2.1*** (0.5)	-4.4*** (0.9)	-1.9*** (0.3)	-2.8*** (0.6)	-2.3*** (0.2)	-3.2*** (0.5)	-2.6*** (0.2)	-3.3*** (0.5)	-2.7*** (0.5)	-5.4*** (0.9)
Observaciones	517	483	390	384	407	407	899	899	1268	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R^2	0.191	0.234	0.284	0.276	0.099	0.122	0.140	0.159	0.167	0.224	0.176	0.193	0.169	0.228

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.5: Probabilidad de Innovar en Producto o en Proceso Productivo

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Gasto.Innov_{t-1}</i>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0* (0.0)	0.0* (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)
<i>Empleo_{t-1}</i>	0.3** (0.1)	0.2** (0.1)	0.2 (0.2)	0.2 (0.2)	0.2* (0.1)	0.2 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)
<i>cooperacion^d</i>	1.7** (0.7)	1.7** (0.7)	1.3*** (0.5)	1.3*** (0.5)	-0.1 (0.6)	-0.1 (0.6)	0.3 (0.4)	0.2 (0.4)	0.5*** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.4 (0.2)	0.4 (0.2)	1.1*** (0.4)	0.9** (0.4)
<i>exp.ventas_{t-1}</i>	-0.0 (0.3)	-0.2 (0.3)	0.8 (0.6)	0.8 (0.7)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)	0.8*** (0.2)	0.8*** (0.2)	-0.2 (0.2)	-0.2 (0.2)	-0.1 (0.2)	-0.1 (0.2)	0.2 (0.2)	-0.0 (0.2)
<i>Adq.Licencias_{t-1}</i>	-0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0** (0.0)	0.0** (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Prod.trab_{t-1}</i>	0.2 (0.1)	0.2 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.2** (0.1)	0.2** (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.2** (0.1)	0.2** (0.1)
<i>Prop.Extran.j^d</i>	0.6 (0.4)	0.6 (0.4)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.7*** (0.2)	-0.7*** (0.2)	0.1 (0.3)	0.1 (0.3)	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)
Constante	-2.5*** (0.6)	-4.2*** (1.5)	-3.0*** (0.6)	-3.1** (1.5)	-2.1*** (0.5)	-2.1*** (0.5)	-2.1*** (0.3)	-2.5*** (0.7)	-2.2*** (0.2)	-2.4*** (0.6)	-2.7*** (0.2)	-3.0*** (0.5)	-3.0*** (0.5)	-5.0*** (1.0)
Observaciones	483	483	384	384	407	407	899	899	1249	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R ²	0.217	0.237	0.310	0.310	0.116	0.136	0.274	0.277	0.405	0.412	0.344	0.345	0.356	0.370

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.6: Probabilidad de Innovar en Producto

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
$Empleo_{t-1}$	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.0 (0.2)	0.1 (0.2)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1* (0.1)	0.1 (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.3*** (0.0)	0.3*** (0.0)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
$cooperacion^d$	2.1*** (0.7)	2.1*** (0.6)	1.3*** (0.5)	1.2*** (0.5)	1.3*** (0.5)	1.2*** (0.5)	0.6 (0.4)	0.5 (0.5)	0.9*** (0.2)	0.7*** (0.2)	0.8*** (0.2)	0.7*** (0.2)	1.4*** (0.3)	0.9** (0.4)
$Export^d$	0.0 (0.3)	-0.2 (0.3)	1.3** (0.7)	1.2* (0.7)	0.1 (0.3)	0.1 (0.3)	0.7*** (0.2)	0.6*** (0.2)	0.3** (0.1)	0.2 (0.1)	0.2 (0.2)	0.1 (0.2)	0.3* (0.2)	0.1 (0.2)
$Adq.Licencias_{t-1}$	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1* (0.0)	0.1* (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	0.1** (0.0)	0.1** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1** (0.0)	0.1** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)
$Prod.trab_{t-1}$	0.2 (0.1)	0.2 (0.1)	-0.1 (0.2)	-0.1 (0.2)	0.2** (0.1)	0.2** (0.1)	0.1* (0.0)	0.1* (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1* (0.0)	0.1* (0.0)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
$Prop.Extranj^d$	0.0 (0.3)	0.0 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.8*** (0.3)	-0.8*** (0.3)	0.1 (0.3)	0.1 (0.3)	0.1 (0.2)	0.1 (0.2)	0.1 (0.3)	0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)
Constante	-1.9** (0.8)	-4.3*** (1.4)	-2.5*** (0.7)	-1.6 (1.8)	-1.4*** (0.5)	-1.4*** (0.5)	-1.9*** (0.3)	-2.7*** (0.6)	-2.4*** (0.2)	-3.4*** (0.5)	-2.6*** (0.2)	-3.4*** (0.5)	-3.0*** (0.4)	-5.7*** (0.8)
Observaciones	517	483	390	384	359	359	899	899	1268	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R^2	0.191	0.241	0.295	0.295	0.089	0.089	0.117	0.134	0.162	0.215	0.174	0.196	0.194	0.256

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.7: Probabilidad de Innovar en Proceso Productivo

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Gasto.Innov_{t-1}</i>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0** (0.0)	0.0** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)
<i>Empleo_{t-1}</i>	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.0 (0.2)	0.0 (0.2)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.0 (0.1)	0.1 (0.1)
<i>cooperacion^d</i>	2.0*** (0.6)	2.0*** (0.6)	1.1** (0.5)	1.1** (0.5)	0.0 (0.5)	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)	0.2 (0.4)	0.4** (0.2)	0.3* (0.2)	0.2 (0.2)	0.2 (0.2)	1.1*** (0.4)	0.9** (0.4)
<i>exp.ventas_{t-1}</i>	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.4)	1.1 (0.7)	1.1 (0.7)	0.1 (0.3)	0.1 (0.3)	0.6*** (0.2)	0.6*** (0.2)	-0.1 (0.2)	-0.1 (0.2)	-0.1 (0.2)	-0.1 (0.2)	0.2 (0.2)	-0.0 (0.3)
<i>Adq.Licencias_{t-1}</i>	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Prod.trab_{t-1}</i>	0.2 (0.1)	0.2 (0.1)	-0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	0.2* (0.1)	0.2 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.2** (0.1)	0.1 (0.1)
<i>Prop.Extran.j^d</i>	0.0 (0.3)	0.0 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.8** (0.3)	-0.8** (0.3)	0.2 (0.3)	0.2 (0.3)	0.2 (0.2)	0.2 (0.2)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)	-0.1 (0.3)
Constante	-2.6*** (0.7)	-4.0*** (1.4)	-2.7*** (0.6)	-2.3 (1.6)	-1.4*** (0.5)	-3.3*** (1.0)	-2.1*** (0.3)	-2.5*** (0.6)	-2.4*** (0.2)	-2.6*** (0.6)	-2.8*** (0.3)	-3.1*** (0.6)	-3.1*** (0.4)	-5.2*** (0.9)
Observaciones	483	483	384	384	359	359	899	899	1249	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R ²	0.236	0.244	0.322	0.324	0.114	0.137	0.257	0.262	0.405	0.409	0.340	0.343	0.348	0.365

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.8: Probabilidad de Innovar en Proceso Productivo

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
$Empleo_{t-1}$	0.3* (0.1)	0.3** (0.1)	0.1 (0.2)	0.2 (0.2)	0.5*** (0.1)	0.5*** (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.1* (0.1)	0.2** (0.1)
$cooperation^d$	0.6 (0.5)	0.7 (0.5)	0.9 (0.7)	0.9 (0.6)	0.4 (0.6)	0.3 (0.6)	0.8** (0.4)	0.6 (0.4)	0.8*** (0.2)	0.6*** (0.2)	1.1*** (0.3)	1.1*** (0.3)	1.4*** (0.4)	1.1*** (0.4)
$Export^d$	0.3 (0.3)	-0.0 (0.3)	1.5** (0.7)	1.5* (0.8)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)	0.8*** (0.2)	0.8*** (0.2)	0.3** (0.1)	0.3* (0.1)	0.5** (0.2)	0.5** (0.2)	0.2 (0.2)	0.0 (0.2)
$Adq.Licencias_{t-1}$	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0* (0.0)	-0.0* (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1* (0.0)	0.1* (0.0)	0.1* (0.0)	0.1* (0.0)
$Prod.trab_{t-1}$	0.2* (0.1)	0.2* (0.1)	-0.2 (0.2)	-0.2 (0.2)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.0)	0.1 (0.0)	-0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
$Prop.Extranj^d$	0.7* (0.4)	0.7* (0.4)	-0.2 (0.4)	-0.2 (0.4)	-0.5** (0.3)	-0.5** (0.3)	0.2 (0.3)	0.2 (0.3)	0.2 (0.2)	0.2 (0.2)	0.2 (0.2)	0.2 (0.4)	-1.1*** (0.4)	-1.1*** (0.4)
Constante	-2.2*** (0.7)	-4.7*** (1.5)	-3.1*** (0.7)	-1.3 (1.8)	-3.4*** (0.6)	-5.9*** (0.7)	-1.7*** (0.3)	-2.5*** (0.7)	-2.5*** (0.2)	-3.0*** (0.5)	-2.9*** (0.3)	-2.7*** (0.6)	-2.7*** (0.6)	-5.1*** (1.0)
Observaciones	517	483	390	384	407	407	899	899	1268	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R^2	0.149	0.208	0.365	0.373	0.146	0.171	0.117	0.136	0.145	0.194	0.246	0.263	0.148	0.207

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.9: Probabilidad de Innovar en Proceso Productivo

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Gasto.Innov</i> _{t-1}	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)
<i>Empleo</i> _{t-1}	0.3** (0.1)	0.3* (0.1)	0.1 (0.2)	0.2 (0.2)	0.4*** (0.1)	0.4*** (0.1)	-0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	-0.0 (0.1)	0.0 (0.1)
<i>cooperacion</i> ^d	0.6 (0.4)	0.6 (0.5)	0.6 (0.6)	0.6 (0.6)	0.3 (0.6)	0.3 (0.6)	0.4 (0.3)	0.3 (0.4)	0.3* (0.2)	0.3 (0.2)	0.6** (0.3)	0.6* (0.3)	1.3*** (0.4)	1.2*** (0.4)
<i>exp.ventas</i> _{t-1}	0.3 (0.3)	0.0 (0.3)	1.2 (0.8)	1.3 (0.8)	-0.3 (0.3)	-0.3 (0.3)	0.8*** (0.2)	0.8*** (0.2)	0.0 (0.2)	-0.0 (0.2)	0.4 (0.3)	0.4 (0.2)	0.0 (0.3)	-0.0 (0.3)
<i>Adq.Licencias</i> _{t-1}	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0* (0.0)	-0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0** (0.0)	0.0** (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Prod.trab</i> _{t-1}	0.2 (0.1)	0.2 (0.1)	-0.2 (0.2)	-0.2 (0.2)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.0 (0.1)	0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	-0.0 (0.1)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)
<i>Prop.Extran.j</i> ^d	0.7* (0.4)	0.7* (0.4)	-0.2 (0.4)	-0.2 (0.4)	-0.5* (0.2)	-0.5* (0.2)	0.3 (0.3)	0.3 (0.3)	0.3 (0.2)	0.3 (0.2)	0.0 (0.4)	0.0 (0.4)	-1.2*** (0.4)	-1.2*** (0.4)
Constante	-2.6*** (0.6)	-4.6*** (1.5)	-3.5*** (0.6)	-2.2 (1.7)	-3.5*** (0.6)	-5.7*** (0.8)	-1.8*** (0.3)	-2.1*** (0.7)	-2.4*** (0.3)	-2.2*** (0.6)	-3.0*** (0.3)	-2.6*** (0.6)	-2.9*** (0.6)	-4.4*** (1.2)
Observaciones	483	483	384	384	407	407	899	899	1249	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R ²	0.172	0.209	0.366	0.380	0.161	0.184	0.216	0.222	0.328	0.338	0.318	0.323	0.313	0.341

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.10: Exportaciones sobre Ventas Totales

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Gasto.Innov_{t-1}</i> (<i>por.trabajador</i>)	0.0*** (0.0)	0.0 (0.0)	0.0** (0.0)	0.0** (0.0)	0.0** (0.0)	0.0 (0.0)	0.0*** (0.0)	0.0** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.0** (0.0)	0.0 (0.0)
<i>Prod.trab_{t-1}</i>	0.1*** (0.0)	0.1** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0* (0.0)	0.0** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)
<i>Prop.Extranj^d</i>	0.3*** (0.1)	0.2** (0.1)	0.1 (0.1)	0.0 (0.1)	0.1 (0.2)	0.1 (0.1)	0.2*** (0.1)	0.1 (0.1)	0.3*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2** (0.1)	0.2 (0.1)	0.4*** (0.1)	0.2*** (0.1)
<i>grande^d</i> (<i>> 150.trab</i>)	0.3*** (0.1)		0.1** (0.1)		0.3*** (0.1)		0.2*** (0.1)		0.2*** (0.0)		0.1*** (0.1)		0.1*** (0.1)	0.2*** (0.1)
<i>pequena^d</i> (<i>< 50.trab</i>)	-0.1** (0.1)		-0.3*** (0.1)		-0.2*** (0.1)		-0.2*** (0.0)		-0.2*** (0.0)		-0.2*** (0.0)		-0.1** (0.1)	-0.1** (0.1)
Constante	-0.7*** (0.3)	-0.4 (0.2)	-1.2*** (0.3)	-0.7** (0.3)	-0.6*** (0.2)	-0.1 (0.3)	-0.2* (0.1)	-0.2 (0.1)	-0.6*** (0.1)	-0.4*** (0.1)	-0.4** (0.2)	-0.2 (0.2)	-0.5** (0.2)	-0.8*** (0.2)
Observaciones	479	479	373	373	407	407	897	897	1248	1248	1069	1069	529	529
<i>R</i> ²	0.241	0.360	0.257	0.372	0.122	0.354	0.096	0.249	0.208	0.310	0.114	0.193	0.179	0.298

