

¿Cómo afecta el flujo de información y conocimiento generado por terceros a la realización de cooperación en innovación?

Análisis en Chile a partir de la 9ª Encuesta de Innovación (2013-2014)

Nicolás García*

RESUMEN

La innovación ha categorizado a los *incoming spillovers* como uno de los factores más importantes para incentivar a las firmas a realizar acuerdos de cooperación en innovación. A partir de esta idea, la presente investigación empírica busca analizar los efectos heterogéneos de los distintos tipos de *spillovers* (públicos, institucionales, verticales y horizontales) sobre la decisión de cooperación en innovación de las firmas chilenas. Para ello se estudió el efecto de los *spillovers* sobre distintos tipos de acuerdos de cooperación realizados por pymes y grandes empresas. Utilizando la 9ª Encuesta de Innovación (2013-2014) y aplicando un modelo probit con variables instrumentales para cada uno de los *spillovers*, se encontró que existen efectos heterogéneos de los distintos *incoming spillovers* sobre la realización de acuerdos de cooperación en innovación. En particular, se destaca que el efecto de los *spillovers* institucionales es mayor para las pequeñas y medianas empresas, lo que sugiere la importancia del flujo de conocimiento desde universidades e institutos de I+D sobre la realización de cooperación en innovación.

PALABRAS CLAVE: *Incoming spillovers*, innovación, cooperación, Chile.

How does the flow of information and knowledge affect the realization of cooperation in innovation?

Analysis in Chile from the 9th Innovation Survey (2013-2014)

ABSTRACT

The economy of innovation has categorized the *incoming spillovers* as one of the most important factors to encourage firms to enter into cooperation agreements in innovation (R & D). Based on this idea, the present empirical research sought to analyze the heterogeneous effects of the different types of *spillovers* (public, institutional, vertical and horizontal) on the decision of cooperation in innovation of the Chilean firms. For this purpose, the article analyzes the effect of *spillovers* on different types of cooperation agreements made by SMEs and large companies. Using the 9th Innovation Survey (2013-14) and applying a probit model with instrumental variables for each of the *spillovers*, it was found that there are indeed heterogeneous effects of the different *incoming spillovers* on the implementation of cooperation agreements in innovation. In particular, the paper emphasizes that the effect of

* Magíster en Economía mención en Políticas Públicas, Analista en Economía aplicada del área de Asesoría Técnica Parlamentaria de la Biblioteca del Congreso Nacional de Chile.

✉ nico.garcia.bernal@gmail.com

Recibido mayo 2017/ Aceptado septiembre 2017

Disponible en www.economiaypolitica.cl

institutional *spillovers* is greater for small and medium-sized enterprises, suggesting the importance of the flow of knowledge from universities and R & D institutes on innovation cooperation.

KEYWORDS: Incoming *spillovers*, innovation, cooperation, Chile.

Durante los últimos años, la innovación —entendida como la introducción de un nuevo o significativamente mejorado producto, proceso o método de comercialización u organizativo (OCDE, 2015)— ha tomado fuerza como un tema relevante para fomentar el desarrollo y el crecimiento económico. No obstante, la actividad innovadora, incluida la I+D, presenta obstáculos y fallas de mercados que pueden dificultar su realización,¹ y además una provisión subóptima por parte del sector privado.

Para superar dichas dificultades, la economía de la innovación argumenta que la realización de innovación a través de acuerdos de cooperación con terceros (universidades, institutos de I+D, otras empresas, proveedores de equipos, entre otros) permitiría solucionar, en parte, algunas de las fallas de mercado prevalecientes en la actividad innovadora, aumentando también la eficiencia de las actividades de innovación, reducir significativamente sus costos y contribuir a complementar las capacidades técnicas de cada participante (D'Aspremont y Jacquemin 1988).

Los *incoming spillovers* (de ahora en adelante *spillovers*) se consideran uno de los determinantes más relevantes en la decisión de cooperación en innovación por parte de las empresas (Cassiman y Veugelers 2003; Belderbos, Carre y Lokshin 2004; Dachs y Ebersberger 2004; López 2008). Teóricamente, se argumenta que la innovación a través de la cooperación es estimulada de forma importante por el flujo de información y conocimiento que es generado por terceros —o *incoming spillovers*— y que, como consecuencia, de la no rivalidad y no exclusión por parte de quienes lo generan queda a libre disposición para su internalización y posterior uso —sin costo alguno— por parte

¹ Algunos obstáculos son la existencia de altos costos en I+D, la indivisibilidad del capital humano, la falta de información técnica, la intangibilidad de activos y las externalidades generadas a partir de la característica de bien público del conocimiento.

de las empresas innovadoras (OCDE, 2013). Por tanto, las firmas que tienen mayor acceso a información externa —la que es útil para la actividad innovadora— tendrían mayores incentivos para realizar innovación mediante acuerdos de cooperación (Katz 1986; D’Aspremont y Jacquemin 1988; Cassiman y Veugelers 2002; Belderbos, Carre y Lokshin 2006).

En Chile, por diferencias técnicas y/o financieras, existe una importante heterogeneidad en el comportamiento innovador de las empresas. Según su tamaño, un 50,9% son grandes, 21,9% medianas y 27,2% pequeñas. Según la 9ª Encuesta de Innovación, las firmas que realizan algún tipo de cooperación alcanzan un 13,4%. Además, el comportamiento de las empresas difiere según el sector de la economía en la que se desempeñe.

El Ministerio de Economía de Chile ha impulsado programas públicos cuyo objetivo ha sido impulsar la innovación y, por sobre todo, su realización a través de acuerdos de cooperación (por ejemplo, el programa de Difusión Tecnológica, I+D aplicada, asociaciones tecnológica para la competitividad, entre otros). Estos buscan facilitar el acceso a información externa y, con ello, contribuir a una mayor relación en actividades de innovación entre el sector privado y las instituciones que generan conocimiento (universidades y/o institutos de I+D). Estas iniciativas responden al desafío de la política pública que requiere aumentar la tasa de innovación y las iniciativas de cooperación (que fueron de 16,6% y 13,4%, respectivamente, en el periodo 2013-14)². Sin embargo, no existen estudios empíricos que acrediten que la estrategia de fomentar la cooperación en innovación a través de la gestión —implícita— de los *spillovers* sea efectiva en Chile. En el país se ha estudiado únicamente sus determinantes (Greve 2013), y la relación existente entre innovación y productividad o crecimiento económico (Benavente 2002; Crespi y Zúñiga, 2010; Álvarez, Bravo-Ortega y Navarro, 2010).

El presente estudio propone generar evidencia empírica respecto a cómo los *incoming spillovers* determinan la realización de acuerdos de cooperación para la innovación de las empresas chilenas. Concretamente, identificará cuáles son los *spillovers* relevantes para la realización de

² En el periodo 2011-12 la tasa de innovación fue del 23,68%, y la de cooperación en innovación fue de 7,3%.

acuerdos de cooperación. Además, entendiendo las diferencias en el comportamiento innovador entre firmas de distinto tamaño, señalará si existen efectos heterogéneos de los *spillovers* sobre la decisión de cooperación.

Metodológicamente, se utiliza la 9ª Encuesta de Innovación (2013-14) para identificar a las firmas que realizan cooperación. Esta encuesta permite tener información de la importancia que asignan las empresas a las distintas fuentes de información en su actividad innovadora, facilitando la construcción de un *proxy* para cada uno de los *spillovers*. Con esto, se estima un modelo probit que incluye como variable dependiente binaria la realización de cooperación, y como independientes a variables *proxy* para distintos tipos de *spillovers*, controlando con otras variables que la literatura considera relevantes. Se incluye la interacción entre cada uno de los *spillovers* y una variable categórica que hace referencia al tamaño de la firma, con el fin de analizar si existen diferencias significativas en el efecto de los distintos *spillovers* sobre la probabilidad de realizar cooperación en firmas de distinto tamaño.

Aplicada la metodología, los principales resultados indican que las firmas que reciben mayor flujo de información proveniente desde universidades e institutos de I+D verían aumentada su probabilidad de innovar a través de acuerdos de cooperación en innovación en 0.399pp, mientras que para los *spillovers* públicos la probabilidad de que las firmas realicen innovación a través de acuerdos de cooperación en innovación aumenta en 0.307pp. Los resultados permitirían indicar también que efectivamente existen efectos heterogéneos según el tipo de cooperación y el tamaño de la firma innovadora, destacando qué efecto de los *spillovers* institucionales es mayor para las pequeñas y medianas empresas, sugiriendo la importancia del flujo de conocimiento desde universidades e institutos de I+D sobre la realización de cooperación.

El resto de la presente investigación se estructura de la siguiente manera: en la sección 1 se revisa la literatura de carácter teórico y empírico que describe cómo los *spillovers* pueden afectar la realización de innovación a través de cooperación en innovación. En la sección 2 se presenta el marco conceptual, definiéndose a los *spillovers* y la relación

existente entre estos y la cooperación en innovación. La sección 3 describe la estrategia de estimación y presenta los estadísticos descriptivos de las variables más importantes, mientras que en la sección 4 se ahonda en los resultados de las estimaciones. Finalmente, en la sección 5 se presentan las conclusiones.

1. Revisión de la literatura

Las investigaciones en temas de cooperación en innovación pueden ser divididas en dos bloques: el primero estudia cuáles son los efectos de la cooperación sobre diferentes medidas de desempeño de la empresa; y el segundo, los determinantes que influirían en la decisión de cooperar.

Dentro de esta última línea, autores como D'Aspremont y Jacquemin (1988) Kamien, Müller y Zang (1992), Leahy y Neary (1997) y Katsoulacos y Ulph (1998) apuntan a los *spillovers* como uno de los factores más importantes para incentivar a las firmas a realizar cooperación en innovación. Según Nunes et al. (2013), las empresas innovadoras estarían recurriendo a acuerdos de cooperación con el fin de internalizar los efectos secundarios o externalidades producidas por la generación de conocimiento.

Probablemente la mayor influencia teórica en este campo es de D'Aspremont y Jacquemin (1988), quienes modelan en inicio el efecto de los *spillovers* sobre los incentivos para llevar a cabo la cooperación, concluyendo que, ya sea por la expansión de la demanda o la reducción de costos, la inversión es mayor en innovaciones conjuntas. D'Aspremont y Jacquemin (1988) y sucesores [Kamien, Müller, E. y Zang, I. (1992); Leahy y Neary (1997)] presentan una concepción teórica que considera los flujos de información como exógenos y simétricos; sin embargo, esta quedó atrás al desarrollarse una nueva literatura. El nuevo enfoque propone un carácter endógeno y asimétrico de los *spillovers*, donde las empresas controlan los flujos de información generados (Katsoulacos y Ulph 1998). Esta nueva perspectiva avanzó en el realismo de los modelos sobre realización de cooperación, y ahora estaría acorde a la evidencia empírica que muestra que las empresas difieren en su capacidad para aprovechar los *spillovers* recibidos.

La mayoría de los estudios empíricos que analizan la relación entre *spillovers* y cooperación es realizada bajo un enfoque subjetivo, basado principalmente en la evidencia de encuestas (por lo general, usan datos desde la *Community Innovation Survey* (CIS) para diferentes países). En estos se miden los *spillovers* como la importancia relativa asignada por las firmas a las diferentes fuentes de información disponible para los procesos de innovación. Por ejemplo, Cassiman y Veugelers (2003), Miotti y Schwald (2003), Belderbos, Carre y Lokshin (2004a), Schmidt (2005), Morandi (2007) y López (2008) han analizado cómo los *spillovers* afectan la probabilidad de realizar cooperación en innovación, concluyendo que tienen un efecto significativo y positivo en dicha probabilidad.

