

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE COAHUILA

# Los spillovers de conocimientos, la I&D y las innovaciones en México

ALBA V. MÉNDEZ DELGADO



ISBN: 978-607-506-290-7

El e-book se terminó de reproducir  
el 03 de julio de 2017



**CISE**  
CENTRO DE INVESTIGACIONES  
SOCIOECONÓMICAS

COORDINACIÓN GENERAL DE ESTUDIOS DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN

Los *spillovers* de conocimientos, la I&D y  
las innovaciones en México

Alba V. Méndez Delgado

Primera edición, julio 2017.

La política editorial de la Coordinación General de Estudios de Posgrado e Investigación de la Universidad Autónoma de Coahuila exige que la obras publicadas por investigadores sean sujetas al arbitraje doble ciego por pares para garantizar que el material de investigación sea pertinente y de calidad.

El e-book se terminó de reproducir el 3 de julio de 2017 con 250 ejemplares.

Reservados todos los derechos conforme a la ley.

©Alba Verónica Méndez Delgado

©Centro de Investigaciones Socioeconómicas

©Coordinación General de Estudios de Posgrado e Investigación

©Universidad Autónoma de Coahuila

Boulevard Venustiano Carranza s/n, Colonia República,

CP 25280, Saltillo, Coahuila.

ISBN: 978-607-506-290-7

A mi familia,  
en especial a mi tía Conchis

---



---

**Índice**

<b>Introducción</b>	<b>1</b>
<b>1. Antecedentes y descripción del modelo CDM</b>	<b>4</b>
1.1. De la teoría de crecimiento endógeno a las economías de aglomeración . . . . .	4
1.2. Aplicaciones de la función de producción de conocimientos y del modelo CDM . . . . .	6
1.2.1. Evidencia empírica del modelo CDM . . . . .	7
1.2.2. Los <i>spillovers</i> en el modelo CDM . . . . .	9
1.3. Descripción del modelo CDM . . . . .	10
<b>2. Spillovers de conocimientos</b>	<b>15</b>
2.1. Características de los <i>spillovers</i> de conocimientos . . . . .	15
2.2. Antecedentes empíricos de la estimación de los <i>spillovers</i> . . . . .	17
2.3. Sistema de ponderadores . . . . .	19
2.4. Estimación de los <i>spillovers</i> de conocimientos . . . . .	22

---



---

2.4.1. Microdatos de la ESIDET 2012 . . . . .	22
2.4.2. Definición de variables y estadísticas descriptivas . . . . .	23
2.4.3. <i>Spillovers</i> de conocimientos . . . . .	25
<b>3. El modelo CDM para México</b>	<b>27</b>
3.1. Intensidad del gasto en I&D . . . . .	27
3.1.1. Estadísticas descriptivas . . . . .	29
3.1.2. Estimación de la intensidad del gasto en I&D . . . . .	30
3.2. Función de producción de conocimientos . . . . .	36
3.2.1. Estimación de la propensión a innovar en productos . . . . .	37
<b>4. El modelo CDM y su aplicación a nivel estatal</b>	
<b>Nuevo León y el Estado de México</b>	<b>45</b>
4.1. Intensidad del gasto en I&D . . . . .	45
4.2. Función de producción de conocimientos . . . . .	50
<b>Conclusiones</b>	<b>55</b>
<b>Bibliografía</b>	<b>61</b>
<b>A. Modelos econométricos</b>	<b>62</b>
A.1. Modelo de selección muestral . . . . .	62
A.2. Modelo probit . . . . .	64
A.3. Medidas de ajuste: <i>AIC</i> y <i>BIC</i> . . . . .	66
<b>B. Definición de variables</b>	<b>68</b>
<b>C. Otras regresiones</b>	<b>71</b>
<b>Índice de cuadros</b>	<b>79</b>

## Introducción

**D**urante el proceso de producción, las empresas generan innovaciones invirtiendo en investigación y desarrollo (I&D) o a través de la tecnología que obtienen de otras empresas. A la derrama de conocimientos tecnológicos en una economía se le conoce como *spillovers* de conocimientos. Los *spillovers* de conocimientos benefician a la economía en su conjunto, aunque las empresas que los generan no pueden apropiarse de la totalidad de los beneficios derivados de sus innovaciones.

En este trabajo abordamos el tema de cómo conceptualizar y medir los *spillovers* de conocimientos generados por las empresas que gastan en I&D. También estudiamos la relevancia que tienen los *spillovers* en la producción de conocimientos de las empresas y cómo medir de una manera insesgada la relación entre el gasto en I&D y la propensión a innovar de las empresas.

Para analizar el efecto del gasto en I&D en las innovaciones utilizamos el modelo de Crepon et al. (1998), conocido como CDM. El modelo CDM considera la decisión que toman las empresas sobre gastar o no en I&D y el monto de gasto destinado a actividades de innovación, después relaciona el gasto con las innovaciones a través de una función de producción de conocimientos.<sup>1</sup> La ventaja de utilizar el modelo CDM es que corrige sesgos de selección y de endogeneidad. En este trabajo incluimos en el modelo CDM el efecto de los *spillovers* de conocimientos sobre las innovaciones y mostramos que excluirlos da lugar a sesgos en la estimación del efecto del gasto en I&D en la producción de innovaciones.

---

<sup>1</sup>En el modelo CDM también se relaciona la producción de innovaciones con la productividad, en este libro nos concentramos en la producción de innovaciones.

Los trabajos empíricos del modelo CDM han considerado que los *spillovers* influyen sobre la producción de innovaciones. Las variables *proxies* de los *spillovers* que se han utilizado se obtienen de encuestas de innovación donde se pregunta a las empresas sobre la importancia de las fuentes de información para la innovación. Existen dos limitaciones con esta estrategia, la primera es que ese tipo de variables se derivan de información subjetiva y depende de la percepción de quienes contestan las encuestas. La segunda limitación es que no relacionan los *spillovers* con la producción de innovaciones de forma directa. La relevancia de la relación directa entre las innovaciones y los *spillovers* puede observarse si pensamos en una empresa que no realiza gasto en I&D pero tiene acceso al conocimiento derivado de los esfuerzos en I&D de otras empresas y sin realizar ningún pago de por medio, la empresa produce alguna innovación.

Para diferenciar la capacidad que tienen las empresas de absorber el conocimiento generado en la economía y el efecto de la proximidad espacial entre ellas, utilizamos un sistema de ponderadores (Kaiser, 2002; Aiello y Cardamone, 2008). El propósito es tomar en cuenta que el aprovechamiento del conocimiento disponible para cualquier empresa es más fácil si cuenta con personal calificado para asimilar información sobre el conocimiento tecnológico o si pertenece a sectores tecnológicos afines a aquéllos en los que se generan los *spillovers* de conocimientos.

Una de las Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET) del año 2012 encontramos información para construir el índice que utilizamos como *spillovers* de conocimientos y los datos necesarios para las estimaciones econométricas de la relación entre los *spillovers*, la I&D y la innovación.

Entre las ventajas de la ESIDET 2012 es que sigue la metodología de los manuales Frascati y Oslo de la OCDE, que ha sido ampliamente aceptada a nivel internacional y forma parte de una tendencia de homogeneización de las encuestas de innovación. Además, por primera vez en México, la ESIDET del año 2012 tuvo representatividad a nivel entidad federativa. La información espacial nos permitirá controlar por la heterogeneidad de los datos y para construir los *spillovers*.

La ESIDET captura información sobre el proceso de innovación de las empresas y es resultado de la colaboración entre el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). La unidad de observación de la ESIDET son las empresas de 20 o más empleados y, para ésta investigación, nos

---

concentramos en el sector manufacturero. El acceso a la ESIDET fue posible a través del Laboratorio de Análisis de Datos (LAD) del INEGI. Los resultados obtenidos a partir de la ESIDET que se presentan en este trabajo fueron revisados por el LAD para comprobar que se cumplan los principios de confidencialidad de la encuesta.

Para alcanzar el objetivo de este trabajo primero estimamos la intensidad del gasto en I&D con y sin variables subjetivas (*proxies* de los *spillovers*). Después incluimos el efecto directo de los *spillovers* en las innovaciones siguiendo del modelo CDM. Aprovechando que la ESIDET 2012 tiene información estatal, construimos *spillovers* que toman en cuenta la distancia geográfica entre las empresas y pudimos utilizar controles espaciales en el modelo CDM. Adicionalmente estudiamos los efectos de los *spillovers* sobre las innovaciones a nivel entidad federativa aplicando el modelo CDM para Nuevo León y el Estado de México.

Los resultados indican que los *spillovers* de conocimientos son relevantes y afectan positivamente la propensión a innovar de las empresas. La omisión de los *spillovers* de conocimientos produce una sobreestimación del efecto que la intensidad del gasto en I&D tiene en la innovación de productos. La relevancia de los *spillovers* y la sobreestimación del coeficiente del gasto en I&D se mantienen cuando aplicamos el modelo CDM en el Estado de México y Nuevo León. Con los *spillovers* espaciales no encontramos efectos sobre la producción de innovaciones.

La estructura del libro es la siguiente, en el primer capítulo se presenta la revisión de literatura y descripción del modelo CDM. El segundo capítulo incluye las características de los *spillovers*, sus antecedentes empíricos, la metodología y la estimación de los *spillovers* de conocimientos. La estimación de la intensidad del gasto en I&D y de la función de producción de conocimientos están en el tercer capítulo. En el cuarto capítulo se estima el modelo CDM para el Estado de México y Nuevo León. Al final se presentan las conclusiones del trabajo.

## 1

## Antecedentes y descripción del modelo CDM

### 1.1. De la teoría de crecimiento endógeno a las economías de aglomeración

La producción de innovaciones, el gasto en I&D y los *spillovers* son conceptos que están inmersos en la teoría económica. Según el enfoque de la teoría de crecimiento endógeno la presencia de *spillovers*, derivados de la creación de conocimiento nuevo, surgen de la inversión en investigación, del capital agregado, del capital humano y de otros factores que afectan el nivel de producción de la economía (Sala-i Martin, 2000; Barro y Sala-i Martin, 2004).

Una forma de estudiar el efecto del gasto en I&D sobre la generación de conocimientos es la función de producción de conocimientos propuesta por Griliches (1979), donde la producción de nuevo conocimiento depende del gasto en I&D pasado y presente, y de otros factores como los flujos de conocimientos externos a la empresa.<sup>1</sup> A partir de dicha función se puede examinar si los gastos en investigación, de otras industrias y de las universidades, incrementan la actividad innovadora. También se incorpora la dimensión espacial al análisis para estudiar el efecto del gasto en I&D sobre las innovaciones en una región a través de la función de producción de conocimientos de Griliches-Jaffe (Jaffe, 1989).

---

<sup>1</sup>Una revisión detallada de la evolución de la función de producción de Griliches está en el documento de Acs (2009).

El modelo CDM fue propuesto por Crepon et al. (1998), tiene tres etapas, primero se analiza la decisión que toman las empresas sobre gastar en I&D y el monto destinado a este rubro; el gasto se relaciona con la producción de innovaciones, tomando como base una función de producción de conocimientos, y se relaciona con la productividad de las empresas. En esta investigación nos enfocamos en la función de producción de conocimientos y es por esto que se consideran sólo las dos primeras etapas del modelo. La ventaja del CDM es que incorpora aspectos como el hecho de que las empresas pueden destinar recursos a mejorar los procesos y productos sin contar con un área especial para la I&D, y que no todas las innovaciones son registradas por las empresas, pero sí afectan su productividad.

El progreso tecnológico, considerado como factor de producción, conlleva la creación de ideas cuya apropiación es diferente de los otros factores. Se puede difundir dado que es parcialmente no-exclusivo y, además, es no-rival (Keilbach, 2000). Un bien es no-rival porque puede ser utilizado por un agente sin limitar el uso de otros. Mientras que un bien es parcialmente exclusivo porque su uso se restringe, al menos por un periodo de tiempo, a través de patentes y otros instrumentos de protección a la propiedad intelectual (Keilbach, 2000). A partir de la no exclusividad del conocimiento, es decir, la imposibilidad de su completa apropiación, el gasto privado en I&D puede generar *spillovers* de conocimientos (Acs, 2002).

El monto no apropiable del conocimiento, producto de los esfuerzos de innovación de una empresa, se denomina *spillovers* tecnológicos (Kaiser, 2002).<sup>2</sup> Las empresas pueden adquirir estos *spillovers* tecnológicos de otras empresas sin realizar ninguna transacción de mercado, es decir, sin pagar total o parcialmente por la información que utilizan (Grossman y Helpman, 1991).

Dadas las características del progreso tecnológico, la distancia espacial influye en el proceso de difusión de conocimientos entre las empresas, debido a la necesidad de proximidad geográfica para transmitir el conocimiento, como sugiere la teoría de localización (Feldman, 1994a). El conocimiento nuevo se compone en parte por conocimiento tácito que se trasmite mejor de persona a persona, y por sus características está limitado en el espacio geográfico (Acs, 2002).

---

<sup>2</sup>La palabra *spillovers* se traduce como desbordamientos o derramas, así que consideramos los *spillovers* de conocimientos como derrama o difusión del conocimiento tecnológico.

Dentro del estudio de las economías de aglomeración se abordan aspectos relacionados a los *spillovers* de conocimientos. Cuando hay concentración de la actividad económica se generan ventajas de la interacción personal para el intercambio de información, fenómeno decreciente con la distancia. Una de las fuerzas de aglomeración, según la clasificación propuesta por Marshall (1890), son los *spillovers* de conocimientos. La ventaja que obtienen las empresas al agruparse en el espacio es que pueden aprender de sus competidores estudiando sus productos, en algunos casos copiando sus diseños, así no sólo se benefician de su propia I&D sino también de las externalidades de su entorno (Krugman y Obsfeld, 2005). Otra fuente importante del *know-how* es el intercambio informal de información e ideas entre los trabajadores, situación que se facilita con la cercanía de las empresas ya que permite la interacción entre ellos.

## 1.2. Aplicaciones de la función de producción de conocimientos y del modelo CDM

A partir de la función de producción de conocimientos se ha encontrado que las actividades de innovación crecen ante el aumento del gasto privado en I&D y de la inversión en investigación universitaria en una región determinada (Griliches, 1979). Si se compara la localización de los *spillovers* académicos e industriales a nivel regional, los *spillovers* universitarios están más localizados que los empresariales (Adams, 2002). Este fenómeno ocurre porque el conocimiento generado en las universidades es más accesible, mientras el industrial está protegido por derechos de propiedad intelectual. Hay evidencia de que los *spillovers* se facilitan por la coincidencia geográfica de investigación privada y universitaria, incluso cuando se incorpora al análisis la proximidad tecnológica se puede confirmar que los *spillovers* se localizan en una región y esto ocurre independientemente del tamaño de las empresas (Jaffe, 1989; Acs et al., 1991; Autant-Bernard, 2001; Anselin et al., 1997, 2000).<sup>3</sup>

En cuanto a las condiciones del mercado, la aglomeración económica tiene efectos sobre la intensidad de las transferencias locales de conocimientos, de las universidades hacia

---

<sup>3</sup>Jaffe (1989) utiliza patentes para representar las innovaciones, sin embargo, Scherer (1983), Mansfield (1984) y Griliches (1990) advirtieron que utilizar el número de patentes no es una medida adecuada como variable *proxy* de la producción de innovaciones debido a que no todas las innovaciones se registran como patentes. Acs et al. (1991) utiliza el número de innovaciones registradas por las empresas.

las empresas innovadoras (Varga, 2000). La concentración de las actividades de innovación puede estar determinada por una previa aglomeración de la producción (Jaffe et al., 1993). Sin embargo, aun considerando la distribución geográfica de la producción, las actividades de innovación tienden a agruparse más y este fenómeno se acentúa en industrias donde los *spillovers* juegan un papel decisivo (Feldman y Kogler, 2010; Audretsch y Feldman, 1996b). La influencia de la aglomeración económica es positiva sobre la concentración de las actividades de innovación en las primeras etapas del ciclo de vida de la industria, después se convierte en efectos de congestión que generan dispersión de las actividades de innovación (Audretsch y Feldman, 1996a).

Al considerar el tamaño de las empresas en el estudio de los *spillovers*, el resultado es que las empresas pequeñas se benefician en mayor medida de recursos externos y de la cercanía de otras empresas (Feldman, 1994b). En cuanto al gasto en I&D privado, éste juega un papel relativamente más importante en la generación de innovación dentro de las grandes empresas (Acs et al., 1991). Las empresas pequeñas parecen tener más posibilidades de transformar el conocimiento obtenido de instituciones universitarias, respecto a las empresas grandes, y de esta forma incrementan su actividad interna de I&D (Link y Rees, 1990). Las ventajas de las empresas grandes giran en torno a una mayor capacidad para invertir en I&D, acceso a financiamiento, economías de escala, diversificación de la investigación y mayores posibilidades de absorber los *spillovers* de conocimientos (Crespi y Zuñiga, 2012; Crespi et al., 2014).

### 1.2.1. Evidencia empírica del modelo CDM

A partir de la aplicación del modelo de Crepon et al. (1998), CDM, en Francia, se encontró que el tamaño de la empresa, la diversificación y la participación de mercado, afectan positivamente la probabilidad de realizar I&D. Las condiciones de demanda y las oportunidades tecnológicas influyen de forma positiva la decisión de gastar o no en I&D y el monto destinado a esta actividad. La producción de innovaciones también se ve afectada positivamente por estas dos variables y tiene una relación positiva con el gasto en I&D. Finalmente, la productividad aumenta con las innovaciones si se considera la composición del trabajo y la intensidad del capital físico

Otro trabajo para Francia lo realizaron Mairesse y Mohnen (2005) en el cual estiman la intensidad del gasto en I&D y el impacto sobre diferentes medias de innovación, ampliaron

el análisis con una comparación interindustrial. Confirman una relación positiva entre el gasto en I&D y las medias de innovación como innovación en productos nuevos para la empresa, para el mercado, en procesos y patentes.

En América Latina las empresas que invierten en I&D tienen mayor probabilidad de introducir nuevas tecnologías y aquellas que innovan tienden a aumentar su productividad (Crespi y Zuñiga, 2012).

En Chile no se observa un efecto contemporáneo de la innovación en productos sobre la productividad, pero sí un efecto positivo de la innovación en procesos, lo que podría ser una señal de un proceso de aprendizaje lento (Alvarez et al., 2010). Las empresas grandes y con mayor participación de mercado realizan más gasto en I&D y las empresas grandes tienden a innovar en mayor medida (Benavente, 2006). Además, las empresas que realizan exportaciones e inversión en I&D presentan un efecto positivo en la productividad (Bravo-Ortega et al., 2014).

En Colombia la innovación fomenta las ventas por empleado y la productividad total de los factores. Hay más innovación en empresas medianas, grandes, exportadoras, con participación extranjera y con mayor gasto destinado a la I&D (Arbeláez y Parra, 2011).

Los gastos en I&D y la adquisición de tecnología tienen un impacto positivo en la introducción de nuevos productos al mercado argentino (Chudnovsky et al., 2006). Las empresas grandes son más innovadoras y las innovadoras reflejan mayores niveles de productividad.

En Brasil el gasto en I&D aumenta la inversión en capital físico (De Negri et al., 2007). Las actividades que conducen a mayores niveles de productividad son el cambio organizacional, la cooperación con los clientes, el desarrollo de capital humano, el uso de tecnologías de comunicación y las exportaciones. En el largo plazo, también la I&D influye sobre nivel de productividad (Goedhuys, 2007).

En México Calderón-Madrid (2012) encuentra que existe una relación positiva del tamaño de las empresas respecto a la decisión de gastar en I&D. Las exportaciones tienen efectos mixtos sobre el monto a gastar en I&D. Mientras que el tamaño de las empresas y el gasto en I&D tienen un efecto positivo sobre la innovación. Finalmente, el gasto en I&D y las innovaciones, por separado, así como el capital físico, afectan positivamente la productividad en México.

En el sector de servicios de México las exportaciones y las fuentes de información tienen una relación positiva con la intensidad del gasto en las actividades de innovación (Dutrénit et al., 2013). En la función de producción de conocimientos se observa un efecto positivo de la intensidad del gasto en innovación y las exportaciones, sobre la probabilidad de innovar.

Raffo et al. (2008) comparan el desempeño económico y la innovación en países de América Latina y Europa (Francia, España, Suiza, Argentina, Brasil y México). Las empresas tienden a innovar para mejorar su situación económica con bases similares entre países, pero su interacción con el sistema nacional es más débil en los países en desarrollo.

Por su parte, Griffith et al. (2006) hacen una comparación de los resultados del modelo CDM entre países europeos (Francia, Alemania, España y Reino Unido). Encontraron similitudes entre los países respecto a la decisión de realizar I&D y el monto a gastar en este rubro. Las empresas que tienen relación con el mercado internacional usan mecanismos de protección para sus innovaciones, reciben financiamiento gubernamental y son empresas grandes, con mayor probabilidad de invertir en I&D y su intensidad de gasto es más alta. También encuentran una relación positiva del tamaño de las empresas y la intensidad del gasto en I&D con la producción de innovaciones.

### 1.2.2. Los *spillovers* en el modelo CDM

La mayoría de los trabajos empíricos del modelo CDM utilizan como variables *proxies* de los *spillovers* las fuentes de información que promueven la innovación.<sup>4</sup> Los datos para aproximar dichos *spillovers* se derivan de información subjetiva de las encuestas de innovación. Las respuestas sobre la importancia de las fuentes de información para la innovación dependen de la percepción de quienes contestan la encuesta. Otro aspecto relevante es que incorporan los *spillovers* al modelo CDM en la etapa donde se determina el monto del gasto en I&D, así sólo capturan un efecto indirecto de los *spillovers* sobre la producción de innovaciones (Mairesse y Mohnen, 2005).