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.11: Exportaciones sobre Ventas Totales

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Prod.trab_{t-1}</i>	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0** (0.0)	0.0** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.0*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)
<i>Innov.prod^d</i>	-0.0 (0.1)		0.4** (0.2)		-0.0 (0.1)		0.2*** (0.1)		0.1** (0.0)		0.1* (0.1)		-0.0 (0.1)	
<i>pequena^d</i> (<i>< 50.trab</i>)	-0.2** (0.1)	-0.2** (0.1)	-0.3*** (0.1)	-0.3*** (0.1)	-0.2*** (0.1)	-0.3*** (0.1)	-0.2*** (0.0)	-0.2*** (0.0)	-0.2*** (0.0)	-0.2*** (0.0)	-0.2*** (0.0)	-0.2*** (0.0)	-0.1** (0.1)	-0.1** (0.1)
<i>grande^d</i> (<i>> 150.trab</i>)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.2** (0.1)	0.2** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.3*** (0.0)	0.3*** (0.0)	0.1*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)
<i>Innov.proc^d</i>	0.1 (0.1)		0.5** (0.2)		-0.1 (0.1)		0.2*** (0.1)		0.1** (0.0)		0.2** (0.1)		0.0 (0.1)	
Constante	-0.5** (0.3)	-0.5* (0.3)	-0.6** (0.3)	-0.6*** (0.2)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.1)	-0.2 (0.2)	-0.5*** (0.1)	-0.5*** (0.1)	-0.2 (0.2)	-0.2 (0.2)	-0.9*** (0.2)	-0.9*** (0.2)
Observaciones	479	479	373	373	407	407	897	897	1248	1248	1069	1069	529	529
<i>R</i> ²	0.333	0.334	0.418	0.433	0.352	0.353	0.254	0.263	0.278	0.280	0.167	0.168	0.280	0.280

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.12: Probabilidad de Exportar

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Prod.trab</i> _{t-1}	0.4*** (0.1)	0.4*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.4*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.4*** (0.1)	0.4*** (0.1)
<i>Innov.prod</i> ^d	-0.2 (0.3)	1.6** (0.7)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)	0.7*** (0.2)	0.7*** (0.2)	0.3** (0.2)	0.3** (0.2)	0.5** (0.2)	0.5** (0.2)	0.0 (0.2)	0.0 (0.2)
<i>pequena</i> ^d (<i>< 50.trab</i>)	-0.9** (0.4)	-0.9** (0.4)	-1.9*** (0.4)	-1.8*** (0.3)	-1.1*** (0.2)	-1.1*** (0.2)	-0.9*** (0.2)	-0.9*** (0.2)	-0.7*** (0.1)	-0.7*** (0.1)	-0.7*** (0.2)	-0.7*** (0.2)	-0.6** (0.2)	-0.6** (0.2)
<i>grande</i> ^d (<i>> 150.trab</i>)	0.9*** (0.3)	0.9*** (0.3)	0.0 (0.4)	0.1 (0.4)	0.8*** (0.3)	0.8*** (0.3)	0.6*** (0.2)	0.6*** (0.2)	0.8*** (0.1)	0.8*** (0.1)	0.4*** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.9*** (0.2)	0.9*** (0.2)
<i>Innov.proc</i> ^d	0.1 (0.3)	0.1 (0.3)	1.7** (0.8)	1.7** (0.8)	-0.2 (0.3)	-0.2 (0.3)	0.7*** (0.2)	0.7*** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.7** (0.3)	0.7** (0.3)	0.0 (0.3)	0.0 (0.3)
Constante	-4.4*** (1.4)	-4.4*** (1.4)	-3.7*** (1.2)	-4.0*** (1.2)	-3.2*** (1.1)	-3.2*** (1.1)	-2.2*** (0.5)	-2.2*** (0.5)	-3.0*** (0.5)	-3.0*** (0.5)	-2.3*** (0.6)	-2.3*** (0.6)	-4.8*** (0.9)	-4.8*** (0.9)
Observaciones	483	483	384	384	407	407	899	899	1249	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R ²	0.313	0.313	0.562	0.558	0.311	0.311	0.222	0.226	0.222	0.224	0.150	0.149	0.248	0.248

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.13: Probabilidad de Exportar

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Prod.trab_{t-1}</i>	0.4*** (0.1)	0.4*** (0.1)	0.3** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.4*** (0.1)	0.4*** (0.1)
<i>Innovacion^d</i> (<i>prod/proc</i>)	-0.1 (0.3)		1.2* (0.7)	-0.3 (0.3)			0.8*** (0.2)		0.3** (0.1)		0.4** (0.2)		0.1 (0.2)	
<i>pequena^d</i> (<i>< 50.trab</i>)	-1.0** (0.4)	-0.9** (0.4)	-1.8*** (0.4)	-1.9*** (0.4)	-1.1*** (0.2)	-1.1*** (0.2)	-0.9*** (0.2)	-0.9*** (0.2)	-0.7*** (0.1)	-0.7*** (0.1)	-0.7*** (0.2)	-0.7*** (0.2)	-0.6*** (0.2)	-0.6*** (0.2)
<i>grande^d</i> (<i>> 150.trab</i>)	0.9*** (0.3)	0.9*** (0.3)	-0.0 (0.4)	0.0 (0.4)	0.8*** (0.3)	0.8*** (0.3)	0.6*** (0.2)	0.6*** (0.2)	0.8*** (0.1)	0.8*** (0.1)	0.4*** (0.2)	0.4*** (0.2)	0.9*** (0.2)	0.9*** (0.2)
<i>Innov.prod^d</i>		-0.2 (0.3)		1.6** (0.7)		-0.2 (0.3)		0.7*** (0.2)		0.3** (0.2)		0.5** (0.2)		0.0 (0.2)
Constante	-4.4*** (1.4)	-4.4*** (1.4)	-3.4*** (1.2)	-3.7*** (1.2)	-3.2*** (1.1)	-3.2*** (1.1)	-2.2*** (0.5)	-2.2*** (0.5)	-3.0*** (0.5)	-3.0*** (0.5)	-2.3*** (0.6)	-2.3*** (0.6)	-4.8*** (0.9)	-4.8*** (0.9)
Observaciones	483	483	384	384	407	407	899	899	1249	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R ²	0.312	0.313	0.538	0.562	0.312	0.311	0.232	0.222	0.222	0.222	0.150	0.150	0.248	0.248

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.14: Probabilidad de Exportar

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Prod.trab</i> _{t-1}	0.4*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3** (0.1)	0.3** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.2** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.1)	0.2*** (0.1)	0.4*** (0.1)	0.4*** (0.1)
<i>Innovacion</i> ^d (<i>prod/proc</i>)	-0.1 (0.3)		1.2* (0.7)		-0.3 (0.3)		0.8*** (0.2)		0.3** (0.1)		0.4** (0.2)		0.1 (0.2)	
<i>pequena</i> ^d (<i>< 50.trab</i>)	-1.0** (0.4)	-0.8** (0.4)	-1.8*** (0.4)	-1.8*** (0.4)	-1.1*** (0.2)	-1.1*** (0.2)	-0.9*** (0.2)	-0.9*** (0.2)	-0.7*** (0.1)	-0.7*** (0.1)	-0.7*** (0.2)	-0.7*** (0.2)	-0.6** (0.2)	-0.5** (0.2)
<i>grande</i> ^d (<i>> 150.trab</i>)	0.9*** (0.3)	0.9*** (0.3)	-0.0 (0.4)	0.0 (0.4)	0.8*** (0.3)	0.8*** (0.3)	0.6*** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.8*** (0.1)	0.7*** (0.1)	0.4*** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.9*** (0.2)	0.9*** (0.2)
<i>Gasto.Innov</i> _{t-1} (<i>por.trabajador</i>)	0.1* (0.0)		0.1 (0.1)		0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Constante	-4.4*** (1.4)	-4.1*** (1.4)	-3.4*** (1.2)	-3.5*** (1.4)	-3.2*** (1.1)	-3.1*** (1.1)	-2.2*** (0.5)	-2.2*** (0.5)	-3.0*** (0.5)	-2.9*** (0.5)	-2.3*** (0.6)	-2.3*** (0.6)	-4.8*** (0.9)	-4.8*** (0.9)
Observaciones	483	483	384	384	407	407	899	899	1249	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R ²	0.312	0.322	0.538	0.507	0.312	0.314	0.232	0.212	0.222	0.242	0.150	0.170	0.248	0.248

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Tabla 6.15: Probabilidad de Exportar

	1995		1998		2001		2004		2006		2008		2010	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
<i>Prod.trab</i> _{t-1}	0.3*** (0.1)	0.3*** (0.1)	0.3** (0.1)	0.3** (0.1)	0.3** (0.1)	0.2** (0.1)	0.1*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.2*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.2*** (0.1)	0.4*** (0.1)	0.4*** (0.1)
<i>Gasto.Innov</i> _{t-1}	0.0** (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	-0.0 (0.0)	-0.0 (0.0)
<i>pequena</i> ^d (<i>< 50.trab</i>)	-0.8** (0.4)	-0.8** (0.4)	-1.8*** (0.4)	-1.8*** (0.4)	-1.1*** (0.2)	-1.1*** (0.2)	-0.8*** (0.2)	-0.9*** (0.2)	-0.7*** (0.1)	-0.7*** (0.1)	-0.7*** (0.2)	-0.7*** (0.2)	-0.6** (0.2)	-0.5** (0.2)
<i>grande</i> ^d (<i>> 150.trab</i>)	0.8*** (0.3)	0.9*** (0.3)	0.1 (0.3)	0.0 (0.4)	0.8*** (0.3)	0.8*** (0.3)	0.5*** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.7*** (0.1)	0.7*** (0.1)	0.4** (0.2)	0.5*** (0.2)	0.9*** (0.2)	0.9*** (0.2)
<i>Gasto.Innov</i> _{t-1} (<i>por.trabajador</i>)	0.1* (0.0)	0.1 (0.0)	0.1 (0.1)	0.1 (0.1)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.1*** (0.0)	0.0 (0.0)	0.0 (0.0)
Constante	-4.1*** (1.4)	-4.1*** (1.4)	-3.5*** (1.4)	-3.5*** (1.4)	-3.2*** (1.1)	-3.1*** (1.1)	-2.3*** (0.5)	-2.2*** (0.5)	-2.9*** (0.5)	-2.9*** (0.5)	-2.2*** (0.5)	-2.3*** (0.6)	-4.9*** (0.8)	-4.8*** (0.9)
Observaciones	483	483	384	384	407	407	899	899	1249	1249	1069	1069	529	529
Pseudo R ²	0.328	0.322	0.499	0.507	0.312	0.314	0.248	0.212	0.245	0.242	0.207	0.170	0.248	0.248

Standard errors in parentheses

Incluye dummies sectoriales

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

^d Variable categórica (binaria).

Capítulo 7

Discusión

En este trabajo se ha propuesto estudiar el proceso de innovación al interior de la firma. Se considera como proceso de innovación a partir de la decisión de destinar recursos a mejoras productivas, hasta su posterior impacto en la productividad de la firma y actividad exportadora. Para esto, se ha dispuesto de datos de sección cruzada a partir del año 1995 hasta el año 2010, provenientes de la Encuesta de Innovación Tecnológica EIT.

Antes de discutir los principales resultados obtenidos se hace un breve análisis de la estadística descriptiva. La que considera fundamentalmente: 1) Los datos de sección cruzada de cada año; 2) La dinámica seguida por estas medias durante los años 1995 hasta el 2010. Se observa en la Tabla 4.4 que existe un marcado comportamiento de las variables de innovación cuyo Peak se encuentra en el año 2001 (45%), seguido por el año 2004 (38%). Pueden existir muchos factores que expliquen este fenómeno. Primero se podría deber al hecho que en el periodo anterior (1998), producto de la crisis económica, muchas firmas manufactureras tuvieron que postergar gastos relacionados con la innovación, al no ser considerados prioritarios. En segundo término podrían existir efectos macroeconómicos en la decisión de gasto en innovación. Por ejemplo, el precio del dólar (en términos reales) mostró un fuerte aumento en ese periodo (Figura 7.1), por lo que pudo impulsar a las firmas a realizar proyectos de innovación debido a las favorables condiciones cambiarias para las firmas exportadoras. Si se observan los datos para las firmas exportadoras y no-exportadoras (Tabla 4.5), se observa que si bien las firmas exportadoras que realizan gasto aumentaron, las firmas no exportadoras prácticamente doblaron la probabilidad de gastar en innovaciones. Por otro lado el fuerte aumento en las firmas que realizan innovaciones y su posterior caída (2003) coincide con el inicio de una desaceleración de la productividad del sector manufacturero y la crisis energética (que habría incidido en la productividad del sector a partir del año 2005). Esto podría influenciar, por un lado, la decisión de gasto en las firmas derivada de un aumento en sus costos. Y por otro lado podría afectar la medición del impacto del gasto en la productividad, al presentar esta última medida costos mayores y heterogéneos. Por lo tanto no se descarta que esta muestra en particular presente problemas de medición, en cuanto podría existir sobrevaloración de la productividad de las firmas. A su vez, existirían aumentos en los costos productivos, lo que podría generar cambios en la decisión de la firma, entre otros fenómenos. En el Anexo 3 se muestra la fuerte caída en la productividad observada para el

sector industrial²⁵. De esta forma el análisis dinámico estará limitado por la incidencia de variables que podrían no estar consideradas en el modelo, como es el caso del tipo de cambio²⁶ y el costo de la energía.