Para analizar el efecto de los *spillovers* se diferencia entre distintos tipos de *spillovers*: públicos, horizontales, verticales e institucionales. Al respecto, Cassiman y Veugelers (2003) definen los *spillovers* públicos como una medida de la importancia asignada por las firmas a la información con carácter público, es decir, la que se encuentra disponible en conferencias, ferias, revistas científicas y exposiciones. Belderbos, Carre y Lokshin (2004a) diferencian los *spillovers* según la fuente que origina la información, identificando los *spillovers verticales* (proveedores y clientes), *horizontales* (competidores) e *institucionales* (universidades e institutos de I+D).

Pese a que las investigaciones que estudian la relación entre cooperación y *spillovers* se contextualizan en distintos países —por ejemplo, Bélgica (Cassiman et al. 2002), Holanda (Belderbos, Carre y Lokshin 2004a), Finlandia y Austria (Dachs, Ebersberger y Pyka 2004), España (López 2008) y Corea del Sur (Chun y Mun 2012)— en todos ellos se sugiere que, en términos generales, un alto nivel de *spillovers* puede afectar la probabilidad de la firma de realizar acuerdos de cooperación. Sin embargo, los efectos encontrados de los *spillovers* sobre la decisión de cooperación difieren significativamente en impacto y dirección de un país a otro. Por ejemplo, Dachs, Ebersberger y Pyka (2004) encuentran que los *spillovers* de carácter horizontal tienen un efecto significativo y negativo sobre la probabilidad de cooperar para las firmas finlandesas, mientras que en Austria el efecto es significativo y positivo. Chun y Mun (2012) encuentran un efecto significativo

y positivo de los *spillovers* públicos en Corea del Sur, mientras que Dachs, Ebersberger y Pyka (2004) no encuentran significancia para Finlandia o Austria. En definitiva, existen resultados disímiles para los distintos países analizados.

El estudio para Chile se hace relevante debido a que los resultados empíricos difieren significativamente de un país a otro porque cada país se caracteriza por poseer un sistema nacional de innovación en particular, caracterizado por los esfuerzos generales que una comunidad realiza en innovación, a través de diferentes actores públicos y privados, así como por las organizaciones dedicadas a la investigación, entre ellas las universidades (Lederman y Maloney 2004).

Así, bajo una concepción que considera un efecto asimétrico de los *spillovers* sobre el comportamiento innovador de las firmas, Rothwell y Dodgson (1991), Nooteboom (1994), Audretsch y Vivarelli (1996) y Chun y Mun (2012) han enfocado sus estudios empíricos en la relación que existe entre *spillovers* y cooperación, específicamente para las pequeñas y medianas empresas. Al respecto, destacan los resultados obtenidos por Audretsch y Vivarelli (1996), que muestran que los *spillovers* no sólo son esenciales para que las firmas pequeñas puedan llevar proyectos de cooperación, sino que son mucho más importantes para las pequeñas que para las grandes, pues les permiten acceder a conocimiento que por sus limitaciones técnicas y financieras les sería imposible generar.

Existen también diversas investigaciones que han estudiado otras variables que afectarían la decisión de cooperación en innovación. Dentro de estas destacan: condiciones de apropiabilidad (Kesteloot y Veugelers 1995); intensidad en innovación (Cohen y Levinthal 1989); tamaño de la firma (Nunes, Carvalho y Costa 2013); sector o características de la industria (Miotti y Schwald 2003; Nunes, Carvalho y Costa 2013); costos y riesgos (D'Aspremont y Jacquemin 1988; López 2008); fondos públicos (Dachs, Ebersberger y Pyka 2004); exportación (Jaklic y Damijan 2008; Chun y Mun 2012); y pertenencia a un conglomerado de empresas (Belderbos, Carre y Lokshin 2004).

Considerando los referidos determinantes, autores como Belderbos, Carre y Lokshin (2004) y Elche-Hotelano (2011) afirman que las condiciones de apropiación de la firma, o el sector al que pertenecen,

condicionan de forma significativa el comportamiento cooperador, considerando que las firmas con mejores condiciones de apropiación son más propensas a cooperar, por cuanto tienen menor riesgo de que sus conocimientos más valiosos acaben en manos de la competencia. Cohen y Levinthal (1989) afirman que la intensidad o gasto interno en I+D determina la capacidad de absorción de nuevo conocimiento; esto puede generar mayores incentivos para que firmas se comprometan en cooperación, explotando así las oportunidades que surgen desde la innovación cooperativa. Al respecto, Cohen y Levinthal (1989) plantean que la existencia de un buen departamento de I+D permite a la empresa asimilar mejor la información exterior e incorporarla a su proceso innovador. Miotti y Schwald (2003) y Nunes, Carvalho y Costa (2013) plantean que, dada la heterogeneidad de los distintos sectores económicos, las firmas difieren de forma significativa en su comportamiento innovador. Con base en este punto, es de esperar que en sectores de alta intensidad tecnológica el comportamiento innovador sea mucho más activo, lo que condicionaría la cooperación en innovación. Por su parte, D'Aspremont y Jacquemin (1988) y Tether (2002) establecen que los acuerdos cooperativos se ven impulsados en contextos en que la actividad innovadora presenta altos costos e importantes riesgos en sus resultados. Nakamura (2003), en tanto, indica que muchas veces la cooperación surge como respuesta a políticas de subsidios gubernamentales; mientras que Dachs, Ebersberger y Pyka (2004) consideran que la orientación a exportar es un determinante importante del comportamiento colaborativo. Firms que venden gran parte de su producción en el extranjero serían más propensas a comprometerse en colaboración en innovación.

En síntesis, la Tabla N° 1 señala cada una de las variables, revisadas anteriormente, que según las investigaciones determinarían la realización de acuerdos de cooperación en innovación. Para cada uno de ellas se indica el efecto predicho en la literatura.

● TABLA N° 1. VARIABLES QUE DETERMINAN LA REALIZACIÓN DE COOPERACIÓN EN INNOVACIÓN

VARIABLE	EFECTO SOBRE LA REALIZACIÓN DE COOPERACIÓN.
Capacidad de apropiación	Positivo
Industria a la que pertenece la firma	Indeterminado
Gasto interno en I+D	Positivo
Altos costos y riesgos en la innovación	Positivo
Apoyo a la innovación a través de fondos públicos	Positivo
Información interna	Incierto
Exportación de la firma	Positivo
Pertenencia a un conglomerado de empresas	Positivo

Fuente: Elaboración propia.

2. Marco conceptual

2.1 *Incoming Spillovers*

Todo proceso de innovación se caracteriza porque el conocimiento producido por los agentes innovadores presenta un problema de apropiabilidad imperfecta por parte de las firmas innovadoras. Este problema ocurre cuando parte de los beneficios de la innovación fluyen hacia los competidores, clientes y/o proveedores, provocando que la empresa invierta subóptimamente en I+D (Alonso y Marín 2001). Más específicamente, todo nuevo conocimiento tiene las características de un bien en el cual no existe rivalidad en el consumo y, además, sólo se puede excluir su acceso de forma parcial.

Por esto, como resultado de cualquier actividad de innovación se generarán flujos de información (o *spillovers* de conocimiento) que quedan de forma inmediata a libre disposición de terceros, quienes, a través de un comportamiento del tipo *free-rider*, podrán acceder al nuevo conocimiento sin pago alguno, lo que desincentivará de forma importante la realización de innovación por parte de quienes la pagaron (Romer 1990). Entonces, se deben entender los *incoming spillovers* como un flujo de información y conocimiento que es generado por terceros y que, a consecuencia de la incapacidad de apropiación por parte de quienes lo generan, queda a libre disposición para su internalización,

y posterior uso —sin costo alguno—, por parte de las empresas innovadoras (OCDE 2013).

La noción de *spillovers* se asocia a fuentes de información externas que las empresas tienen a su disposición para la realización de su actividad innovadora. Por ejemplo, a partir de las distintas fuentes de información (proveedores de equipo y clientes, competidores, universidades e institutos de I+D) y aquella difundida en medios públicos (conferencias, revistas y exposiciones) se pueden identificar distintos tipos de *spillovers*: verticales, horizontales, institucionales y públicos. Todos estos hacen referencia a la importancia de la información externa disponible sobre el proceso innovador de las firmas (López 2008). Para entender cada uno de los referidos *spillovers* se ha dispuesto en la Tabla N° 2 las distintas definiciones identificadas en la literatura [Cassiman y Veugelers (2002); Belderbos, Carre y Lokshin (2004)].

● TABLA N° 2. DESCRIPCIÓN DE LOS DISTINTOS TIPOS DE *INCOMING SPILLOVERS*

TIPO DE <i>SPILLOVERS</i>	FLUJO DE INFORMACIÓN PROVENIENTE DE
Vertical	Proveedores de equipos y/o clientes.
Horizontal	Empresas competidoras.
Institucionales	Universidades e Institutos de Investigación (I+D).
Públicos	Conferencias y revistas; ferias y exhibiciones.

Fuente: Elaboración propia a partir de Cassiman et al. (2002) y Belderbos et al. (2004).

2.2 Cooperación en innovación e *incoming spillovers*

El *Manual de Oslo para la Innovación* define la cooperación en innovación como la “participación activa con otras empresas o institutos no comerciales en actividades innovadoras o de I+D” (OCDE 2005). A través de estos, los integrantes (empresas y/u otros organismos públicos o privados) deciden coordinar en un proyecto conjunto sus actividades de innovación, y así compartir en cierta medida el conocimiento derivado del esfuerzo común, mientras mantienen sus relaciones de competencia en los mercados en que se comercializan sus productos (López 2008).

Económicamente se plantea que la cooperación en innovación permite dar solución a importantes desincentivos que se producen en la actividad innovadora. Por ejemplo, la posibilidad de dividir costos entre varias organizaciones, superar fallas de apropiabilidad de

los beneficios, superar la incertidumbre con respecto al camino que tomarán nuevas tecnologías y complementar las capacidades técnicas de cada participante, entre otras.

Quizás la conceptualización más relevante y significativa para entender la relación entre los *spillovers* y la decisión de cooperación en innovación sea la realizada por D'Aspremont y Jacquemin (1988). Estos autores plantean que, ante la existencia de *spillovers* en la actividad innovadora, la cooperación en innovación es una alternativa eficiente para reducir costos a través de la internalización y maximización del flujo de información generado por terceros o *spillovers*. Se considera a la cooperación en innovación como una alternativa en la que las firmas comparten información básica y esfuerzos en la etapa de I+D, pero mantienen la rivalidad en el mercado de productos. En concreto, asumiendo un duopolio con productos homogéneos se plantea un mecanismo de transmisión en donde las externalidades o *spillovers* en I+D desde una empresa a otra son factores relevantes para la decisión de inversión individual en I+D. Por lo tanto, en este modelo se busca presentar económicamente, de una forma simplificada, en una economía con dos empresas y un producto homogéneo, el canal de transmisión que explicaría la relación existente entre los *spillovers* y la decisión de cooperación en innovación. Tal relación está sujeta a hipótesis respecto al cumplimiento en una economía como la chilena.

Tal como se observa a continuación, el costo unitario de la empresa i , c_i , depende de sus propios gastos en I+D, x_i , y de los de su rival, x_j , corregidos por un parámetro que mide la importancia del *spillover*.