A diferencia de ellos, Goya et al. (2013) incluyen los *spillovers* en el modelo CDM para estimar la decisión de gastar en I&D, utilizan como variable *proxy* la proporción

---

<sup>4</sup>Entre los trabajos que utilizan este tipo de variables están Mairesse y Mohnen (2005); Crespi y Zuñiga (2012); Griffith et al. (2006); Raffo et al. (2008); Calderón-Madrid (2012).

de empresas que hacen I&D y la suma del gasto en I&D de las empresas que hacen innovaciones. A partir de sus estimaciones, encuentran una relación positiva entre la decisión de gastar en I&D y la productividad con los *spillovers*.

En el contexto del modelo CDM consideramos el impacto directo de los *spillovers* sobre la producción de innovaciones. A la vez, para estimar variables *proxies* de los *spillovers* utilizamos un sistema de ponderadores que hace posible incorporar la proximidad tecnológica de las empresas, la cercanía espacial y la capacidad de asimilación de tecnología externa tomando en cuenta los esfuerzos de innovación de las empresas y sus características tecnológicas. Otra diferencia con los trabajos que se han revisado es que contamos con información por entidad federativa que permitirá aplicar el modelo CDM con controles espaciales y analizar los casos de los estados de México y Nuevo León.<sup>5</sup>

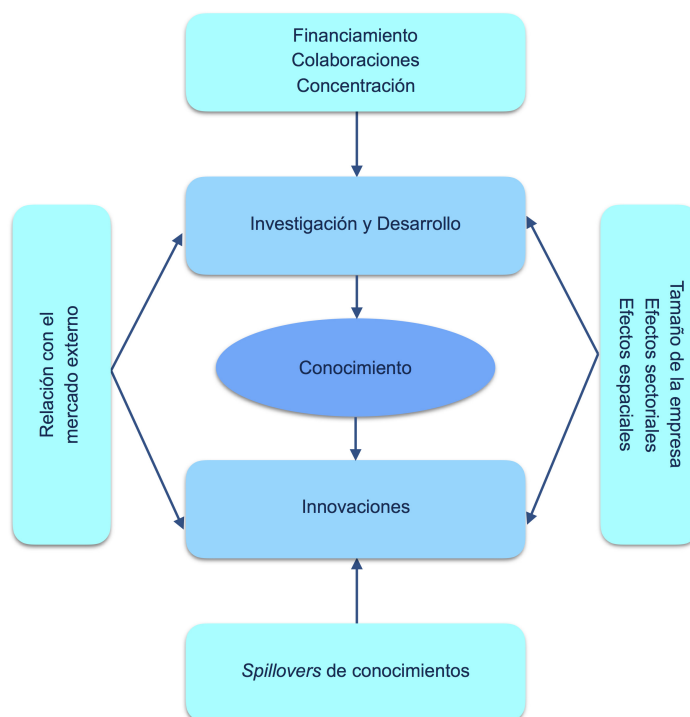
### 1.3. Descripción del modelo CDM

El modelo CDM (Crepon et al., 1998) vincula los insumos para la producción de conocimientos (I&D y otras actividades) con la generación de innovaciones (producción de conocimientos), lo que se esperaría tuviera un impacto directo sobre la situación económica de las empresas (productividad). El modelo CDM tiene tres etapas: primero, las empresas toman la decisión de invertir o no en I&D y definen la intensidad de gasto en I&D; después, con una función de producción de conocimientos se vincula la intensidad del gasto en I&D y la producción de innovaciones; en la tercera etapa, se relacionan la productividad y las innovaciones a través de una función de producción. Para este trabajo nos concentramos en las dos primeras etapas.<sup>6</sup>

La Figura 1.1 es un diagrama de la relación de las variables dentro del modelo. El diagrama se basa en el de Crepon et al. (1998) y se ajusta con los modelos de Griffith et al. (2006), Crespi y Zuñiga (2012) y Calderón-Madrid (2012). La principal diferencia con los modelos anteriores es que se consideran explícitamente los *spillovers* de conocimientos como un factor que influye sobre la producción de innovaciones. Además, al disponer de información sobre la ubicación de las empresas es posible controlar los efectos espaciales (a nivel entidad federativa).

<sup>5</sup>La forma en que estimamos los *spillovers* se describe en el Capítulo 2.

<sup>6</sup>El propósito de esta investigación es estudiar el efecto de los *spillovers* sobre las innovaciones, por lo que estimamos la función de producción de conocimientos utilizando la propuesta de Crepon et al. (1998).



Fuente: Elaborado con base al modelo de Crepon et al. (1998), se ajusta con los modelos de Griffith et al. (2006), Crespi y Zuniga (2012), Calderón-Madrid (2012) y se amplía incorporando los *spillovers* de conocimientos y efectos espaciales.

Figura 1.1: *El modelo CDM ampliado*

En la Figura 1.1 se presenta la relación de la I&D con el financiamiento, colaboración, participación de mercado, con el mercado externo y el tamaño de las empresas. Las últimas variables también influyen en la producción de innovaciones que está en función del valor estimado de la intensidad del gasto en I&D y de los *spillovers* de conocimientos.

Los *spillovers* de conocimientos son un fenómeno que afecta la producción de innovaciones y se supone que son independientes de los esfuerzos de I&D de las empresas. En este trabajo se definen los *spillovers* de conocimientos como el monto de I&D indirecta disponible para la empresa, es decir, es la parte no apropiable del conocimiento producido a través del esfuerzo de innovación de las empresas (Aiello y Cardamone, 2005; Kaiser, 2002).

El modelo CDM considera algunas características de los datos cuando se relaciona la I&D y la producción de innovaciones. Primero tenemos que sólo una proporción de las

empresas se auto-seleccionan a realizar I&D. Además, la I&D es una variable endógena en la función de producción de conocimientos. El modelo CDM se ajusta a las características de los datos disponibles y propone una solución al problema de endogeneidad.

### Especificación del modelo

El modelo CDM es un sistema de ecuaciones recursivas que relaciona los insumos para la generación de conocimientos y la producción del conocimiento de cada empresa ( $i, j = 1, \dots, N$ ). La primera ecuación representa la intensidad del gasto en insumos para la producción de conocimientos ( $IID_i^*$ ):

$$IID_i^* = \beta x_i + u_i \quad (1.1)$$

La intensidad del gasto en I&D ( $IID_i^*$ ) es una variable latente,  $x$  es el vector de factores que influyen en la intensidad,  $\beta$  los coeficientes y  $u$  el término de error. Dado que no podemos observar  $IID_i^*$  utilizamos como *proxy*, el gasto en I&D por empleado.

Pueden existir factores que influyan en la decisión de gastar en I&D por parte de las empresas. Para resolver este problema se utiliza un modelo Tobit generalizado o modelo de selección muestral en donde se incluye una ecuación de selección, para considerar la auto-selección a gastar en I&D, definida de la siguiente forma:<sup>7</sup>

$$SID_i = 1[\delta z_i + v_i > 0] \quad (1.2)$$

La ecuación (1.2) indica si la empresa realizó o no gasto en I&D, donde  $SID_i$  toma valor de uno si el gasto es positivo y cero de otra forma. Si la empresa decide realizar I&D es posible observar la intensidad del gasto en I&D ( $IID_i$ ).

Los supuestos del modelo Tobit generalizado son que las variables independientes y la propensión a gastar en I&D ( $SID_i$ ) siempre se observan, mientras que el gasto en I&D ( $IID_i$ ) sólo se observa cuando  $SID_i = 1$ . Además, los errores son independientes de las variables explicativas. También se supone que  $(u_i, v_i)$  siguen una distribución normal bivariada con media cero,  $var(u_i) = \sigma_1^2$ ,  $cov(u_i, v_i) = \sigma_{12}$  y  $var(v_i) = 1$ .

En la primera etapa del CDM se estima la  $IID$  para todas las empresas. El supuesto detrás de este paso es que las empresas pueden estar realizando esfuerzos para innovar y no registran el gasto en esas actividades.

<sup>7</sup>En el Apéndice A se detalla el modelo de selección muestral.

La segunda etapa consiste en estimar la producción de conocimientos o propensión a innovar, utilizando los resultados de la etapa anterior.<sup>8</sup> La ecuación de innovación se estima con un modelo probit cuando la variable dependiente es dicotómica:<sup>9</sup>

$$INN_i = I\hat{I}D_i\alpha + \gamma_c c_i + \epsilon_i \quad (1.3)$$

donde  $INN_i$  es la producción de innovaciones (o propensión a innovar cuando la variable dependiente es dicotómica) a partir de insumos como el gasto en I&D ( $I\hat{I}D_i$ ), otras variables de control ( $c$ ) y el término de error ( $\epsilon$ ).

En el modelo CDM, los *spillovers* de conocimientos se incorporan en la primera etapa, es decir, su efecto en las innovaciones es indirecto (Mairesse y Mohnen, 2005). Además, los *spillovers* son aproximados utilizando información subjetiva de las encuestas de innovación. En este trabajo vamos a estudiar los efectos directos de los *spillovers* en la producción de conocimientos y los *spillovers* serán aproximados con un sistema de ponderadores que incorporan la cercanía tecnológica y espacial, así como la capacidad de asimilación de las empresas. Por lo que incluimos los *spillovers* en la ecuación de innovación:

$$INN_i = SPILL_i\alpha_1 + I\hat{I}D_i\alpha_2 + \gamma_c c_i + \epsilon_i \quad (1.4)$$

donde,  $SPILL_i$  será una variable *proxy* de los *spillovers* de conocimientos que representen las derramas de conocimientos de las empresas. Para estimar esta variable utilizamos el gasto de las otras empresas, así como sus diferencias tecnológicas y la distancia geográfica entre ellas.<sup>10</sup>

La ventaja de utilizar el modelo CDM es que considera las relaciones endógenas entre las variables al sustituir los valores observados por los estimados ( $I\hat{I}D$ ) y esto se logra a través de la estimación del modelo por etapas. La intensidad de la I&D está en función del financiamiento y colaboraciones, donde se supone que sólo afecta la innovación de

<sup>8</sup>Crepon et al. (1998) señala que la I&D es un factor endógeno en la producción de conocimientos así que, al utilizar los valores estimados de la  $I\hat{I}D$ , en lugar de los observados, se busca corregir la endogeneidad.

<sup>9</sup>En el Apéndice A se detalla el modelo probit.

<sup>10</sup>El modelo CDM original tiene una última etapa donde se estima la productividad. Esta se determina a partir del nivel de innovaciones de la empresa, la intensidad del capital físico, el tamaño de la empresa y algunos autores incluyen el nivel de calificación de los empleados. En este trabajo no consideramos esta etapa debido a que nos interesa la relación de los *spillovers* y la producción de innovaciones, además, la estimación de la productividad requiere información complementaria a la que existe en la ESIDET.

forma indirecta, a través del gasto en I&D. Cabe señalar que el modelo se estima para todas las empresas, las que gastan en I&D y las que no, porque se supone que pueden existir esfuerzos de innovación que las empresas no reportan como gasto en I&D.

Antes de presentar la aplicación del modelo CDM, en el siguiente capítulo, se describen y estiman los *spillovers* de conocimientos.

## 2

**Spillovers de conocimientos**

La tecnología desarrollada por una empresa puede estar influenciada por los conocimientos generados a partir de la I&D que se realiza fuera de ella (Griliches, 1979). Los flujos de conocimientos o *spillovers* derivados de la I&D externa surgen debido a que las empresas no pueden apropiarse por completo de los conocimientos que generan en sus procesos de innovación. Si conocemos el monto de I&D indirecto disponible para la empresa, es decir, el gasto en I&D de otras empresas, es posible estimar un indicador que represente los *spillovers* de conocimientos (Aiello y Cardamone, 2005).

**2.1. Características de los *spillovers* de conocimientos**

El conocimiento se define como la información y habilidades que los individuos tienen para resolver problemas, tomar decisiones y procesar nueva información (Doring y Sch-nellenbach, 2006). Cuando una empresa genera nuevo conocimiento, a través de la I&D, se pueden presentar derramas de información hacia otras empresas, es decir, la empresa no puede apropiarse por completo de los conocimientos nuevos. Existen *spillovers* de conocimientos cuando un agente (empresa o individuo) accede al conocimiento creado por otro agente económico local, sin interacción en el mercado o compensación financiera (Karlsson et al., 2013).

Otra forma de entender los *spillovers* de conocimientos es pensando en ellos como ganancias intelectuales derivadas del intercambio de información, por las cuales no hay

una compensación directa al productor, o es menor a su valor (Caniels, 2000; Feldman y Kogler, 2010). Los *spillovers* que surgen del proceso de I&D sin pago de por medio se denominan *spillovers* puros o de creación de ideas (Griliches, 1979).

Por otro lado, están los *spillovers* relacionados con el intercambio de bienes (*rent spillovers*) que se derivan del conocimiento que tiene por características la rivalidad y exclusividad (Griliches, 1979). Estos *spillovers* se presentan cuando hay transacciones económicas entre las empresas a través del comercio, la inversión directa, el pago de tecnología, la contratación de trabajadores, colaboraciones y fusiones entre empresas (Hall et al., 2010).

En esta investigación nos enfocamos en los *spillovers* puros que surgen del conocimiento que se caracteriza por ser no-rival y parcialmente no-exclusivo. La no-exclusividad se refiere a que es difícil evitar que alguien lo consuma, es decir, los resultados de la investigación, realizada por algún agente, se pueden difundir a través de canales de comunicación, tales como publicaciones en revistas, libros, o en sitios web (Arrow, 1962). Por ello, el conocimiento forma parte del ámbito público y está disponible para cualquiera que lo busque. La no-rivalidad del conocimiento implica que no sólo puede ser consumido por muchos individuos al mismo tiempo, además, los usuarios de dicho conocimiento no disminuyen su cantidad o calidad disponible para otros (Feldman y Kogler, 2010).

La transmisión del conocimiento depende del nivel en que se puede comunicar. En este contexto tenemos dos tipos de conocimientos, el codificado y el tácito, el conocimiento codificado es información técnica que se puede encontrar en publicaciones y se transmite a través de los medios de comunicación (Gertler, 2003). Este tipo de conocimiento se puede proteger a través de patentes y otros derechos de propiedad intelectual. El conocimiento tácito está relacionado a las capacidades específicas de los individuos y es el resultado de las características sociales e institucionales de un lugar. El conocimiento tácito se transmite mejor a través de la interacción personal y, en general, es difícil su difusión a distancia (Feldman y Kogler, 2010).

El flujo de la información dependerá del tipo conocimiento, además, el capital humano también influirá en la capacidad de absorción de la información nueva.<sup>1</sup> Por ejemplo, la transferencia de conocimiento tácito se facilita cuando hay confianza, cercanía cultural

---

<sup>1</sup>Feldman y Kogler (2010) definen capital humano como individuos que son capaces de comprender, integrar y crear nuevo conocimiento.

y cognitiva, incluyendo un lenguaje común y si se comparte el mismo campo científico (Karlsson et al., 2013).

La capacidad de absorber el conocimiento generado en una región también se ve afectada por las características de su actividad económica (Karlsson y Grasjo, 2014). La difusión de conocimientos puede facilitarse entre agentes que pertenecen a la misma industria, en un contexto de especialización. Por otro lado, tenemos el caso en que el flujo de conocimientos podría ocurrir entre agentes de diferentes industrias, en donde la diversidad es el motor de la innovación.

La cercanía geográfica de los agentes económicos favorece el flujo de conocimientos. Una implicación de la proximidad es que las transacciones y las interacciones entre los agentes son menos costosas y que la probabilidad de interactuar es mayor (Karlsson y Grasjo, 2014). Las empresas podrían optar por la estrategia de invertir en canales de comunicación y así aminorar la relevancia de la proximidad geográfica. A pesar de esto, la difusión del conocimiento ha mostrado que se dificulta a mayor complejidad de la información, por lo que el conocimiento se considera como espacialmente semifijo (*spatially sticky*) (Johansson, 2014).

Entre los factores que pueden influir en el flujo de los *spillovers* tenemos la distancia geográfica y las diferencias de los campos de investigación. También es necesario considerar que la diferencia de conocimientos entre los agentes no sea muy amplia para que se puedan aprovechar los *spillovers*. El conocimiento sólo se puede difundir si las partes involucradas exhiben una distancia cognitiva óptima porque sólo entonces es posible absorber e implementar conocimientos externos que resulten en cambio tecnológico e innovaciones (Cohen y Levinthal, 1990).

## 2.2. Antecedentes empíricos de la estimación de los *spillovers*

Los trabajos que abordan el tema de los *spillovers* de conocimientos enfrentan la dificultad de no contar con un rastro en papel de los flujos de conocimientos, como señaló Krugman (1991). Si definimos los *spillovers* como el monto no apropiado de conocimientos de una empresa que puede utilizar otra, sin pago de por medio, la forma más sencilla de aproximar este tipo de *spillovers* es sumar el gasto en I&D de las otras empresas, es decir, el monto de I&D indirecto disponible para la empresa (Aiello y Cardamone, 2008).

Para refinar la forma en que se miden los *spillovers* se ha utilizado un sistema de ponderadores que incorporan la proximidad tecnológica entre las empresas, la capacidad de asimilación de tecnología externa y la distancia geográfica entre ellas. Kaiser (2002) clasifica en tres rubros los ponderadores según la (i) proximidad en el espacio tecnológico, (ii) proximidad geográfica y (iii) medidas directas calculadas a partir de las encuestas de innovación.

Para estimar los *spillovers* considerando la proximidad en el espacio tecnológico (i), Jaffe (1986, 1988) propuso aproximar el flujo de conocimientos con información sobre patentes. El flujo de conocimientos entre dos industrias son proporcionales a la participación de patentes de una industria en el área interés de la otra industria. Con el vector correspondiente a cada empresa se estima una correlación que mide la distancia tecnológica entre dos empresas. El ponderador toma valor de uno cuando los vectores de dos empresas son iguales, es decir, son cercanas en términos tecnológicos y de cero si no comparten ninguna característica.<sup>2</sup>

Kaiser (2002) utiliza un vector de características tecnológicas de la empresa para estimar la proximidad tecnológica que incluyen variables como la proporción de personal no calificado, con calificación media y alta, respecto al total de empleados; el gasto en educación continua y capacitación por empleado; el costo laboral por empleado; la inversión y factores que obstaculizan la innovación de las empresas.

Dentro de los ponderadores que consideran la proximidad tecnológica (i) entre las empresas destaca la propuesta de Adams (1990). Este autor parte de los trabajos de Jaffe (1986, 1988) y en lugar de utilizar patentes usa la proporción de científicos en cada campo de la ciencia. El objetivo es incorporar al análisis las diferencias de capital humano entre las empresas. Si dos empresas emplean una proporción alta de científicos, se esperaría que tuvieran más capacidad para aprovechar el conocimiento agregado de la economía.

La dimensión geográfica se incorpora a los *spillovers* a través de una medida de coincidencia espacial que identifica la presencia de laboratorios universitarios e industriales en una misma región (Jaffe, 1989). Con estos indicadores se encuentra evidencia débil de la presencia de *spillovers* localizados. Acs et al. (1991) replican el trabajo de Jaffe (1989) utilizando el número de innovaciones como variable dependiente, un concepto más am-

---

<sup>2</sup>Griliches (1990) señala que utilizar patentes podría estar generando omisiones debido a que no todas las invenciones se patentan y la calidad de las patentes varía en gran medida.

plio para aproximar la producción de conocimientos, y encuentran evidencia de que los *spillovers* son más intensos cuando existe proximidad espacial.

La estimación de ponderadores que incluyan el aspecto espacial (ii) utiliza la ubicación de las empresas y se estima la distancia entre ellas. Beise y Stahl (1999) calculan la inversa de la distancia geográfica para construir el ponderador.

Las medidas directas obtenidas de las encuestas de innovación (iii), aprovechan la información sobre la percepción de las empresas respecto a los obstáculos a la innovación (Inkmann, 2000). Para estimar este tipo de ponderador se hace un promedio de las respuestas de las empresas. En este rubro podemos incluir las fuentes de información para la innovación que se utilizan como *proxies* de los *spillovers* en el modelo CDM (Crespi y Zuñiga (2012); Griffith et al. (2006); Calderón-Madrid (2012), entre otros).

El análisis de este tipo de *spillovers* se ha realizado en diferentes contextos, lo que dificulta conocer la eficiencia de las diferentes formas de estimarlos. Kaiser (2002) realiza una comparación de los *spillovers* y señala que los más adecuados son aquéllos que consideran la proximidad en el espacio tecnológico, seguidos por los que incorporan el aspecto espacial. En el trabajo de Aiello y Cardamone (2005, 2008) se utilizan dichas aproximaciones de los *spillovers* en el contexto de la función de producción y encuentran que los *spillovers* afectan positivamente la producción de las empresas y que la proximidad espacial si tiene relevancia.

### 2.3. Sistema de ponderadores

Una empresa que gasta en I&D no puede conservar por completo la exclusividad de los conocimientos que produce debido a las características inherentes del conocimiento. Una primera aproximación de los *spillovers*, para la empresa  $i$ , es el monto de I&D indirecta disponible:<sup>3</sup>

$$SPILL_{0,i} = \sum_{j=1, j \neq i}^N ID_j \quad i, j = 1, 2, \dots, N \quad (2.1)$$

donde, las empresas están indexadas por  $i$  y  $j$ ,  $ID_j$  es el gasto en I&D de la empresa  $j$ . Los *spillovers* ( $SPILL_{0,i}$ ) son la suma del gasto en I&D de todas las empresas diferentes a

<sup>3</sup>Las referencias de esta sección son: Aiello y Cardamone (2008) y Kaiser (2002).

la empresa  $i$ . Al medir de esta forma los *spillover* se supone que todas las externalidades tecnológicas son relevantes para la empresa y que la capacidad de asimilar la tecnología no difiere entre empresas ni sectores.

Para incorporar a la estimación de los *spillovers* las diferencias tecnológicas y la dimensión espacial, se utiliza un sistema de ponderadores (Kaiser, 2002; Aiello y Cardamone, 2008). Partimos del supuesto de que a mayor proximidad entre dos empresas, en términos tecnológicos y espaciales, la posibilidad de aprovechar los flujos de conocimientos es más alta.