Para la variable que estudia si la firma declara realizar innovaciones en tecnológicas (productos y/o procesos), se observa un notorio aumento de este tipo de actividades realizadas por las firmas en el año 2004. Esto se pudo deber al aumento de las firmas que realizaron gasto en el año 2001, que tuvieron efectos rezagados en desarrollos tecnológicos. Por otro lado, si no se consideran las muestras de 1998 y 2001, existiría una tendencia a la baja del número de firmas que realizan innovaciones.

A partir de la Tabla 6.12 se aprecia que las firmas que innovan tienen una alta probabilidad de ser exportadoras. Como es lógico, las firmas que realizan gasto en innovación tienen más probabilidades de que esas innovaciones se convierten en avances o innovaciones tecnológicas. Por otro lado las firmas exportadoras presentan una mayor propensión hacia actividades de innovación (Tabla 6.4 y Tabla 6.2). Esto para las variables de innovaciones tecnológicas, y para el gasto de innovación.

Ni el comportamiento temporal del gasto en innovación, como tampoco el comportamiento de las innovaciones tecnológicas realizadas, permiten extraer conclusiones que expliquen la baja en la productividad laboral experimentada en la industria manufacturera a partir del 2000. Esto, ya que las dos variables mencionadas presentan altos niveles para los años 2004 y 2006. Esto sería consecuente con la idea de que los cambios en la PTF en el sector manufacturero se explica mayormente por la reasignación de recursos derivados de cambios estructurales, y no serían una clara consecuencia de desarrollos tecnológicos elaborados internamente por las firmas²⁷.

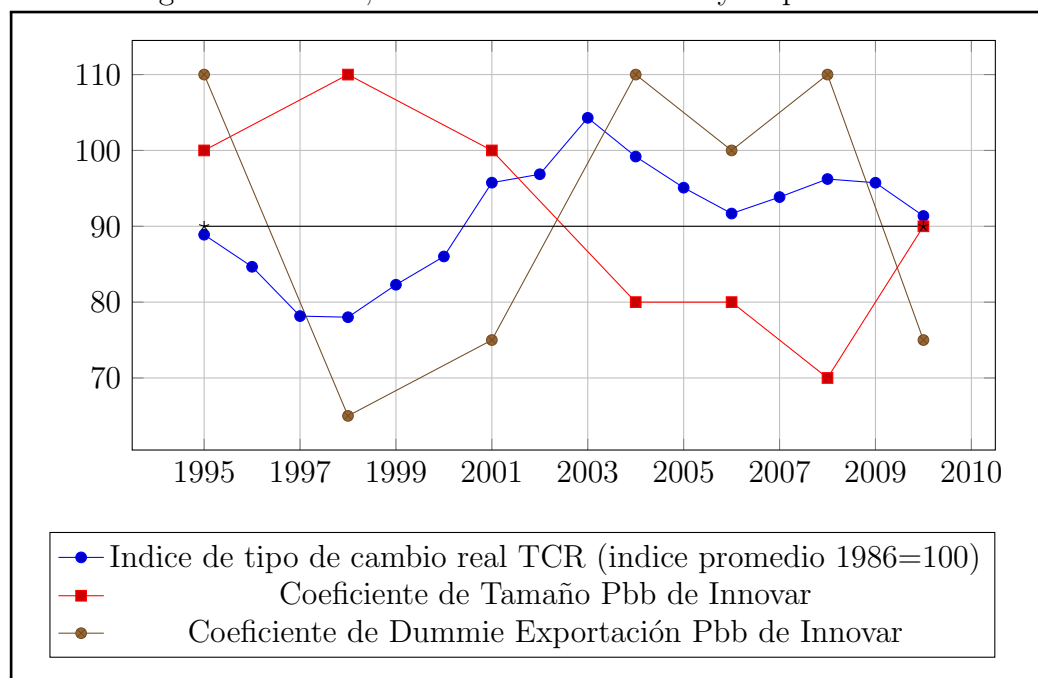
En la Figura 7.1 se observa el cambio dinámico de las coeficientes de tamaño y exportación que explican la decisión de gastar en innovación, junto con el tipo de cambio real (TCR). Se observa que el coeficiente de tamaño y exportación presentan un comportamiento contracíclico y cíclico en relación al TCR, respectivamente. Se evidencia que existe una correlación de las variaciones del TCR con los determinantes de la decisión de innovar.

²⁵Álvarez, García & García, Productividad, Innovación y Exportaciones en la Industria Manufacturera Chilena, 2008.

²⁶Se debe tener cuidado con este argumento. La valoración cambiaria podría ser endógena, toda vez que responde a evolución de la productividad. Ahora bien, existirían significativos rezagos de esa variable como explicativa de la PTF. (Fuentes, Larrain & Schmidt-Hebbel, 2004).

²⁷Bitrán & González, Estrategia de Innovación para la Productividad y el Crecimiento: Avances y Desafíos, 2010.

Figura 7.1: Dólar, Coeficientes de Tamaño y Exportación



Fuente: Información del Banco Central y a los resultados del modelo.

Ahora bien, antes de analizar los resultados del modelo regresivo, se analiza la causalidad de tres variables relevantes. Estas variables son: intensidad de gasto en innovación, intensidad exportadora y Productividad Laboral. Para estudiar la causalidad en estas variables se siguió principalmente el estudio más actual elaborado a la fecha (Filipescu, Prashantham, Rialp, & Rialp, 2013) por medio de un Test de Causalidad de Granger (Granger, 1969). Específicamente, se estudia cómo se relacionan estas tres variables y si las tres están causadas unas por otras en términos de Granger²⁸. Se especifica el modelo para testear el modelo de la siguiente manera:

$$g_t = \beta_1 g_{t-1} + \beta_2 exp_{t-1} + \beta_3 v_{t-1} + u_g$$

$$v_t = \beta_1 v_{t-1} + \beta_2 exp_{t-1} + \beta_3 g_{t-1} + u_v$$

$$exp_t = \beta_1 exp_{t-1} + \beta_2 g_{t-1} + \beta_3 v_{t-1} + u_{exp}$$

Donde,

g : Gasto de innovación

exp : Exportación

v : Productividad Laboral

El gasto en innovación es medido por la suma de los gastos relacionados con la adquisición de patentes, licencias y know-how; el gasto de capacitación para actividades de innovación;

²⁸En lo que sigue se hará referencia indistintamente a causalidad, y a causalidad en términos de Granger. Se debe tener presente esto para efectos del análisis posterior.

instalación y puesta a punto de nuevos equipos, puesta en marcha de la producción; gasto de introducción de innovaciones al mercado; la adquisición de maquinaria y equipos para la innovación; y por último el gasto en I&D. La exportación consideró el valor real de las exportaciones totales y la productividad se midió por las ventas por trabajador. Además se agregaron Dummies Sectoriales o Dummies por año. Para estudiar la causalidad se realiza un Test de Wald con el estadístico-F. En la Tabla 7.1 se reportan los estadísticos-F, donde se aprecia que el estadístico-F alcanza significancia estadística en ambos sentidos, al estudiar las causalidades de variables de Gasto de Innovación y Exportación. Para el caso de la Productividad Laboral se observa que tanto el gasto en innovación, como exportación, presentan evidencia de Causalidad de Granger hacia productividad. No se observa evidencia de causalidad desde la productividad a las otras variables. Para la relación entre gasto de innovación y exportación, la evidencia encontrada es coherente con los estudios actuales de este fenómeno (Filipescu, Prashantham, Rialp, & Rialp, 2013). Para la relación exportación y productividad, la evidencia encontrada refleja un comportamiento donde existiría Aprendizaje por Exportar.

Tabla 7.1: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		15.45***	20.01***
Exportacion	25.26***		32.18***
Productividad Laboral	0.00762	0.723	

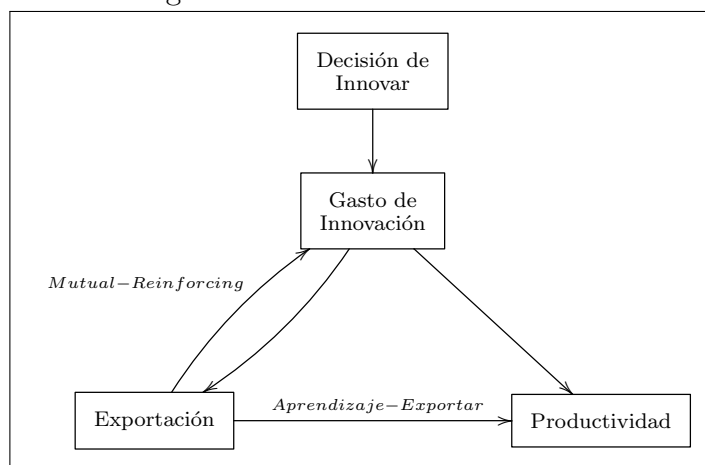
* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies sectoriales

Incluye dummies por año de la encuesta

De manera más gráfica, se observa en la Figura 7.2, evidencia de causalidad encontrada:

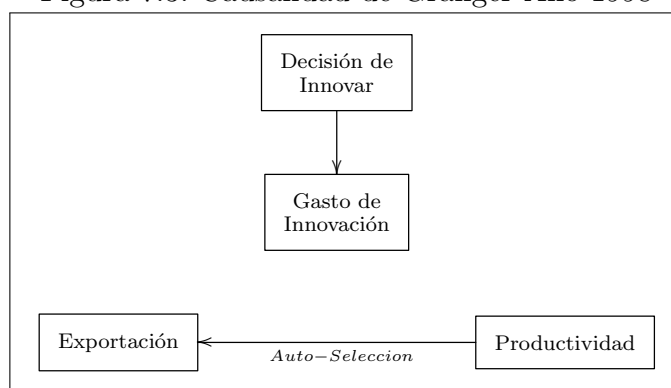
Figura 7.2: Modelo Econométrico



Fuente: Elaboración propia.

Para estudiar la dinámica temporal, se estudia la causalidad para los diferentes años. A continuación se reportan de manera gráfica (en el Anexo 4 se reportan los estadísticos-F para los diferentes años estudiados). Como era de esperarse, para el año de 1998 (Crisis Económica) la exportación de la firma es causada en términos de Granger por la productividad Laboral (Auto-Selección), siendo el único año donde se observa este comportamiento (ver Figura 7.3). De esta manera, se evidencia que en un momento de crisis económica –como fue el año 1998– sólo las firmas con un mejor desempeño en términos de productividad, pueden seguir exportando. El resto de las variables pierden relevancia, es decir, no es posible asegurar que presentan una causalidad en términos de Granger hacía ninguna dirección. Por lo tanto, el gasto en innovación y la productividad laboral podrían ser explicados por otra variable. Por ejemplo el tamaño, que muestra un importante aumento en la magnitud de su elasticidad para el año 1998 al compararla con la muestra de otros años.

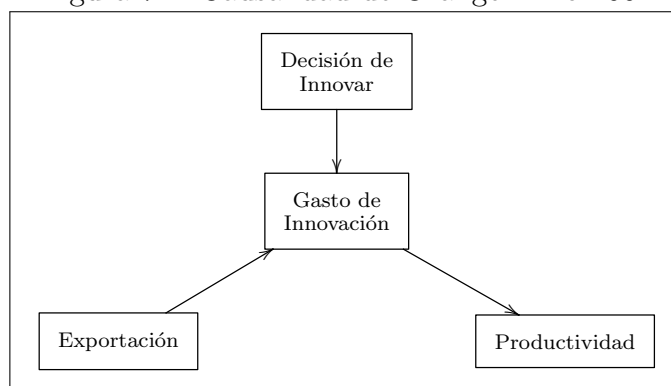
Figura 7.3: Causalidad de Granger Año 1998



Fuente: Elaboración propia.

En el resto de los años estudiados se observa una causalidad en términos de Granger desde la exportación hacía la productividad (para el año 2001 en la Figura 7.4 la causalidad es indirecta, ya que se evidencia por medio de la innovación). Por lo tanto existe evidencia de Aprendizaje por Exportar.

Figura 7.4: Causalidad de Granger Año 2001

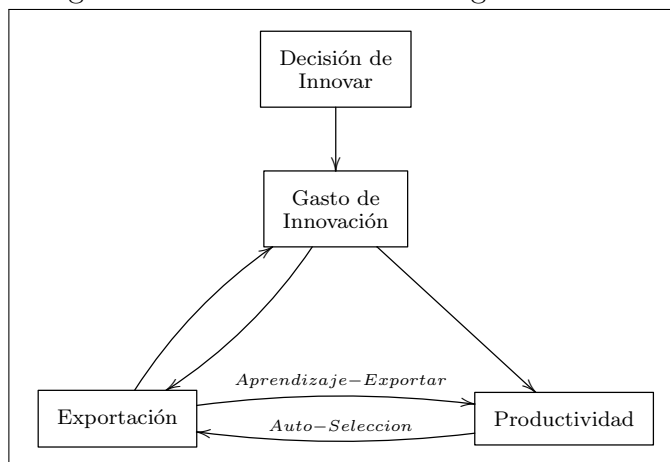


Fuente: Elaboración propia.