Función de Demanda Inversa

$$D^1 = a - bQ \quad \text{con } a, b > 0 \quad (1)$$

donde:

$$Q = q_1 + q_2$$

Función de Costo de Producción

$$C_i(q_i, x_i, x_j) = [A - x_i - \beta x_j]q_i, \quad i = 1, 2, \quad i \neq j \quad (2)$$

con $0 < A < a$, $0 < \beta < 1$; $x_i + \beta x_j \leq A$; $Q \leq a/b$

donde:

q_i = Propia producción

x_i = Monto de investigación de i

x_j = Monto investigación de j

Como se observa en (2), el efecto de los *spillovers* en I+D de la firma j afecta de forma indirecta al costo de la firma i .

En síntesis, los autores concluyen que la solución eficiente corresponde a una internalización de los efectos externos de I+D a través de la decisión conjunta sobre el nivel de gasto en I+D, ya que, como consecuencia de la existencia de *spillovers*, existe un comportamiento oportunista (o *free riding*) que desincentiva la inversión de las firmas en I+D. Por un lado, la realización de cooperación en innovación permitirá internalizar los *spillovers* a través de la coordinación de la actividad de innovación en el sector, restaurando los incentivos a investigar; por otro, permitirá a las firmas compartir costos de la innovación y la I+D, lo que reducirá los incentivos a invertir individualmente.

El modelo propone que para un nivel suficientemente alto de *spillovers* las firmas innovarán a través de un proyecto de cooperación, invirtiendo más en I+D y, con ello, aumentando significativamente su rentabilidad por sobre lo que obtendrían si invierten individualmente en I+D.³ Entonces, la disponibilidad de información externa condiciona la realización de cooperación en innovación (Abramovsky, Harrison y Simpson 2004). Esto se cumple al posibilitar el reparto de costos y riesgos, al facilitar el aprovechamiento de economías de escala, al entregar mayor capacidad de apropiación de los beneficios, al transferir conocimiento y al generar aprendizaje mediante la interacción de los socios (Dachs Ebersberger y Pika 2004).

En definitiva, se esperaría que cuanto más importantes sean los flujos de conocimiento (*incoming spillovers*), más capaces serían las empresas de beneficiarse de los acuerdos de cooperación en innovación ya que los socios transmitirían información útil.

3. Estrategia de estimación y datos

3.1 Estrategia de estimación

En esta investigación se utilizan datos provenientes de la 9ª Encuesta de Innovación (2013-2014) elaborada por el Ministerio de Economía de Chile en conjunto con el Instituto Nacional de Estadísticas de Chile

³Para mayor detalle ver D'Aspremont y Jacquemin A. (1988)

(INE). Esta base de datos mide variables como el tipo de innovación (producto, proceso, gestión organizativa) y también el gasto en I+D realizado por las empresas chilenas, según distintos tamaños, sectores productivos y regiones. Metodológicamente, la encuesta sigue los lineamientos generales sugeridos por la OCDE y la *Community Innovation Survey* (CIS) de Eurostat, que están plasmados en el *Manual de Oslo*. Además, se considera una muestra estratificada y representativa por sector económico, tamaño de empresa y región.

Utilizando esta base de datos, se propone aplicar un modelo de estimación del tipo probit. A través de este se podrá analizar si existen diferencias significativas en el efecto de los *spillovers* sobre la probabilidad de que la firma efectivamente realice innovación bajo acuerdos de cooperación en innovación. Además, al diferenciar por tamaño de la firma se podrá comprobar la existencia de efectos heterogéneos por parte de los distintos *spillovers*.

Específicamente, el modelo a estimar será el siguiente:

$$COOP_{ijk} = \beta_i I_{ijk} + \alpha_i Pyme^* I_{ijk} + \delta_i X_{ijk} + S_j + R_k + \mu_{ijk} \quad (3)$$

donde i se refiere a las firmas, j al grupo de actividad al que pertenece y k a la región en la que se ubica la empresa. $COOP_{ijk}$ es la variable dependiente binaria —1 si la firma realizó cooperación, o en caso contrario— que indica si la firma ha realizado algún tipo de cooperación en innovación. I_{ijk} hace referencia al vector de *spillovers* verticales, horizontales, institucionales y a públicos. Además, como un objetivo de la investigación busca identificar si es que existen efectos heterogéneos según el tamaño de la firma, se incluye en la regresión la interacción entre cada uno de los *spillovers* y la variable pyme, que tendrá valor igual a 1 si es que —de acuerdo al nivel de ventas anuales (UF)— la empresa es pequeña o mediana (entre 2.400 y 25.000; y entre 25.001 y 100.000, respectivamente), y 0 si es una gran empresa (si superan las 10.001 UF). Esta interacción permitirá diferenciar si es que el efecto de los *spillovers* es diferente para las empresas de distinto tamaño. Asimismo, X_{ijk} corresponde al vector de variables de control que han sido analizadas por la teoría y estudios empíricos como determinantes de la cooperación en innovación: departamento de I+D, tamaño de la

firma, exportación, pertenencia a grupo o consorcio de empresa, información interna y un *proxy* para el costo-riesgo de las innovaciones (en la Tabla N° 6 del Anexo 2 se presenta la descripción de cada una de las variables de control utilizada). Finalmente, para controlar por la heterogeneidad existente según sector de actividad económica y región en la cual se ubica la empresa, se incluye S_j y R_k , respectivamente.

En síntesis, β_i y α_i serán los coeficientes relevantes para esta investigación. El primero permitirá obtener los efectos marginales de cada una de los *spillovers* sobre la realización de algún acuerdo de cooperación, mientras que α_i permitirá aislar el efecto de los *spillovers* según el tamaño de la empresa. Ello permitirá diferenciar entre pymes y grandes.

Considerando la imposibilidad de tener una medida exacta para los *spillovers* (I_{ijk}) se seguirá la metodología usada por Cassiman y Veugelers (2002) y Belderbos, Carre y Lokshin (2004), para recurrir a variables del tipo *proxy*. Esto quiere decir que se utilizará, como aproximación a los *spillovers*, la importancia asignada por las firmas innovadoras a las distintas fuentes de información. Con tal objetivo se recurrirá a la 9ª Encuesta de Innovación que permite obtener el nivel de importancia que las firmas innovadoras le asignan a las distintas fuentes de información, desde proveedores de equipos, clientes, empresas competidoras, universidades, institutos de I+D y aquella proveniente de ferias, conferencias, revistas y exposiciones, según una escala de Likert: (4) no relevante, (3) importancia baja, (2) importancia media y (1) importancia alta. Con el fin de simplificar la notación, se recodificarán los valores a una escala binaria, que considera (1) importancia alta o media, y (0) importancia baja o sin relevancia. De esa forma, se construirá cada una de las medidas de *spillovers* como el promedio de los valores asignados a cada una de las fuentes de información que la componen.

Lo anterior clarifica que la noción de *spillovers* estará asociada a las diversas fuentes de información o conocimiento que las empresas tienen a su disposición para la realización de su actividad innovadora. Acorde con esto y siguiendo a Cassiman y Veugelers (2002), se incluye una variable de *spillovers* relativa a la información de carácter público y, además, según lo planteado por Belderbos, Carre y Lokshin

(2004) se agregan medidas de *spillovers* de acuerdo el origen del cual proviene la información, distinguiendo entre *spillovers* institucional, vertical y horizontal. Tal como se definió en la Tabla N° 2, se asocia a los *spillovers* públicos la información proveniente desde conferencias, ferias y exposiciones; los *spillovers* institucionales con aquella información proveniente desde universidades e institutos de I+D; a los verticales con la proveniente desde proveedores de equipos y clientes; y finalmente, a los *spillovers* horizontales con el flujo de información generado por empresas de la competencia. En la Tabla N° 3 se resume cada una de estas medidas de *spillovers*.

● TABLA N° 3. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES *INCOMING SPILLOVERS*

SPILLOVERS	DESCRIPCIÓN
Vertical	Índice promedio para <i>spillovers</i> verticales desde proveedores y clientes.
Horizontal	Índice promedio para <i>spillovers</i> horizontales desde competidor.
Institucional	Índice promedio para <i>spillovers</i> desde universidades e institutos de investigación.
Público	Índice promedio para <i>spillovers</i> desde fuentes públicas: conferencias y revistas, ferias y exhibiciones, otras.

Fuente: Elaboración propia.

Nota: En todos los casos se obtiene el índice promedio a partir de re-escalar en 0 (no relevancia) y 1 (importancia media-alta).

No obstante, podría existir endogeneidad en la medición de las variables de *spillovers*, lo cual generaría un sesgo e inconsistencia en los estimadores. En este caso particular, se considera que el problema de endogeneidad puede ocurrir por errores de medida en los *spillovers* y por simultaneidad con la variable dependiente. En primer lugar, existiría un potencial error de medida al recurrir a una fuente de información subjetiva —como lo es una encuesta— para construir un *proxy* para cada uno de los tipos de *spillovers* (vertical, horizontal, institucional y público). Por otro lado, podría existir simultaneidad entre la variable dependiente (cooperación en innovación) y las variables de *spillovers*; tal como señalan Cassiman y Veugelers (2002), los *spillovers* pueden ser variables endógenas debido a que las empresas que cooperan también pueden tratar de controlar los flujos de información con sus acuerdos de cooperación en innovación, por lo que el hecho de cooperar también puede ser un factor determinante de los *spillovers*.

Para evitar dicho problema y obtener estimadores consistentes, se utilizará una variable instrumental que cumpla con las condiciones de relevancia y exogeneidad requeridas. Con ese objetivo, y de acuerdo a lo considerado por Cassiman y Veugelers (2002), Chun y Mun (2012), Aghion y Jaravel (2015), se propone instrumentar a partir del promedio de relevancia asignado hacia los *spillovers* por las firmas que se encuentran en el mismo grupo de actividad económica y región a la cual pertenece la empresa.

La inclusión de este instrumento se debe a que se asume que la percepción de los *spillovers* puede ser similar para firmas que sean de la misma industria y se localicen en la misma región, ya que viven realidades externas similares (cumpliendo con la condición de validez del instrumento). Pero la realidad que viven las otras firmas no debe influir en la probabilidad de que una firma en particular coopere o no, cumpliéndose así la restricción de exogeneidad. A continuación, en la Tabla N° 4 se describen los distintos instrumentos seleccionados para cada una de las medidas de *spillovers*, y que serán utilizados en la regresión de primera etapa:

● TABLA N° 4. DEFINICIÓN DE LAS VARIABLES INSTRUMENTALES (VI)

VARIABLES INSTRUMENTALES	DESCRIPCIÓN
SPILLVER_PROM _{jk}	Índice promedio de <i>spillovers</i> verticales.
SPILLHOR_PROM _{jk}	Índice promedio de <i>spillovers</i> horizontales.
SPILLINT_PROM _{jk}	Índice promedio de <i>spillovers</i> institucionales.
SPILLPUB_PROM _{jk}	Índice promedio de <i>spillovers</i> públicos.

Fuente: Elaboración propia.

Nota: Todas las VI son por actividad económica y región.