**a) Proximidad tecnológica de las empresas.** Para esta media se considera que las empresas que comparten el mismo tipo de tecnología pueden, con mayor facilidad, apropiarse de los flujos de conocimientos generados a partir de la I&D de otras empresas. Si las empresas realizan investigación en áreas semejantes a otras empresas o producen patentes similares, se dice que son cercanas en el espacio tecnológico (Kaiser, 2002). La cercanía tecnológica se estima con la siguiente correlación:

$$\omega_i = \frac{X_i X_j'}{((X_i X_i')(X_j X_j'))^{1/2}} \quad (2.2)$$

donde,  $X$  son las variables que definen el espacio tecnológico de las empresas ( $i, j$ ). El ponderador  $\omega_i$  (Ecuación (2.2)) supone que la capacidad de absorción no varía en gran medida entre las empresas. Por lo que  $\omega_i$  es una matriz simétrica que contiene la correlación de los vectores de características tecnológica de las empresas  $i$  y  $j$ , que es igual a la correlación de  $j$  con  $i$ .

La dirección del flujo de conocimientos, es decir, de  $i$  a  $j$  o viceversa, afecta la forma en que se transmite la tecnología, debido a que cada empresa puede tener diferentes capacidades para absorber o asimilar los conocimientos generados fuera de la empresa (Kaiser, 2002).

**b) Proximidad tecnológica y capacidad de asimilación de las empresas.** La diversidad de las empresas hace que la absorción y el aprovechamiento del conocimiento externo difiera entre ellas. El siguiente ponderador para la estimación de los *spillovers* se incorporan estos factores:

$$\hat{\omega}_{ij} = \left[ \frac{X_i X_j'}{((X_i X_i')(X_j X_j'))^{1/2}} \right] \left[ \frac{h_i}{\max(h_i, h_j)} \right] \quad (2.3)$$

$$\hat{\omega}_{ji} = \left[ \frac{X_i X_j'}{((X_i X_i')(X_j X_j'))^{1/2}} \right] \left[ \frac{h_j}{\max(h_i, h_j)} \right] \quad (2.4)$$

donde,  $h$  es una variable que representa el capital humano. La idea es construir una correlación asimétrica ( $\hat{\omega}_{ij} \neq \hat{\omega}_{ji}$ ) donde la capacidad de asimilación depende de la calidad del capital humano empleado por las empresas. De esta forma el ponderador  $\hat{\omega}_{ij}$  toma en cuenta que el flujo de conocimientos de la empresa  $i$  a  $j$  se ve afectado por la calificación del personal ocupado y viceversa.

**c) Proximidad geográfica de las empresas.** Otra forma de ponderar la difusión del conocimiento entre las empresas es considerar la distancia geográfica entre ellas. Para cada par de empresas  $i$  y  $j$ , se calcula la distancia entre ellas ( $d_{ij}$ ) considerando como punto de referencia la capital administrativa de la entidad donde la empresa opera. El ponderador de proximidad geográfica es:

$$g_{ij} = 1 - \left[ \frac{d_{ij}}{\max(d_{ij})} \right] \quad (2.5)$$

donde,  $d_{ij}$  es la distancia entre dos empresas y  $\max(d_{ij})$  es la distancia máxima entre todos los pares de empresas. Para calcular la distancia más corta entre dos puntos en una esfera se utiliza la fórmula del círculo máximo.<sup>4</sup>

**d) Proximidad tecnológica y espacial.** Dado que es probable que empresas cercanas espacial y tecnológicamente aprovechen, en mayor medida, los *spillovers* generados por otras empresas, Aiello y Cardamone (2008) proponen promediar los ponderadores  $\hat{\omega}_{ij}$  y  $g_{ij}$  para generar una medida agregada:

$$v_{ij} = \frac{\hat{\omega}_{ij} + g_{ij}}{2} \quad (2.6)$$

donde,  $v_{ij}$  es una matriz asimétrica que toma valores de cero cuando no hay cercanía espacial o proximidad tecnológica y tiende a uno cuando son muy cercanos. Para

<sup>4</sup>Para este trabajo sólo conocemos la entidad donde se localizan las empresas, así que la distancia interna se define como:  $d_{ii} = \frac{2}{3} \sqrt{\frac{A_i}{\pi}}$ , donde  $A_i$  representa el área en kilómetros cuadrados de cada entidad federativa (Giacinto y Pagnini, 2011).

este ponderador se supone que el peso de los componentes, espacial y tecnológico, es el mismo.<sup>5</sup>

De esta forma, con los ponderadores  $\omega_i$ ,  $\hat{\omega}_{ij}$ ,  $g_{ij}$  y  $v_{ij}$  se genera una medida de los *spillovers* al multiplicar el gasto en I&D ( $ID_j$ ) y el ponderador, después sumando a las empresas diferentes de la empresa  $i$ . La variable de los *spillovers* para el caso del ponderador  $v_{ij}$  es:

$$SPILL_{v,i} = \sum_{j=1, j \neq i}^N v_{ij} ID_j \quad i, j = 1, 2, \dots, N \quad (2.7)$$

En la ecuación (2.7), el gasto en I&D de otras empresas ( $i \neq j$ ) está ponderado por las diferencias sectoriales, la distancia geográfica y la capacidad de asimilación de las empresas ( $SPILL_v$ ). Con este ajuste se busca aproximar el flujo de conocimientos o los *spillovers* entre empresas, suponiendo que se facilitan entre similares, en términos tecnológicos y a mayor cercanía espacial.

La construcción de los diferentes ponderadores nos permitirá estimar el efecto de la similitud tecnológica de las empresas ( $SPILL_\omega$ ) y de la capacidad de asimilación de tecnología ( $SPILL_{\hat{\omega}}$ ) en la producción de conocimientos. Con la dimensión espacial se puede estimar el efecto de la cercanía geográfica ( $SPILL_g$ ) y, con el último ponderador, el impacto combinado de la similitud tecnológica y la proximidad espacial ( $SPILL_v$ ), en las innovaciones.

## 2.4. Estimación de los *spillovers* de conocimientos

### 2.4.1. Microdatos de la ESIDET 2012

Para estimar los *spillovers* de conocimientos ocupamos información sobre el gasto intramuros en I&D total, por tipo de investigación e indicadores que caractericen las diferencias tecnológicas entre las empresas. Al conocer la ubicación de las empresas se puede incorporar la dimensión espacial a los *spillovers* y la ESIDET, del año 2012, contiene la información que requerimos por entidad federativa, a nivel empresa.

La ESIDET 2012 captura 59 sectores de la actividad económica, entre servicios y manufactura, y es la primera encuesta, en México, de este tipo con representatividad a nivel

<sup>5</sup>Hasta el momento, no hay trabajos en donde se haya estimado la diferencia de los efectos de ambos ponderadores (Aiello y Cardamone, 2008).

entidad federativa. En este trabajo consideramos sólo el sector manufacturero y la unidad de observación son las empresas con 20 y más empleados. Las respuestas de las empresas hacen referencia a los años 2010 y 2011. Para procesar los datos a nivel empresa se trabajó en el Laboratorio de Análisis de Datos del INEGI, organismo que revisa y vigila el cumplimiento de la confidencialidad de la información recabada en la ESIDET.

Como parte de la limpieza de la base de datos eliminamos las empresas que reportan ingresos y no registraron empleados. La submuestra final está compuesta por 5,393 empresas que representan 11,679 de las empresas en la población total.

#### 2.4.2. Definición de variables y estadísticas descriptivas

El gasto intramuros en I&D ( $ID_j$ ) de las empresas es aquél que realizan las empresas en proyectos internos de I&D tecnológico y es la variable que utilizamos como gasto en I&D indirecto para estimar los *spillovers* (ecuación (2.7)). Al no incluir el gasto extramuros, que se refiere a los pagos a terceros que realiza la empresa cuando ésta no conduce la investigación, sólo consideramos los *spillovers* puros, flujos de conocimientos generados por el gasto en I&D de las empresas, por los cuales no recibe compensación financiera.

Para aproximar la similitud tecnológica (vector  $X$ , ecuaciones (2.2) y (2.3)) entre las empresas se utiliza el gasto por tipo de investigación, es decir, si es básica, aplicada o se dedica al desarrollo tecnológico.<sup>6</sup> También se incorpora el gasto extramuros según el sector que recibe el pago y el gasto por servicios científicos y tecnológicos, con la finalidad de capturar las diferencias tecnológicas entre las empresas. Para complementar el vector de características tecnológicas consideramos la madurez tecnológica de las empresas.

La madurez tecnológica está definida como la frecuencia con que la empresa compra tecnología y no realiza modificaciones, asimila la tecnología que adquiere, adapta o modifica la tecnología, genera o desarrolla tecnología, patenta o vende tecnología. Las empresas contestan uno si siempre realizan estas actividades, dos si lo hacen con frecuencia, tres si sólo a veces y cuatro si nunca hacen dichas actividades.

Otra característica deseable de los *spillovers* es que capturen las diferencias entre la capacidad de asimilación de tecnología de las empresas. Con la ESIDET se puede

---

<sup>6</sup>Las variables que componen  $X$  se estandarizan respecto a la media del sector, por entidad federativa. La descripción de las variables se presenta en el Cuadro B.1 del Apéndice.

aproximar dicha capacidad utilizando la escolaridad de los trabajadores ( $h$ ) dedicados a la I&D.

En el Cuadro 2.1 presentamos la media de las variables utilizadas para construir los *spillovers*, distinguiendo por el estatus de innovación de las empresas. Donde, las empresas innovadoras son aquellas que han introducido al mercado productos o procesos nuevos o significativamente mejorados (INEGI, 2015). Casi el doce por ciento de las empresas son innovadoras y son las que presentan un mayor nivel de gasto en I&D. El desarrollo tecnológico destaca entre los gastos intramuros y el pago al sector productivo es el que mayor peso tiene entre los gastos extramuros.

Cuadro 2.1: *Gastos en actividades relacionadas con la innovación y madurez tecnológica de las empresas (promedio)*

Variable	Total	Innovadoras	No innovadoras
<b>Gasto en I&amp;D intramuros (miles de pesos)</b>			
Investigación básica	56.37	357.83	16.08
Investigación aplicada	302.59	729.06	245.58
Desarrollo tecnológico	645.55	4,607.58	115.97
Total	1,004.52	5,694.47	377.64
<b>Gasto en I&amp;D extramuros (miles de pesos)</b>			
Pagos al sector productivo	111.51	339.50	81.03
A instituciones de educación superior	22.82	114.01	10.63
Pago a otras instituciones	2.53	16.51	0.66
<b>Gastos en servicios (miles de pesos)</b>			
Científicos y tecnológicos	433.35	2,350.01	177.16
<b>Madurez Tecnológica*</b>			
Adquiere tecnología	3.21	2.74	3.27
Compra maquinaria y equipo	2.86	2.40	2.92
Asimila la tecnología	2.88	2.27	2.97
Adapta y modifica tecnología	3.03	2.31	3.13
Genera o desarrolla tecnología	3.43	2.63	3.54
Patenta	3.68	3.23	3.75
Vende tecnología	3.92	3.81	3.93
N	11,679	1,377	10,302

\*Promedio de las respuestas de las empresas, donde uno indica que las empresas siempre realizan esa actividad y cuatro que casi nunca la hacen.

Las actividades definidas como madurez tecnológica de las empresas, si se realizan frecuentemente generan un promedio bajo, debido a que la empresa indica cuando realiza frecuentemente la actividad relacionada con la madurez tecnológica. Para las empresas

innovadoras la actividad que, en promedio, más practican es asimilar tecnología, y no queda lejos de ese nivel lo que declaran las no-innovadoras como actividad más frecuente. La actividad que menos se realiza, en general, es la venta de tecnología.

### 2.4.3. *Spillovers* de conocimientos

En el Cuadro 2.2 se presenta el promedio de las estimaciones de los diferentes *spillovers*, que es la suma de los gastos ponderados de las empresas diferentes a  $i$ . Dado que el conocimiento puede fluir entre diferentes sectores o dentro de cada sector estimamos indicadores intrasectoriales e intersectoriales. Para calcular los *spillovers* intrasectoriales se consideran nueve sectores de la industria manufacturera.<sup>7</sup> Los *spillovers* intersectoriales se estiman entre todas las empresas dentro de cada entidad federativa. Para Nuevo León y el Estado de México no se estiman los *spillovers* que incluyen la distancia geográfica porque no contamos con desagregación espacial de las variables al interior de las entidades federativas.

La estimación de los *spillovers* sin ponderador ( $SPILL_0$ ) es el gasto en I&D agregado excluyendo el gasto en I&D de la empresa en cuestión. La magnitud de los *spillovers* depende del nivel de gasto de la empresa, produciendo una relación inversa entre el gasto en I&D y los *spillovers*, es decir, entre más gasta la empresa menor es el nivel de los *spillovers*.

Al utilizar los ponderadores en la estimación de los *spillovers* la relación entre el nivel de gasto de la empresa y los *spillovers* es positivo porque va a depender de la similitud tecnológica entre las empresas y de su cercanía geográfica.

Cuando consideramos la proximidad tecnológicas, la diferencia entre las empresas ( $SPILL_\omega$ ), según su estatus de innovación, refleja que las innovadoras tienen mayores *spillovers* de conocimientos (Cuadro 2.2). Si además de las similitudes tecnológicas se incluye la capacidad de absorción ( $SPILL_{\hat{\omega}}$ ) se acentúa la relación positiva.

Los *spillovers* espaciales y tecnológicos ( $SPILL_g$  y  $SPILL_v$ ) intrasectoriales sobresalen por tener cifras grandes y esto se debe a que la interacción espacial aumenta la magnitud de los flujos de conocimientos.

---

<sup>7</sup> Los sectores están en el Cuadro B.1 del Apéndice

Cuadro 2.2: Promedio de los diferentes tipos de spillovers (en miles de pesos)

Tipo de spillovers <sup>a</sup>	Intersectoriales			Intrasectoriales		
	Total	Innovadoras	No Innovadoras	Total	Innovadoras	No Innovadoras
<b>Nacional</b>						
$SPILL_0$	1,489	1,253	1,520	103	115	101
$SPILL_\omega$	432	400	436	527	707	503
$SPILL_{\hat{\omega}}$	38	196	17	71	372	31
$SPILL_g^b$	-	-	-	33,800	41,200	32,800
$SPILL_v^b$	-	-	-	16,900	20,600	16,400
N	11,679	1,377	10,302	11,679	1,377	10,302
<b>Estado de México</b>						
$SPILL_0$	1,241	1,236	1,242	71	79	70
$SPILL_\omega$	221	305	209	39	50	37
$SPILL_{\hat{\omega}}$	28	167	7	5	28	2
N	1,488	192	1,296	1,488	192	1,296
<b>Nuevo León</b>						
$SPILL_0$	2,086	2,078	2,087	251	143	268
$SPILL_\omega$	440	586	417	61	83	58
$SPILL_{\hat{\omega}}$	59	298	20	9	46	3
N	1,149	159	990	1,149	159	990

<sup>a</sup> Los spillovers que no utilizan ponderador son  $SPILL_0$ , aquéllos que sólo incorporan la similitud tecnológica son  $SPILL_\omega$  y los que además incluyen la capacidad de asimilación tecnológica de la empresa son  $SPILL_{\hat{\omega}}$ , aquéllos que incorporan el aspecto espacial son  $SPILL_g$  y los que combinan la proximidad geográfica y tecnológica son  $SPILL_v$ .

<sup>b</sup> En millones de pesos

En el aspecto regional observamos un mayor nivel de spillovers en Nuevo León, respecto al Estado de México y al promedio nacional. El segundo queda por debajo de los promedios nacionales, en la mayoría de los casos (Cuadro 2.2).

## 3

## El modelo CDM para México

## 3.1. Intensidad del gasto en I&amp;D

En el modelo CDM primero se estima la intensidad del gasto en I&D ( $IID_i$ ), que es uno de los insumos para la producción de conocimientos. Las empresas deciden gastar o no I&D y, si es afirmativa la respuesta, eligen el monto a gastar en I&D. Para estimar la intensidad del gasto en I&D se utiliza un modelo Tobit generalizado o de selección muestral:<sup>1</sup>

**Ecuación principal:**

$$IID_i = \beta_1 FO_i + \beta_2 EXD_i + \beta_3 CO_i + \beta_4 FIN_i + \beta_5 INFO_1 + \beta_6 INFO_2 + \beta_7 INFO_3 + u_i \quad (3.1)$$

**Ecuación de selección:**

$$SID_i = 1[\delta_1 FO_i + \delta_2 EXD_i + \delta_3 EM_i + \delta_4 CON_i + \delta_5 OBJ_i + \delta_6 OBST_1 + \delta_7 OBST_2 + \delta_8 OBST_3 + v_i > 0] \quad (3.2)$$

donde,  $IID_i$  es la intensidad del gasto en I&D de las empresas, se aproxima con el logaritmo del gasto en I&D más el gasto en innovación y servicios científicos y tecnológicos por empleado. En países en desarrollo la inversión en I&D es baja y para capturar el efecto

<sup>1</sup>La descripción de las variables está en el Cuadro B.1 del Apéndice. En el Apéndice A se detalla el modelo Tobit generalizado.

total del gasto en este rubro se estima el gasto en I&D como la suma el gasto en I&D, en servicio científicos y tecnológicos, más el gasto de innovaciones (Crespi y Zuñiga, 2012). Se le llamará indistintamente gasto en I&D o gasto en innovación.

El efecto del mercado externo se incorpora a través de la participación de capital extranjero en las empresas (*FO*) y las exportaciones (*EXD*), divididas en cuatro categorías que van de más de cero y aumentan 25 por ciento hasta llegar al cien por ciento. Dichas variables están presentes en la ecuación principal y en la de selección.

En la ecuación de intensidad del gasto en I&D se incluye la colaboración con otras empresas, institutos o universidades (*CO*) y si tiene acceso al financiamiento público (*FIN*).

En una primera ronda de regresiones consideramos las fuentes de información de mercado (*INFO<sub>1</sub>*), científicas (*INFO<sub>2</sub>*) y públicas (*INFO<sub>3</sub>*) para la innovación (Modelo (a)). Las variables relacionadas con la información han sido utilizadas para aproximar los *spillovers* de conocimientos (Mairesse y Mohnen, 2005; Griffith et al., 2006; Crespi y Zuñiga, 2012). Dado que el objetivo de este trabajo es estudiar el efecto directo de los *spillovers* sobre la producción de innovaciones, en una segunda ronda de regresiones eliminamos este grupo de variables (Modelo (b)) y comparamos resultados.

En la ecuación de selección, la variable dependiente *SID<sub>i</sub>* toma valor de uno cuando la empresa realizó algún proyecto de I&D tecnológico extramuros o intramuros, reportó gasto en innovación o en servicios científicos y tecnológicos, y cero de otra forma. Las variables utilizadas como explicativas incluyen condiciones de la demanda a través de la variable *OBJ*, que nos indica si para la empresa mantener la participación de mercado es un objetivo altamente significativo, y *CON* representa el grado de concentración económica por sector.

También se incluyen algunos obstáculos para la innovación como costos elevados (*OBST<sub>1</sub>*), los derivados de la legislación vigente (*OBST<sub>2</sub>*) y la falta de financiamiento adecuado (*OBST<sub>3</sub>*). Otra variable del modelo es el tamaño de la empresa (*EM*), que busca reflejar el acceso a financiamiento y economías de escala de las empresas (Mairesse y Mohnen, 2005).

## 3.1.1. Estadísticas descriptivas

Los datos necesarios para estimar la intensidad del gasto en I&D se encuentran en la ESIDET 2012 que contiene información detallada de las actividades de I&D y de innovación de las empresas, la base de microdatos está descrita en la sesión 2.4.1. En el Cuadro 3.1 presentamos las características de las empresas según su estatus de innovación, donde, las empresas innovadoras son aquellas que han introducido al mercado productos nuevos o significativamente mejorados para la empresa y para el mercado.

Cuadro 3.1: Estadísticas descriptivas de las características de las empresas

Variables	Total	Inn.	No-inn.	Variables	Total	Inn.	No-inn.	
Innovaciones	0.12	1.00	0.00	<b>Capital extranjero, colaboración, financiamiento y concentración</b>				
Gasto en I&D	1,879	8,890	941		<i>FO</i>	0.14	0.16	0.13
<i>SID</i>	0.20	0.89	0.11		<i>CO</i>	0.03	0.29	0.00
<b>Tamaño de la empresa</b>				<i>FIN</i>	0.04	0.23	0.01	
<i>EM</i>	233	447	205	<i>CON</i>	0.32	0.35	0.32	
<i>EM<sub>1</sub></i>	0.41	0.33	0.42	<b>Fuentes de información</b>				
<i>EM<sub>2</sub></i>	0.40	0.40	0.40	<i>INFO<sub>1</sub></i>	0.52	0.56	0.52	
<i>EM<sub>3</sub></i>	0.07	0.11	0.07	<i>INFO<sub>2</sub></i>	0.44	0.47	0.43	
<i>EM<sub>4</sub></i>	0.09	0.13	0.08	<i>INFO<sub>3</sub></i>	0.51	0.56	0.50	
<b>Exportaciones</b>				<b>Objetivos y obstáculos de la innovación</b>				
<i>EXD</i>	0.32	0.45	0.30	<i>OBJ</i>	0.77	0.89	0.75	
<i>EXD<sub>1</sub></i>	0.14	0.23	0.13	<i>OBST<sub>1</sub></i>	0.52	0.47	0.52	
<i>EXD<sub>2</sub></i>	0.05	0.08	0.05	<i>OBST<sub>2</sub></i>	0.40	0.35	0.41	
<i>EXD<sub>3</sub></i>	0.03	0.04	0.03	<i>OBST<sub>3</sub></i>	0.45	0.42	0.45	
<i>EXD<sub>4</sub></i>	0.09	0.10	0.09					
N	11,679	1,377	10,302					

Inn.= Empresas innovadoras, No-inn.= Empresas no-innovadoras.