Sólo para los años 1998 y 2010 no se observa causalidad en ningún sentido para el gasto de

innovación. Para los años 2004 y 2008 existe evidencia de Mutual Reinforcing entre el gasto de innovación y la exportación (ver Figura 7.5).

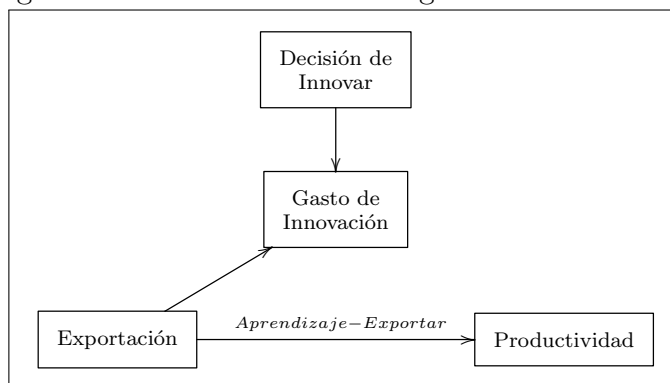
Figura 7.5: Causalidad de Granger Año 2008



Fuente: Elaboración propia.

Se elabora un estudio de causalidad, esta vez por sub-sector manufacturero (En el Anexo 6 se reportan los estadísticos-F para los diferentes sectores estudiados). De los datos obtenidos para el sector de Alimentos, se observa que la exportación causa, en términos de Granger, el gasto en innovación. Es decir, la participación de las firmas en mercados globales podría brindar información a la firma, la que posteriormente podría ser utilizada para realizar mejoras. A su vez, existe evidencia de causalidad, en términos de Granger, desde exportación hacia la productividad. Esto se debería a que las mejoras provenientes de las exportaciones estarían ligadas a mejoras en su productividad. Por último la Productividad Laboral no presentaría mayor correlación significativa con el gasto de innovación, lo que claramente va en la misma dirección de la hipótesis mencionada (Figura 7.6).

Figura 7.6: Causalidad de Granger Sector Alimentos

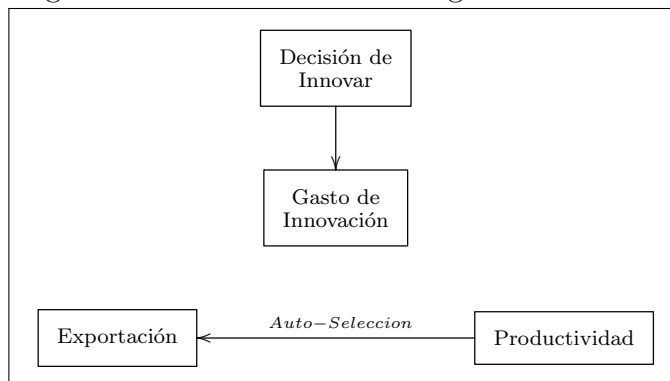


Fuente: Elaboración propia.

En el análisis de causalidad del sector textil se observa que la Productividad Laboral determina la exportación. Es decir, hay claros indicios de Auto-Selección en la firmas del sector. De esta manera, las firmas, previa mejora en su desempeño, particularmente en su

productividad, aumentan su exportación, lo que es similar a estudios anteriores, donde se consideró el sector manufacturero en su totalidad²⁹. Esta característica del mercado se puede atribuir a la amplia competencia del sector textil, específicamente a firmas globales con producción en países asiáticos (Figura 7.7).

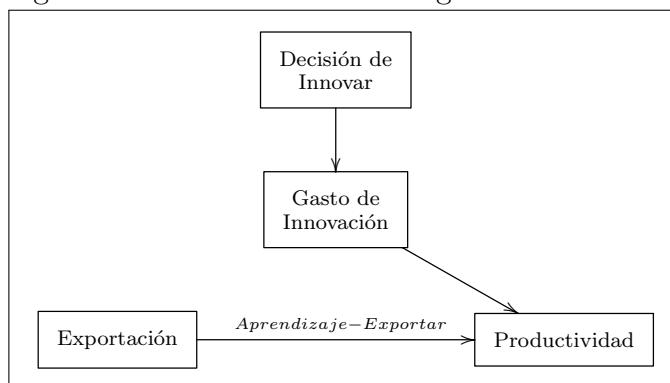
Figura 7.7: Causalidad de Granger Sector Textil



Fuente: Elaboración propia.

Para el sector maderero se observa una causalidad, en términos de Granger, desde el gasto en innovación hacia la productividad, y no al revés. De esta manera, mejoras en el desempeño de las firmas del sector maderero están fuertemente determinadas por innovaciones emprendidas por las firmas. El mismo efecto se observa con las exportaciones (Figura 7.8).

Figura 7.8: Causalidad de Granger Sector Madera

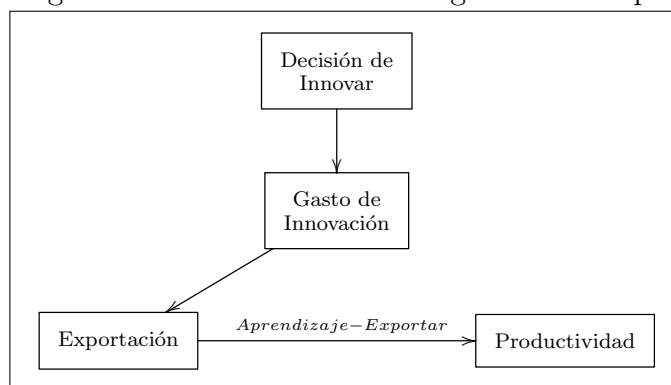


Fuente: Elaboración propia.

En el sector Papelero se observa que las firmas con mayor gasto de innovación en muestran más propensas a exportar. De este mismo modo se observa una causalidad a la Granger desde la actividad exportadora, hacia la productividad. No se aprecia ausencia de significancia estadística en la relación productividad y exportación en ninguna dirección (Figura 7.9).

²⁹Álvarez & López, Orientación Exportadora y Productividad en la Industria Manufacturera Chilena, 2004.

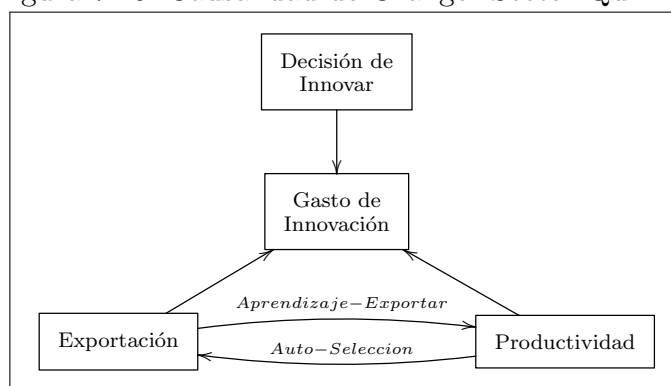
Figura 7.9: Causalidad de Granger Sector Papel



Fuente: Elaboración propia.

En la industria química, en cambio, se aprecia algo totalmente diferente. Se ve causalidad, en términos de Granger, tanto desde la productividad, como desde la exportación hacia el gasto de innovación. Asimismo, es evidente la causalidad mutua entre exportación y productividad. De esta manera se hace visible la presencia de comportamientos de Aprendizaje por Exportar directo como de Auto-Selección. En este contexto, ambas variables causarían gasto de innovación. Esto se podría deber a que el sector químico presenta un mayor dinamismo que otros mercados, donde las firmas deben continuamente buscar mejoras en sus productos. Simultáneamente el sector presenta niveles más amplios de actividades de investigación y desarrollo y una mayor sofisticación tecnológica, por lo que la posibilidad de observación de las mejoras que realizan los grandes actores globales permite concretar innovaciones, lo que no necesariamente se reflejará en su nivel de productividad, sino que será más bien, un estándar de permanencia en dichos mercados (Figura 7.10).

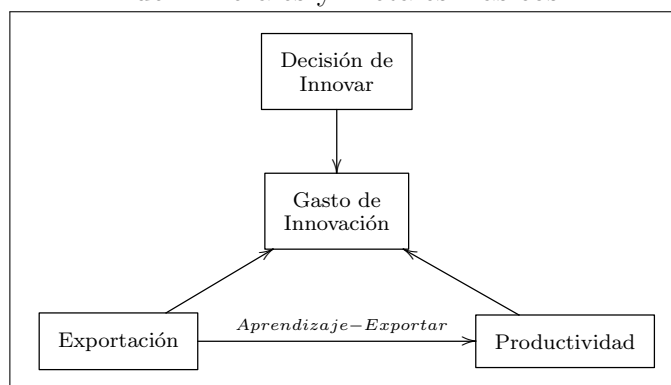
Figura 7.10: Causalidad de Granger Sector Químico



Fuente: Elaboración propia.

Para los sectores de minerales básicos (Figura 7.11) se observa un comportamiento desde la actividad exportadora hacia el gasto de innovación por un lado, junto con que la exportación actúa como detonante de la productividad (Aprendizaje por Exportar). Se aprecia también que la productividad actúa como un detonante del gasto en innovación, donde las firmas más productivas innovan, y no al revés.

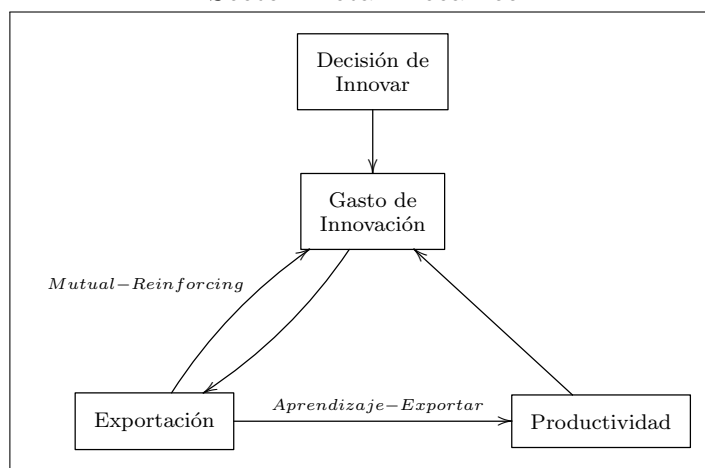
Figura 7.11: Causalidad de Granger Sector de Minerales y Metales Básicos



Fuente: Elaboración propia.

Por último para el sector Metal-Mecánico (Figura 7.12) se ve que la productividad laboral originaría mayor gasto de innovación. Existe evidencia de Aprendizaje por Exportar, donde las firmas que exportan aumentan su productividad. Por último se evidencia Mutual Reinforcing entre gasto de innovación y exportación.

Figura 7.12: Causalidad de Granger Sector Metal-Mecánico



Fuente: Elaboración propia.

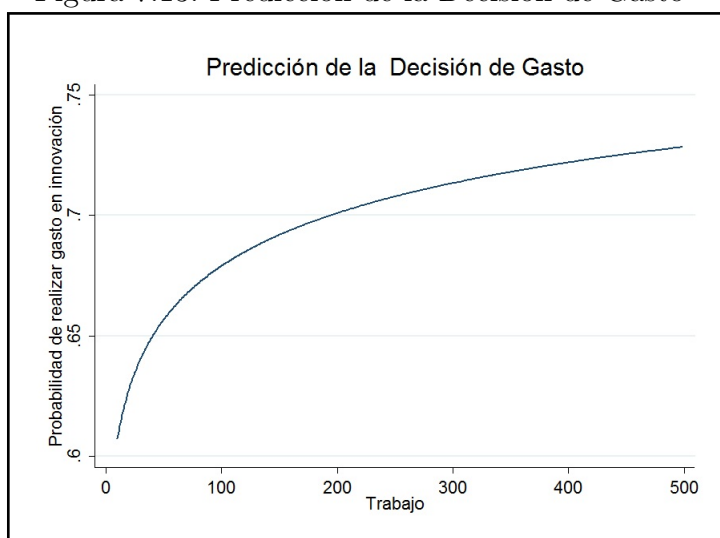
Ahora bien, dentro de los coeficientes encontrados en las regresiones, el tamaño de la firma, medido por la cantidad de empleados, es relevante. Esto, en cuanto define, tanto la decisión de realizar gasto, como el nivel de gasto en innovación³⁰. Es decir, el gasto de innovación presenta mayor dificultad de ser realizado y financiado, mientras más pequeña sea la firma. Tal como se aprecia en la Figura 7.13, que se obtuvo a partir de una regresión que consideró toda la data disponible y graficando los efectos marginales. En cuanto a cambios en la elasticidad de la variable de tamaño, no se observa un comportamiento tendencial. Se aprecia, eso si, un aumento para el año de la crisis en el año 1998. Por lo tanto existirían

³⁰Estos resultados son diferentes a los encontrados por Benavente (2005). Esto se debe a que en este trabajo se estudia la intensidad de gasto en innovación, no el esfuerzo de gasto en I&D.

efectos de pérdidas de holguras financieras, donde mayormente las firmas de menor tamaño postergarían o dejarían de asignar recursos a innovaciones, para posiblemente asignarlos a áreas clave de subsistencia de la firma. De esta manera, existiría un efecto combinado donde las firmas de mayor tamaño, capaces de aprovechar economías de escala, deciden innovar en búsqueda de rentas monopólicas. Y un segundo efecto, donde las firmas pequeñas estarán imposibilitadas de innovar, al no contar con financiamiento. Por lo tanto el efecto de tamaño no es del todo atribuible a efectos Schumpeterianos.