3.2 Estadística descriptiva

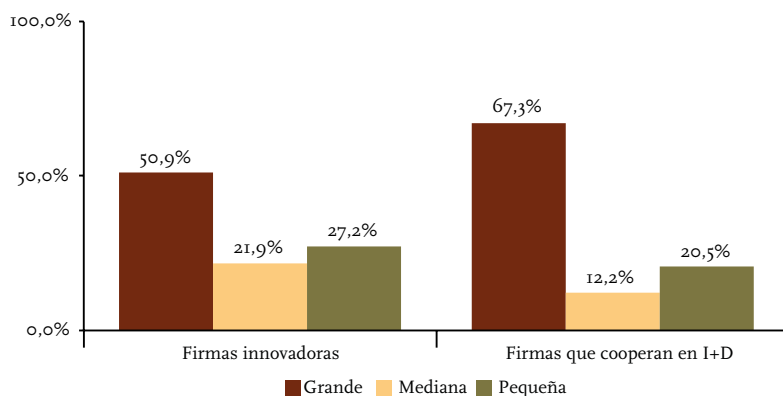
La base de datos generada a partir de la 9ª Encuesta de Innovación está compuesta por empresas que desarrollan su actividad dentro del país, y con un nivel de ventas anuales superiores a 2.400 UF. De ese modo, la encuesta está provista por datos estratificados por sector económico, región y tamaño de la empresa. Para el periodo 2013-2014, de acuerdo a estándares OECD-Unión Europea (UE) y a la realidad nacional —es decir, considerando todos los sectores económicos (incluyendo agricultura) y a su vez considerando pequeñas, medianas y grandes empresas (de acuerdo a su nivel de ventas y no número de

trabajadores)— la tasa de innovación es de 16,6%, o sea 27.160 empresas chilenas realizaron algún tipo de innovación (producto, proceso, gestión organizativa y/o marketing). Si se consideran los estándares internacionales y homologando la forma de medición de la tasa de innovación con la UE (empresas con más de 9 trabajadores, excluyendo sector agricultura y sumando aquellas que abandonaron actividades innovadoras antes de tangibilizarlas), el porcentaje de empresas que innovaron en Chile es de 26,7%, lo que está en el promedio observado para los países de la UE (26,8%).

En lo que respecta a la realización de innovación a través de acuerdos de colaboración en innovación el 13,4% declaró haber participado en acciones de cooperación de innovación con otras empresas, universidades, institutos de investigación u otros, muy por debajo de lo observado en la UE (31,2%). Es de esperar que exista una importante heterogeneidad según el tamaño de las empresas, tanto para que innoven por cuenta propia o a través de acuerdos de cooperación.

Al respecto, la Figura N° 1 reporta la distribución de empresas que innovan por cuenta propia y aquellas que, según el tamaño, lo hacen a través de colaboración. De las que realizan innovación por cuenta propia un 50,9% corresponde a empresas grandes, un 21,9% son medianas y el 27,2% restante son pequeñas. Una tendencia similar se observa para aquellas que cooperan; las grandes son las que más cooperan con un 67,3% del total, seguida por las pequeñas (20,5%) y medianas empresas (12,2%).

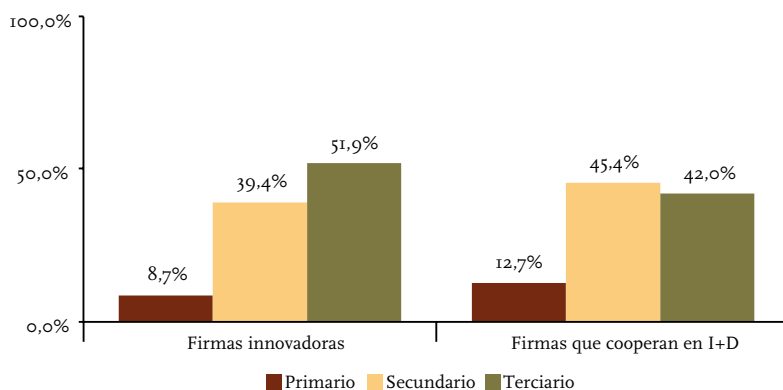
● FIGURA N° 1. DISTRIBUCIÓN SEGÚN TAMAÑO DE FIRMAS QUE INNOVAN Y COOPERAN EN I+D



Fuente: Elaboración propia a partir de la 9ª Encuesta de Innovación.

La 9ª Encuesta de Innovación incorporó la segmentación según CIIU, es decir, actividad primaria (A, B y C), secundaria (D, E y F), y terciaria (G, H, I, J, K, N y O). Al analizar la tasa de innovación y de cooperación por grupo de actividad económica al que pertenece la firma (Figura N° 2), la terciaria (51,9%) representa el mayor porcentaje de empresas que realizan algún tipo de innovación, seguida por las del sector secundario (39,4%), mientras que sólo el 8,7% corresponde al sector primario. Al hacer el mismo análisis para la cooperación en innovación, se observa un predominio de empresas del sector económico terciario y secundario.

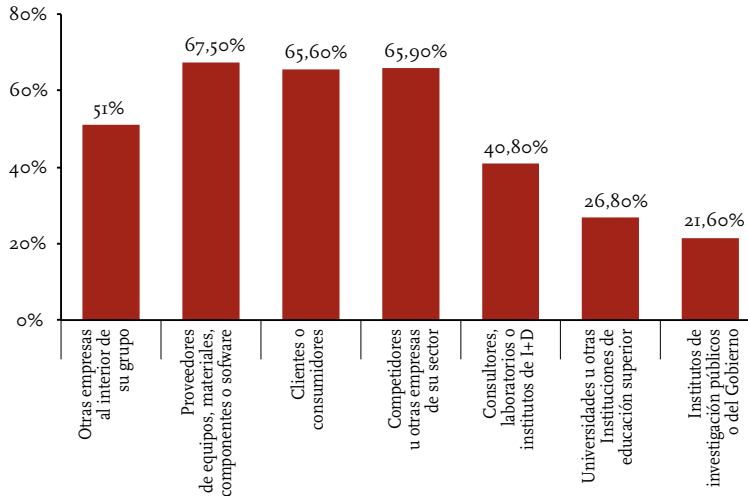
● FIGURA N° 2. DISTRIBUIDAS DE FIRMAS QUE INNOVAN Y COOPERAN EN INNOVACIÓN SEGÚN GRUPO DE ACTIVIDAD ECONÓMICA, 2013-2014.



Fuente: Elaboración propia a partir de la 9ª Encuesta de Innovación.

La cooperación en innovación se puede dar entre las empresas y distintas instituciones públicas o privadas. La Figura N° 3 muestra que, al desglosar la estadística entre las empresas que realizaron actividades innovadoras, la mayor proporción de empresas cooperadoras lo hacen con competidores u otras empresas de su sector, seguido por proveedores de equipo, materiales, componentes o software. Con un porcentaje considerablemente menor, se realiza cooperación con institutos de investigación públicos o del Gobierno, seguido por universidades e instituciones de educación superior.

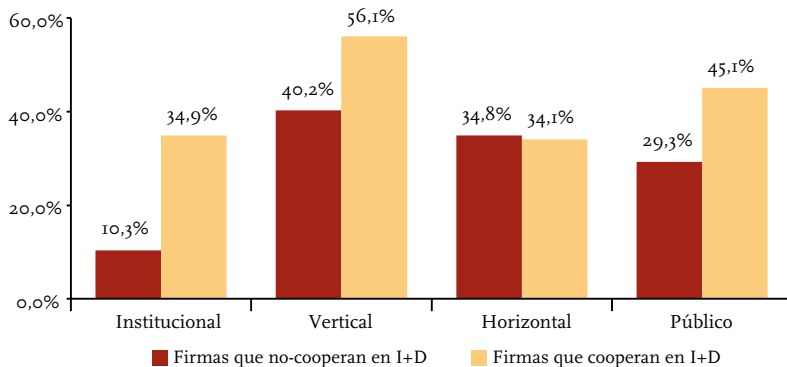
● FIGURA N° 3. TASA DE COOPERACIÓN EN INNOVACIÓN ENTRE EMPRESAS Y DISTINTO TIPO DE INSTITUCIÓN PÚBLICA O PRIVADA, 2013-2014



Fuente: Elaboración propia a partir de la 9ª Encuesta de Innovación.

Considerando que las variables de *spillovers* se construyen como un *proxy* generado a partir de la importancia asignada por parte de las firmas innovadoras a determinadas fuentes de información (ver Tabla N° 2), a continuación se representa gráficamente el porcentaje de empresas que realizan actividades innovadoras y que asignan relevancia alta o media a cada uno de los *spillovers*. Concretamente, al diferenciar entre los distintos tipos de *spillovers*, y dentro de las firmas que cooperan, existe una mayor proporción que asigna mayor relevancia a cada uno de los *spillovers* en el desarrollo de su actividad innovadora (a excepción de los horizontales). Por ejemplo, un 56,1% de las firmas que cooperan consideran que los *spillovers* verticales son relevantes para su actividad innovadora, lo que es mayor al 40,2% de las firmas no-cooperadoras. Igual relación se cumple para el resto de los *spillovers*, exceptuando los del tipo horizontal. Así, la Figura N° 4 representa la situación en donde las firmas que cooperan consideran que los *spillovers* son mucho más relevantes en sus actividades de innovación.

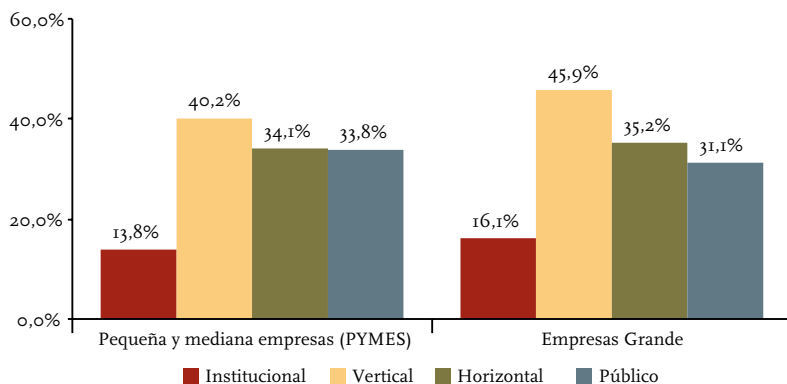
● FIGURA N° 4. PORCENTAJE PROMEDIO DE FIRMAS QUE ASIGNAN RELEVANCIA ALTA O MEDIA A CADA UNO DE LOS *INCOMING SPILLOVERS*, SEGÚN LA REALIZACIÓN DE COOPERACIÓN EN INNOVACIÓN.



Fuente: Elaboración propia a partir de la 9ª Encuesta de Innovación.

Ahora bien, al diferenciar según el tamaño de la empresa, entre las empresas que realizan actividades innovadoras, el porcentaje de firmas que asigna relevancia alta o media a cada uno de los *spillovers* no difiere de forma relevante. La Figura N° 5 muestra el porcentaje de firmas que asigna mayor relevancia a los distintos *spillovers*, el que difiere según el tamaño de las empresas. En particular, tanto en las pymes como en las grandes empresas, existe una mayor proporción de firmas que asigna alta relevancia a los *spillovers* verticales en las actividades de innovación. Para el resto de los *spillovers* se observa que, en una menor proporción, las firmas valoran —en orden decreciente— a los *spillovers* horizontales, públicos e institucionales.

● FIGURA N° 5. PORCENTAJE PROMEDIO DE FIRMAS QUE ASIGNAN RELEVANCIA ALTA O MEDIA A CADA UNO DE LOS *INCOMING SPILLOVERS*, SEGÚN TAMAÑO.



Fuente: Elaboración propia a partir de la 9ª Encuesta de Innovación.