La descripción de las variables está en el Apéndice B.

El gasto en I&D de las empresas innovadoras supera el gasto promedio de las no-innovadoras. (Cuadro 3.1). El veinte por ciento de empresas realizan gastos en I&D e innovaciones (*SID*). Las empresas innovadoras tienen un tamaño (*EM*) promedio mayor que las no innovadoras, mientras, las empresas medianas y pequeñas (*EM<sub>1</sub>* y *EM<sub>2</sub>*) representan cerca del setenta por ciento de las empresas innovadoras (Cuadro 3.1).

En cuanto a la relación con el mercado externo, el 45 por ciento de las empresas innovadoras exportan (*EXD*) y sólo el treinta por ciento de las no-innovadoras exportan. La participación de capital extranjero (*FO*) en la empresa es muy similar entre los dos tipos de empresas y la proporción de empresas con capital extranjero, mayor al diez por ciento, es del 14 por ciento del total de empresas.

Sólo el cuatro por ciento de las empresas del país reciben financiamiento gubernamental (*FIN*) y alrededor del veinte por ciento de las empresas innovadoras se benefician de dichos recursos. En cuanto a la colaboración (*CO*) con otras instituciones para generar innovaciones, el 29 por ciento de las empresas innovadoras están involucradas en este tipo de convenios.

Las fuentes de información (*INFO*) se estiman como el promedio de respuestas de una escala de uno a cuatro, donde cuatro indica que es una fuente altamente significativa para la innovación.<sup>2</sup> A mayor tamaño del indicador, más importancia tiene esa fuente de información para la empresa. Las empresas innovadoras siempre consideran a las fuentes de información como un recurso importante para la innovación, en menor medida lo hacen las no-innovadoras (Cuadro 3.1). La fuente de información de mayor peso para las empresas innovadoras son las de mercado (*INFO<sub>1</sub>*), es decir, información proveniente de proveedores, clientes, competidores, consultorías y expertos. Después consideran importantes las fuentes públicas (*INFO<sub>3</sub>*), que incluye información de patentes, conferencias, seminarios, revistas especializadas, redes computarizadas de información, ferias y exposiciones industriales.

Para el 77 por ciento de las empresas mantener su participación de mercado es un objetivo (*OBJ*) altamente significativo de la innovación. Los obstáculos como los costos elevados de la innovación (*OBST<sub>1</sub>*) o la falta de financiamiento (*OBST<sub>3</sub>*) los consideran importantes poco más del cuarenta por ciento de las empresas innovadoras.

### 3.1.2. Estimación de la intensidad del gasto en I&D

El modelo de intensidad del gasto en I&D se compone de dos partes, en la primera se estima la decisión de invertir en I&D (ecuación de selección) y después la intensidad del gastos en I&D (*IID*) (ecuación principal). En el Cuadro 3.2 presentamos los resultados, en

---

<sup>2</sup>Para hacer el promedio se suman las respuestas y se divide entre el número máximo de respuesta.

la columna (1) está la ecuación de selección que no cambia entre los diferentes modelos de intensidad del gasto en I&D. En las otras columnas se alternan variables dentro la ecuación principal, en la columna (2) (Modelo (a)) incluimos las fuentes de información (*INFO*) y en las siguientes se excluyen (columnas (3-5)). En la columna (4) incluimos los programas de financiamiento (Modelo (c)) y los mecanismos de financiamiento (Modelo (d)) están en la columna (5).

Cuadro 3.2: *Decisión e intensidad de gasto en I&D*

Variables	<b>Ecuación de selección</b>	<b>Ecuación principal</b>			
	Var. dep.: <i>SID</i>	Var. dep.: <i>IID</i>			
	(1)	<b>Modelo (a)</b> con <i>INFO</i>	<b>Modelo (b)</b> sin <i>INFO</i>	<b>Modelo (c)</b> con <i>PFIN</i>	<b>Modelo (d)</b> con <i>MFIN</i>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
<i>FO</i> *	-0.031** (0.011)	0.471*** (0.141)	0.481*** (0.143)	0.329* (0.148)	0.576*** (0.143)
<i>EXD</i> <sub>1</sub> *	0.071*** (0.012)	0.182 (0.110)	0.185 (0.110)	0.172 (0.113)	0.216* (0.108)
<i>EXD</i> <sub>2</sub> *	0.055** (0.018)	0.091 (0.166)	0.087 (0.167)	0.199 (0.169)	0.177 (0.166)
<i>EXD</i> <sub>3</sub> *	-0.002 (0.019)	0.601* (0.262)	0.597* (0.265)	0.718** (0.265)	0.612* (0.261)
<i>EXD</i> <sub>4</sub> *	0.033* (0.017)	0.227 (0.162)	0.180 (0.162)	0.334 (0.174)	0.275 (0.162)
<i>CO</i> *	-	0.419*** (0.110)	0.470*** (0.110)	0.904*** (0.103)	0.339** (0.110)
<i>FIN</i> *	-	1.849*** (0.124)	1.909*** (0.122)	-	-
<i>INFO</i> <sub>1</sub>	-	0.053 (0.215)	-	-	-
<i>INFO</i> <sub>2</sub>	-	0.343* (0.148)	-	-	-
<i>INFO</i> <sub>3</sub>	-	0.366 (0.216)	-	-	-
<i>PFIN</i> <sub>1</sub>	-	-	-	1.200*** (0.130)	-
<i>PFIN</i> <sub>2</sub>	-	-	-	0.527** (0.174)	-
<i>PFIN</i> <sub>3</sub>	-	-	-	-1.795*** (0.238)	-
<i>MFIN</i> <sub>1</sub>	-	-	-	-	1.227*** (0.108)

*Continua...*

## Modelo de intensidad del gasto en I&amp;D... (Continuación)

Variables	Ecuación de selección	Ecuación principal Var. dep.: <i>IID</i>			
	Var. dep.: <i>SID</i> (1)	Modelo (a) con <i>INFO</i> (2)	Modelo (b) sin <i>INFO</i> (3)	Modelo (c) con <i>PFIN</i> (4)	Modelo (d) con <i>MFIN</i> (5)
<i>MFIN</i> <sub>2</sub>	-	-	-	-	1.944*** (0.121)
<i>EM</i> <sub>2</sub> *	0.067*** (0.008)	-	-	-	-
<i>EM</i> <sub>3</sub> *	0.123*** (0.018)	-	-	-	-
<i>EM</i> <sub>4</sub> *	0.155*** (0.020)	-	-	-	-
<i>CON</i>	0.036 (0.024)	-	-	-	-
<i>OBJ</i> *	0.072*** (0.009)	-	-	-	-
<i>OBST</i> <sub>1</sub> *	-0.008 (0.007)	-	-	-	-
<i>OBST</i> <sub>2</sub> *	-0.019** (0.007)	-	-	-	-
<i>OBST</i> <sub>3</sub> *	0.007 (0.008)	-	-	-	-
<i>N</i>		11,679	11,679	11,679	11,679
<i>LL</i>		-10,424	-10,437	-10,496	-10,400
$\chi^2$		933	913	731	1,009
$\rho$		0.619	0.587	0.677	0.627
$\chi^2_\rho$		39	33	61	33
$p_\rho$		0.000	0.000	0.000	0.000
<i>AIC</i>		21,055	21,075	21,198	20,986
<i>BIC</i>		21,821	21,819	21,957	21,737

El asterisco en las variables indica que son dicotómicas. Los coeficientes de la ecuación de selección corresponden a los efectos marginales cuando *CON* está en la media, *OBJ* en uno y el resto de las variables están en cero. Los coeficientes de las ecuaciones principales corresponden a los efectos marginales cuando las variables *INFO* están en la media y el resto de las variables están en cero. En todos los casos incluimos variables *dummies* por sector y entidad federativa. La descripción de las variables está en el Cuadro B.1 del Apéndice. Errores estándar robustos entre paréntesis. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

En la literatura empírica, la mayoría de los modelos incluyen, en la ecuación de intensidad del gasto en I&D, variables que aproximan los *spillovers*, y de esta forma estiman su efecto indirecto sobre la producción de innovaciones. La propuesta que se hace en este trabajo es construir una variable que aproxime los *spillovers* en donde se incluyan la proximidad tecnológica, capacidad de asimilación de tecnología y distancia espacial entre las empresas. Después, incorporar los *spillovers* en la ecuación de innovación y así capturar su efecto directo sobre la producción de conocimientos. La estimación de los Modelos (a) y (b) servirá para comparar los resultados y después con la estimación de la intensidad del gasto en I&D contrastamos los resultados de la función de producción de conocimientos.

Suponemos que existe un proceso de auto-selección a gastar en I&D por parte de las empresas, para comprobar si existe tal relación, se estima el coeficiente de correlación de los errores ( $\rho$ ) de la ecuación principal y de selección. En el Cuadro 3.2, se muestra que la parte observada de la decisión de gastar en I&D está correlacionada con la parte no observada de la intensidad del gasto en I&D, es decir, se rechaza que la correlación entre los errores de las dos ecuaciones es estadísticamente igual a cero ( $p_\rho$ ).

En la ecuación de selección estimamos los efectos marginales que indican la probabilidad de gastar en I&D ante un cambio en las variables independientes (Cuadro 3.2, columna (1)). Cada coeficiente mide el efecto parcial sobre la probabilidad de gastar en I&D manteniendo la concentración (*CON*) en la media, *OBJ* en uno y el resto de las variables, de la ecuación de selección, en cero.

Para el modelo partimos de una empresa base. Se trata de una empresa pequeña que no tiene relación con el mercado exterior, en un ambiente de concentración promedio y su objetivo al innovar es mantener su participación en el mercado. La empresa es optimista dado que no considera significativos los obstáculos como el alto costo de innovar, la legislación vigente o la falta de financiamiento.

Una empresa mediana ( $EM_2$ ) tiene una probabilidad siete por ciento mayor, que una empresa pequeña ( $EM_1$ ), de gastar en I&D (Cuadro 3.2, columna (1)).<sup>3</sup> La probabilidad de gastar en actividades relacionadas con la innovación aumenta en doce y 16 por ciento si consideramos a empresas grandes ( $EM_3$  y  $EM_4$ ) respecto a las pequeñas.

---

<sup>3</sup>En todas las interpretaciones de los coeficientes el resto de las variables se mantienen en los valores especificados en el Cuadro 3.2.

La probabilidad de gastar en I&D se ve favorecida cuando se trata de una empresa exportadora ( $EXD_1$ ,  $EXD_2$  y  $EXD_4$ ). Una empresa pequeña, sin relación con el mercado externo, en un sector con concentración promedio y que no considera significativos los obstáculos a innovar, tiene una probabilidad de gastar en I&D mayor en siete por ciento, respecto a las empresas que no consideran importante el objetivo de mantener su participación en el mercado.

Por otro lado, una empresa que aprecia como obstáculo para la innovación la legislación vigente ( $OBST_2$ ) reduce su probabilidad de invertir en I&D en cerca de dos por ciento, respecto a las que no consideran este obstáculo.

Después de ajustar los coeficientes de la ecuación principal por la selección muestral, se obtiene el efecto de las variables sobre la esperanza del logaritmo del gasto en innovación cuando éste se observa (Cuadro 3.2, ecuación principal). Los coeficientes indican el efecto promedio sobre la intensidad del gasto en I&D ( $IID$ ) cuando las fuentes de información ( $INFO$ ) están en la media y el resto de las variables en cero.<sup>4</sup>

Si una empresa gasta en I&D y se convierte en una empresa con una participación de capital extranjero superior al diez por ciento ( $FO$ ), su gasto en I&D aumenta en alrededor de sesenta por ciento. El efecto de las exportaciones sobre el monto de inversión en I&D no es significativo en la mayoría de los casos. Excepto el rango tres de exportaciones ( $EXD_3$ ) que es significativo y positivo, lo que indica que el gasto en I&D es mayor cuando las empresas exportan entre el cincuenta y setenta por ciento de sus ventas totales.

El efecto marginal del financiamiento gubernamental ( $FIN$ ) es superior a la unidad y nos indica una alta influencia de dicho factor para determinar el monto de gasto dirigido a la producción de innovaciones. Por otra parte, si una empresa que gasta en I&D, decide celebrar algún convenio de colaboración, aumentaría su gasto en I&D en poco más de cincuenta por ciento. La variable relacionada con las fuentes de información científicas ( $INFO_2$ ) es significativa y presenta signo positivo.

Entre los Modelos (a) y (b) del Cuadro 3.2, no se puede elegir uno como el mejor debido a que las diferencias de su ajuste son pequeñas.<sup>5</sup> Si consideramos el criterio de información de Akaike ( $AIC$ ) el mejor es el Modelo (a), mientras que el criterio de

---

<sup>4</sup>La descripción teórica de los efectos marginales está en el Apéndice A.

<sup>5</sup>Para realizar la comparación utilizamos el criterio de información de Akaike ( $AIC$ ) y el Bayesiano ( $BIC$ ), en donde, a menor la magnitud del criterio mejor el ajuste del modelo (Apéndice A).

información Bayesiano (*BIC*) indica evidencia débil de mejor ajuste del Modelo (b) sobre el Modelo (a). Con los estadísticos que se presentan no se puede confirmar que incluir las fuentes de información (*INFO*) que representan variables *proxies* de los *spillovers*, en la ecuación principal, mejoran el ajuste del modelo.

En el Cuadro 3.2 (columnas (2-3)), el coeficiente estimado del financiamiento público (*FIN*) se caracteriza por ser significativo y tener un efecto grande sobre el monto destinado al gasto en I&D. Para explorar algunas variantes del Modelo (b) que excluye las fuentes de información, en las columnas (4-5) se alternan variables relacionadas con los programas (Modelo (c)) y mecanismos (Modelo (d)) de financiamiento.<sup>6</sup>

La participación de capital extranjero (*FO*) en las empresas conserva su signo y significancia (Cuadro 3.2, columnas (4-5)). Las exportaciones (*EXD*<sub>3</sub>) que están en un rango entre cincuenta y 75 por ciento, son significativas. La colaboración (*CO*) con otras instituciones no cambia en signo y significancia respecto al Modelo (b).

El efecto de los programas de financiamiento público (Modelo (c)) es mixto.<sup>7</sup> El financiamiento proveniente del CONACYT (*PFIN*<sub>1</sub>) tiene un efecto positivo sobre el monto a gastar en I&D, también la influencia es positiva por parte de los programas de la Secretaría de Economía (SE) (*PFIN*<sub>2</sub>). Por último, se presenta un efecto negativo de los programas de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STPS), Banco Nacional de Comercio Exterior (BANCOMEXT) y STPS-Secretaría de Educación Pública (SEP) (*PFIN*<sub>3</sub>).

Los mecanismos de financiamiento son positivos y significativos (Cuadro 3.2, columna (5), Modelo (d)). Empresas que gastan en I&D y reciben financiamiento bancario aumentan el monto de inversión en I&D en más del doble, respecto a cuando no recibían el financiamiento. Empresas que ya habían decidido gastar en I&D y pasan de no recibir financiamiento público a recibirlo, aumentan su inversión en I&D.<sup>8</sup>

El Modelo (d) con mecanismos de financiamiento es el que mejor se ajusta a nivel nacional, comparando los criterios de información (*AIC* y *BIC*). En la siguiente etapa utilizamos estos resultados para estimar la función de producción de conocimientos.

---

<sup>6</sup>La ecuación de selección no cambia, los resultados están en el Cuadro 3.2 Columna (1).

<sup>7</sup>La descripción de las variables está en el Cuadro B.1 del Apéndice.

<sup>8</sup>Los efectos promedio, ajustados por el proceso de selección, se estiman para empresas que no tienen participación en el mercado externo, pequeñas, en un sector con concentración promedio, sin colaboraciones, sin financiamiento, que no consideran relevantes los obstáculos a la innovación y que buscan mantener su participación de mercado.

### 3.2. Función de producción de conocimientos

La innovación se define como la introducción al mercado de un producto (bien o servicio) o proceso, nuevo o significativamente mejorado (INEGI, 2015). Algunas innovaciones son resultado de proyectos de innovación específicos que incluyen I&D tecnológico como insumo, mientras que otras son resultado de mejoras rutinarias, ideas espontáneas u otros factores que llevan a las empresas a mejorar sustancialmente o desarrollar nuevos productos o procesos (INEGI, 2015). La segunda etapa del modelo CDM consiste en estimar la función de producción de conocimientos (ecuación de innovación) utilizando los resultados de la etapa anterior.<sup>9</sup>

En la literatura que usa el modelo CDM se ha abordado parcialmente la relación entre la producción de innovaciones y la presencia de *spillovers*. En este trabajo se utilizan variables *proxies* de los *spillovers* para determinar su influencia en la producción de innovaciones. La función de producción de conocimientos (ecuación de innovación) correspondiente a la segunda etapa del modelo CDM es la siguiente:

$$INN_i = \alpha_1 LSPILL_i + \alpha_2 I\hat{D}_i + \alpha_3 FO_i + \alpha_4 EXD_i + \alpha_5 LEM_i + \epsilon_i \quad (3.3)$$

donde  $INN_i$  es la producción de innovaciones, variable que toma valor de uno si la empresa introdujo al mercado productos nuevos o significativamente mejorados y cero de otra forma. Las variables de control son la participación de capital extranjero ( $FO_i$ ), las exportaciones ( $EXD_i$ ) y el tamaño de la empresa en términos logarítmicos ( $LEM_i$ ).<sup>10</sup>

En los trabajos empíricos basados en el modelo CDM, tradicionalmente, se han utilizado las fuentes de información para la innovación como *proxies* de los *spillovers*, nosotros construimos variables *proxies* con el gasto en I&D ponderado por la cercanía tecnológica y espacial, además de la capacidad de asimilación de las empresas. A diferencia de la literatura existente, analizamos los efectos directos de los *spillovers* ( $LSPILL_i$  es el logaritmo de los *spillovers*) sobre la producción de conocimientos.<sup>11</sup>

<sup>9</sup>Crepon et al. (1998) señala que la I&D es un factor endógeno en la producción de conocimientos así que con la primera etapa se corrige el problema de selección y de endogenidad, al sustituir el gasto observado por el estimado.

<sup>10</sup>La descripción de variables está en el Cuadro B.1 del Apéndice.

<sup>11</sup>Los *spillovers* en logaritmos que no utilizan ponderador son  $LSPILL_0$ , aquéllos que sólo incorporan la similitud tecnológica son  $LSPILL_\omega$  y los que además incluyen la capacidad de asimilación tecnológica de

### Estadísticas descriptivas

Los datos necesarios para estimar la ecuación de innovaciones están en la ESIDET 2012, descrita en la sesión 2.4.1. La media de las variables que se utilizan en la ecuación de producción de innovaciones están en los Cuadros 2.1 y 3.1. Para México, la propensión a innovar es de doce por ciento. Sobresalen dos características de las empresas innovadoras. Primero, tienen un gasto promedio más alto en I&D que las empresas no-innovadoras y su nivel de empleo ( $EM$ ) también es superior. Se considera un hecho estilizado que las empresas grandes sean las que más gastan en I&D, además, presentan un mayor nivel de innovación (Cohen y Klepper, 1996; Hall y Mairesse, 2006). Por lo que se espera que exista una relación positiva entre el gasto en I&D, el tamaño de las empresas y la propensión a innovar.

La relación del mercado extranjero con las empresas innovadoras y no-innovadoras, no es muy diferente, la proporción de empresas que exportan ( $EXD$ ) es similar entre ellas (Cuadro 3.1). La participación de capital extranjero ( $FO$ ) es ligeramente superior en las empresas innovadoras.

Los *spillovers* ( $SPILL$ ) promedio de las empresas innovadoras son mayores respecto a las no-innovadoras, esto varía según el tipo de ponderador que se utilice para estimar los *spillovers* (Cuadro 2.1). Si consideramos que los *spillovers* son flujos de información que la empresa puede obtener sin que exista pago de por medio, esperaríamos que su efecto sobre la producción de innovaciones sea positivo.

#### 3.2.1. Estimación de la propensión a innovar en productos

La función de producción de conocimientos relaciona la innovación con el gasto en I&D de las empresas y con los *spillovers* de conocimientos. La variable dependiente indica si la empresa realiza o no alguna innovación y a través de un modelo probit obtenemos la propensión a innovar. La metodología que seguimos en este capítulo corresponde a la segunda etapa del modelo CDM. Las regresiones de los Cuadros 3.3 y 3.4 se diferencian por tipo de *spillovers*, según el ponderador, y si son intrasectoriales o intersectoriales, donde la variable dependiente es la innovación en productos ( $INN_1$ ).

---

la empresa son  $LSPILL_{\hat{o}}$ , aquéllos que incorporan el aspecto espacial son  $LSPILL_g$  y los que combinan la proximidad geográfica y tecnológica son  $LSPILL_v$ .