El estudio comprueba de manera satisfactoria que las firmas que realizan cooperación con universidades o institutos públicos presentan una mayor probabilidad de realizar gasto en innovación. Para el caso de la variable categórica de financiamiento público, el coeficiente no sería relevante salvo para el año 1995, donde existe evidencia de un comportamiento negativo.

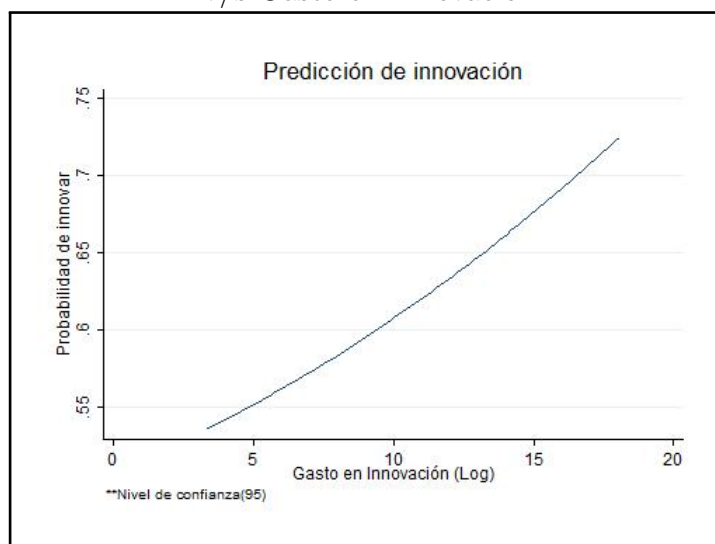
Figura 7.13: Predicción de la Decisión de Gasto



Fuente: Elaboración propia.

Como era esperable, la decisión de innovar, nivel de gasto, e innovación en productos o procesos determinan la actividad relacionada con innovaciones en las empresas. Esto ya que definen la capacidad de la firma de convertir información en conocimiento, por medio de la producción de cierto capital y recursos intangibles, que le permiten generar valor agregado. Esto se aprecia mejor en la Figura 7.14, donde se muestra la relación entre la probabilidad de que una empresa realice una innovación tecnológica (de producto o un nuevo proceso) con el nivel de gasto en innovación. Se observa que la probabilidad aumenta más que exponencialmente.

Figura 7.14: Probabilidad de Innovación Tecnológica
v/s Gasto en Innovación



Fuente: Elaboración propia.

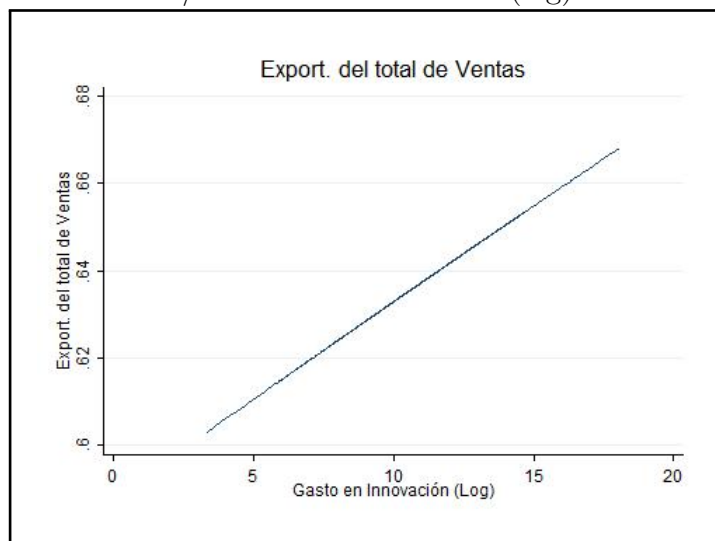
Las firmas que realizan cooperación con universidades o institutos públicos, presentan una mayor probabilidad de realizar gasto en innovación. Y por otro lado, las firmas más productivas laboralmente, presentan un nivel de gasto mayor, no así una mayor probabilidad de realizar gasto. En cuanto a la exportación, esta explica la decisión de gasto en innovación. Esto se debería al mayor nivel de competencia al que se encuentran expuestas estas firmas. No obstante este efecto no sería robusto, al no estar presente en todas las muestras estudiadas.

Por último, se estudia la actividad exportadora de las firmas manufactureras. Concordantemente con otros estudios, se aprecia que las firmas exportadoras tienen un mayor tamaño y presentan una mayor productividad en comparación a las firmas que solo atienden mercados locales. El coeficiente de productividad laboral es positivo y significativo, evidenciando de esta manera una Autoselección de las firmas exportadoras. Se aprecia también un efecto positivo de las innovaciones en productos y procesos, aunque estos efectos no serían significativos para todas las muestras estudiadas. Por lo tanto, existirían efectos de la actividad innovativa, anexos a la mejora en la productividad laboral, que impulsarían la exportación en la firma. Estos efectos podrían provenir de capacidades de aprendizaje, diseño y Know-how adquiridos y desarrollados, los que permiten que la firma participe con mayor intensidad en mercados globales.

El gasto de innovación junto con la productividad detonaría efectos positivos y significativos en la actividad exportadora de las firmas manufactureras. Aun corrigiendo por el tamaño de la firma y por la categoría de firma extranjera. Por lo tanto, el gasto de innovación presenta dos efectos en la exportación de la firma: 1) Por un lado, se presenta de manera positiva en la productividad laboral de la firma; 2) En segundo término, actúa directamente sobre la exportación, por lo que existirían efectos de la innovación que no actuarían sobre la productividad laboral. Esto se podría deber a un capital de conocimiento y aprendizaje atribuible a ciertos gastos en innovación. Si se consideran sólo las firmas que exportan y que realizan gasto, se observa que la intensidad exportadora aumenta exponencialmente con el

nivel de gasto en innovación. Como se aprecia en la Figura 7.15.

Figura 7.15: Exportación sobre Ventas Totales
v/s Gasto en Innovación (log)



Fuente: Elaboración propia.

El análisis de los resultados obtenidos debe considerar la teoría del cambio tecnológico y como las políticas tecnológicas deben responder a esta. Las firmas, principalmente motivadas por alcanzar altas rentas, buscarán acceder a conocimiento que les permita realizar innovaciones en nuevos productos y procesos productivos. Estos conocimientos serán agrupados según su nivel de apropiabilidad. Por un lado, existen ciertos tipos de conocimiento que se pueden denominar bienes públicos, ya que son fáciles de copiar sin costos adicionales (modelo lineal). Por otro lado, hay conocimientos que se categorizan como bienes privados, ya que están basados en un proceso de acumulación de conocimientos y aprendizajes. Por lo que su imitación sería un proceso muy costoso en recursos financieros y en tiempo (modelo interactivo). Si bien esto corresponde a una simplificación, la gran mayoría de conocimientos y recursos que posibilitan cambio tecnológico en las firmas se pueden categorizar de esta manera.

El modelo lineal junto, con la teoría de fallas de mercado, apuntan hacia políticas tecnológicas dirigidas al apoyo de proyectos de innovación precompetitivos, que generen conocimientos de carácter general que produzcan un desplazamiento de la frontera tecnológica. El modelo interactivo, por su parte, implica una política tecnológica dirigida a generar capacidades de aprendizaje en las firmas y no en financiar proyectos particulares.

Un tercer enfoque es la Teoría evolucionista, en donde el cambio tecnológico es un proceso endógeno del sistema económico que está interrelacionado con las estructuras del mercado, o dicho de otra forma, las innovaciones son fruto de cómo las firmas interactúan con su entorno y cómo estas experiencias de interacción y aprendizaje se acumulan y mantienen en el tiempo. De esta manera, el objetivo central de la política, desde el punto de vista evolucionista, es estimular las capacidades tecnológicas e innovadoras del sistema económico, iniciando y acelerando el proceso de aprendizaje en las firmas, reconociendo a la innovación como una

actividad compleja de índole acumulativa. Y del mismo modo, a la transferencia tecnológica como una actividad difícil y costosa. Por esta razón la política se debiera preocupar del apoyo a la gestión de la innovación de las firmas, la mejora de la infraestructura tecnológica y el fomento de los flujos de transferencia tecnológica. Es decir, el estado tendría que estimular tanto el entorno de la firma como las capacidades tecnológicas endógenas a la firma. De forma particular, se debe reconocer que el principal objetivo de las políticas de apoyo directo a la innovación en las firmas es promover el aprendizaje de la innovación y que un proceso de aprendizaje efectivo en una economía que antes con bajos niveles de investigación e innovación es la generación de una masa crítica de proyectos.

Esto determinaría un marco de políticas tecnológicas y de innovación, en particular para programas específicos que promueven directamente la innovación en las empresas (Teubal, 1998). Se sostiene que para países en desarrollo, que no poseen actividades de investigación a nivel de la firma, se debe realizar un ciclo de políticas tecnológicas, en donde en una primera fase el objetivo es promover actividades tecnológicas (I&D, transferencia tecnológica, absorción y difusión, etc.) en un amplio espectro de sectores industriales y tecnológicas, de manera de alcanzar una masa crítica de proyectos. En búsqueda de una posterior endogenización de las actividades de innovación en las firmas. Y posteriormente, en una segunda fase, donde se promuevan proyectos más complejos por medio de programas más selectivos y focalizados.

Para el caso de Chile, como se mencionó anteriormente, se han implementado políticas que han seguido esta línea de pensamiento. En un principio los programas de financiamiento fueron dirigidos de manera horizontal (PTH) en búsqueda de una masa crítica de proyectos. Esto podría explicar el coeficiente negativo del financiamiento para el año 1995. Bajo una mirada evolucionista, extraer conclusiones de Crowding-In en este trabajo de tesis constituiría una mala medida del efecto que han tenido las políticas implementadas. De la misma forma se debe ser cuidadoso al sacar conclusiones respecto al coeficiente de la cooperación con universidades e institutos públicos ya que podrían existir efectos de autoselección, donde las firmas grandes que realizan proyectos que implican grandes inversiones, se asesoran con estas instituciones, no existiendo un efecto en el nivel de gasto de innovación, aunque pudiendo existir un efecto en el nivel de sofisticación del proyecto, nivel de disruptividad, etc. Efectos que no serían observados en el modelo especificado.

Capítulo 8

Conclusiones

En este trabajo se propone un estudio del proceso de innovación a nivel de la firma. Con este fin, se especificó un conjunto de ecuaciones y se aplicó una modificación de la metodología de estimación desarrollada por Crepón, Duguet y Mairesse (CDM). Esta modificación metodológica considera el efecto de la innovación en la exportación de la firma y no en la productividad. Para tratar el efecto que tiene la autoselección de las firmas que realizan actividades de innovación, se utiliza el método de estimación Tobit Generalizado desarrollado por Heckman (1979), que corrige los determinantes del esfuerzo en innovación por la probabilidad de ser observados en la muestra, esto ya que la decisión de la firma de realizar o no realizar gasto en innovación, sería explicada de manera diferente a la decisión del nivel de gasto en innovación. A su vez se estudia la relación de causalidad entre el esfuerzo en innovación y la intensidad exportadora de las firmas, esto se hace por medio de un test de causalidad de Granger (Granger, 1969). Se debe notar que existe abundante literatura sobre esta materia para países desarrollados, aunque no así para países en desarrollo, por lo que este trabajo constituye un aporte al estudio del proceso tecnológico al nivel de la firma para economías en desarrollo, al evidenciar el caso de Chile.

La data utilizada proviene de la Community Innovation Survey que realiza el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) en Chile a partir de los años noventa, junto con la Encuesta Nacional Industrial Anual (ENIA), específicamente se tomó la información proveniente de las 7 encuestas con datos disponibles a la fecha, que contienen datos de sección cruzada entre los años 1993-2010. A continuación, se señalan: los principales resultados; aportes; críticas y recomendaciones que se concluyen de este trabajo de tesis.

8.1. Principales Resultados

Se plantean a continuación las principales conjeturas extraídas a partir de los resultados:

1. La evidencia encontrada, que es coherente con la de otras economías, muestra que las innovaciones realizadas por las firmas manufactureras presentan un efecto significativo y definen de manera no despreciable el performance de la firma medido por su exportación

y productividad. A su vez, bajo ciertas circunstancias, tanto la productividad como la exportación definen la innovación tecnológica.