Finalmente, en la Tabla N° 6 y Tabla N° 7, incluidas en el Anexo 2, presentan la media y desviación estándar, nivel mínimo y máximo de las variables más importantes del modelo analizado. La Tabla N° 6 reporta la estadística descriptiva para el conjunto de firmas innovadoras; innovadoras que cooperan; y aquellas que no cooperan. En la Tabla N° 7 se muestra la media y desviación estándar para el conjunto de firmas que realiza cooperación, diferenciando por su tamaño.

En la parte superior de la Tabla N° 6 se presentan al conjunto de variables que hacen referencia al flujo de información que recibe y/o gestiona la empresa. Destaca que la variable binaria que hace referencia a la valoración de las firmas y a la información interna tiene una media para las firmas innovadoras igual a 0.734, la que es considerablemente menor a la observada para el conjunto de firmas innovadoras que realizan cooperación en innovación. Igualmente, al diferenciar según la realización de acuerdos de cooperación, se observa que la media de los *spillovers* —a excepción de los horizontales— es mayor para el conjunto de firmas que innova a través de cooperación. Por ejemplo, que para las firmas que cooperan los *spillovers* verticales tengan una media de 0.560 quiere decir que, en promedio, existe tal proporción de firmas que considera que el flujo de información proveniente de empresas de la competencia es relevante en la actividad de innovación; esto es considerablemente mayor al 0.401 correspondiente a firmas que no cooperan. En conclusión, en la Tabla N° 6 se puede hacer la misma relación para cada uno de los restantes *spillovers* y para el resto de variables incluidas.

Acorde con lo anterior, se observa que la variable referida a la apropiación sectorial tiene una media levemente mayor para el conjunto de firmas que cooperan, lo que podría decir que, en promedio, estas firmas se enfrentan a sectores económicos que están caracterizados por una mayor tasa de apropiación de innovaciones. La variable departamento I+D tiene una media de 0.184 para el conjunto de firmas innovadoras, cuestión que es menor que la media observada para aquellas firmas que innovan a través de acuerdos de cooperación. De igual forma que para las variables exportación, fondos públicos y grupo, la media correspondiente a las firmas que innovan a través de acciones de colaboración es mayor que lo observado para aquellas

que no lo hacen. Por otro lado, la variable costo-riesgo se caracteriza por tener una media bastante similar para ambos grupos de firmas (0.533 para las firmas que no cooperan y 0.597 para aquellas que sí lo hacen) lo que da indicios de que, en promedio, e independiente de la realización de cooperación, existe una percepción similar respecto a la importancia de los costos y riesgos de realizar actividades de innovación. Pese a esto último, como es de esperar, las firmas que realizaron acuerdos de cooperación en innovación son aquellas que asignan una importancia levemente mayor a los costos y riesgos de la innovación. Finalmente, si se diferencia entre firmas de distinto tamaño, en promedio un 0.673 de las firmas que realizan cooperación son grandes, lo cual es considerablemente mayor al 0.121 y 0.204 correspondiente a medianas y pequeñas empresas, respectivamente.

Como se señaló con anterioridad, en la Tabla N° 7 se presenta la estadística descriptiva para las firmas que cooperan, diferenciándolas además según su tamaño. En lo que respecta a los *spillovers*, la media es mayor para las firmas grandes en los casos de los verticales y horizontales, mientras que los institucionales y públicos presentan mayor media para las pymes; esto quiere decir que, en promedio, en este tipo de empresas existe una mayor proporción que valora de forma alta o media el flujo proveniente desde estas fuentes de información para el desarrollo de la actividades de innovación. Por ejemplo, la media para los *spillovers* institucionales es 0.181 para las grandes empresas y 0.183 para las pymes; los *spillovers* verticales tienen una media igual a 0.466 en las empresas grandes, lo que es mayor al 0.438 de las pymes. La misma tendencia se puede observar para el resto de variables, en donde la media es mayor para las firmas de mayor tamaño. A partir de ello, podría indicarse que las firmas de mayor tamaño se caracterizan por ubicarse en sectores con mayores tasas de apropiación de innovación y, en relación a las pymes, existe una mayor proporción de ellas que tienen departamento de I+D, que realizan exportación, que reciben financiamiento público para sus actividades de innovación y que pertenecen a algún grupo o conglomerado de empresas. Por último, la excepción a esta tendencia se da en la variable costo-riesgo, en donde la media para las pymes es igual a 0.579, siendo mayor al 0.471 correspondiente a las grandes, dejando en claro que las pymes asignan mayor relevancia al costo y riesgo como un obstáculo para la innovación.

En síntesis, las estadísticas presentadas por las Tablas N°7 y N°8 permiten tener en mente que existe una importante heterogeneidad en lo que respecta al comportamiento innovador y cooperativo de las firmas de distinto tamaño.

Finalmente, en la Tabla N°8 se reportan los valores correspondientes a la correlación existente entre los distintos tipos de los *spillovers*. En esta se observa que, pese a que los valores no son demasiado altos, es importante tenerlos en cuenta para los resultados de las estimaciones.

A modo de resumen, en la estimación se utilizan datos de la 9ª Encuesta de Innovación, con un universo de 163,418 empresas y un tamaño muestral de 5.620 (1.510 de inclusión forzosa y 4.110 aleatoria). La tasa de innovación es de 16,6%, y habiendo evaluado 1.064 observaciones, sólo un 13,4% del total declaró haber participado en cooperación en innovación .

4. Resultados

4.1 Probit para la cooperación: análisis de *spillovers*

Siguiendo la metodología propuesta, se lleva a cabo la estimación de un modelo probit, en donde la variable dependiente es la realización de algún acuerdo de cooperación en innovación (COOP). Esta variable binaria se regresa con respecto tanto a cada una de las medidas de *spillovers* como a las variables de control anteriormente indicadas, controlándose además por grupo de actividad económica y región a la cual pertenece la empresa innovadora. En esta estimación no se incluye la interacción entre las variables de *spillovers* y la variable pyme, por lo que aún no es posible visualizar si existe un efecto diferenciado según el tamaño (en la sección 4.2 se reportan los resultados que incluye dicha interacción).

En la Tabla N°9 (Ver Anexo 2) se muestran los efectos marginales de los *spillovers* obtenidos para distintas especificaciones. Se analiza el efecto de cada uno de los *spillovers* de forma individual (desde la columna 1 a la 4) y, además, la regresión con cada uno de los *spillovers* considerados. Concretamente, al incluir en la regresión sólo un tipo

de *spillovers*, los efectos marginales correspondientes a los *spillovers* públicos, institucionales y verticales serían significativos al 1% y afectarían positivamente la probabilidad de realizar acuerdos de cooperación. Por ejemplo, en la primera estimación (1) el resultado para los *spillovers* indicaría que las firmas que tienen mayor acceso a fuentes de información de carácter público (revistas, conferencias, exposiciones, ferias, entre otros) verían aumentada su probabilidad de realizar acuerdos de cooperación en 0.129 puntos porcentuales (desde ahora pp). Igualmente, y con mejor significancia estadística, el mayor acceso a flujos de información de carácter institucional y vertical aumentaría la probabilidad en 0.244 pp y 0.130 pp, respectivamente.

Al incluir todas las medidas de *spillovers* en una misma estimación (5), los efectos marginales cambiarían respecto a la estimación individual; algunos pierden la significancia y otros cambian su signo, lo que podría deberse a la alta correlación que existe entre estas variables, produciendo que en la estimación que incluye todos los *spillovers* se confundan los efectos y la estimación no sea tan pura. Según esto, se obtiene que únicamente los *spillovers* institucionales y verticales mantendrían su significancia y efecto positivo. Al respecto, resalta la importancia que tendría el mayor acceso a información proveniente desde universidades e institutos de investigación (*spillovers* institucionales) debido a que aumentaría la probabilidad (0.228 pp) de llevar a cabo algún tipo de cooperación en innovación. Por otro lado, ahora se observa que los *spillovers* horizontales tendrían un efecto significativo y negativo sobre la probabilidad de innovar a través de acuerdos de cooperación; esto implicaría que quienes le asignan mayor importancia están menos propensos a cooperar. Finalmente, los *spillovers* públicos no tendrían mayor significancia sobre la realización de acuerdos de cooperación en innovación.

Estos hallazgos son consistentes contrastándolos con los de otros estudios empíricos. Por ejemplo, el efecto positivo y significativo de los *spillovers* institucionales en Cassiman y Veugelers (2002) usando firmas manufactureras belgas; Chun y Mun (2011) para empresas surcoreanas y Dachs, Ebersberger y Pyka (2004) para manufactureras de Austria. Además, el efecto marginal negativo de los *spillovers* horizontales es un resultado consistente con lo encontrado por Dachs, Ebersberger y

Pyka (2004), quienes afirman que las firmas que perciben mayores flujos de información proveniente de empresas pertenecientes a la misma industria tendrán una menor probabilidad de llevar a cabo acuerdos cooperativos, es decir, implicaría que la ganancia de información obtenida a través de estos agentes sustituiría los esfuerzos de cooperación.

Ahora bien, al revisar los efectos marginales obtenidos para las variables de control (Ver Tabla N° 9, Anexo 2) destacan aquellos que son consistentes para cada una de las especificaciones estimadas. Por ejemplo, las empresas que tienen a su disposición un departamento o unidad de I+D verían aumentada su probabilidad de realizar acuerdos de cooperación en forma significativa (0.117 pp), resultado acorde a lo indicado por Cohen y Levinthal (1990), quienes afirman que el desarrollo de I+D por parte de una firma tendría el doble rol de generar nuevo conocimiento y capacidad de absorción. Sucede igual con aquellas que pertenecen a un conglomerado de empresas y solicitan fondos públicos. Por otro lado, destaca que, pese a que las firmas de tamaño mediano y pequeño tendrían una probabilidad negativa de realizar acuerdos de cooperación, este efecto no es estadísticamente significativo.

4.2 Probit para la cooperación: efectos de *spillovers* según tamaño de firmas

Para verificar si al diferenciar por tamaño de empresa los *spillovers* difieren en su efecto sobre la probabilidad de cooperación en innovación, se incluye en la regresión la interacción entre la variable de *spillover* y *pyme*. Acorde a eso, en la Tabla N° 10 (Ver Anexo 3) se reportan los resultados que surgen al considerar que los efectos marginales de los *spillovers* sobre la probabilidad de cooperación, según el tamaño de la empresa innovadora. Con esta nueva especificación, se obtiene que en las estimaciones que incluyen a un solo tipo de *spillovers* se mantienen los resultados obtenidos en la sección 4.1; esto quiere decir que los *spillovers* de carácter público, institucional y vertical afectarían de forma positiva y significativa la probabilidad de cooperación. Mientras que al considerar el tamaño, no existiría significancia para ninguna especificación.

Finalmente, al considerar todas las especificaciones en una misma regresión, en términos generales, se mantienen los resultados ya

indicados. Únicamente los *spillovers* institucionales y verticales afectarían significativamente la probabilidad de cooperación. En particular destacan los institucionales, que con significancia del 1% afectarían en 0,234 pp la decisión de cooperación. Con un efecto contrario, los *spillovers* horizontales tendrían un efecto significativamente negativo (-0.109 pp) sobre la realización de cooperación en innovación. Pese a que no existe significancia estadística, la interacción de los *spillovers* con la variable pyme indicaría que el mayor flujo de información de carácter pública y vertical inhibiría su cooperación.

A pesar de los resultados expuestos, se debe tener una serie de precauciones en la interpretación, principalmente por el potencial problema de endogeneidad comentado en la sección 4.1. Con el objetivo de subsanar tal situación, a continuación se presentan los resultados obtenidos con variables instrumentales.