---

Cuadro 3.3: Nacional. Propensión a innovar en productos (IÍD del Modelo (a))  
**Variable Dependiente:** Innovación en productos (INN<sub>1</sub>)

Variables	Spillovers intersectoriales				Spillovers intrasectoriales				
	Sin SPILL	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>ω̂</sub>	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>ω̂</sub>	SPILL <sub>g</sub>	SPILL <sub>p</sub>
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
IÍD	0.680*** (0.029)	0.676*** (0.029)	0.665*** (0.031)	0.405*** (0.034)	0.675*** (0.029)	0.648*** (0.030)	0.424*** (0.034)	0.675*** (0.029)	0.675*** (0.029)
LSPILL	2.593 -	2.576 (0.132)	2.535 (0.107)	1.544 (0.005)	2.571 (0.005)	2.471 (0.077)	1.617 (0.005)	2.574 (1.422)	2.574 (1.419)
FO*	-0.239*** (0.059)	-0.237*** (0.059)	-0.238*** (0.059)	-0.133* (0.063)	-0.235*** (0.059)	-0.233*** (0.059)	-0.166** (0.063)	-0.236*** (0.059)	-0.236*** (0.059)
EXD*	-0.273 (0.044)	-0.271 (0.044)	-0.272 (0.044)	-0.152 (0.047)	-0.268 (0.044)	-0.267 (0.044)	-0.190 (0.047)	-0.271 (0.044)	-0.271 (0.044)
LEM	-0.133 0.084***	-0.132 0.083***	-0.116 0.085***	0.042 0.024	-0.139 0.082***	-0.112 0.080***	-0.011 0.033*	-0.134 0.078***	-0.134 0.078***
N	0.324 11,644	0.318 11,644	0.326 11,644	0.092 11,644	0.317 11,644	0.308 11,644	0.127 11,644	0.299 11,644	0.299 11,644
R <sup>2</sup> <sub>p</sub>	0.142	0.142	0.147	0.231	0.142	0.147	0.225	0.144	0.144
LL	-3,261	-3,259	-3,241	-2,921	-3,259	-3,242	-2,943	-3,253	-3,253
χ <sup>2</sup>	1,012	1,009	1,034	1,445	1,009	1,015	1,364	1,011	1,011
AIC	6,607	6,604	6,569	5,929	6,604	6,569	5,972	6,593	6,593
BIC	6,916	6,920	6,886	6,245	6,921	6,886	6,289	6,909	6,909
P <sub>corr</sub>	90.41	90.41	90.43	91.13	90.36	90.28	91.24	90.46	90.46

Modelo Probit. Efectos marginales con FO = 0, EXD = 0 y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (beta). La variable IÍD está construida a partir del Modelo (a), Cuadro 3.2. En todos los casos se controla con dummies por sector y por entidad. El asterisco en las variables indica que son variables dummy. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Cuadro 3.4: Nacional. Propensión a innovar en productos (ÍD del Modelo (b))

Variable Dependiente: Innovación en productos (INN <sub>1</sub> )	Spillovers intrasectoriales								
	Sin SPILL			Spillovers intersectoriales			Spillovers intrasectoriales		
Variabes	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)
<i>ÍD</i>	0.811*** (0.032)	0.807*** (0.032)	0.795*** (0.033)	0.512*** (0.038)	0.805*** (0.032)	0.778*** (0.033)	0.536*** (0.037)	0.806*** (0.032)	0.806*** (0.032)
<i>LSPILL</i>	2.946	2.930	2.888	1.861	2.926	2.826	1.947	2.928	2.928
	-	-0.188 (0.122)	0.341** (0.106)	0.119*** (0.005)	0.009 (0.005)	0.337*** (0.079)	0.118*** (0.005)	-1.980 (1.321)	-1.977 (1.318)
<i>FO*</i>	-0.291*** (0.059)	-0.289*** (0.059)	-0.289*** (0.059)	-0.169** (0.063)	-0.286*** (0.059)	-0.283*** (0.059)	-0.202** (0.063)	-0.288*** (0.059)	-0.288*** (0.059)
	-0.333	-0.331	-0.330	-0.194	-0.328	-0.324	-0.231	-0.330	-0.330
<i>EXD*</i>	-0.130** (0.045)	-0.129** (0.045)	-0.119** (0.045)	-0.012 (0.048)	-0.134** (0.045)	-0.116* (0.045)	-0.047 (0.047)	-0.130** (0.045)	-0.130** (0.045)
	-0.201	-0.199	-0.184	-0.018	-0.207	-0.180	-0.073	-0.202	-0.202
<i>LEM</i>	0.093*** (0.016)	0.092*** (0.016)	0.093*** (0.016)	0.031 (0.017)	0.091*** (0.016)	0.089*** (0.016)	0.039* (0.017)	0.087*** (0.016)	0.087*** (0.016)
<i>N</i>	11,644	11,644	11,644	11,644	11,644	11,644	11,644	11,644	11,644
<i>R<sup>2</sup><sub>p</sub></i>	0.159	0.159	0.164	0.239	0.159	0.163	0.235	0.161	0.161
<i>LL</i>	-3,197	-3,195	-3,178	-2,892	-3,195	-3,180	-2,909	-3,189	-3,189
$\chi^2$	1,101	1,097	1,113	1,408	1,097	1,093	1,326	1,099	1,099
<i>AIC</i>	6,477	6,475	6,443	5,869	6,475	6,446	5,903	6,464	6,464
<i>BIC</i>	6,786	6,792	6,759	6,186	6,792	6,763	6,220	6,781	6,781
<i>P<sub>corr</sub></i>	90.47	90.47	90.57	91.33	90.51	90.48	91.45	90.45	90.45

Modelo Probit. Efectos marginales con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (*beta*). La variable *ÍD* está construida a partir del Modelo (b), Cuadro 3.2. En todos los casos se controla con *dummies* por sector y por entidad. El asterisco en las variables indica que son variables *dummy*. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Entre las diferentes estimaciones de la ecuación de innovación sobresale el efecto de los *spillovers*. Cuando se emplea esta variable el modelo presenta un mejor ajuste, independientemente de la forma en que se estime la intensidad del gasto en I&D y del tipo de ponderador usado para construir los *spillovers*. Otra regularidad que se observa es la reducción en el coeficiente de la intensidad de gasto en I&D ( $I\hat{I}D$ ) cuando incluimos en la ecuación a los *spillovers*.

Si en la estimación de los *spillovers* no se considera la capacidad de asimilación de las empresas, se sobrestima el efecto de los *spillovers* ( $SPILL_{\omega}$  vs  $SPILL_{\hat{\omega}}$ ) esto se puede ver al comparar los coeficientes estandarizados de las ecuaciones que los contienen y el mismo efecto se observa sobre el coeficiente de la intensidad del gasto en I&D.

En cuanto a las diferencias intrasectoriales e intersectoriales, encontramos que los modelos con *spillovers* intersectoriales tienen un mejor ajuste. Entonces, al considerar el flujo de conocimientos entre todos los sectores de la economía se obtiene una mejor estimación de la ecuación de innovación.

### **Relevancia de los *spillovers* en la propensión a innovar**

Cuando se incluyen *spillovers* en la ecuación de innovación, las regresiones tienen un mejor ajuste. En los Cuadros 3.3 y 3.4 los estadísticos *AIC* y *BIC* son menores cuando se utiliza la variable *spillovers*. Al comparar entre los diferentes tipos de *spillovers* encontramos que los que mejor se ajustan son los ponderadores con la proximidad tecnológica y la capacidad de asimilación de las empresas a nivel intersectorial ( $SPILL_{\hat{\omega}}$ ). Por lo que nos concentramos en esos resultados para analizar la relevancia de los *spillovers* en la propensión a innovar.

El coeficiente estimado de los *spillovers* ponderados con la proximidad tecnológica y la capacidad de asimilación de las empresas a nivel intersectorial ( $SPILL_{\hat{\omega}}$ ) tiene signo positivo y es significativo (Cuadros 3.3 y 3.4, columna (4)). La probabilidad de innovar aumenta doce por ciento cuando los *spillovers* aumentan en uno por ciento.<sup>12</sup>

El coeficiente estimado de la intensidad del gasto en I&D ( $I\hat{I}D$ ) disminuye si se incluye la medida de los *spillovers* que considera la proximidad tecnológica y la capacidad de asimilación de tecnología de las empresas. Cuando no se consideran los *spillovers*, el incremento de uno por ciento del gasto en I&D ( $I\hat{I}D$ ) aumenta la probabilidad de innovar en 81 por ciento (Cuadro 3.4, columna (1)).

<sup>12</sup>Efectos marginales estimados con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media.

Si se incorpora el efecto directo de los *spillovers* en la ecuación de innovación, un incremento de uno por ciento del gasto en I&D aumenta la probabilidad de innovar en 51 por ciento (columna (4)). El coeficiente estandarizado muestra que el efecto de  $I\hat{I}D$  es más alto cuando se excluyen los *spillovers* de la ecuación de innovación. Para comparar entre modelos probit anidados utilizamos la metodología de Karlson et al. (2012) que confirma que la  $I\hat{I}D$  está sobreestimada en el modelo que no incluye los *spillovers*.<sup>13</sup>

A partir de la estimación de la función de conocimientos obtenemos dos resultados importantes. Primero los *spillovers* son relevantes para la producción de innovaciones. El segundo es que al incluirlos en el modelo se observa que hay una sobreestimación del efecto del gasto en I&D.

### Efecto directo de los *spillovers* sobre la producción de innovaciones

La presencia de *spillovers* afecta la producción de innovaciones y si se consideran en la segunda etapa del modelo CDM su ajuste mejora. En la sección anterior no se pudo determinar claramente qué modelo de la intensidad del gasto en I&D es el que tiene un mejor ajuste, por lo que estimamos la ecuación de innovaciones con los dos modelos.

A partir de las estimaciones de la  $IID$  con los Modelos (a) y (b) se comparan los resultados de la ecuación de innovación (Cuadros 3.3 y 3.4). El objetivo es analizar el impacto directo de los *spillovers* sobre la producción de innovaciones (Modelo (b)) y el efecto de incluir variables que aproximen a los *spillovers* en la ecuación de intensidad del gasto en I&D (Modelo (a)).

El coeficiente de los *spillovers*, cuando se estima  $IID$  con el Modelo (a) y (b), es positivo y significativo. En el Modelo (a), el crecimiento de uno por ciento de los *spillovers*, aumenta la probabilidad de innovar en productos, doce por ciento, similar al resultado obtenido con el Modelo (b), sus coeficientes estandarizados también son cercanos (Cuadros 3.3 y 3.4, columna (4)).<sup>14</sup>

Si sólo se consideran los *spillovers* en la segunda etapa del CDM, la probabilidad de innovar aumenta en 51 por ciento, cuando crece en uno por ciento el gasto en I&D (columna

<sup>13</sup>El modelo de Karlson et al. (2012) propone comparar un modelo probit restringido con el completo considerando la correlación de la variable nueva y la existente, además, del efecto de la variable nueva en la variable dependiente, de tal forma que los coeficientes de los modelos probit sean comparables.

<sup>14</sup>El efecto sobre la probabilidad corresponde a empresas sin relación con el mercado extranjero, con nivel promedio del gasto en I&D, de los *spillovers* y del tamaño de la empresa.

(4), Cuadro 3.3). El efecto es mayor al encontrado cuando se incluyen los *spillovers* en las dos etapas (columna (4), Cuadro 3.4).

En los resultados de la ecuación de innovación con las estimaciones del Modelo (b) también se observa que las variables de la relación con el mercado extranjero tienen efectos negativos. Mientras que el tamaño de las empresas tiene una relación positiva con la producción de innovaciones.

Los criterios de información *AIC* y *BIC* indican que utilizando el Modelo (b) para estimar el gasto en I&D y al incluir la variable de *spillovers*, se alcanza un mejor ajuste del modelo. Aunque en la etapa anterior del CDM no se pudo elegir entre los Modelos (a) y (b) observamos que la estimación derivada del Modelo (b) contribuye a un mejor ajuste de la ecuación de innovaciones. Con los resultados obtenidos se encuentra respaldo para utilizar los *spillovers* en la segunda etapa del CDM.

### **Dimensión espacial de los *spillovers***

En la revisión de literatura empírica relacionada con el efecto de los *spillovers* sobre la producción de innovaciones, se encuentra que los *spillovers* están localizados y tienen un efecto decreciente con la distancia geográfica. En las variables  $SPILL_g$  y  $SPILL_v$  incorporamos el aspecto espacial para estimar su influencia en la producción de innovaciones.

Los coeficientes estimados no son significativos y tampoco tienen el signo esperado (Cuadros 3.3 y 3.4). Por lo que, no se encuentra efecto de la dimensión espacial sobre la producción de innovaciones. Una posible explicación de estos resultados es que la ESIDET tiene como unidad de observación las empresas, lo que puede estar sesgando los efectos espaciales, debido a que no conocemos la ubicación de los establecimientos.

### **Efecto directo de los *spillovers* sobre las innovaciones en productos, productos a nivel mercado y procesos**

Los efectos de los *spillovers*, ajustados por la proximidad tecnológica y la capacidad de asimilación de las empresas, sobre la producción de innovaciones están en el Cuadro 3.5. En las funciones de producción de conocimiento se utilizan otras variables dependientes como la innovación en productos a nivel nacional y mundial ( $INN_2$ ) y la innovación en procesos ( $INN_3$ ), empleamos el mejor modelo de intensidad del gasto en I&D para la estimación de *IID*, en este caso es el Modelo (d) con mecanismos de financiamiento.

Cuadro 3.5: Nacional. Propensión a innovar en productos ( $INN_1$ ), productos a nivel mercado ( $INN_2$ ) y procesos ( $INN_3$ )

**Variables Dependientes:**  $INN_1$ ,  $INN_2$  e  $INN_3$

Variables	$INN_1$		$INN_2$		$INN_3$	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$I\hat{I}D^a$	0.872*** (0.033)	0.618*** (0.037)	0.830*** (0.032)	0.567*** (0.036)	0.869*** (0.032)	0.719*** (0.037)
	3.305	2.339	3.349	2.287	3.848	3.183
$LSPILL_{\hat{\omega}}^b$	-	0.108*** (0.005)	-	0.106*** (0.005)	-	0.062*** (0.006)
		1.156		1.211		0.782
$FO^*$	-0.333*** (0.061)	-0.212*** (0.064)	-0.336*** (0.063)	-0.211** (0.065)	-0.262*** (0.067)	-0.168* (0.067)
	-0.381	-0.242	-0.409	-0.257	-0.354	-0.226
$EXD^*$	-0.220*** (0.046)	-0.103* (0.049)	-0.106* (0.048)	0.023 (0.050)	-0.238*** (0.052)	-0.182*** (0.053)
	-0.340	-0.160	-0.174	0.039	-0.435	-0.332
$LEM$	0.101*** (0.016)	0.042* (0.017)	0.125*** (0.017)	0.066*** (0.018)	0.082*** (0.018)	0.044* (0.018)
	0.389	0.161	0.513	0.271	0.371	0.200
N	11,644	11,644	11,615	11,615	11,610	11,610
$R_p^2$	0.200	0.262	0.213	0.277	0.219	0.241
LL	-3,038	-2,805	-2,710	-2,490	-2,302	-2,238
$\chi^2$	1,098	1,365	1,171	1,421	1,064	1,124
AIC	6,160	5,695	5,502	5,064	4,685	4,561
BIC	6,469	6,012	5,804	5,373	4,987	4,870

Modelo Probit. Efectos marginales con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (*beta*). En todos los casos se controla con *dummies* por sector y por entidad. El asterisco en las variables indica que son variables *dummy*. <sup>a</sup>  $I\hat{I}D$  estimado con el Modelo (d) que utiliza mecanismos de financiamiento. <sup>b</sup> *Spillovers* intersectoriales. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

La probabilidad de innovar en productos crece en once por ciento cuando aumentan en uno por ciento los *spillovers*. El efecto sobre la probabilidad de innovar en productos para el mercado, nacional y mundial no difiere del resultado anterior. La probabilidad de innovar en procesos aumenta en seis por ciento, cuando aumentan en uno por ciento los *spillovers*. Al utilizar otras variables que aproximen la producción de innovaciones, se conservan los resultados, es decir, los *spillovers* son relevantes y positivos.

En el Cuadro 3.5 también se presentan las regresiones sin *spillovers* y se observa que existe una sobreestimación del coeficiente de la intensidad del gasto en I&D. Al utilizar

otras variables que aproximen la innovación encontramos que se confirma el resultado de la sobreestimación de  $I\hat{I}D$  cuando se omiten los *spillovers* de conocimientos.

El modelo CDM permite analizar la decisión de gastar en I&D, el monto a invertir en este rubro y el impacto sobre la producción de innovaciones. Los resultados indican que incorporar los *spillovers* al modelo CDM mejora las estimaciones de la función de producción de innovaciones. El efecto de los *spillovers* es positivo, es decir, a mayor flujo de conocimientos aumenta el nivel de innovaciones de las empresas. Además, excluirlos de la ecuación de innovaciones genera una sobreestimación del efecto del gasto en I&D.

## 4

## El modelo CDM y su aplicación a nivel estatal Nuevo León y el Estado de México

La ESIDET 2012 tiene representatividad estatal y es por esto que se puede aplicar el modelo CDM para los casos de Nuevo León y el Estado de México.<sup>1</sup> Este ejercicio permitirá observar si existen diferencias respecto a los resultados nacionales.

### 4.1. Intensidad del gasto en I&D

En la primera etapa del modelo CDM se estima la intensidad del gasto en I&D ( $IID_i$ ). Las empresas deciden gastar o no I&D y, si es afirmativa la respuesta, eligen el monto a gastar en I&D. Para estimar la intensidad del gasto en I&D utilizamos un modelo Tobit generalizado representado en las ecuaciones (3.1) y (3.2).<sup>2</sup>

Al igual que en la estimación a nivel nacional, para Nuevo León y el Estado de México realizamos regresiones con (Modelo (a)) y sin fuentes de información (Modelo (b)), variables que en la literatura se han utilizado para aproximar los *spillovers* (Cuadro 4.1).

El modelo parte de un proceso de auto-selección a gastar en I&D, para comprobar si existe tal relación, se estima el coeficiente de correlación de los errores de la ecuación principal y de selección ( $\rho$ ). En el Estado de México y Nuevo León, la parte observada de la

<sup>1</sup>Se eligieron estas dos entidades federativas debido a que son las que cuentan con muestras grandes que permiten un buen funcionamiento del modelo CDM.

<sup>2</sup>La descripción de las variables está en el Cuadro B.1 del Apéndice y en el Apéndice A se detalla el modelo Tobit generalizado o de selección muestral.

decisión de gastar en I&D está correlacionada con la parte no observada de la intensidad del gasto en I&D (Cuadro 4.1).

Cuadro 4.1: *Nuevo León y Estado de México: Decisión e intensidad de gasto en I&D*

Variables	Estado de México			Nuevo León		
	Ec. de selección	Ecuación principal		Ec. de selección	Ecuación principal	
		Var. dep.: IID			Var. dep.: IID	
Var. dep.: <i>SID</i>	Modelo (a) con <i>INFO</i>	Modelo (b) sin <i>INFO</i>	Var. dep.: <i>SID</i>	Modelo (a) con <i>INFO</i>	Modelo (b) sin <i>INFO</i>	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	
<i>FO</i> *	-0.033 (0.024)	0.489 (0.387)	0.305 (0.391)	-0.028 (0.034)	0.392 (0.508)	0.658 (0.388)
<i>EXD</i> <sub>1</sub> *	-0.001 (0.023)	0.413 (0.282)	0.491 (0.273)	0.118** (0.037)	-0.307 (0.456)	-0.576* (0.282)
<i>EXD</i> <sub>2</sub> *	0.015 (0.041)	1.182* (0.470)	1.455** (0.503)	0.124* (0.053)	0.222 (0.531)	-0.245 (0.370)
<i>EXD</i> <sub>3</sub> *	0.001 (0.056)	-0.239 (0.727)	0.422 (0.626)	-0.037 (0.048)	-1.150 (0.701)	-1.522** (0.586)
<i>EXD</i> <sub>4</sub> *	0.104 (0.074)	0.099 (0.663)	0.430 (0.649)	-0.069* (0.034)	0.568 (0.687)	-0.051 (0.619)
<i>CO</i> *	-	0.577 (0.350)	0.827* (0.353)	-	0.220 (0.312)	0.329 (0.308)
<i>FIN</i> *	-	1.287** (0.443)	0.688 (0.415)	-	1.856*** (0.535)	1.852*** (0.377)
<i>INFO</i> <sub>1</sub>	-	0.499 (0.800)	-	-	0.686 (0.745)	-
<i>INFO</i> <sub>2</sub>	-	1.133** (0.438)	-	-	0.756 (0.542)	-
<i>INFO</i> <sub>3</sub>	-	0.185 (0.621)	-	-	0.231 (1.145)	-
<i>EM</i> <sub>2</sub> *	0.080** (0.025)	-	-	0.082*** (0.021)	-	-
<i>EM</i> <sub>3</sub> *	0.134** (0.046)	-	-	0.162** (0.051)	-	-
<i>EM</i> <sub>4</sub> *	0.251*** (0.055)	-	-	0.252*** (0.053)	-	-
<i>CON</i>	-0.010 (0.059)	-	-	0.039 (0.059)	-	-
<i>OBJ</i> *	0.092*** (0.019)	-	-	0.055** (0.020)	-	-
<i>OBST</i> <sub>1</sub> *	-0.042**	-	-	0.086**	-	-

Continúa...

Modelo de intensidad del gasto en I&amp;D... (Continuación)

Variables	Estado de México			Nuevo León		
	Ec. de selección	Ecuación principal Var. dep.: <i>IID</i>		Ec. de selección	Ecuación principal Var. dep.: <i>IID</i>	
	Var. dep.: <i>SID</i> (1)	Modelo (a) con <i>INFO</i> (2)	Modelo (b) sin <i>INFO</i> (3)	Var. dep.: <i>SID</i> (4)	Modelo (a) con <i>INFO</i> (5)	Modelo (b) sin <i>INFO</i> (6)
	(0.016)			(0.028)		
$OBST_2^*$	0.013 (0.021)	-	-	-0.085*** (0.014)	-	-
$OBST_3^*$	0.041 (0.024)	-	-	-0.048** (0.016)	-	-
<i>N</i>		1,488	1,488		1,149	1,149
<i>LL</i>		-1,094	-1,104		-1,032	-1,036
$\chi^2$		183	144		179	158
$\rho$		0.570	0.575		0.967	0.926
$\chi^2_\rho$		6	5		9	27
$p_\rho$		0.017	0.022		0.003	0.000
<i>AIC</i>		2,274	2,288		2,149	2,152
<i>BIC</i>		2,502	2,501		2,366	2,354

El asterisco en las variables indica que son dicotómicas. Los coeficientes de la ecuación de selección corresponden a los efectos marginales cuando *CON* está en la media, *OBJ* en uno y el resto de las variables están en cero. Los coeficientes de las ecuaciones principales corresponden a los efectos marginales cuando las variables *INFO* están en la media y el resto de las variables están en cero. En todos los casos se incluyen variables *dummies* por sector. La descripción de las variables está en el Cuadro B.1 del Apéndice. Errores estándar robustos entre paréntesis. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

A partir de la ecuación de selección estimamos los efectos marginales que indican la probabilidad de gastar en I&D ante un cambio en las variables independientes (Cuadro 4.1). Los efectos marginales representan el efecto parcial sobre la probabilidad de gastar en I&D manteniendo la concentración (*CON*) en la media, *OBJ* en uno y el resto de las variables, de la ecuación de selección, en cero.<sup>3</sup>

La probabilidad de gastar en I&D aumenta conforme aumenta el tamaño de las empresas, es decir, a mayor tamaño respecto a las empresas pequeñas, mayor propensión a gastar en I&D, tanto en el Estado de México como en Nuevo León.