2. El estudio presenta evidencia tanto de efectos Schumpeterianos en las decisiones de la firma por realizar innovaciones, como de efectos ligados a la competencia (medido en términos de la exportación) como promotora de innovaciones. Aunque se da cuenta de una mayor robustez estadística de efectos atribuibles al tamaño de la firma (efecto Schumpeteriano).
3. El estudio de la innovación a nivel de la firma presenta amplias interrogantes. En particular, shocks de costos relacionados con energía y shocks de tipo de cambio se correlacionan con la decisión de innovar de las firmas e inciden en la medición que se realiza del impacto de la innovación en el desempeño de las mismas (productividad laboral medida por ventas sobre trabajo). Esto impediría extraer conclusiones relativas a la evolución temporal del proceso de innovación realizado por las firmas; y a su vez, complejiza la evaluación de las políticas públicas.
4. Se encuentra una alta correlación de las decisiones de gasto de innovación con el ciclo económico. Esto se debería a que los recursos destinados a inversión en innovación, ante un escenario de tipo de cambio desfavorable, serían reasignados a actividades de mayor prioridad, lo que se acentúa en las firmas de menor tamaño. Se podría conjeturar entonces un efecto combinado donde las firmas de mayor tamaño, capaces de aprovechar economías de escala, deciden innovar en búsqueda de rentas monopólicas. Y un segundo efecto, donde las firmas pequeñas estarán imposibilitadas de innovar, al no contar con financiamiento.
5. En cuanto a la relación de las innovaciones con la actividad exportadora y la productividad, se evidencia la existencia de una alta dependencia en la relación entre estas variables, según el subsector manufacturero y según el año estudiado. Para los años de un bajo tipo de cambio (una variable que incide fuertemente en el ciclo de la economía nacional) se observa una Auto-Selección, donde solo las firmas que son productivas laboralmente son las capaces de exportar. Para otros años se observan profundos cambios en la relación de estas variables, existiendo tanto Aprendizaje por Exportar, Auto-selección y Mutual Reinforcing entre innovación y exportación. También existe dependencia de la causalidad según el subsector manufacturero estudiado. El sector textil es el único donde se encuentra evidencia de Auto-Selección pura y donde la innovación no sería relevante. Para el resto de los sectores existe Aprendizaje por Exportar, donde el gasto de innovación incide directa o indirectamente; es decir, las firmas desarrollarían tanto Auto-Selección como Aprendizaje por Exportar por medio de innovaciones, y en muchos sectores se observa que tanto la exportación como la productividad laboral detonan innovación tecnológica.
6. En particular existen sectores donde la participación en mercados globales causaría, en términos de Granger, gasto en innovación. Para otros sectores, en cambio, existe evidencia de que la causalidad iría desde la productividad hacia el gasto en innovación. Esto acompañado por diferentes efectos de Aprendizaje por Exportar y Auto-Selección en la relación de exportación y productividad laboral. Por último existen sectores donde se evidencia Mutual Reinforcing entre gasto de innovación y exportación. La creación de

una política tecnológica debe considerar estos hallazgos, de manera de generar políticas sectoriales que utilicen de manera eficiente los recursos públicos.

7. No es posible extraer evidencias respecto al impacto de las políticas públicas, en particular el efecto del financiamiento público para proyectos de innovación de las firmas. Si bien se encontró un efecto negativo para un año en particular, esto se debió al tipo de política horizontal realizada en ese período. En cuanto a políticas futuras, la evidencia encontrada refleja posibles diferencias en el impacto que tendrían las políticas, según el subsector manufacturero y la estabilidad macroeconómica del año estudiado.

8.2. Principales Aportes

Dentro de los aportes que realiza este trabajo se cuenta la ampliación de la evidencia previa en varios sentidos:

1. En primero término se propone el estudio del gasto en innovación como variable a explicar en la ecuación de input de innovación medido por la suma de los gastos relacionados con la adquisición de patentes, licencias, know-how; el gasto de capacitación para actividades de innovación; instalación y puesta a punto de nuevos equipos, puesta en marcha de la producción; gasto de introducción de innovaciones al mercado; la adquisición de maquinaria y equipos para la innovación; y por último el gasto en I&D. Esto permite abarcar un espectro más amplio de actividades que buscan mejoras productivas al interior de la firma y ampliar el número de empresas que son estudiadas, y no sólo restringirse al gasto en I&D utilizado en estudios anteriores. A su vez, se debe tener presente que Chile es un país seguidor en materia tecnológica. El gasto en I&D realizado en el país representa solo un 0.42 % del PIB³¹, con lo que Chile se ubica dentro de los países de la OCDE que menos invierten en I&D, junto con México y Grecia. Más aún, dentro de este gasto, el sector privado aporta solo 0.16 % del PIB (cifra cercana a 1/3 del total). Esta es la cifra más baja de entre todos los países de la OCDE, que en promedio tienen un aporte equivalente a 2/3 del PIB. De esta forma, se amplía la visión de las mejoras y esfuerzos tecnológicos realizados por las firmas manufactureras de dos maneras: Primero, al considerar un espectro más amplio de actividades busquen mejoras productivas; y por otro, el caracterizar las innovaciones que hacen las firmas en Chile y que tendrían un real efecto en la PTF.
2. En segundo término, este trabajo estudia la evolución de la innovación en Chile en base a información recolectada los años 1995 y 2010. Por lo que utiliza toda la data disponible hasta el día de hoy en materia de innovación y desarrollo tecnológico a nivel de la firma. Esta labor nunca se había hecho en Chile. De esta manera este trabajo utiliza la mayor cantidad de información en esta materia, caracterizando sus determinantes, el desarrollo del proceso innovativo en las firmas, y su posterior impacto en su desempeño. Este trabajo de investigación no se había hecho hasta ahora en Chile, y permite estudiar la evolución temporal de la innovación.

³¹Dato para el año 2010. (OECD, 2012)

3. Como tercer aporte, este trabajo estudia los efectos causales en la relación de innovación, exportación y productividad, lo que permite investigar efectos de innovación en la capacidad de la firma de participar en mercados más competitivos, y su posterior impacto en la Autoselección y Aprendizaje para Exportar. A su vez permite establecer indicios de Ciclos virtuosos, junto con Mutual Reinforcing, lo que es nuevo para el estudio de la innovación en Chile y constituye toda una materia discusión en la actualidad (Filipescu, Prashantham, Rialp, & Rialp, 2013).
4. Como cuarto y último aporte, este trabajo de tesis utiliza la mayor cantidad de datos categóricos y cualitativos presentes en la Encuesta de Innovación Tecnológica, lo que permite aprovechar de mejor forma la información disponible y a la vez extraer una mayor cantidad de resultados y conclusiones en esta materia.

8.3. Principales Críticas

1. Dentro de las críticas que se le pueden hacer a este trabajo de tesis se encuentra que los resultados podrían estar basados en regresiones sujetos a variados sesgos. Uno de los principales es la posibilidad de que sean las firmas grandes y exitosas, las que son más productivas y pueden darse ciertos lujos como realizar proyectos de innovación³², los que no necesariamente apuntan a mejorar su desempeño. Es decir, que el gasto en estas actividades no explique el desempeño de las firmas, si no que al revés (aunque en el análisis de causalidad se vio que según el año y el sector esto no sería cierto).
2. A su vez, se debe considerar que lo que se busca con el modelo es medir el efecto del gasto de innovación en la productividad laboral y en la exportación; y viceversa. Siendo que muchas de las innovaciones realizadas por las firmas no tendrán incidencia directa sobre la productividad, o los efectos presentan un rezago mayor a un año. Además, parte del aumento en las ventas de una firma –y por consiguiente, en sus ventas por trabajador- puede producirse por aumento de su poder de mercado, o por beneficios cambiarios; y no por causa de innovaciones.
3. Otro punto a considerar es el supuesto de que todos los gastos de innovación determinarían de igual forma la performance de las empresas, lo que 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 específica según el tipo de maquinaria y según que tan intensivo en capital sea el mercado al que pertenece la firma. Lo mismo ocurrirá con el gasto en capacitación, existiendo diferencias en el impacto y rezagos de sus efectos en la productividad y exportación.
4. Por otro lado no disponer de datos de panel restringe el alcance del estudio de la innovación realizada por las firmas. Esto ya que a partir de la literatura se sabe que el gasto en innovación posee un carácter acumulativo, el cual se expresa por medio de

³²Idea tomada a partir de Griliches para la I&D (Griliches, Productivity, R&D, and Basic Research at the Firm Level in the 1970s, is there Still a Relationship, 1986)

un stock de capital de conocimiento (Griliches, 1986). De esta forma no es lo mismo una firma que ha realizado gasto en innovación durante 2 años consecutivos, que una que lleva 10 años realizando un cierto gasto en esta materia. A su vez, no es lo mismo una empresa que en la actualidad no realiza gasto, pero que en años anteriores si lo realizó. Por último, este conocimiento tendría un grado de depreciación temporal, lo que complejiza aún más el análisis.

5. Se deben tener presentes los problemas en la medición de la data utilizada. Esto ya que se han presentado argumentos que apuntan a una incidencia de variables macroeconómicas, que; primero, interactúan con las decisiones de innovación de la firma; y a su vez, inciden en la medición del impacto de la innovación en el desempeño de las firmas.
6. Las firmas sobre las cuales existen políticas directas –como es el caso del financiamiento y la cooperación con universidades e institutos públicos- representan un grupo reducido dentro del total de firmas encuestadas. Por lo tanto, se hace difícil extraer conclusiones robustas sobre el impacto de las políticas públicas realizadas en esta materia.
7. Por último se debe tener presente que muchas de las variables utilizadas corresponden a variables categóricas. Por lo que las respuestas de la encuesta estarán bajo la subjetividad de la persona entrevistada, de la información que esta persona maneje, el área en particular donde trabaje y como sus respuestas lo benefician o perjudican. En segundo término, la respuesta dependerá de quién toma la encuesta, y de si esta persona está capacitada para guiar al representante de la firma con el objetivo de mejorar la información recopilada y su calidad.

8.4. Principales Recomendaciones

1. En cuanto a recomendaciones de política, se ha evidenciado la existencia de Aprendizaje por Exportar, y Mutual Reinforcing entre exportación e Innovación. Por lo tanto, las firmas exportadoras deben estar concientizadas de los beneficios que la internacionalización ofrece. Es importante reconocer que no sólo existen oportunidades de aumento de ganancias, sino que también ganancias de aprendizaje, de capacidades y capital de conocimiento intangible. La razón de esto es que las firmas exportadoras quedan expuestas a conocimiento internacional y tecnológico, lo que constituye una oportunidad que no poseen las firmas que actúan solo en mercados locales. De igual forma, estas firmas deben considerar los beneficios que les brindará el utilizar estos conocimientos en mejoras tecnológicas, con el fin de intensificar y diversificar sus exportaciones. Al encontrarse fuertes efectos de Aprendizaje por Exportar y ausencia de Auto-Selección, se puede argumentar la existencia de barreras a la exportación donde firmas productivas pueden no estar siendo capaces de llevar sus productos al extranjero. Se debe considerar las diferencias en la eficiencia que tendrían políticas según el sector manufacturero donde se implementen. En particular existen sectores donde la participación en mercados globales causaría, en términos de Granger, gasto en innovación. Para otros sectores, en cambio, existe evidencia de que la causalidad iría

desde la productividad hacia el gasto de innovación. Esto acompañado por diferentes efectos de Aprendizaje por Exportar y Auto-Selección en la relación de exportación y Productividad. Por último existen sectores donde se evidencia Mutual Reinforcing entre gasto en innovación y exportación. La creación de una política tecnológica debe considerar estos hallazgos de manera de generar políticas sectoriales que utilicen de manera eficiente los recursos públicos. No se encontró mayor evidencia en cuanto al impacto de las políticas públicas, en particular el efecto del financiamiento público para proyectos de innovación de las firmas.

2. Como recomendaciones para estudios futuros, sería interesante evaluar las ideas de Stock de capital de conocimiento, las que podrían explicar de mejor manera, las diferencias en los coeficientes para las diferentes muestras estudiadas. Por otro lado sería interesante evaluar el impacto de shocks macro como aumentos en los costos energéticos, apreciación cambiaria y cómo éstas influyen en las decisiones que toman las firmas en materia de innovación. En particular se podría cuantificar cuál ha sido el efecto de la política de tipo de cambio flexible con metas de inflación implementada en Chile. También comprendería un aporte estudiar el impacto negativo que tiene la incertidumbre energética en la decisión de gasto en innovación. Esto, considerando el impacto en la decisión de realizar gasto, la decisión de esfuerzo gasto/ventas, decisión de nivel de gasto en innovación, la tendencia a realizar proyectos menos disruptivos, junto con proyectos con una menor duración y menor incertidumbre.
3. Como posibles mejoras a la calidad de la data disponible para estudiar la innovación en la firma para el caso de Chile. En primer término se debe considerar la recopilación de datos de panel de firmas para los diferentes sectores. Esto con el fin de analizar la evolución de las empresas, y medir las posibles mejoras que han mostrado las firmas en su productividad y desempeño, según los gastos en innovación y desarrollo tecnológico que han realizado. En segundo término se debe considerar agregar a los datos levantados por esta encuesta, variables de Stock de capital físico de las firmas, o en su defecto, mediciones del gasto energético realizado por las firmas, para de esta forma poder estimar una función de producción y medir directamente efectos de la innovación en el desempeño productivo PTF. Por último se debe cuidar la metodología de levantamiento de información y elaboración de la encuesta. Esto incluye una capacitación adecuada a las personas encargadas de entrevistar o interrogar a los representantes de la muestra, de manera de guiarlos y mejorar la información recopilada y la calidad de esta. Por la misma razón se debe considerar el cargo que tiene la persona entrevistada, de modo de conocer la información que esta persona maneja, el área donde se desempeña, y si estos factores pudieran incidir en sus respuestas.