4.3 Estimación con variables instrumentales

Como alternativa de solución al potencial problema de endogeneidad descrito, se realizó la estimación de un modelo probit con variables instrumentales para cada una de las distintas variables relativas a los *spillovers* (públicos, institucionales, verticales y horizontales). Como se describió con anterioridad, cada uno de los *spillovers* se instrumentalizó a partir del promedio de los *spillovers* para la región y grupo de actividad económica a la que pertenece cada firma innovadora. Estos instrumentos siguen la lógica propuesta por Cassiman y Veugelers (2002) y López (2008).

Para que los instrumentos sean válidos, se requiere que cumplan con la condición de relevancia, es decir, que estén correlacionados con las respectivas variables endógenas. Para el cumplimiento de esta condición se verificó que el estadístico F de la regresión de primera etapa satisfacía con los dispuesto por Stock y Yogo (2005) para la existencia de instrumentos débiles. Al respecto, se obtuvo que el valor del estadístico F para cada uno de los instrumentos superó el valor de corte aproximado (10), por lo que se rechaza la hipótesis de que los instrumentos son débiles, lo que es evidencia a favor de la condición de relevancia (para cada uno de los *spillovers*: público, institucional, vertical y horizontal, se obtuvo un estadístico F de 20.38, 32.14, 20.73, y 22.94,

respectivamente). Complementariamente, se evaluó la existencia de una relación estadísticamente significativa entre los instrumentos y la variable endógena correspondiente, encontrándose, en todos los casos, que tanto los coeficientes asociados a los instrumentos como el respectivo modelo estimado cumplen con la significancia requerida, reafirmando la evidencia que garantiza la relevancia de los instrumentos.

Igualmente, la validez del instrumento exige el cumplimiento de una condición de exogeneidad, lo que implica que el instrumento no está correlacionado con el error. Para su verificación, se incluyó el residuo de la regresión de la primera etapa como variable independiente en la regresión de segunda etapa. Luego, se aplicó el test estándar en donde la hipótesis nula implica que los coeficientes de los residuos de la primera etapa son iguales a cero (Wooldridge 2002), obteniendo que ninguno de los coeficientes de los residuos de la primera etapa es estadísticamente significativo al 5%, rechazando así la hipótesis nula. Además, se aplicó el test de exogeneidad de Wald, obteniéndose en todos los casos que el valor del test es mayor a un 10%, lo que implica el no rechazo de la hipótesis nula de exogeneidad, solucionando la endogeneidad.

En lo que se refiere a la estimación, los resultados obtenidos de un modelo probit con variables instrumentales (Tabla N° 12) no pudieron ser estimados con efectos fijos por grupo de actividad económica y región conjuntamente. Esto porque un modelo probit estimado por máxima verosimilitud requiere que la función converja para así maximizar la probabilidad de ocurrencia; esto no acontece porque, al incorporar ambos efectos fijos en la regresión, la función no es cóncava. En definitiva, se obtuvieron únicamente estimaciones con efectos fijos por región y se capturó la heterogeneidad del sector de actividad económica mediante una variable promedio de cooperación por industria.

Como se observa en la Tabla N° 12 (ver Anexo 3), los efectos marginales obtenidos por un modelo probit con variables instrumentales son mayores a los obtenidos en una estimación que no incluye instrumentos. Ahora bien, al analizar el efecto individual de cada uno de los *spillovers*, todos tienen un impacto positivo sobre la realización de acuerdos de cooperación; no obstante, solo los de carácter público, institucional y vertical son estadísticamente significativos. Sin embargo,

al considerar todas las medidas de *spillovers* en una misma estimación (5), los efectos marginales son levemente menores a los obtenidos de forma individual. De ese modo, únicamente los *spillovers* de carácter público y los institucionales mantienen su significancia y efecto positivo; esto es consistente con los resultados obtenidos en el modelo probit sin variables instrumentales. En la Tabla N° 9 (ver Anexo 2) se presentan de forma conjunta los resultados obtenidos para la estimación del modelo probit simple y los correspondientes al probit IV. Así, la principal diferencia se produce en que ahora la magnitud de los efectos marginales es mayor, lo que da indicios de que el problema de endogeneidad subestimaba el verdadero efecto de los *spillovers*.

Entonces, las firmas que reciben un mayor flujo de información proveniente desde universidades e institutos de I+D verían aumentada su probabilidad de innovar a través de acuerdos de cooperación en innovación en 0.399 pp, lo que es considerablemente mayor a los 0.203 pp obtenidos en una estimación sin variable instrumental. En menor medida, se obtuvo que en los *spillovers* públicos la probabilidad de que las firmas realicen innovación a través de acuerdos de cooperación aumenta en 0.307 pp. Por otro lado, pese a que existe un efecto positivo de los *spillovers* verticales y horizontales, no sería estadísticamente significativo. Entonces, los *spillovers* de carácter institucional y de carácter público serían los que afectan significativamente la probabilidad de cooperación, lo que quiere decir, que independientemente del tamaño de la firma, el mayor acceso a fuentes de información de carácter público (ferias, revistas, conferencias) e institucional (universidades e institutos de I+D) favorecería significativamente la realización de acuerdos de cooperación para la innovación.

Ahora bien, al incluir la variable dicotómica pyme, se analizó si es que el tamaño de la empresa genera efectos heterogéneos. En la Tabla N° 12 se observa que no existe significancia estadística para afirmar que las pequeñas y medianas empresas tendrían menos probabilidad de innovar a través de acuerdos de cooperación en innovación. Sin embargo estos resultados son distintos a los obtenidos por Chun et al. (2012), quienes concluyen que como consecuencia de las restricciones técnicas y financieras que caracterizan a las firmas de menos tamaño, estas tienen menos probabilidades de realizar innovación a través de cooperación.

Con el objetivo de verificar la existencia de un efecto diferenciado de los *spillovers* sobre la probabilidad de cooperación de firmas de distinto tamaño, la interacción entre la variable pyme y cada uno de los *spillovers* permite obtener importantes observaciones. Como se observa en las primeras cuatro columnas de la Tabla N° 11 (ver Anexo 3), únicamente los *spillovers* institucionales y verticales tendrían un efecto significativamente distinto para firmas de distinto tamaño; más específicamente, como consecuencia de los *spillovers* institucionales, las pymes verían aumentada su probabilidad de cooperación en 0.188 pp. Contrario a esto, se obtiene que los *spillovers* verticales afectarían de forma negativa la probabilidad de que las pymes realicen colaboración. Tal como se observa en la columna (3), como consecuencia de los *spillovers* verticales la probabilidad de que las pymes innoven a través de acuerdos de cooperación disminuiría en -0.192 pp lo que, visto desde otra arista, implicaría que el mayor flujo de información proveniente desde proveedores y clientes afectaría mayormente la probabilidad de cooperación de las grandes empresas. Finalmente, al incluir todas las variables en una única estimación (columna 5) se observa que únicamente los *spillovers* de carácter institucional tendrían un efecto significativamente distinto para pymes y grandes empresas, lo cual indica que el mayor acceso a un flujo de información proveniente desde universidades e institutos de I+D aumentaría de forma significativa la probabilidad de las pymes —respecto a grandes empresas— de realizar algún tipo de acuerdo de cooperación en innovación.

En conclusión, a partir de los resultados obtenidos, se puede destacar que los *spillovers* que serían relevantes sobre la realización de acuerdos de cooperación corresponden a los de carácter públicos e institucionales. Esto debido a que el mayor flujo de información proveniente desde dichas fuentes aumentaría de forma significativa la probabilidad de llevar a cabo cooperación. Igualmente, al analizar la existencia de efectos heterogéneos según el tamaño de la firma, destaca que únicamente los *spillovers* de carácter institucional afectarían de forma significativamente dispar al comportamiento cooperador de pymes y grandes empresas, logrando un mayor impacto sobre las pequeñas y medianas empresas.

Finalmente, destacan los cambios reportados por consecuencia de la inclusión de variables instrumentales para los distintos tipos de *spillovers*. En la Tabla N° 12 (ver Anexo 3) se observa que al incluir variables instrumentales el efecto de los *spillovers* aumentaría en cada una de las distintas especificaciones estimadas, lo que implicaría que como consecuencia del problema de endogeneidad los efectos estaban subestimados. Respecto al efecto de los *spillovers*, se debe indicar que, pese a la diferencia existente entre los efectos marginales, las conclusiones generales se mantienen independientemente de si las estimaciones se realizan con o sin variables instrumentales; es decir, los *spillovers* públicos e institucionales serían los que tienen un efecto significativo sobre la realización de acuerdos de cooperación. Por otro lado, al usar variables instrumentales, también se cumpliría que, para la interacción entre *spillovers* y pymes, los efectos marginales son mayores; además, los *spillovers* institucionales afectarían mayormente a la probabilidad de que las pymes realicen acuerdos de cooperación.

5. Conclusiones

En esta investigación se han explorado los determinantes de la cooperación de las firmas innovadoras chilenas, poniendo especial atención en el efecto de los distintos tipos de *incoming spillovers*. En concreto, a través de la aplicación de un modelo probit se ha analizado el efecto de los *spillovers* en los acuerdos de cooperación en innovación.

Como resultados se obtuvo que los *spillovers* jugarían un rol significativo en la decisión de las firmas para comprometerse en acuerdos de cooperación. En concreto, se obtiene que los *spillovers* de carácter público e institucionales condicionarían de forma significativa y positiva la realización de algún tipo de acuerdo de cooperación. Ahora bien, al diferenciar el efecto de los *spillovers* según el tamaño de la firmas se obtuvo que únicamente en el caso de los institucionales existiría un efecto estadísticamente significativo que permite indicar que el mayor acceso a tal flujo de información afectaría mayormente la probabilidad de que las pymes realicen acuerdos de cooperación. Para todos los otros tipos de *spillovers*, pese a que se observan efectos superiores para las firmas de mayor tamaño, ellos no son estadísticamente significativos.

Al diferenciar según tamaño de las firmas, se obtuvo que en términos generales el efecto de los *spillovers* es más grandes para las firmas de mayor tamaño. Como única excepción, se encontró que el efecto de los *spillovers* institucionales serían más relevantes para la decisión de cooperación de las pequeñas y medianas empresas.

Pese a la importante heterogeneidad que caracteriza la actividad innovadora, se debe destacar que los *spillovers* de carácter institucional tendrían un impacto transversal para cada una de las especificaciones estimadas. Esto quiere decir que, independiente del tamaño de la empresa analizada, el mayor acceso a este tipo de información sería altamente significativo para incentivar la realización de acuerdos de cooperación. Este resultado es sumamente relevante pues está acorde con los esfuerzos que se han realizado desde el Ministerio de Economía de Chile, el cual ha considerado a la generación de redes entre el sector privado y las universidades como una actividad primordial para el desarrollo de la capacidad innovadora del país.

Los resultados obtenidos adquieren relevancia al considerar que las políticas que fortalecen e incentivan la cooperación en innovación podrían ser efectivas si es que existen *spillovers* tecnológicos que pueden ser internalizados por la innovación conjunta. Además, estos sugieren que este tipo de medidas políticas necesariamente deben reconocer la heterogeneidad de la actividad innovadora y cooperadora, lo que implica diferenciar entre el objetivo que se busca alcanzar, así como también las características de cada una de las firmas innovadoras. Por ejemplo, parte importante del foco se debe poner en la actividad innovadora de las pequeñas y medianas empresas, ya que son ellas las que parecen tener mayores desventajas en cooperación en innovación dada las limitaciones absolutas de su tamaño, lo cual puede ser asociado con ausencia de capital humano calificado y la baja gestión de habilidades en creación y mantenimiento de actividades cooperativas. Aunque se requieren mayores datos y análisis para encontrar las fuentes exactas de las barreras relacionadas con el tamaño de las pymes y la colaboración en innovación, los esfuerzos de política también pueden ser necesarios para identificar los obstáculos que impiden a las pymes establecer una colaboración exitosa con los socios externos en innovación.