<sup>3</sup>Las ecuaciones de selección no se modifican entre las diferentes estimaciones de la intensidad del gasto en I&D y sus efectos marginales se presentan en el Cuadro 4.1, Columnas (1) y (4).

Por otro lado, contar con capital extranjero (*FO*) no resulta significativo para ninguna de las dos entidades. En el caso de las exportaciones sólo en Nuevo León se observa que existe un efecto positivo de tener una proporción de ingresos por ventas al mercado extranjero de más de cero hasta el cincuenta por ciento, respecto a las empresas no exportadoras.

Una empresa pequeña, sin relación con el mercado externo, en un sector con concentración promedio y que no considera significativos los obstáculos a innovar, tiene una probabilidad a gastar en I&D mayor en nueve y seis por ciento, respecto a las empresas que no consideran importante el objetivo (*OBJ*) de mantener su participación en el mercado, en el Estado de México y Nuevo León respectivamente (Cuadro 4.1).

Si la empresa considera que los costos de innovar son elevados ( $OBST_1$ ) su probabilidad de gastar, en el Estado de México, se reduce en cuatro por ciento. En Nuevo León, una empresa que aprecia como obstáculo la legislación vigente ( $OBST_2$ ) reduce su probabilidad de invertir en I&D en cerca de nueve por ciento, respecto a las que no consideran éste un obstáculo. Si la empresa percibe que la falta de financiamiento adecuado ( $OBST_3$ ) es un obstáculo para la innovación, su probabilidad de gastar en I&D disminuye cinco por ciento, en Nuevo León.

Después de ajustar los coeficientes de la ecuación principal por la selección muestral, se obtiene el efecto de las variables sobre la esperanza del logaritmo del gasto en innovación cuando éste se observa (Cuadro 4.1). Los coeficientes indican el efecto promedio sobre la intensidad del gasto en I&D (*IID*) cuando las fuentes de información (*INFO*) están en la media y el resto de las variables en cero.<sup>4</sup>

La relación con el mercado extranjero no tiene impacto sobre la intensidad del gasto en I&D a nivel entidad federativa. Se observan algunas excepciones, en el caso del Estado de México donde las empresas que exportan entre 25 y 50 ( $EXD_2$ ) por ciento de sus ventas, sí aumentan el gasto en I&D respecto a las empresas que no exportan. En el caso de Nuevo León se presentan algunos coeficientes significativos, pero no con el signo esperado.

De acuerdo con Crespi y Zuñiga (2012) las empresas multinacionales son conservadoras en cuanto al gasto en I&D en los países en desarrollo, ya que se enfocan en sus ventajas comparativas y en la adaptación de productos para ese mercado, y es lo que podría estar reflejando los coeficientes negativos.

---

<sup>4</sup>La descripción de los efectos marginales está en el Apéndice A.

El efecto marginal del financiamiento gubernamental (*FIN*) es superior a la unidad y nos indica una alta influencia de dicho factor para determinar el monto de gasto dirigido a la producción de innovaciones. Sólo en el Modelo (b) del Estado de México la variable no resultó significativa. La colaboración (*CO*) con otras empresas y universidades es significativa para el Estado de México (Modelo (b)).

Entre los Modelos (a) y (b) del Cuadro 4.1, no se puede elegir uno como el mejor debido a que las diferencias en los criterios de información *AIC* y *BIC* son pequeñas. Si consideramos el criterio de información de Akaike (*AIC*) el mejor es el Modelo (a) para las dos regiones. El criterio de información Bayesiano (*BIC*) indica evidencia débil de mejor ajuste del Modelo (b) sobre el Modelo (a) para el Estado de México y hay evidencia fuerte en favor del Modelo (b) en Nuevo León. Con los estadísticos que se presentan no se puede confirmar que incluir las fuentes de información (*INFO*) que representan variables *proxies* de los *spillovers*, en la ecuación principal, mejoren el ajuste del modelo. Los resultados no difieren en gran medida de lo encontrado a nivel nacional.

Para Nuevo León y el Estado de México también estimamos el modelo de intensidad del gasto en I&D alternando variables relacionadas con los programas (Modelo (c)) y mecanismos (Modelo (d)) de financiamiento (Cuadro C.1 del Apéndice).

En el Estado de México la influencia es positiva por parte de los programas de la SE (*PFIN*<sub>2</sub>). Mientras que en Nuevo León sólo es positivo y significativo el efecto de los programas del CONACYT. En el caso de los otros programas, su coeficiente no tiene el signo esperado.

Los mecanismos de financiamiento tienen un efecto positivos y significativos en Nuevo León (Modelo (d)). Empresas que gastan en I&D y reciben financiamiento bancario (*MFIN*<sub>1</sub>) aumentan el monto de inversión en I&D. Empresas que ya habían decidido gastar en I&D y pasan de no recibir financiamiento público a recibirlo, aumentan su inversión destinada a la innovación más de cinco veces.<sup>5</sup> Al comparar los criterios de información encontramos que el Modelo (d) es el que mejor ajuste presenta para Nuevo León y el Modelo (c) es el que mejor se ajusta para el Estado de México (Cuadro C.1 del Apéndice).

---

<sup>5</sup>Los efectos promedio, ajustados por el proceso de selección, se estiman para empresas que no tienen participación en el mercado externo, pequeñas, en un sector con concentración promedio, sin colaboraciones, sin financiamiento, que no consideran relevantes los obstáculos a la innovación y que buscan mantener su participación de mercado.

## 4.2. Función de producción de conocimientos

En el Cuadro 4.2 presentamos los resultados de la ecuación de innovación que utiliza la estimación de la intensidad del gasto en I&D del Modelo (b). Para analizar la relevancia del impacto directo de los *spillovers* en la función de producción de conocimientos nos concentramos en las regresiones sin *spillovers* y la mejor regresión con *spillovers* (Cuadro 4.2). Según los criterios de información *AIC* y *BIC*, los *spillovers* que mejoran el ajuste del modelo son los que consideran la proximidad tecnológica y la capacidad de asimilación de las empresas ( $SPILL_{\omega}$ ) a nivel intersectorial.<sup>6</sup>

Si se incluyen *spillovers* en la ecuación de innovación del Estado de México y Nuevo León, las regresiones tienen un mejor ajuste. En el Cuadro 4.2, los estadísticos *AIC* y *BIC* son menores cuando se utiliza la variable *spillovers*. El coeficiente de los *spillovers* tiene signo positivo y es significativo en las dos regiones. La probabilidad de innovar aumenta entre 13 y 16 por ciento, según la región, cuando los *spillovers* crecen uno por ciento.<sup>7</sup>

Al igual que a nivel nacional, el coeficiente estimado de la intensidad del gasto en I&D disminuye cuando se incorpora a la ecuación de innovaciones la variable de los *spillovers* (Cuadro 4.2). Los coeficientes estandarizados muestran que el efecto de  $I\hat{D}$  es más alto cuando se excluyen los *spillovers* en la ecuación de innovación. Para confirmar que la  $I\hat{D}$  se sobreestima en el modelo que no incluye los *spillovers* se utilizó el modelo de Karlson et al. (2012), a partir del cual podemos decir que hay sobreestimación del coeficiente de la intensidad del gasto en I&D.

La relación con el mercado extranjero reporta un signo positivo en las exportaciones, en Nuevo León, mientras que la participación de capital extranjero en las empresas tiene un efecto negativo sobre las innovaciones. En las dos entidades federativas, la probabilidad de innovar aumenta con el tamaño de la empresa.

Para ver la importancia de los *spillovers* y del gasto en I&D se utilizan los coeficientes estandarizados (Cuadro 4.2). Si se considera el efecto directo de los *spillovers*, en Nuevo León, el efecto del gasto en I&D sobre la probabilidad de innovar es superior al de los *spillovers* (columna (4)). En el Estado de México los *spillovers* tienen un efecto mayor sobre las innovaciones, que el gasto en I&D (columna (2)).

<sup>6</sup>En el Apéndice C están las regresiones con los diferentes *spillovers*.

<sup>7</sup>Los efectos marginales se estiman con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media.

Cuadro 4.2: Nuevo León y Estado de México: Propensión a innovar en productos

**Variable Dependiente:** Innovación en productos ( $INN_1$ )

Variables	Estado de México		Nuevo León	
	(1)	(2)	(3)	(4)
$I\hat{I}D^b$	0.875*** (0.132)	0.490*** (0.141)	0.733*** (0.098)	0.415*** (0.106)
	2.999	1.679	3.178	1.799
$LSPILL_{\hat{\omega}}^a$	-	0.159*** (0.013)	-	0.129*** (0.014)
		1.788		1.465
$FO$	-0.273 (0.165)	0.048 (0.195)	-0.734*** (0.188)	-0.835*** (0.175)
	-0.322	0.057	-0.772	-0.879
$EXD$	-0.460** (0.170)	-0.605** (0.187)	0.507*** (0.119)	0.624*** (0.131)
	-0.761	-1.000	0.746	0.918
$LEM$	0.207*** (0.046)	0.192*** (0.051)	0.225*** (0.048)	0.120* (0.052)
	0.792	0.734	0.802	0.425
$N$	1,488	1,488	1,149	1,149
$R_p^2$	0.194	0.385	0.249	0.361
$LL$	-359	-274	-330	-281
$\chi^2$	168	252	199	201
$AIC$	745	576	686	590
$BIC$	813	651	751	660
$P_{corr}$	91.47	94.29	89.99	91.38

Modelo Probit. Efectos marginales con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (*beta*). En todos los casos se controla con *dummies* por sector. El asterisco en las variables indica que son variables *dummy*. La descripción de las variables está en el Cuadro B del Apéndice. <sup>a</sup> Los spillovers son intersectoriales. <sup>b</sup>  $I\hat{I}D$  estimado con el Modelo (b). \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Cuando utilizamos otras variables dependientes en la ecuación de innovaciones, encontramos que los *spillovers* de conocimientos son significativos y tienen un efecto positivo sobre la propensión a innovar en producto a nivel mercado y en procesos (Cuadros C.6 y C.7 del Apéndice). También se confirma que independientemente de la variable que se utilice para aproximar la producción de innovaciones, hay una sobreestimación de la intensidad del gasto en I&D cuando se omiten los *spillovers* de conocimientos.

Al igual que a nivel nacional, los resultados indican que existen *spillovers*, son significativos y positivos. Además, su ausencia en la ecuación de innovaciones genera una sobreestimación del efecto del gasto en I&D en la propensión a innovar. La única diferencia es que los *spillovers* tienen una importancia relativa mayor frente a la intensidad del gasto en I&D, en el Estado de México

## Conclusiones

Los *spillovers* de conocimientos son un concepto abstracto y su medición ha sido parte del debate en la literatura relacionada con el progreso tecnológico. La literatura empírica del modelo CDM toma como *proxy* de los *spillovers* de conocimientos variables subjetivas relacionadas con la percepción de la importancia de las fuentes de información para la innovación de las empresas.

En este trabajo estimamos indicadores de los *spillovers* de conocimientos utilizando microdatos de una encuesta sobre la innovación de las empresas. La ESIDET tiene información que permite incorporar a las *proxies* de los *spillovers* aspectos objetivos como la madurez tecnológica de las empresas y la distancia espacial, el propósito es avanzar en la medición de los *spillovers* de conocimientos.

Para estudiar el efecto directo de los *spillovers* sobre la producción de conocimientos, se agrega esta variable a la ecuación de innovaciones (segunda etapa del modelo CDM). Las estimaciones llevadas a cabo permiten mostrar que, en el caso de México, los *spillovers* tienen un efecto relevante y positivo sobre la innovación.

Cuando incluimos los *spillovers* en la ecuación que determina la propensión a innovar de una empresa se observa que en ésta el efecto del gasto en I&D se reduce. Los resultados confirman que la exclusión de los *spillovers* genera una sobrestimación del efecto de la intensidad del gasto en I&D sobre las innovaciones.<sup>8</sup> Es decir, cuando los *spillovers*

---

<sup>8</sup>Los resultados se corroboran a través del modelo de Karlson et al. (2012).

---

se excluyen de la estimación de la relación entre la inversión en I&D y la propensión a innovar en productos, los parámetros obtenidos están sesgados. Dichos sesgos llevan a sobreestimar el efecto del gasto en I&D en la propensión a innovar en productos. Esto podría llevar a sostener que el retorno privado del gasto en I&D para las empresas, en términos de resultados con valor comerciable, es mayor al que efectivamente obtienen.

Otros resultados obtenidos son que la probabilidad de producir innovaciones se incrementa cuando las empresas tienen características similares en términos tecnológicos como el tipo de gasto interno y externo en I&D, así como en actividades relacionadas a la compra, asimilación, modificación y desarrollo de tecnología, además de considerar las similitudes del capital humano.

A través de los *spillovers* que consideran la proximidad geográfica no se puede confirmar un impacto sobre la producción de innovaciones a nivel nacional. Entre las posibles explicaciones de la falta de evidencia de la dimensión espacial de los *spillovers* está que la heterogeneidad del país impide capturar las relaciones entre las entidades en términos de generación de innovaciones. Por otro lado, la unidad de observación de la ESIDET es la empresa por lo que podrían generarse sesgos espaciales al no conocer la ubicación de los establecimientos.

En general, encontramos que el tamaño de las empresas incrementa la probabilidad de gastar en I&D y también tiene un efecto positivo sobre las innovaciones. La intensidad de gastar en I&D aumenta en empresas con exportaciones, en la mayoría de los casos. El financiamiento gubernamental y la colaboración con otras empresas son los factores que mayor impacto tiene sobre intensidad del gasto en I&D. El gasto en I&D afecta positivamente las innovaciones, de igual forma los *spillovers* de conocimientos.

La relevancia del gasto de I&D sobre la producción de innovaciones indica que las empresas se benefician en mayor medida de su inversión para generar innovaciones, los *spillovers* tiene una importancia secundaria. Otro aspecto interesante es que el financiamiento público tiene un impacto alto y positivo sobre la decisión del monto a gastar en I&D, así que este es un medio para generar más innovaciones.

A diferencia de lo encontrado para el caso del Estado de México, a nivel nacional y en Nuevo León la importancia del gasto en I&D supera al efecto de los *spillovers* sobre la producción de innovaciones. Al aplicar el modelo CDM a nivel estatal fue posible confirmar los resultados obtenidos a nivel nacional. Las estimaciones para el Estado de México y

---

Nuevo León muestran que existe un efecto positivo y significativo de los *spillovers* mientras que su exclusión del modelo genera sesgos del efecto de la intensidad del gasto en I&D sobre las innovaciones.

La presencia de *spillovers* justifica la generaciones de políticas de innovación, de acuerdo con los fundamentos económicos hay un problema de política pública a resolver cuando hay actividades asociadas a la innovación que no se llevan a cabo, a pesar de que el costo económico que éstas implican es menor al beneficio que representan para la economía en su conjunto. En este trabajo se ha mostrado que las empresas aumentan su probabilidad de innovar ante un creciente gasto en I&D, además, este gasto aumenta cuando existe financiamiento público. El financiamiento está estimulando la inversión en I&D y en cuanto a los rendimientos sociales, se generan derramas de conocimientos que pueden contribuir a que otras empresas entren al proceso de innovación tecnológica.

A partir de este trabajo podemos distinguir algunas líneas de investigación a futuro. Entre ellas está estudiar la relación entre las innovaciones en productos y procesos. Por otro lado, debido a que no se encontró evidencia de la influencia del aspecto espacial, se podrían crear algunas regiones innovadoras y estudiar en ellas las relaciones entre la I&D, los *spillovers* y la producción de innovaciones.

## Bibliografía

- Acs, Z. J. (2002), *Innovation and the growth of cities*, Edward Elgar.
- Acs, Z. J. (2009), Jaffe-Feldman-Varga: the search for knowledge spillovers, *in* A. Varga, ed., 'Universities, knowledge transfer and regional development: geography, entrepreneurship and policy', Edward Elgar, chapter 3, pp. 36–56.
- Acs, Z. J., Audretsch, D. B. y Feldman, M. P. (1991), 'Real effects of academic research: Comment', *American Economic Review* **82**(1), 363–367.
- Adams, J. D. (1990), 'Fundamental stocks of knowledge and productivity growth.', *Journal of Political Economy* **98**(4), 673–702.
- Adams, J. D. (2002), 'Comparative localization of academic and industrial spillovers', *Journal of Economic Geography* **2**(3), 253–278.
- Aiello, F y Cardamone, P. (2005), 'R&D spillovers and productivity growth: evidence from italian manufacturing microdata', *Applied Economics Letters* **12**(10), 625–631.
- Aiello, F y Cardamone, P. (2008), 'R&D spillovers and firms' performance in Italy. Evidence from a flexible production function', *Empirical Economics* **34**(1), 143–166.
- Alvarez, R., Bravo-Ortega, C. y Navarro, L. (2010), *Innovation, R&D investment and productivity in Chile*, Research Department Publications 4691, Inter-American Development Bank, Research Department.
- Anselin, L., Varga, A. y Acs, Z. (1997), 'Local geographic spillovers between university research and high technology innovations', *Journal of Urban Economics* **42**(3), 422–448.

- Anselin, L., Varga, A. y Acs, Z. J. (2000), 'Geographic and sectoral characteristics of academic knowledge externalities', *Papers in Regional Science* **79**(4), 435–443.
- Arbeláez, M. A. y Parra, M. (2011), Innovation, R&D investment and productivity in Colombian firms, Working paper series IDB-WP-251, Inter-American Development Bank, Dep. of Research and Chief Economist.
- Arrow, K. J. (1962), 'The economic implications of learning by doing', *The Review of Economic Studies* **29**(3), 155–173.
- Audretsch, D. B. y Feldman, M. P. (1996a), 'Innovation clusters and the industry life cycle', *Review of Industrial Organization* **11**(2), 253–273.
- Audretsch, D. B. y Feldman, M. P. (1996b), 'R&D spillovers and the geography of innovation and production', *American Economic Review* **86**(3), 630–40.
- Autant-Bernard, C. (2001), 'The geography of knowledge spillovers and technological proximity', *Economics of Innovation and New Technology* **10**(4), 237–254.
- Barro, R. J. y Sala-i Martin, X. (2004), *Economic growth*, 2 edn, The MIT Press.
- Beise, M. y Stahl, H. (1999), 'Public research and industrial innovations in Germany', *Research Policy* **28**(4), 397 – 422.
- 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.
- Bravo-Ortega, C., Benavente, J. M. y González, Á. (2014), 'Innovation, exports, and productivity: Learning and self-selection in Chile', *Emerging Markets Finance and Trade* **50**, 68–95.
- Calderón-Madrid, A. (2012), Análisis del impacto en productividad de las actividades de desarrollo tecnológico e innovaciones de las empresas: aplicación del modelo CDM en el caso de México. Working paper.
- Cameron, A. C. y Trivedi, P. K. (2005), *Microeconometrics. methods and applications.*, New York, N.Y. Cambridge University.
- Caniels, M. C. J. (2000), *Knowledge spillovers and economic growth: Regional growth differentials across Europe*, New Horizons in the Economics of Innovation.

- Chudnovsky, D., López, A. y Pupato, G. (2006), 'Innovation and productivity in developing countries: A study of argentine manufacturing firms' behavior (1992-2001)', *Research Policy* **35**(2), 266–288.
- Cohen, W. M. y Klepper, S. (1996), 'A reprise of size and R&D', *Economic Journal* **106**(437), 925–51.
- Cohen, W. M. y Levinthal, D. A. (1990), 'Absorptive capacity: A new perspective on learning and innovation.', *Administrative Science Quarterly* **35**(1), 128 – 152.
- Crepon, B., Duguet, E. y Mairessec, J. (1998), 'Research, innovation and productivity: An econometric analysis at the firm level', *Economics of Innovation and New Technology* **7**(2), 115–158.
- Crespi, G., Arias, E., Tacsir, E., Vargas, F. y Zuñiga, P. (2014), 'Innovation for economic performance: the case of Latin American firms.', *Eurasian Business Review* **4**(1), 31–50.
- Crespi, G. y Zuñiga, P. (2012), 'Innovation and productivity: Evidence from six Latin American countries', *World Development* **40**(2), 273 – 290.
- De Negri, J. A., Esteves, L. y Freitas, F. (2007), Knowledge production and firm growth in Brazil, Working Papers 0057, Universidade Federal do Paraná, Department of Economics.
- Doring, T. y Schnellenbach, J. (2006), 'What do we know about geographical knowledge spillovers and regional growth?: A survey of the literature', *Regional Studies* **40**(3), 375–395.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C., Santiago, F., Torres, A. y Gras, N. (2013), Innovation and productivity in the service sector. The case of Mexico, Discussion paper IDB-DP-293, IDB.
- Feldman, M. P. (1994a), *The geography of innovation*, Vol. 2, Economics of Science, Technology and Innovation.
- Feldman, M. P. (1994b), 'Knowledge complementarity and innovation', *Small Business Economics* **6**(5), 363–372.
- Feldman, M. P. y Kogler, D. F. (2010), Stylized facts in the geography of innovation, in B. H. Hall y N. Rosenberg, eds, 'Handbook of The Economics of Innovation', Vol. 1, North-Holland, chapter 8, pp. 381–410.