Bibliografía

- [1] AGHION, P., BLOOM, N., BLUNDELL, R., AND GRIFFITH, R. Competition and innovation: An inverted u relationship. Working paper, National Bureau of Economic Research, 2002.
- [2] ALVAREZ, R., BRAVO-ORTEGA, C., AND NAVARRO, L. Innovation, r&d investment and productivity in chile. IDB Working Paper 64, Inter-American Development Bank, 2010.
- [3] ALVAREZ, R., AND GARCÍA, A. Productividad, innovación y exportaciones en la industria manufacturera chilena. Working Paper 476, Central Bank of Chile, Agosto 2008.
- [4] ALVAREZ, R., AND LOPEZ, R. Orientación exportadora y productividad en la industria manufacturera chilena. *Cuadernos de Economía* 41 (Diciembre 2004), 315–343.
- [5] ARROW, K. Economic welfare and the allocation of resources for invention. In *The Rate and Direction of Inventive Activity: Economic and Social Factors*, NBER Chapters. National Bureau of Economic Research, August 1962, pp. 609–626.
- [6] BALDWIN, J., AND LIN, Z. Impediments to advanced technology adoption for canadian manufacturers. *Research Policy* 31, 1 (January 2002), 1–18.
- [7] BARRO, R., AND SALAI-MARTIN, X. *Economic Growth*. McGraw-Hill, New York, 1995.
- [8] BAYONA, C., GARCÍA, T., AND HUERTA, E. Cooperar en i&d: ¿con quién y para qué? *Revista de Economía Aplicada* 11, 31 (2003), 103–134.
- [9] BENAVENTE, J. The role of research and innovation in promoting productivity in chile. *Economics of Innovation and New Technology* 15 (2002), 301–315.
- [10] BENAVENTE, J. Cooperación tecnológica entre universidades y empresas: Qué son, cómo operan y cuál es su impacto en chile. Serie En Foco 21, Expansiva, 2004.
- [11] BENAVENTE, J. Innovación tecnológica en chile: Donde estamos y qué se puede hacer. *Economía Chilena* 15, 8 (2004), 53–76.
- [12] BENAVENTE, J. Investigación y desarrollo, innovación y productividad: Un análisis econométrico a nivel de la firma. *Estudios de Economía* 32, 1 (2005), 39–67.

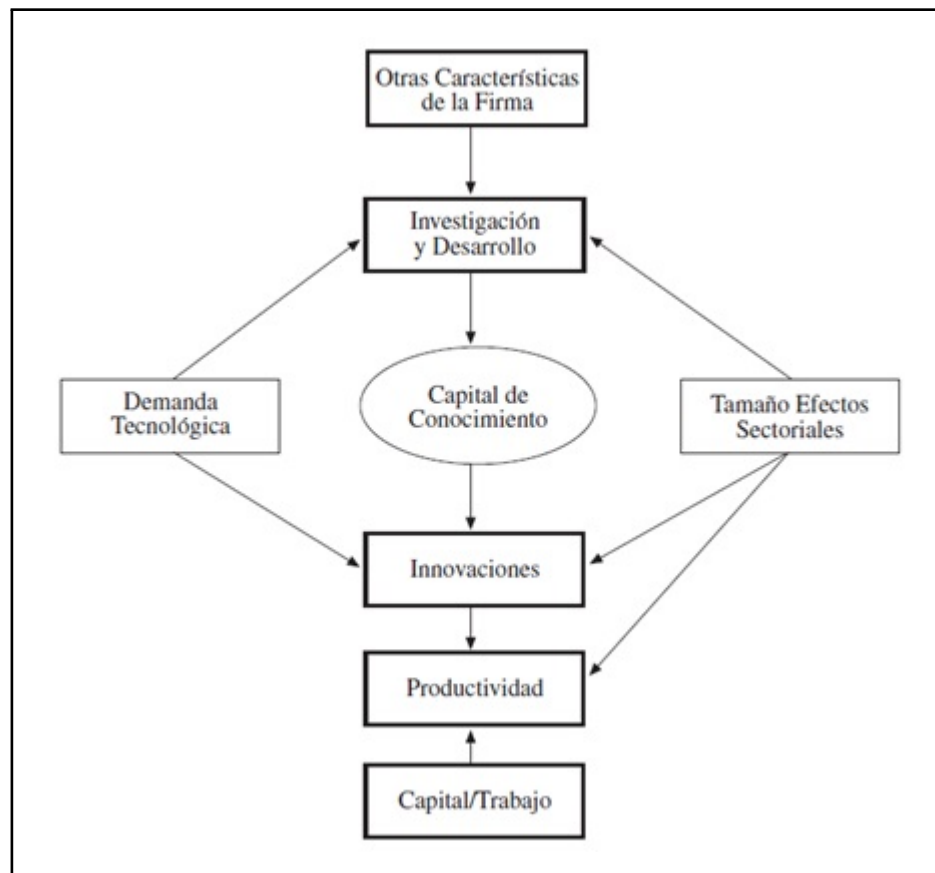
- [13] BENAVENTE, J. Antecedentes para el diseño de una política tecnológica nacional. Serie de Documentos de Trabajo 229, Departamento de Economía, Universidad de Chile, 2006.
- [14] BITRAN, E. Crecimiento e innovación en Chile. *Revista Perspectivas* 5, 2 (2002).
- [15] BITRAN, E., AND GONZALEZ, C. Estrategia de innovación para la productividad y el crecimiento: Avances y desafíos. Documento de trabajo, Consejo de Innovación para la Competitividad CNIC, 2010.
- [16] CHUDNOVSKY, D., LOPEZ, A., AND PUPATO, G. Innovation and productivity in developing countries: A study of argentine manufacturing firms behaviour (1992-2001). *Research Policy* 35, 2 (2006), 266–288.
- [17] COHEN, W., AND KLEPPER, S. The anatomy of industry r&d intensity distributions. *American Economic Review* 82, 4 (September 1992), 773–99.
- [18] COHEN, W., AND LEVINTHAL, D. Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation. *American Economic Review* (1990), 129–152.
- [19] CREPON, B., DUGUET, E., AND MAIRESSE, J. Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level. *Economics of Innovation and New Technology* 7, 2 (1998).
- [20] DASGUPTA, P., AND STIGLITZ, J. Industrial structure and the nature of innovative activity. *The Economic Journal* 90, 358 (June 1980), 266–293.
- [21] FILIPESCU, D., PRASHANTHAM, S., RIALP, A., AND RIALP, J. Technological innovation and exports: Unpacking their reciprocal causality. *Journal of International Marketing* 1, 21 (2013), 23–38.
- [22] GONZALEZ, C. Determinantes del esfuerzo privado en innovación tecnológica: Evidencia al nivel de la firma en la industria manufacturera chilena. Tesis de magister, Universidad de Chile, 2009.
- [23] GONZALEZ, X., AND TANSINI, R. I+d e importación de tecnología: un análisis para la industria española y uruguaya. *Estudios de Economía Aplicada* (2002), 531–548.
- [24] GRANGER, C. Investigating causal relations by econometric models and cross-spectral methods. *Econometrica* 37, 3 (July 1969), 424–38.
- [25] GRILICHES, Z. Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth. *National Bureau of Economic Research* 10, 1 (1979), 92–116.
- [26] GRILICHES, Z. Productivity, r&d, and basic research at the firm level in the 1970s, is there still a relationship. *American Economic Review* 76, 1 (1986).
- [27] GRILICHES, Z. R&d and productivity, the econometric evidence. *University of Chicago Press* (1998).

- [28] HAGEDOORN, J. Organizational modes of inter-firm cooperation and technology transfer. *Technovation* 10, 1 (1990), 17–30.
- [29] HECKMAN, J. The common structure of statistical models of truncation, sample selection and limited dependent variables and a simple estimator for such models. *Annals of Economic and Social Measurement* 5, 4 (1979), 475–492.
- [30] HEIJS, J. Justificación de la política de innovación desde un enfoque teórico y metodológico. IAIF Documento de Trabajo 25, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid, 2001.
- [31] HEIJS, J., AND HERRERA, L. Difusión y adicionalidad de las ayudas públicas a la innovación. una estimación basada en propensity score matching. IAIF Documento de Trabajo 41, Instituto de Análisis Industrial y Financiero, Universidad Complutense de Madrid, 2003.
- [32] HICKS, J. Annual survey of economic theory: the theory of monopoly. *Econometrica* 1, 3 (1935), 1–20.
- [33] JAUMANDREU, J. Barriers to innovation and subsidy effectiveness. *RAND Journal of Economics* 36, 4 (2005), 930–949.
- [34] JENSEN, B., AND BERNARD, A. Understanding the u.s. export boom. NBER Working Paper 6438, National Bureau of Economic Research, 1998.
- [35] KLETTE, T. R&d, scope economies and plant performance. *RAND Journal of Economics* 27, 3 (1996), 502–522.
- [36] KOSKI, H., ROUVINEN, P., AND YLA-ANTTILA, P. Ict clusters in europe the great central banana and the small nordic potato. *Information Economics and Policy* 14, 2 (2002), 145–165.
- [37] LEDERMAN, D., AND MALONEY, W. Innovación en chile: ¿dónde estamos? Serie En Foco 18, Expansiva, 2004.
- [38] LEVIN, R., AND REISS, P. Cost-reducing and demand creating r&d with spillovers. *RAND Journal of Economics* 19 (1988), 538–556.
- [39] LOOFB, H., HESHMATI, A., ASPLUND, R., AND SVEIN-OLAV, N. Innovation and performance in manufacturing industries: A comparison of the nordic countries. *ICFAI Journal of Management Research* 2, 3 (1990), 5–35.
- [40] LUCAS, R. On the mechanics of economic development. *Journal of Monetary Economics* 22, 1 (1988), 3–42.
- [41] MANDFIELD, E. Basic research and productivity increase in manufacturing. *American Economic Review* 70, 5 (1980), 863–873.
- [42] OECD, P. *OECD Science, Technology and Industry Outlook 2012*. OCDE, 2012.

- [43] PARISI, M., SCHIANTARELLI, F., AND SEMBENELLI, A. Productivity, innovation creation and absorption, and r&d: Micro evidence for Italy. Working paper, Boston College Department of Economics, 2002.
- [44] PAVITT, K., AND BELL, M. The development of technological capabilities. In *Trade, Technology and International Competitiveness*, W. Bank, Ed. Haque I.U., 1995, pp. 69–101.
- [45] PAVITT, K., AND PATEL, P. Patterns of technological activity: their measurement and interpretation. In *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, B. Publishers, Ed. Stoneman, P., 1995.
- [46] RAMSEY, F. A mathematical theory of saving. *Economic Journal* 38, 152 (1928), 543–559.
- [47] REBELO, S. Long-run policy analysis and long-run growth. *Journal of Political Economy* 99, 3 (1991), 500–521.
- [48] ROMER, P. Increasing returns and long-run growth. *Journal of Political Economy* 94, 5 (1983), 1002–1037.
- [49] ROMER, P. Endogenous technological change. *Journal of Political Economy* 99, 5 (1990).
- [50] SCHMIDT-HEBBEL, K., LARRAIN, M., AND FUENTES, R. Fuentes del crecimiento y comportamiento de la productividad total de factores en Chile. Working Paper 287, Central Bank of Chile, 2004.
- [51] SCHUMPETER, J. *Capitalism, socialism, and democracy*. Routledge, New York, 1942.
- [52] SMITH, K. Innovation policy in an evolutionary context. In *Evolutionary Theories of Economic and Technological Change*, H. A. Publishers, Ed. Metcalfe, J. and Saviotty, P., 1991.
- [53] SOLOW, R. A contribution to the theory of economic growth. *Quarterly Journal of Economics* 70 (1956), 65–94.
- [54] STIGLITZ, J. Information strategy and public policy. In *The Indivisible Hand and Modern Welfare Economies*, B. Publishers, Ed. Vlnes, D y Stevenson, A., 1991.
- [55] TEUBAL, M. Marco de políticas para el financiamiento de la innovación en economías en vías de industrialización. Resumen presentación, The Hebrew University, 1998.
- [56] TOKMAN, M., AND ZAHLER, A. Innovación para un crecimiento sostenido: Siete lecciones para Chile. Serie En Foco 17, Expansiva, 2004.
- [57] TORRES, A. Aprendizaje y construcción de capacidades tecnológicas. *J. Technology, Management & Innovation* 1, 5 (2006).

- [58] VAN LEEUWEN, G. Linking innovation to productivity growth using two waves of the community innovation survey. Oecd science, technology and industry working paper, OECD Publishing, 2002.
- [59] VILLENA, M., AND MAGENDZO, I. Evolución de la ptf en chile. Boletín 1, Facultad de Ingeniería y Ciencias, Universidad Adolfo Ibañez, 2012.

Anexo 1: Modelo Lineal de la Innovación Tecnológica al Interior de la Firma



Fuente: Benavente, 2005.

Anexo 2: Tobit Generalizado

En la Etapa 1 del modelo CDM se utiliza el método de Tobit generalizado de manera de tratar el sesgo de selección de la muestra. Esto debido a que el trabajo especifica la variable esfuerzo tecnológico $\ln(\text{gasto})$ como variable explicada, la cual por definición censurada.