Por lo tanto, el fortalecimiento de la innovación requiere un enfoque sistémico. Esto basado en el hecho de que la innovación es un fenómeno complejo que depende de la confluencia de muchos factores y protagonistas, de las relaciones que se den entre ellos y de las capacidades e infraestructuras que en conjunto faciliten el proceso.

BIBLIOGRAFÍA

- Abramovsky, L., Harrison, R. y Simpson, H. 2004. Increasing Innovative Activity in the UK? Where Now for Government Support for Innovation and Technology Transfer. Disponible en: https://www.ifs.org.uk/pr/innov_pr.pdf [9 de diciembre 2016].
- Aghion, P., Jaravel, X. 2015. Knowledge Spillovers, Innovation and Growth. *The Economic Journal* 125(583) 533-573.
- Álvarez, A., Bravo, C. y Navarro L. 2011. Innovation, R&D Investment and Productivity in Chile. Disponible en: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/11507/1041351601_en.pdf?sequence=1&isAllowed=y [8 de noviembre de 2017].
- Audretsch, D. y Vivarelli, M. 1996. Firms Size and R&D Spillovers: Evidence from Italy. *Small Business Economics* 8(3), 249-58.
- Benavente, J.M. 2005. Innovación tecnológica en Chile. Dónde estamos y qué se puede hacer. *Economía chilena* 8(1), 53-77.
- Benavente, J.M. 2006. The Role of Research and Innovation in Promoting Productivity in Chile. *Economics of Innovation and New Technology* 15 (4-5), 301-315.
- Belderbos, R., Carre, M. y Lokshin, B. 2003. Heterogeneity in R&D Cooperation Strategies. *International Journal of Industrial Organization*, 22(8-9), 1237-1263.
- Belderbos, R., Carre, M. y Lokshin, B. 2004. Cooperative R&D and Firm Performance. *Research Policy* 33(10), 1477-1492.
- Cassiman, R. y Veugelers, R. 1998. R&D Cooperation and Spillovers: Some empirical evidence. Working Paper 328, Universitat Pompeu Fabra.
- Cassiman, R. y Veugelers, R. 2003. R&D Cooperation between Firms and Universities: Some Empirical Evidence from Belgian Manufacturing. *International Journal of Industrial Organization* 23(5-6), 355-379.
- Cowan, R. y Jonard, N. 2001. Knowledge Creation, Knowledge Diffusion and Network Structure. Economics with Heterogeneous Interacting Agents. *Lecture Notes in Economics and Mathematical Systems* 503, 327-343.
- Chun, H., y Mun, S. 2012. Determinants of R&D Cooperation in Small and Medium-sized Enterprises. *Small Business Economy* 39(2), 419-436.
- Cohen, W. y Levinthal, D. 1989. Innovation and learning: The Two Faces of R&D. *The Economic Journal*. 99(397), 569-596.
- Crepon B., Duguet, E. y Mairesse, J. 1998. Research and Development, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level. *Economic of Innovation and New technology* 7(2), 115-158.

- Dachs, B., Ebersberger, B. y Pyka, A. 2004. Why do Firms Cooperate for Innovation? A comparison of Austrian and Finnish CIS 3 results. Disponible en: <http://www.wiwi.uni-augsburg.de/vwl/institut/paper/255.pdf> [9 de noviembre de 2017].
- D' Aspremont, C. y Jacquemin, A. 1988 Cooperative and Noncooperative R&D in Duopoly with Spillovers. *American Economic Review* 78(5), 1133-1137.
- Fritsch, M y Lukas, R. 2001. Who Cooperates on R&D? *Research Policy* 30(2), 297-312.
- Kamien, M., Müller, E. y Zang, I. 1992. Research Joint Ventures and Cartels. *American Economic Review* 82(5), 1293-1306.
- Katsoulacos, Y. y Ulph, D. 1998. Endogenous Spillovers and the Performance of Research Joint Ventures. *Journal of Industrial Economics* 46(3), 333-357.
- Katz, M. 1986. An Analysis of Cooperative Research and Development. *Rand Journal of Economics* 17(4), 527-543.
- Kesteloot, Y. y Veugelers, R. 1995. Stable R&D Cooperation with Spillovers. *Journal of Economics & Management Strategy* 4(4), 651-672.
- Larrain, F. 2006. ¿Cómo potenciar la Innovación en Chile? *Revista Estudios Públicos* (104), 279-306.
- Leahy, D., y Neary, P. 1997. R&D Spillovers and the Case for Industrial Policy in an Open Economy. *Oxford Economic Papers* 51(1), 40-59.
- Lööf, H. y Heshmati, A. 2002. Knowledge Capital and Performance Heterogeneity: a Firm-Level Innovation Study. *International Journal of Production Economics* 76(1), 61-85.
- López, A. 2008. Cooperation in Innovative Activities, Organizational Innovation and Productivity. *International Journal of Industrial Organization* 26(14), 113-136.
- Jakli, A., Damijan, J. y Rojec, M. 2008. Innovation Cooperation and Innovation Activity of Slovenian Enterprises. Disponible en: <https://feb.kuleuven.be/drc/licos/publications/dp/dp201.pdf> [10 de noviembre de 2017].
- Miotti, L. y Schwald, F. 2003. Co-operative R&D: Why and with Whom? An Integrated Framework of Analysis. *Research Policy* 32(8), 1489-1499.
- Nooteboom, B. 1994. Innovation and Diffusion in Small Firms: Theory and Evidence. *Small business economics* 6(5) 327-347.
- Nunes, S., Carvalho, L. y Costa, T. 2013. Cooperation for innovation: Evidence from Southern Europe Countries. *International Journal of Innovation and Regional Development* 5(2) 226 -241.
- OCDE/Eurostat. 2005. *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*. Disponible en <http://dx.doi.org/10.1787/9789264013100-en>
- Romer, P. 1990. Endogenous Technological Change. *Journal of Political Economy* (98)5, 71-102.
- Rothwell, R., y Dodgson, M. 1991. External Linkages and Innovation in Small and Medium-Sized Enterprises. *R&D Management* 21(2), 125-138.
- Pyka, R. 2002. Innovation Networks in Economic. From the Incentive Based to the Knowledge Based Approaches. *European Journal of Innovation Management* 5(3), 152-163.
- Tether, B. 2002. Who Co-operates for Innovation and Why: an Empirical Analysis. *Research Policy* 31(6), 947-967.

Anexos

Anexo I. Variables

● TABLA N° 5. DESCRIPCIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DESCRIPCIÓN
Variable dependiente	
$COOP_{ijk}$	Variable binaria que será igual a 1 si la firma realizó al menos una actividad de cooperación; o en caso contrario.
Flujo de Información	
<i>Spillints</i>	Índice promedio para <i>spillovers</i> institucionales.
<i>Spillvert</i>	Índice promedio para <i>spillovers</i> verticales.
<i>Spillhor</i>	Índice promedio para <i>spillovers</i> horizontales.
<i>Spillpub</i>	Índice promedio para <i>spillovers</i> de fuentes públicas.
Info_Interna	Índice promedio para el flujo información generada internamente.
Variables de control	
Patentes	Promedio de patentes titulares en el sector de la firma.
Depto. I+D	1 si firma tiene unidad o departamento de I+D; o en caso contrario.
Pyme	Variable binaria: 1 si firma es grande; o si es mediana o pequeña.
Exportar	1 si firma realiza exportaciones; o en caso contrario.
Fondos Públicos	1 si la firma solicita financiamiento público; o en caso contrario.
Grupo	1 si la firma pertenece a un conglomerado de empresas; o al contrario.
Costo-Riesgo	Índice promedio de importancia de obstáculos para el proceso de innovación. Incluye: i) costo de innovación demasiado alto; ii) falta de financiamiento externo a la empresa; iii) falta de fondos propios; iv) Incertidumbre respecto a la demanda por bienes o servicios innovados.

Fuente: Elaboración propia

Nota: Originalmente las firmas valoran a las fuentes de información según esta escala: (4) no relevante, (3) importancia baja, (2) importancia media e (1) importancia alta. Ahora o será no relevante o importancia baja y 1 importancia media-alta.

Anexo 2. Estadística Descriptiva

● TABLA N° 6. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE FIRMAS INNOVADORAS (PROMEDIO Y DESVIACIÓN ESTÁNDAR)

	FIRMAS INNOVADORAS	FIRMAS INNOVADORAS SEGÚN REALIZACIÓN DE COOPERACIÓN EN INNOVACIÓN		MIN	MAX
		FIRMAS NO-COOPERATIVAS	FIRMAS COOPERATIVAS		
Flujo información					
<i>Spillover</i> institucional	0.144 (0.300)	0.103 (0.249)	0.348 (0.391)	0	1
<i>Spillover</i> vertical	0.439 (0.333)	0.401 (0.332)	0.560 (0.309)	0	1
<i>Spillover</i> horizontal	0.356 (0.479)	0.348 (0.476)	0.341 (0.475)	0	1
<i>Spillover</i> público	0.323 (0.334)	0.293 (0.322)	0.451 (0.365)	0	1
Información interna	0.734 (0.442)	0.686 (0.464)	0.839 (0.368)	0	1
Apropiabilidad					
Protección sectorial	0.034 (0.027)	0.030 (0.026)	0.037 (0.028)	0	1
Características firma					
Departamento I+D	0.184 (0.388)	0.481 (0.214)	0.497 (0.501)	0	1
Grandes	0.509 (0.500)	0.373 (0.483)	0.673 (0.470)	0	1
Medianas	0.219 (0.413)	0.220 (0.414)	0.121 (0.328)	0	1
Pequeñas	0.271 (0.444)	0.405 (0.491)	0.204 (0.404)	0	1
Exportación	0.226 (0.418)	0.121 (0.326)	0.434 (0.496)	0	1
Fondos públicos	0.118 (0.323)	0.125 (0.330)	0.119 (0.324)	0	1
Grupo	0.315 (0.464)	0.229 (0.403)	0.517 (0.500)	0	1
Obstáculos					
Costo-Riesgo	0.583 (0.370)	0.533 (0.403)	0.597 (0.501)	0	1

● **TABLA N° 7. ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA DE FIRMAS QUE REALIZAN COOPERACIÓN EN INNOVACIÓN, SEGÚN TAMAÑO**

	FIRMAS COOPERATIVAS	FIRMAS QUE COOPERAN EN INNOVACIÓN SEGÚN TAMAÑO	
		GRANDES	PYMES
Flujo información			
<i>Spillover</i> institucional	0.348 (0.391)	0.181 (0.329)	0.183 (0.327)
<i>Spillover</i> vertical	0.560 (0.309)	0.466 (0.331)	0.438 (0.336)
<i>Spillover</i> horizontal	0.341 (0.475)	0.357 (0.479)	0.334 (0.472)
<i>Spillover</i> público	0.451 (0.365)	0.328 (0.342)	0.359 (0.346)
Información interna	0.839 (0.368)	0.769 (0.423)	0.705 (0.456)
Apropiabilidad			
Protección sectorial	0.037 (0.028)	0.038 (0.027)	0.029 (0.026)
Características firma			
Departamento I+D	0.497 (0.501)	0.110 (0.313)	0.060 (0.238)
Exportación	0.434 (0.496)	0.255 (0.436)	0.074 (0.262)
Fondos públicos	0.375 (0.497)	0.048 (0.214)	0.051 (0.221)
Grupo	0.517 (0.500)	0.453 (0.497)	0.124 (0.329)
Obstáculos			
Costo-riesgo	0.597 (0.501)	0.471 (0.390)	0.579 (0.401)

Fuente: Elaboración propia a partir de la 9ª Encuesta de Innovación.