- 
- Gertler, M. S. (2003), 'Tacit knowledge and the economic geography of context, or the undefinable tacitness of being (there)', *Journal of Economic Geography* **3**(1), 75–99.
- Giacinto, V. D. y Pagnini, M. (2011), 'Local and global agglomeration patterns: Two econometrics-based indicators', *Regional Science and Urban Economics* **41**(3), 266–280.
- Goedhuys, M. (2007), The impact of innovation activities on productivity and firm growth: evidence from Brazil, MERIT Working Papers 002, United Nations University - Maastricht Economic and Social Research Institute on Innovation and Technology (MERIT).
- Goya, E., Vayá, E. y Suriñach, J. (2013), Do spillovers matter? CDM model estimates for Spain using panel data, Irea working papers, University of Barcelona, Research Institute of Applied Economics.
- Greene, W. H. (2003), *Econometric analysis.*, Upper Saddle River, N.J. Prentice Hall.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J. y Peters, B. (2006), 'Innovation and productivity across four European countries', *Oxford Review of Economic Policy* **22**(4), 483–498.
- Griliches, Z. (1979), 'Issues in assessing the contribution of research and development to productivity growth', *Bell Journal of Economics* **10**(1), 92–116.
- Griliches, Z. (1990), 'Patent statistics as economic indicators: A survey', *Journal of Economic Literature* **28**(4), 1661–1707.
- Grossman, G. M. y Helpman, E. (1991), *Innovation and growth in the global economy*, Cambridge, MA, MIT Press.
- Hall, B. H. y Mairesse, J. (2006), 'Empirical studies of innovation in the knowledge-driven economy', *Economics of Innovation and New Technology* **15**(4-5), 289–299.
- Hall, B. H., Mairesse, J. y Mohnen, P. (2010), Measuring the returns to R&D, in B. H. Hall y N. Rosenberg, eds, 'Handbook of The Economics of Innovation', Vol. 2, North-Holland, chapter 24, pp. 1033–1082.
- Hoffmann, R. y Kassouf, A. L. (2005), 'Deriving conditional and unconditional marginal effects in log earnings equations estimated by Heckman's procedure', *Applied Economics* **37**(11), 1303–1311.
-

---

INEGI (2015), 'Instituto Nacional de Estadística y Geografía'.

**URL:** <http://www.inegi.org.mx>

Inkmann, J. (2000), Horizontal and vertical R&D cooperation, CoFE Discussion Paper 00-02, Center of Finance and Econometrics, University of Konstanz.

Jaffe, A. B. (1986), 'Technological opportunity and spillovers of R&D: Evidence from firms' patents, profits, and market values.', *American Economic Review* **76**(5), 984.

Jaffe, A. B. (1988), 'Demand and supply influences in R&D intensity and productivity growth.', *Review of Economics & Statistics* **70**(3), 431.

Jaffe, A. B. (1989), 'Real effects of academic research', *American Economic Review* **79**(5), 957–70.

Jaffe, A. B., Trajtenberg, M. y Henderson, R. (1993), 'Geographic localization of knowledge spillovers as evidenced by patent citations', *The Quarterly Journal of Economics* **108**(3), 577–598.

Johansson, B. (2014), Generation and diffusion of innovation, in M. M. Fischer y P. Nijkamp, eds, 'Handbook of Regional Science', Springer Berlin Heidelberg, chapter 21, pp. 391–412.

Kaiser, U. (2002), 'Measuring knowledge spillovers in manufacturing and services: an empirical assessment of alternative approaches', *Research Policy* **31**, 125–144.

Karlson, K. B., Holm, A. y Breen, R. (2012), 'Comparing regression coefficients between same-sample nested models using logit and probit: A new method', *Sociological Methodology* **42**(1), 286–313.

Karlsson, C. y Grasjo, U. (2014), Knowledge flows, knowledge externalities, and regional economic development, in M. M. Fischer y P. Nijkamp, eds, 'Handbook of Regional Science', Springer Berlin Heidelberg, chapter 22, pp. 413–437.

Karlsson, C., Johansson, B. y R. Stough, R. (2013), Knowledge & innovation in space, Technical report, Royal Institute of Technology, CESIS-Centre of Excellence for Science and Innovation Studies.

Keilbach, M. (2000), *Spatial knowledge spillovers and the dynamics of agglomeration and regional growth*, Contributions to Economics.

---

- 
- Krugman, P. (1991), *Geography and Trade*, MIT Press, MA.
- Krugman, P. y Obsfeld, M. (2005), *International economics: Theory and policy*, Pearson Addison-Wesley.
- Link, A. N. y Rees, J. (1990), 'Firm size, university based research, and the returns to R&D', *Small Business Economics* **2**(1), 25–31.
- Long, J. S. (1997), *Regression models for categorical and limited dependent variables.*, Advanced quantitative techniques in the social sciences: 7, Thousand Oaks, California Sage Publications.
- Mairesse, J. y Mohnen, P. (2005), 'The importance of R&D for innovation: A reassessment using french survey data.', *Journal of Technology Transfer* **30**(1-2), 183–197.
- Mansfield, E. (1984), Using linked patent and R&D data to measure interindustry technology flows: Comment, in Z. Griliches, ed., 'R&D, Patents, and Productivity', University of Chicago Press, pp. 462–464.
- Marshall, A. (1890), *Principles of Economics*, MacMillan, London.
- Raffo, J., Lhuillery, S. y Miotti, L. (2008), 'Northern and southern innovativity: a comparison across European and Latin American countries', *The European Journal of Development Research* **20**(2), 219–239.
- Sala-i Martin, X. (2000), *Apuntes de crecimiento económico*, 2 edn, Antonio Bosh editor.
- Scherer, F. M. (1983), 'The propensity to patent', *International Journal of Industrial Organization* **1**(1), 107–128.
- Varga, A. (2000), 'Local academic knowledge transfers and the concentration of economic activity', *Journal of Regional Science* **40**(2), 289–309.
- Wooldridge, J. M. (2002), *Econometric analysis of cross section and panel data.*, Cambridge, Mass. MIT Press.
-



## Modelos econométricos

### A.1. Modelo de selección muestral

Cuando una variable tiene información sólo para una parte de la muestra tenemos un problema de selección muestral.<sup>1</sup> Si una variable es resultado de otra, se dice que hay truncación incidental, es decir, si la población se auto-selecciona a participar o no en alguna actividad. Al utilizar MCO se obtendrían estimadores inconsistentes, sería equivalente a tener un problema de omisión de variables. Aquí se considera que la selección está determinada por un modelo probit. El modelo se compone de la ecuación principal (A.1) y la ecuación de selección (A.2):

$$y_1 = x_1\beta_1 + u_1 \quad (\text{A.1})$$

$$y_2 = 1[x\delta_2 + v_2 > 0] \quad (\text{A.2})$$

Los supuestos del modelo son: (a) existe un problema de selección dado que  $(x, y_2)$  siempre se observan y  $y_1$  sólo se observa cuando  $y_2 = 1$ , (b) se supone exogeneidad, es decir,  $(u_1, v_2)$  son independientes de  $x$  con media cero, (c)  $v_2 \sim N(0, 1)$ ,  $(u_1, v_2)$  tiene una distribución normal bivariada con media cero y un coeficiente de correlación  $\rho$ . Dado que  $y_1$  sólo se observa cuando  $y_2 = 1$ , lo que se busca estimar es el valor esperado de  $y_1$ :

---

<sup>1</sup>Las referencias de esta sección son: Greene (2003), Wooldridge (2002), Hoffmann y Kassouf (2005).

$$E[y_1|x, y_2 = 1] = E[y_1|x\delta_2 + v_2 > 0] \quad (\text{A.3})$$

$$= x_1\beta_1 + \sigma_u\rho\lambda\left(\frac{\gamma'x}{\sigma_v}\right) \quad (\text{A.4})$$

donde,  $\lambda\left(\frac{\gamma'x}{\sigma_v}\right) = \frac{\phi\left(\frac{\gamma'x}{\sigma_v}\right)}{\Phi\left(\frac{\gamma'x}{\sigma_v}\right)}$  es la inversa de Mills. Cuando existe el problema de selección hay correlación entre los errores que se representa a través de  $\rho$  por lo que se utiliza un modelo de selección. Si se ignora este problema, se estaría omitiendo la variable  $\sigma_u\rho\lambda\left(\frac{\gamma'x}{\sigma_v}\right)$  lo que genera estimadores sesgados.

Heckman propone estimar el modelo en dos etapas: primero se obtiene  $\hat{\delta}_2$  utilizando un modelo probit sobre la muestra completa ( $N$ ), se estima la inversa de Mills, y después, con una regresión de MCO se hace la estimación de los coeficientes de la ecuación principal, agregando la variable omitida, de tal forma que los coeficientes sean consistentes.

Para la estimación es recomendable utilizar al menos una variable en la ecuación de selección que no esté en la principal. Si no se hace así, los cambios de la variable estimada en la primera etapa dependerán sólo de la no-linealidad de la inversa de Mills.

### Efectos marginales

El efecto marginal condicional de los coeficientes sobre  $y_1$  tiene dos componentes: el directo sobre la media de  $y_1$  que es  $\beta_1$  y si la variable aparece en la ecuación de selección, también influye a  $y_1$  a través de  $\lambda$ . Entonces, el efecto global sobre  $y_1$  de un cambio en una variable que esté tanto en la ecuación principal como en la de selección, condicionado a que  $y_1 > 0$  es:

$$\frac{\partial E[y_1|y_2 = 1]}{\partial x_k} = \beta_k - \gamma_k\left(\frac{\rho\sigma_u}{\sigma_v}\right)\gamma(\alpha_v) \quad (\text{A.5})$$

donde,  $\alpha_v = -\frac{\gamma'x}{\sigma_v}$  y  $\gamma = \lambda^2 + \alpha\lambda$ . Los términos del efecto marginal se compensan dejando sólo el efecto donde  $y_2 = 1$ .

Al aumentar en una unidad  $x_k$ ,  $y_1$  aumenta en  $\frac{\partial E[y_1|y_2=1]}{\partial x_k} * 100$  por ciento, una vez ajustado por la selección muestral, en promedio, y manteniendo el resto de las variables constantes en su media. Si la variable dependiente está en logaritmos, el aumento de una

unidad en  $x_k$ , aumenta  $y_1$  en  $\left(\exp\left(\frac{\partial E[y_1|y_2=1]}{\partial x_k}\right) - 1\right) * 100$  por ciento, con el resto de las variables en la media y para  $y_2 = 1$ .

El efecto marginal condicional de una variable binaria  $x_k$ , que toma valores de cero y uno es:

$$\frac{\Delta E[y_1|y_2=1]}{\Delta x_k} = \beta_k - \gamma_k \Delta\gamma \quad (\text{A.6})$$

donde,  $\Delta\gamma = \frac{\phi(\gamma'\bar{\mathbf{x}}_{(1)}/\sigma_v)}{\Phi(\gamma'\bar{\mathbf{x}}_{(1)}/\sigma_v)} - \frac{\phi(\gamma'\bar{\mathbf{x}}_{(0)}/\sigma_v)}{\Phi(\gamma'\bar{\mathbf{x}}_{(0)}/\sigma_v)}$ . En  $\bar{\mathbf{x}}_{(1)}$  las variables están en la media mientras que la variable dicotómica toma valor de uno y en  $\bar{\mathbf{x}}_{(0)}$  toma valor cero.

Después de corregir por la selección muestral y manteniendo el resto de las variables en la media, un cambio de cero a uno de la variable  $x_k$ , cambia a  $y_1$  en  $\frac{\Delta E[y_1|y_2=1]}{\Delta x_k} * 100$  por ciento, en promedio, para  $y_1 > 0$ . Si la variable dependiente está en logaritmos tenemos que el cambio de cero a uno en  $x_k$ , afecta a  $y_1$  en  $\left(\exp\left(\frac{\Delta E[y_1|y_2=1]}{\Delta x_k}\right) - 1\right) * 100$  por ciento, con el resto de las variables en la media y para  $y_2 = 1$ .

Cuando la variable  $x_k$  sólo se encuentra en la ecuación principal el efecto marginal es:

$$\frac{\partial E[y_1|y_2=1]}{\partial x_k} = \beta_k \quad (\text{A.7})$$

Después de corregir por la selección muestral y manteniendo el resto de las variables en la media, un cambio en la variable  $x_k$ , aumenta a  $y_1$  en  $\beta_k * 100$  por ciento, en promedio.

## A.2. Modelo probit

Para variables dependientes binarias se utiliza un modelo probit. Partimos de un modelo de variable latente donde tenemos una variable continua  $y^*$  no observada que toma valores de uno y cero:<sup>2</sup>

$$y_i = \begin{cases} 1 & \text{si } y_i^* = \mathbf{x}_i\beta + \epsilon_i > 0 \\ 0 & \text{de otra forma} \end{cases} \quad (\text{A.8})$$

<sup>2</sup>Las referencias de esta sección son: Long (1997) y Cameron y Trivedi (2005)

La probabilidad condicional de que  $y$  tome valor uno dado el vector de variables  $\mathbf{x}$ , si los errores siguen una distribución normal es:

$$Pr(y^* > 0|\mathbf{x}) = Pr(\epsilon > -\mathbf{x}\beta|\mathbf{x}) \quad (\text{A.9})$$

$$= Pr(\epsilon < \mathbf{x}\beta|\mathbf{x}) \quad (\text{A.10})$$

$$= F(\mathbf{x}\beta) \quad (\text{A.11})$$

donde,  $F(\cdot)$  es una función específica, en el caso del modelo probit es una función de densidad acumulada (FDA) normal estándar. La probabilidad condicional del probit es:

$$Pr(y^* > 0|\mathbf{x}) = \Phi(\mathbf{x}'\beta) = \int_{-\infty}^{\mathbf{x}'\beta} \phi(z) dz \quad (\text{A.12})$$

donde,  $\Phi(\cdot)$  es la FDA normal estándar. Cuando los errores ( $\epsilon$ ) son normales se supone que  $E[\epsilon|x] = 0$  y  $Var[\epsilon|x] = 1$ , valor arbitrario en el sentido de que no se puede probar y se utiliza para simplificar la expresión de la distribución.

### Efectos marginales

El efecto del cambio de una variable independiente sobre la probabilidad condicional de  $y = 1$  es el efecto marginal y el signo del efecto marginal está determinado por el coeficiente  $\beta_k$ . Los efectos marginales son la pendiente de la curva de probabilidad relacionando  $x_k$  a la  $Pr(y = 1|\mathbf{x})$  dejando el resto de las variables constantes en su media. Para una variable continua, el efectos marginal en la media es:

$$\frac{\partial E[y = 1|\bar{\mathbf{x}}]}{\partial x_k} = \phi(\bar{\mathbf{x}}'\beta)\beta_k \quad (\text{A.13})$$

Si  $x_k$  aumenta en una unidad, la probabilidad de  $y = 1$  aumenta en  $\frac{\partial E[y=1|\bar{\mathbf{x}}]}{\partial x_k}$ , manteniendo constante el resto de las variables en la media. Si  $x_k$  está en logaritmos, tenemos que un incremento de uno por ciento en  $x_k$ , aumenta la probabilidad de  $y = 1$  en  $\frac{\partial E[y=1|\bar{\mathbf{x}}]}{\partial x_k}$  puntos porcentuales.

El efecto marginal de una variable *dummy* que cambia de cero a uno, manteniendo las otras variables en su media, es:

$$\frac{\Delta E[y = 1|\bar{\mathbf{x}}]}{\Delta x_k} = Pr(y = 1|\bar{\mathbf{x}}, x_k = 1) - Pr(y = 1|\bar{\mathbf{x}}, x_k = 0) \quad (\text{A.14})$$

Si  $x_k = 1$ , la probabilidad de  $y = 1$  es  $\frac{\Delta E[y=1|\bar{\mathbf{x}}]}{\Delta x_k}$  mayor que si  $x_k$  es cero, manteniendo el resto de las variables en su media.

Los efectos marginales difieren según el punto en donde se evalúen las variables independientes ( $\mathbf{x}$ ) incluidas en la regresión. Se recomienda plantear un escenario eligiendo el valor de las variables, en especial cuando hay muchas variables binarias.

### Coefficientes estandarizados

En las regresiones del modelo probit se presentan los coeficientes estandarizados (*fully standardized coefficient*). Si  $\sigma_k$  es la desviación estándar de  $x_k$ , el coeficiente estandarizado es:

$$\beta_k^S = \frac{\sigma_k \beta_k}{\sigma_{y^*}} = \sigma_k \beta_k^{S y^*} \quad (\text{A.15})$$

Si  $x_k$  aumenta una desviación estándar, el incremento esperado en  $y^*$  es de  $\beta_k^S$  desviaciones estándar, manteniendo las otras variables constantes. Los coeficientes estandarizados homogeneizan las unidades de las variables independientes y pueden ayudarnos a jerarquizar el efecto sobre la variable dependiente.

### A.3. Medidas de ajuste: AIC y BIC

Para comparar el ajuste de un modelo con otros, existen dos medidas de información que evalúan el ajuste de un modelo y sirven para elegir el modelo que mejor se ajusta a los datos:<sup>3</sup>

**Criterio de información de Akaike** (por sus siglas en inglés *AIC*) se calcula de la siguiente forma:

$$AIC = -2 \ln \hat{L}(M_\beta) + 2k \quad (\text{A.16})$$

donde,  $\hat{L}(M_\beta)$  es la estimación de verosimilitud del modelo y  $k$  el número de parámetros. El *AIC* se utiliza para comparar entre modelos de diferentes muestras o para comparar entre modelos no anidados. El modelo con menor *AIC* es el que tiene mejor ajuste.

<sup>3</sup>La referencia de esta sección es Long (1997).

**Criterio de información Bayesiano** (por sus siglas en inglés *BIC*) es una medida para evaluar el ajuste total del modelo, que permite hacer comparaciones entre modelos anidados y no anidados.

$$BIC = -2\ln\hat{L}(M_\beta) + k\ln N \quad (\text{A.17})$$

La diferencia en los *BIC* de dos modelos indica cuál es el que mejor ajusta a los datos, entonces, el modelo con menor *BIC* es el que se prefiere.

Cuadro A.1: *Mejor modelo según la diferencia en valores absolutos de los BIC*

Diferencia absoluta	Evidencia
0-2	Débil
2-6	Positiva
6-10	Fuerte
>10	Muy fuerte

Fuente: Long (1997)



## Definición de variables

Cuadro B.1: Descripción de las variables

Variable	Categoría	Descripción	Periodo
$INN_1$	Innovación	Toma valor de uno si la empresa introdujo al mercado productos nuevos o significativamente mejorados	2011
$INN_2$	Innovación	Toma valor de uno si la empresa introdujo al mercado productos nuevos o significativamente mejorados para el mercado (novedad nacional y mundial)	2011
$INN_3$	Innovación	Toma valor de uno si la empresa introdujo al mercado procesos nuevos o significativamente mejorados	2011
Gasto intra-muros	Gasto en I&D	Son los gastos que hace la empresa para realizar un proyecto de I&D, en la misma empresa o en otras instalaciones.	2010
Gasto extra-muros	Gasto en I&D	Son los pagos que la empresa otorga a otros por realizar un proyecto de I&D, en la misma empresa o en otro lugar.	2010
$IID$	Gasto en I&D	Logaritmo de la suma del gasto de I&D, el gasto en innovaciones y el gasto en servicios científicos y tecnológicos entre el número de empleados de la empresa	2010-2011
$SID$	Gasto en I&D	Toma valor de uno si la empresa gasta en I&D	2010-2011
$SPILL_0$	<i>Spillovers</i>	<i>Spillovers</i> sin ponderador (suma del gasto intramuros de todas las empresas diferentes a $i$ )	2010-2011
$SPILL_\omega$	<i>Spillovers</i>	<i>Spillovers</i> ponderados por la similitud tecnológica	2010-2011

*Continúa...*

Descripción de las variables ( <i>Continuación</i> )			
Variable	Categoría	Descripción	Periodo
$SPILL_{\hat{\omega}}$	<i>Spillovers</i>	<i>Spillovers</i> ponderados por la similitud tecnológica y capacidad de asimilación de tecnología	2010-2011
$SPILL_g$	<i>Spillovers</i>	<i>Spillovers</i> ponderados por la cercanía espacial	2010-2011
$SPILL_v$	<i>Spillovers</i>	<i>Spillovers</i> ponderados por la proximidad espacial y similitud tecnológica	2010-2011
$LSPILL$	<i>Spillovers</i>	Logaritmo de los diferentes tipos de <i>spillovers</i> (sub-índices: 0, $\omega$ , $\hat{\omega}$ , $g$ y $v$ )	2010-2011
$EM$	Empleo	Número de empleados	2010
$LEM$	Empleo	Logaritmo del número de empleados	2010
$EM_1$	Empleo	Toma valor de uno si el número de empleados es menor o igual a 50 (empresas pequeñas)	2010
$EM_2$	Empleo	Toma valor de uno si el número de empleados es mayor a 50 hasta 250 (empresas medianas)	2010
$EM_3$	Empleo	Toma valor de uno si el número de empleados es mayor a 250 hasta 500 (empresas grandes 1)	2010
$EM_4$	Empleo	Toma valor de uno si el número de empleados es mayor a 500 (empresas grandes 2)	2010
$EXD$	Exportaciones	Toma valor de uno si la empresa reportó ingresos por ventas en el mercado extranjero	2010
$EXD_1$	Exportaciones	Es uno cuando el porcentaje de exportaciones es mayor a cero hasta 25 %	2010
$EXD_2$	Exportaciones	Es uno cuando el porcentaje de exportaciones está en el rango de 25 % al 50 %	2010
$EXD_3$	Exportaciones	Es uno cuando el porcentaje de exportaciones está en el rango de 50 % al 75 %	2010
$EXD_4$	Exportaciones	Es uno cuando el porcentaje de exportaciones es superior al 75 %	2010
$FO$	Participación extranjera	Toma valor de uno si la participación de capital extranjero es mayor a 10 %	2011
$CON$	Índice de concentración	Ingreso de las 8 empresas más grandes entre el ingreso total del sector	2010
$INFO_1$	Información de mercado	Promedio de las respuestas sobre la importancia de los clientes, proveedores, competidores, consultorías y expertos como fuentes de información para hacer innovaciones	2010-2011
$INFO_2$	Información científica	Promedio de las respuestas sobre la importancia de las universidades, instituciones de investigación pública o privada como fuentes de información para hacer innovaciones	2010-2011
$INFO_3$	Información pública	Promedio de las respuestas sobre la importancia de las patentes, conferencias, redes, seminarios y ferias como fuentes de información para hacer innovaciones	2010-2011