A continuación se explica el método:

Asumiendo que la distribución conjunta entre dos variables aleatorias x e y es normal bivariada, esto puede ser especificado de la siguiente manera:

$$\begin{pmatrix} x \\ y \end{pmatrix} \sim N \left[\begin{pmatrix} \mu_x^2 \\ \mu_y^2 \end{pmatrix}, \begin{bmatrix} \sigma_x^2 & \rho\sigma_x\sigma_y \\ \rho\sigma_x\sigma_y & \sigma_y^2 \end{bmatrix} \right]$$

Donde ρ es la correlación entre ambas variables aleatorias, y en consecuencia $\rho\sigma_x$ y $\rho\sigma_y$ es la covarianza entre ambas variables. Una de las tantas ventajas de la distribución normal es que la distribución condicional también es normal:

$$f(y|x) \sim N \left[\mu_y + \rho \frac{\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2} (x - \mu_x), \sigma_y^2(1 - \rho^2) \right]$$

Estandarizando:

$$f(y|x) \sim \frac{y - \mu_y - \rho \frac{\sigma_x\sigma_y}{\sigma_x^2} (x - \mu_x)}{\sigma_y \sqrt{1 - \rho^2}} \sim N [0, 1]$$

Así, la distribución de y dado x es normal con una media mayor que su media sin condicionar μ_y y si las variables x e y están positivamente correlacionados y mientras x sea mayor que su media sin condicionar. Análogamente, la media condicional de y es menor que su media incondicional cuando x e y están negativamente correlacionados y x es mayor que su media. En general, y condicional en x tiene una varianza menor que la distribución incondicional de y independientemente de la correlación entre x e y .

Usando este resultado podemos mostrar que la esperanza condicional de y , condicional que x es mayor que un valor dado, tiene la siguiente forma:

$$E[y|x] = \mu_x + \rho\sigma_y \cdot \lambda\left(\frac{a - \mu_x}{\sigma_x}\right)$$

Donde:

$$\lambda(\mu) = \frac{\phi(\mu)}{1 - \Phi(\mu)} = \frac{\phi(-\mu)}{\Phi(-\mu)} \text{ (IMR)}$$

En el estudio se asume que existe una distribución normal bivariada de los errores en las ecuaciones (a) y (b) con la siguiente estructura:

$$\begin{pmatrix} v_1 \\ v_2 \end{pmatrix} \sim N \left[\begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \begin{bmatrix} \sigma_1^2 & \rho\sigma_1 \\ \rho\sigma_1 & 1 \end{bmatrix} \right]$$

De esta forma, la ecuación de selección se convierte en un modelo Probit. Por su parte, recordemos que la varianza de la distribución en la ecuación Probit puede ser normalizada a uno sin pérdida de información ya que la escala de la variable dependiente no es observada.

De esta manera, usando el supuesto de normalidad y las propiedades de la normal bivariada truncada podemos calcular $E[y_1|y_2 > 0]$ como sigue:

$$\begin{aligned} E[y_1|y_2 > 0] &= x\beta + E[v_1|v_2 > -z\delta] = x\beta + \rho\sigma_1\lambda\left[\frac{-z\delta}{1}\right] = x\beta + \rho\sigma_1\frac{\phi(-z\delta)}{1 - \Phi(-z\delta)} \\ &= x\beta + \rho\sigma_1\frac{\phi(z\delta)}{\Phi(z\delta)} \end{aligned}$$

Ya que el IMR siempre es positivo, la regresión de y sobre x estará sesgada dependiendo del valor de ρ . Así la magnitud del sesgo dependerá de la magnitud de la correlación entre los errores (ρ), la varianza relativa del error (σ_1) y la severidad del truncamiento (IMR es mayor cuando $z\delta$ es menor). Así, si $\rho = 0$ entonces no habrá sesgo de selección.

Cabe señalar que en el caso del Tobit simple, donde y_1 es igual a y_2 , $\rho = 1$ y por lo tanto se tiene que el valor esperado condicional es:

$$E[y_1|y_2 > 0] = x\beta + \sigma_1\frac{\phi(z\delta)}{\Phi(z\delta)}$$

Con el sesgo siempre hacia abajo.

Existen 2 formas de trabajar el problema de sesgo de selección presente en la muestra: El método en 2 etapas de Heckman (1979), y el otro es mediante Máxima Verosimilitud (Amemiya 1981).

Para el caso de Heckman se utiliza la especificación:

$$E[y_1|y_2 > 0] = x\beta + \sigma_1\frac{\phi(z\delta)}{\Phi(z\delta)}$$

Para estima β de $y_i = x_i\beta + v_{1i}$ por medio de OLS. Los pasos son los siguientes:

- 1) Estimar δ consistentemente usando un probit para la probabilidad de observar los datos en función de z .
- 2) Calcular su valor ajustado para la función índice o variable latente $\hat{y}_{2i} = z_i\hat{\delta}$ y calcular en seguida el IMR. $\hat{\lambda}_i$ como función de \hat{y}_{2i} .

3) Incluir $\hat{\lambda}_i$ en la regresión de y_{1i} sobre x_i para aproximar $\lambda(z_i\delta)$. El coeficiente de $\hat{\lambda}_i$ será medida de $\rho\sigma_1$ y de esta forma una estimación de ρ y de σ_1 puede ser obtenida.

La estimación de Máxima Verosimilitud que es la utilizada en este trabajo, consiste en dividir las observaciones en grupos de acuerdo al tipo de dato observado. Considerando el problema de sesgo de selección, cada grupo tendrá una forma distinta de verosimilitud. En este caso puntual tenemos dos tipos de observaciones.

1) Aquellas donde y_1 es observada, para lo cual sabemos que $y_2 > 0$ se cumple. Para estas observaciones, la función de verosimilitud es la probabilidad del evento y_1 y que también ocurra que $y_2 > 0$.

$$\begin{aligned}
P(y_{1i}, y_{2i} > 0 | x, z) &= f(y_{1i})P(y_{2i} > 0 | y_{1i}, x, z) \\
&= f(v_{1i})P(v_{2i} > -z_i\delta | v_{1i}, x, z) \\
&= \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_{1i} - x_{1i}\beta}{\sigma_1}\right) \int_{-z_i\delta}^{\infty} f(v_{2i} | v_{1i}) dv_{2i} \\
&= \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_{1i} - x_{1i}\beta}{\sigma_1}\right) \int_{-z_i\delta}^{\infty} \phi\left[\frac{v_{2i} - \frac{\rho}{\sigma_1}(y_{1i} - x_{1i}\beta)}{\sqrt{1 - \rho^2}}\right] dv_{2i} \\
&= \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_{1i} - x_{1i}\beta}{\sigma_1}\right) \left[1 - \Phi\left(\frac{z_i\delta + \frac{\rho}{\sigma_1}(y_{1i} - x_{1i}\beta)}{\sqrt{1 - \rho^2}}\right)\right] \\
&= \frac{1}{\sigma} \phi\left(\frac{y_{1i} - x_{1i}\beta}{\sigma_1}\right) \Phi\left(\frac{z_i\delta + \frac{\rho}{\sigma_1}(y_{1i} - x_{1i}\beta)}{\sqrt{1 - \rho^2}}\right)
\end{aligned}$$

Así, la probabilidad de una observación para la cual observamos efectivamente sus datos es la densidad en el punto y_1 multiplicada por la probabilidad condicional para y_2 dado el valor de y_1 fue observado.

2) Para aquellos y_1 no observados, sabemos que $y_2 \leq 0$ y por ende no tenemos información independiente para y_1 .

$$P(y_{2i} \leq 0) = P(v_{2i} \leq -z_i\delta) = \Phi(-z_i\delta) = 1 - \Phi(z_i\delta)$$

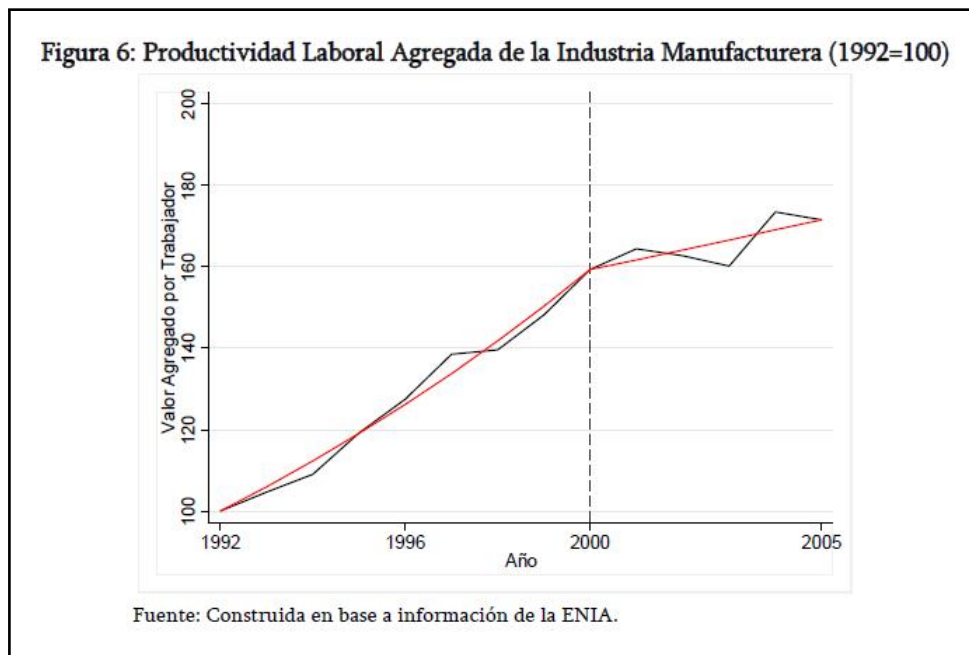
De esta manera, juntando ambos términos, se tiene que la loglikelihood de la muestra completa de observaciones será la siguiente:

$$\log[L(\beta, \delta, \rho, \sigma_1 | \text{datos})] = \sum_{i=1}^{N_0} \log[1 - \Phi(z_i\delta)]$$

$$+ \sum_{i=N_0+1}^N \left[-\sigma_1 + \log \phi\left(\frac{y_{1i} - x_{1i}\beta}{\sigma_1}\right) + \log \phi\left(\frac{z_i\delta + \frac{\rho}{\sigma_1}(y_{1i} - x_{1i}\beta)}{\sqrt{1 - \rho^2}}\right) \right]$$

Donde existe N_0 observaciones para las cuales no observamos y_1 y N_1 observaciones, donde si lo hacemos, con $N = N_0 + N_1$. Los parámetros estimados pueden obtenerse al maximizar la función de verosimilitud con respecto a sus argumentos.

Anexo 3: Productividad Laboral Agregada en la Industria Manufacturera



Fuente: Alvarez, R.; Garcia, A. y Garcia, P. (2008).

Anexo 4: Resultados estadístico-F Test de Causalidad de Granger

Tabla 1: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 1995

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		0.824	8.830***
Exportacion	3.842*		3.840*
Productividad Laboral	0.301	0.329	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies sectoriales

Tabla 2: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 1998

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		0.541	2.778*
Exportacion	0.0439		2.411
Productividad Laboral	0.893	6.554**	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies sectoriales

Tabla 3: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2001

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		0.746	4.048**
Exportacion	3.877**		0.654
Productividad Laboral	0.0286	0.342	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies sectoriales

Tabla 4: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2004

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		5.895**	0.776
Exportacion	33.11***		6.660**
Productividad Laboral	0.813	0.0244	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies sectoriales

Tabla 5: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2006

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		6.891***	2.594
Exportacion	0.293		18.27***
Productividad Laboral	1.210	0.00850	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies sectoriales

Tabla 6: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2008

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		7.923***	3.777*
Exportacion	15.47***		2.742*
Productividad Laboral	0.0313	3.915**	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies sectoriales

Tabla 7: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Año 2010

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		0.864	0.121
Exportacion	0.231		3.764*
Productividad Laboral	0.377	0.0787	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies sectoriales

Tabla 8: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Alimentos

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		1.089	4.133**
Exportacion	15.98***		4.379**
Productividad Laboral	0.381	1.190	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies por año de la encuesta

Tabla 9: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Textil

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		0.375	1.653
Exportacion	0.276		0.0611
Productividad Laboral	0.100	4.837**	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies por año de la encuesta

Tabla 10: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Madera

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		0.0421	12.33***
Exportacion	0.908		4.977**
Productividad Laboral	0.224	0.765	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies por año de la encuesta

Tabla 11: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Papel

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		10.33***	0.878
Exportacion	1.377		4.047**
Productividad Laboral	1.652	0.577	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies por año de la encuesta

Tabla 12: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Químico

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		1.682	2.686
Exportacion	4.065**		6.834***
Productividad Laboral	5.040**	2.339	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies por año de la encuesta

Tabla 13: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Minerales y Metales Básicos

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		0.0633	0.221
Exportacion	3.704*		14.27***
Productividad Laboral	2.283	1.660	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies por año de la encuesta

Tabla 14: F-estadísticos Test de Causalidad de Granger Sector Metal-Mecánico

Vars. Explicativas	Var. Explicada		
	Gasto de Innovacion	Exportacion	Productividad Laboral
Gasto de Innovacion		10.96***	0.827
Exportacion	3.336*		5.231**
Productividad Laboral	3.726*	0.152	

* $p < 0,10$, ** $p < 0,05$, *** $p < 0,01$

Incluye dummies por año de la encuesta