● **TABLA N° 8. CORRELACIÓN ENTRE LOS INCOMING SPILLOVERS**

INCOMING SPILLOVERS	HORIZONTAL	INSTITUCIONAL	PÚBLICO	VERTICAL
Horizontal	I			
Institucional	0.1767	I		
Público	0.3028	0.4550	I	
Vertical	0.4322	0.3506	0.4543	I

Fuente: Elaboración propia a partir de la 9ª Encuesta de Innovación.

● TABLA N° 9. EFECTOS MARGINALES ESTIMACIÓN MODELO PROBIT PARA COOPERACIÓN

	MODELO PROBIT PR (COOP =1)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Patentes	-0.254 (0.456)	-0.261 (0.438)	-0.213 (0.457)	-0.295 (0.464)	-0.273 (0.434)
Costo-riesgo	-0.010 (0.032)	-0.005 (0.030)	-0.013 (0.032)	0.001 (0.032)	-0.010 (0.030)
Depto. I+D	0.131*** (0.024)	0.128*** (0.023)	0.138*** (0.024)	0.150*** (0.024)	0.117*** (0.023)
Pyme	-0.030 (0.027)	-0.020 (0.026)	-0.018 (0.027)	-0.021 (0.027)	-0.017 (0.027)
Exportar	0.050 (0.027)	0.055* (0.026)	0.054* (0.027)	0.050 (0.027)	0.055* (0.026)
Grupo	0.104*** (0.024)	0.093*** (0.024)	0.102*** (0.024)	0.104*** (0.024)	0.092*** (0.023)
Fondos Púb.	0.115*** (0.028)	0.092*** (0.027)	0.113*** (0.028)	0.117*** (0.028)	0.083** (0.027)
Info. Interna	0.033 (0.027)	0.028 (0.026)	0.030 (0.028)	0.061* (0.028)	0.028 (0.026)
<i>Spillpub</i>	0.129*** (0.032)				0.022 (0.037)
<i>Spillinst</i>		0.244*** (0.029)			0.228*** (0.034)
<i>Spillvert</i>			0.130*** (0.033)		0.079* (0.037)
<i>Spillhor</i>				-0.021 (0.024)	-0.074** (0.026)
Controles	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. Fijo Sector	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. Fijo Región	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	1064	1064	1064	1064	1064

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

Anexo 3. Resultados estimaciones modelo probit

● TABLA N° 10. EFECTOS MARGINALES ESTIMACIÓN MODELO PROBIT PARA COOPERACIÓN

	MODELO PROBIT PR (COOP =1)				
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Patentes	-0.276 (0.456)	-0.253 (0.440)	-0.211 (0.456)	-0.285 (0.464)	-0.287 (0.434)
Costo-riesgo	-0.010 (0.032)	-0.005 (0.030)	-0.013 (0.032)	0.001 (0.032)	-0.010 (0.030)
Depto. I+D	0.132*** (0.024)	0.127*** (0.023)	0.139*** (0.024)	0.148*** (0.024)	0.116*** (0.023)
Pyme	-0.008 (0.038)	-0.025 (0.029)	-0.008 (0.042)	-0.040 (0.032)	0.000 (0.040)
Exportar	0.050 (0.027)	0.055* (0.026)	0.054* (0.027)	0.050 (0.027)	0.058* (0.026)
Grupo	0.104*** (0.024)	0.094*** (0.024)	0.102*** (0.024)	0.104*** (0.024)	0.094*** (0.023)
Fondos Púb.	0.115*** (0.028)	0.092*** (0.027)	0.112*** (0.028)	0.118*** (0.028)	0.083** (0.027)
Info. Interna	0.034 (0.027)	0.028 (0.026)	0.030 (0.028)	0.059* (0.028)	0.024 (0.026)
Spillpub	0.153*** (0.040)				0.064 (0.046)
Spillpub*Pyme	-0.057 (0.065)				-0.112 (0.076)
Spillin st		0.234*** (0.038)			0.203*** (0.045)
Spillin st *Pyme		0.024 (0.064)			0.061 (0.074)
Spillvert			0.138** (0.042)		0.100* (0.049)
Spillvert*Pyme			-0.020 (0.066)		-0.037 (0.072)
Spillhor				-0.043 (0.030)	-0.109** (0.033)
Spillhor*Pyme				0.054 (0.048)	0.089 (0.053)
E. Fijo sector	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
E. Fijo región	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	1064	1064	1064	1064	1064

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

● TABLA N° 11. EFECTOS MARGINALES ESTIMACIÓN MODELO PROBIT IV, DECISIÓN DE COOPERAR

	MODELO PROBIT IV PR (COOP =1)				
	τ(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Patentes	0.164 (0.122)	0.158 (0.123)	0.166 (0.124)	0.183 (0.122)	0.150 (0.120)
Costo-riesgo	-0.128*** (0.044)	-0.140** (0.055)	-0.065 (0.295)	-0.089** (0.038)	-0.115* (0.069)
Depto I+D	0.066* (0.040)	0.101* (0.053)	0.070 (0.105)	0.127* (0.071)	0.075* (0.043)
Pyme	-0.041 (0.155)	-0.210 (0.175)	-0.200 (0.153)	-0.173 (0.174)	-0.044 (0.029)
Exportar	0.117* (0.062)	0.166*** (0.060)	0.128*** (0.047)	0.127** (0.062)	0.140** (0.067)
Grupo	0.118*** (0.040)	0.098** (0.047)	0.068 (0.127)	0.128*** (0.042)	0.085* (0.050)
Fondos Púb.	0.139** (0.056)	0.167* (0.095)	0.230* (0.127)	0.174*** (0.048)	0.183** (0.098)
Info. Interna	0.067 (0.057)	0.130** (0.063)	0.144** (0.066)	0.179*** (0.055)	0.131* (0.078)
<i>Spillpub</i>	0.328* (0.196)				0.307* -0.275
<i>Spillpub</i> *Pyme	0.079 (0.127)				-0.093 -0.181
<i>Spillinst</i>		0.415** (0.190)			0.399** -0.195
<i>Spillinst</i> *Pyme		0.188* (0.113)			0.198* -0.119
<i>Spillvert</i>			0.382** (0.187)		0.35 -0.301
<i>Spillvert</i> *Pyme			-0.192* (0.116)		0.182 -0.127
<i>Spillhor</i>				0.039 (0.310)	0.046 -0.31
<i>Spillhor</i> *Pyme				-0.66 (0.124)	-0.092 -0.129
Controles	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Estadístico F	20.38	32.14	20.73	32.14	30.11
E. Fijo sector	No	No	No	No	No
E. Fijo región	Si	Si	Si	Si	Si
N	1064	1064	1064	1064	1064

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01

● TABLA N° 12. EFECTOS MARGINALES ESTIMACIÓN MODELO PROBIT SIMPLE Y PROBIT IV, DECISIÓN DE COOPERAR

	MODELO PROBIT PR (COOP = 1)									
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
	PROBIT	PROBIT IV	PROBIT	PROBIT IV	PROBIT	PROBIT IV	PROBIT	PROBIT IV	PROBIT	PROBIT IV
Patentes	-0.276 (0.456)	0.164 (0.122)	-0.253 (0.440)	0.158 (0.123)	-0.211 (0.456)	0.166 (0.124)	-0.285 (0.464)	0.183 (0.122)	-0.287 (0.434)	0.150 (0.120)
Costo-riesgo	-0.010 (0.032)	-0.128*** (0.044)	-0.005 (0.030)	-0.140*** (0.055)	-0.013 (0.032)	-0.065 (0.295)	0.001 (0.032)	-0.089*** (0.038)	-0.010 (0.030)	-0.115* (0.069)
Depto I+D	0.132*** (0.024)	0.066* (0.040)	0.127*** (0.023)	0.101* (0.053)	0.139*** (0.024)	0.070 (0.105)	0.148*** (0.024)	0.127* (0.071)	0.116*** (0.023)	0.075* (0.043)
Pyme	-0.008 (0.038)	-0.041 (0.155)	-0.025 (0.029)	-0.210 (0.175)	-0.008 (0.042)	-0.200 (0.153)	-0.040 (0.032)	-0.173 (0.174)	0.000 (0.040)	-0.044 (0.029)
Exportar	0.050 (0.027)	0.117* (0.062)	0.055* (0.026)	0.166*** (0.060)	0.054* (0.027)	0.128*** (0.047)	0.050 (0.027)	0.127** (0.062)	0.058* (0.026)	0.140*** (0.067)
Grupo	0.104*** (0.024)	0.118*** (0.040)	0.094*** (0.024)	0.098** (0.047)	0.102*** (0.024)	0.068 (0.127)	0.104*** (0.024)	0.128*** (0.042)	0.094*** (0.023)	0.085* (0.050)
Fondos Púb.	0.115*** (0.028)	0.139** (0.056)	0.092*** (0.027)	0.167* (0.095)	0.112*** (0.028)	0.230* (0.127)	0.118*** (0.028)	0.174*** (0.048)	0.083** (0.027)	0.183** (0.098)
Info. Interna	0.034 (0.027)	0.067 (0.057)	0.028 (0.026)	0.130** (0.063)	0.030 (0.028)	0.144** (0.066)	0.059* (0.028)	0.179*** (0.055)	0.024 (0.026)	0.131* (0.078)
<i>Spillpub</i>	0.153*** (0.040)	0.328* (0.196)							0.064 (0.046)	0.307* (0.275)
<i>Spillpub</i> *Pyme	-0.057 (0.065)	0.079 (0.127)							-0.112 (0.076)	-0.093 (0.181)

Tabla 12: continuación

MODELO PROBIT PR (COOP =1)										
	(1)		(2)		(3)		(4)		(5)	
	PROBIT	PROBIT IV	PROBIT	PROBIT IV	PROBIT	PROBIT IV	PROBIT	PROBIT IV	PROBIT	PROBIT IV
<i>Spillinst*Pyme</i>			0.024 (0.064)	0.188* (0.113)					0.061 (0.074)	0.198* (-0.119)
<i>Spillvert</i>				0.138** (0.042)	0.382** (0.187)				0.100* (0.049)	0.350 (-0.301)
<i>Spillvert*Pyme</i>				-0.020 (0.066)	-0.192* (0.116)				-0.037 (0.072)	0.182 (-0.127)
<i>Spillhor</i>						-0.043 (0.030)	0.039 (0.310)		-0.109** (0.033)	0.046 (-0.31)
<i>Spillhor*Pyme</i>						0.054 (0.048)	-0.66 (0.124)		0.089 (0.053)	-0.092 (-0.129)
Controles	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Estadístico F	-	20.38	-	32.14	-	20.73	-	35.18	-	30.11
E. Fijo sector	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No	Sí	No
E. Fijo región	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
N	1064	1064	1064	1064	1064	1064	1064	1064	1064	1064

*p<0.1, **p<0.05, ***p<0.01