*Continúa...*

Descripción de las variables ( <i>Continuación</i> )			
Variable	Categoría	Descripción	Periodo
<i>OBST</i> <sub>1</sub>	Obstáculos a la innovación	Toma valor uno si los costos de innovación muy elevados son un obstáculo altamente o moderadamente significativos	2010-2011
<i>OBST</i> <sub>2</sub>	Obstáculos a la innovación	Toma valor uno si los obstáculos derivados de la legislación vigente son altamente o moderadamente significativos	2010-2011
<i>OBST</i> <sub>3</sub>	Obstáculos a la innovación	Toma valor uno si la falta de fuentes de financiamiento adecuadas es altamente o moderadamente significativos	2010-2011
<i>OBJ</i>	Objetivo de innovar	Toma valor uno si mantener la participación de mercado es un objetivo altamente o moderadamente significativos	2010-2011
<i>FIN</i>	Financiamiento	Toma valor de uno si la empresa recibe financiamiento público	2010-2011
<i>PFIN</i> <sub>1</sub>	Financiamiento	Toma valor uno si recibe financiamiento de algún programa de CONACYT	2010-2011
<i>PFIN</i> <sub>2</sub>	Financiamiento	Toma valor uno si recibe financiamiento de algún programa de la SE	2010-2011
<i>PFIN</i> <sub>3</sub>	Financiamiento	Toma valor uno si recibe financiamiento de algún programa de STPS, BANCOMEXT o STPS-SEP	2010-2011
<i>MFIN</i> <sub>1</sub>	Financiamiento	Toma valor uno si recibe financiamiento de créditos de instituciones bancarias	2010-2011
<i>MFIN</i> <sub>2</sub>	Financiamiento	Toma valor de uno si recibe apoyos gubernamentales	2010-2011
<i>CO</i>	Colaboraciones	Toma valor de uno si la empresa colabora con otras empresas, instituciones o universidades	2010-2011
Sectores (OCDE)	Manufactura	4 Alimentos, bebidas y tabaco 7 Textiles, prendas de vestir, piel y cuero 11 Madera, papel, imprentas y publicaciones 15 Carbón, petróleo, energía nuclear, químicos y productos de caucho y plástico 21 Productos minerales no metálicos 22 Metales básicos 25 Productos fabricados de metal (excepto maquinaria y equipo) 26 Maquinaria, equipo, instrumentos y equipo de transporte 39 Muebles y otras manufacturas no especificadas en otra parte	

Todas las variables fueron construidas con información de la ESIDET 2012 (INEGI).



**Otras regresiones**

Cuadro C.1: Intensidad del gasto en I&D: programas (PFIN) y mecanismos (MFIN) de financiamiento

Variable dependiente: IID (Ecuación principal)						
Variables	Modelo (c) con PFIN			Modelo (d) con MFIN		
	Nacional (1)	Edo. Méx. (2)	NL (3)	Nacional (4)	Edo. Méx. (5)	NL (6)
<i>FO</i> *	0.329* (0.148)	0.411 (0.397)	0.409 (0.392)	0.576*** (0.143)	0.313 (0.412)	0.677 (0.384)
<i>EXD</i> <sub>1</sub> *	0.172 (0.113)	0.562* (0.286)	-0.509 (0.300)	0.216* (0.108)	0.483 (0.287)	-0.468 (0.281)
<i>EXD</i> <sub>2</sub> *	0.199 (0.169)	1.591** (0.485)	-0.060 (0.345)	0.177 (0.166)	1.453** (0.506)	-0.036 (0.385)
<i>EXD</i> <sub>3</sub> *	0.718** (0.265)	0.503 (0.665)	-1.396* (0.659)	0.612* (0.261)	0.420 (0.624)	-1.335* (0.620)
<i>EXD</i> <sub>4</sub> *	0.334 (0.174)	1.000 (0.545)	-0.197 (0.595)	0.275 (0.162)	0.435 (0.647)	0.129 (0.598)
<i>CO</i> *	0.904*** (0.103)	1.029*** (0.305)	0.623 (0.340)	0.339** (0.110)	0.819* (0.346)	0.229 (0.317)
<i>PFIN</i> <sub>1</sub>	1.200*** (0.130)	1.091 (0.622)	1.259*** (0.324)	-	-	-
<i>PFIN</i> <sub>2</sub>	0.527** (0.174)	3.567*** (0.315)	-1.757* (0.781)	-	-	-
<i>PFIN</i> <sub>3</sub>	-1.795*** (0.238)	-0.232 (0.434)	-1.338* (0.588)	-	-	-
<i>MFIN</i> <sub>1</sub>	-	-	-	1.227*** (0.108)	0.109 (0.689)	1.051** (0.351)
<i>MFIN</i> <sub>2</sub>	-	-	-	1.944*** (0.121)	0.684 (0.415)	1.728*** (0.360)
<i>N</i>	11,679	1,488	1,149	11,679	1,488	1,149
<i>LL</i>	-10,496	-1,084	-1,037	-10,400	-1,104	-1,031
$\chi^2$	731		180	1,009	150	174
$\rho$	0.677	0.704	0.883	0.627	0.579	0.901
$\chi^2_p$	61	11	25	33	5	21
$p_p$	0.000	0.001	0.000	0.000	0.023	0.000
<i>AIC</i>	21,198	2,250	2,158	20,986	2,290	2,144
<i>BIC</i>	21,957	2,468	2,370	21,737	2,508	2,351

El asterisco en las variables indica que son dicotómicas. Los resultados se derivan de la segunda etapa del modelo Heckman (Apéndice A). Los coeficientes corresponden a los efectos marginales cuando las variables *INFO* y *CON* están en la media, *OBJ* = 1 y el resto de las variables están en cero. En todos los casos se controla con variables *dummies* por sector y entidad federativa. Errores estándar robustos entre paréntesis. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Cuadro C.2: Estado de México. Propensión a innovar en productos (Modelo (a))

Variable	Spillovers intersectoriales			Spillovers intrasectoriales		
	Sin SPILL	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>ω</sub>
<i>IID</i>	0.580*** (0.083)	0.493*** (0.084)	0.367*** (0.084)	0.580*** (0.084)	0.620*** (0.084)	0.330*** (0.086)
<i>LSPILL</i>	-	-115.689** (39.692)	1.153*** (0.313)	0.059* (0.024)	-0.255 (0.137)	0.183*** (0.017)
<i>FO*</i>	-0.271 (0.162)	-4.622 (0.173)	0.956 (0.165)	0.997 (0.163)	-1.659 (0.166)	1.699 (0.184)
<i>EXD*</i>	-0.320 (0.133)	-0.392 (0.136)	-0.167 (0.138)	-0.326 (0.135)	-0.318 (0.132)	0.010 (0.155)
<i>LEM</i>	-0.125 (0.166***)	-0.136 (0.224)	-0.281* (0.134**)	-0.128 (0.171**)	-0.148 (0.142**)	-0.347* (0.181***)
<i>N</i>	0.636 (0.048)	0.513 (0.050)	0.751 (0.051)	0.609 (0.048)	0.541 (0.049)	0.691 (0.051)
<i>R<sub>p</sub><sup>2</sup></i>	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488
<i>LL</i>	0.199	0.227	0.270	0.208	0.207	0.370
<i>χ<sup>2</sup></i>	-357	-345	-326	-353	-354	-281
<i>AIC</i>	158	145	205	146	167	243
<i>BIC</i>	740	717	679	734	735	589
<i>P<sub>corr</sub></i>	809	792	753	808	810	664
	91.67	91.33	91.80	91.67	91.60	93.21

Modelo Probit. Efectos marginales con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (*beta*). La variable *IID* está construida a partir del Modelo (a), Cuadro 3.2. En todos los casos se controla con *dummies* por sector. El asterisco en las variables indica que son variables *dummy*. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Cuadro C.3: *Nuevo León. Propensión a innovar en productos (Modelo (a))*

Variable	Sin SPILL			Spillovers intersectoriales			Spillovers intrasectoriales		
	SPILL	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>φ</sub>	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>φ</sub>
<i>IID</i>	0.458*** (0.068)	0.441*** (0.069)	0.401*** (0.073)	0.247*** (0.074)	0.458*** (0.068)	0.461*** (0.073)	0.248*** (0.073)		
<i>LSPILL</i>	2.167 -	2.086 (22.865)	1.897 0.942*** (0.240)	1.168 0.138*** (0.014)	2.167 -0.001 (0.023)	2.182 -0.223 (0.178)	1.173 0.158*** (0.016)		
<i>FO*</i>	-0.622** (0.191)	-0.562** (0.192)	-0.683*** (0.195)	-0.785*** (0.177)	-0.622** (0.191)	-0.621** (0.193)	-0.787*** (0.179)		
<i>EXD*</i>	0.348** (0.123)	0.352** (0.125)	0.373** (0.124)	0.543*** (0.135)	0.348** (0.123)	0.324** (0.124)	0.551*** (0.135)		
<i>LEM</i>	0.215*** (0.047)	0.164** (0.051)	0.183*** (0.050)	0.107* (0.052)	0.215*** (0.047)	0.217*** (0.048)	0.122* (0.051)		
<i>N</i>	0.766 1,149	0.584 1,149	0.649 1,149	0.382 1,149	0.765 1,149	0.771 1,149	0.432 1,149		
<i>R<sup>2</sup><sub>p</sub></i>	0.210	0.226	0.250	0.351	0.210	0.214	0.341		
<i>LL</i>	-347	-340	-329	-285	-347	-345	-290		
<i>χ<sup>2</sup></i>	180	162	160	209	180	183	203		
<i>AIC</i>	720	708	687	599	722	719	607		
<i>BIC</i>	786	779	758	669	793	790	678		
<i>P<sub>corr</sub></i>	87.73	88.25	88.08	91.21	87.82	87.73	91.04		

Modelo Probit. Efectos marginales con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (*beta*). La variable *IID* está construida a partir del Modelo (a), Cuadro 3.2. En todos los casos se controla con *dummies* por sector. El asterisco en las variables indica que son variables *dummy*. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Cuadro C.4: Estado de México. Propensión a innovar en productos (Modelo (b))

Variable	Innovación en productos (INN <sub>1</sub> )			Spillovers intersectoriales			Spillovers intrasectoriales		
	Sin SPILL	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>φ</sub>	SPILL <sub>0</sub>	SPILL <sub>ω</sub>	SPILL <sub>φ</sub>
<i>IID</i>	0.875*** (0.132)	0.740*** (0.143)	0.819*** (0.147)	0.490*** (0.141)	0.857*** (0.131)	0.914*** (0.132)	0.444** (0.141)		
<i>LSPILL</i>	2.999 -	2.537 -116.799**	2.808 1.231***	1.679 0.159***	2.939 0.054*	3.134 -0.223	1.522 0.185***		
<i>FO*</i>	-0.273 (0.165)	-4.667 (0.178)	1.021 (0.174)	1.788 (0.195)	0.909 (0.168)	-1.453 (0.168)	1.716 (0.190)		
<i>EXD*</i>	-0.460** (0.170)	-0.407* (0.176)	-0.623*** (0.176)	0.057 (0.187)	-0.448** (0.170)	-0.493** (0.167)	-0.480** (0.180)		
<i>LEM</i>	0.207*** (0.046)	0.170*** (0.048)	0.230*** (0.050)	0.192*** (0.051)	0.203*** (0.046)	0.190*** (0.047)	0.198*** (0.049)		
<i>N</i>	0.792	0.649	0.877	0.734	0.775	0.725	0.758		
<i>R<sub>p</sub><sup>2</sup></i>	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488	1,488		
<i>LL</i>	0.194	0.220	0.274	0.385	0.201	0.200	0.365		
<i>χ<sup>2</sup></i>	-359	-348	-324	-274	-356	-357	-283		
<i>AIC</i>	168	149	201	252	153	182	248		
<i>BIC</i>	745	723	675	576	740	742	594		
<i>P<sub>corr</sub></i>	813	797	750	651	814	816	668		
	91.47	91.94	92.14	94.29	91.67	91.53	93.21		

Modelo Probit. Efectos marginales con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (*beta*). La variable *IID* está construida a partir del Modelo (b), Cuadro 3.2. En todos los casos se controla con *dummies* por sector. El asterisco en las variables indica que son variables *dummy*. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Cuadro C.5: *Nuevo León. Propensión a innovar en productos (Modelo (b))*

Variable	Sin <i>SPILL</i>			<i>Spillovers</i> intersectoriales			<i>Spillovers</i> intrasectoriales			
	<i>SPILL</i>	<i>SPILL</i> <sub>0</sub>	<i>SPILL</i> <sub><math>\omega</math></sub>	<i>SPILL</i> <sub><math>\hat{\omega}</math></sub>	<i>SPILL</i> <sub>0</sub>	<i>SPILL</i> <sub><math>\omega</math></sub>	<i>SPILL</i> <sub><math>\hat{\omega}</math></sub>	<i>SPILL</i> <sub>0</sub>	<i>SPILL</i> <sub><math>\omega</math></sub>	<i>SPILL</i> <sub><math>\hat{\omega}</math></sub>
<i>IÍD</i>	0.733*** (0.098)	0.714*** (0.098)	0.657*** (0.105)	0.415*** (0.106)	0.738*** (0.100)	0.748*** (0.100)	0.417*** (0.105)	0.738*** (0.100)	0.748*** (0.100)	0.417*** (0.105)
<i>LSPILL</i>	-	-43.883 (23.500)	0.901*** (0.250)	0.129*** (0.014)	-0.015 (0.023)	-0.292 (0.183)	0.148*** (0.017)	-0.015 (0.023)	-0.292 (0.183)	0.148*** (0.017)
<i>FO</i> *	-0.734*** (0.188)	-0.670*** (0.187)	-0.779*** (0.192)	-0.835*** (0.175)	-0.740*** (0.189)	-0.733*** (0.191)	-0.839*** (0.176)	-0.740*** (0.189)	-0.733*** (0.191)	-0.839*** (0.176)
<i>EXD</i> *	0.507*** (0.119)	0.507*** (0.121)	0.515*** (0.118)	0.624*** (0.131)	0.516*** (0.119)	0.474*** (0.120)	0.632*** (0.131)	0.516*** (0.119)	0.474*** (0.120)	0.632*** (0.131)
<i>LEM</i>	0.746 (0.225***)	0.747 (0.052)	0.759 (0.050)	0.918 (0.052)	0.760 (0.048)	0.698 (0.049)	0.931 (0.051)	0.760 (0.048)	0.698 (0.049)	0.931 (0.051)
<i>N</i>	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149
<i>R<sup>2</sup><sub>p</sub></i>	0.249	0.264	0.284	0.361	0.250	0.255	0.351	0.250	0.255	0.351
<i>LL</i>	-330	-324	-315	-281	-330	-327	-285	-330	-327	-285
$\chi^2$	199	180	165	201	199	203	198	199	203	198
<i>AIC</i>	686	675	657	590	687	682	598	687	682	598
<i>BIC</i>	751	746	728	660	758	753	669	758	753	669
<i>P<sub>corr</sub></i>	89.99	90.08	90.25	91.38	89.47	89.38	91.04	89.47	89.38	91.04

Modelo Probit. Efectos marginales con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (*beta*). La variable *IÍD* está construida a partir del Modelo (b), Cuadro 3.2. En todos los casos se controla con *dummies* por sector. El asterisco en las variables indica que son variables *dummy*. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

Cuadro C.6: Estado de México. Propensión a innovar en productos ( $INN_1$ ), productos a nivel mercado ( $INN_2$ ) y procesos ( $INN_3$ )Variables Dependientes:  $INN_1$ ,  $INN_2$  e  $INN_3$ 

Variables	$INN_1$		$INN_2$		$INN_3$	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$I\hat{I}D^a$	0.214*** (0.049)	0.061 (0.047)	0.241*** (0.051)	0.104* (0.048)	0.199*** (0.044)	0.113** (0.040)
$LSPILL_{\hat{\omega}}^b$	-	0.166*** (0.013)	-	0.156*** (0.013)	-	0.120*** (0.012)
$FO^*$	-0.093 (0.155)	0.165 (0.184)	-0.065 (0.159)	0.177 (0.185)	-0.052 (0.152)	0.044 (0.172)
$EXD^*$	-0.110 (0.126)	0.195 (0.158)	-0.083 (0.131)	0.226 (0.156)	-0.057 (0.121)	0.048 (0.143)
$LEM$	0.059 (0.046)	-0.521 (0.052)	0.202 (0.049)	-0.317 (0.054)	-0.558 (0.043)	-0.911 (0.047)
N	0.815 1,488	0.744 1,488	0.995 1,488	0.963 1,488	0.360 1,456	0.223 1,456
$R_p^2$	0.156	0.375	0.174	0.389	0.072	0.174
LL	-376	-279	-326	-241	-446	-397
$\chi^2$	137	244	154	243	81	150
AIC	778	585	678	510	916	820
BIC	847	659	747	585	980	889

Modelo Probit. Efectos marginales con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (*beta*). En todos los casos se controla con *dummies* por sector. El asterisco en las variables indica que son variables *dummy*. <sup>a</sup>  $I\hat{I}D$  estimado con el Modelo (c) que utiliza programas de financiamiento. <sup>b</sup> *Spillovers* intersectoriales. \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Cuadro C.7: Nuevo León. Propensión a innovar en productos ( $INN_1$ ), productos a nivel mercado ( $INN_2$ ) y procesos ( $INN_3$ )

Variables Dependientes:  $INN_1$ ,  $INN_2$  e  $INN_3$

Variables	$INN_1$		$INN_2$		$INN_3$	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
$I\hat{I}D^a$	0.854*** (0.101)	0.544*** (0.113)	0.849*** (0.100)	0.537*** (0.106)	0.597*** (0.089)	0.363*** (0.093)
	3.624	2.309	3.786	2.393	2.977	1.808
$LSPILL_{\hat{\omega}}^b$	-	0.118*** (0.014)	-	0.110*** (0.015)	-	0.078*** (0.015)
		1.344		1.309		1.046
$FO^*$	-0.774*** (0.191)	-0.855*** (0.176)	-0.748*** (0.195)	-0.809*** (0.177)	-1.016*** (0.227)	-0.945*** (0.219)
	-0.815	-0.900	-0.827	-0.895	-1.256	-1.168
$EXD^*$	0.475*** (0.123)	0.594*** (0.133)	0.618*** (0.126)	0.760*** (0.141)	0.490*** (0.132)	0.563*** (0.138)
	0.700	0.875	0.957	1.176	0.847	0.974
$LEM$	0.218*** (0.050)	0.124* (0.052)	0.236*** (0.052)	0.140* (0.055)	0.202*** (0.053)	0.119* (0.054)
	0.777	0.440	0.882	0.524	0.843	0.496
N	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149	1,149
$R_p^2$	0.292	0.377	0.306	0.383	0.251	0.289
LL	-311	-274	-283	-251	-258	-245
$\chi^2$	209	190	218	209	154	157
AIC	648	575	592	531	542	518
BIC	714	646	657	601	608	588

Modelo Probit. Efectos marginales con  $FO = 0$ ,  $EXD = 0$  y el resto de las variables en la media. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el tercer renglón coeficientes estandarizados (*beta*). En todos los casos se controla con *dummies* por sector. El asterisco en las variables indica que son variables *dummy*. <sup>a</sup>  $I\hat{I}D$  estimado con el Modelo (d) que utiliza mecanismos de financiamiento. <sup>b</sup> *Spillovers* intersectoriales. \*\*\*  $p < 0.01$ , \*\*  $p < 0.05$ , \*  $p < 0.1$

## Índice de cuadros

2.1. Gastos en actividades relacionadas con la innovación y madurez tecnológica de las empresas (promedio) . . . . .	24
2.2. Promedio de los diferentes tipos de <i>spillovers</i> (en miles de pesos) . . . . .	26
3.1. Estadísticas descriptivas de las características de las empresas . . . . .	29
3.2. Decisión e intensidad de gasto en I&D . . . . .	31
3.3. Nacional. Propensión a innovar en productos ( $I\hat{I}D$ del Modelo (a)) . . . . .	38
3.4. Nacional. Propensión a innovar en productos ( $I\hat{I}D$ del Modelo (b)) . . . . .	39
3.5. Nacional. Propensión a innovar en productos ( $INN_1$ ), productos a nivel mercado ( $INN_2$ ) y procesos ( $INN_3$ ) . . . . .	43
4.1. Nuevo León y Estado de México: Decisión e intensidad de gasto en I&D . . . . .	46
4.2. Nuevo León y Estado de México: Propensión a innovar en productos . . . . .	51
A.1. Mejor modelo según la diferencia en valores absolutos de los <i>BIC</i> . . . . .	67
B.1. Descripción de las variables . . . . .	68

---

C.1. Intensidad del gasto en I&D: programas ( <i>PFIN</i> ) y mecanismos ( <i>MFIN</i> ) de financiamiento . . . . .	72
C.2. Estado de México. Propensión a innovar en productos (Modelo (a)) . . . . .	73
C.3. Nuevo León. Propensión a innovar en productos (Modelo (a)) . . . . .	74
C.4. Estado de México. Propensión a innovar en productos (Modelo (b)) . . . . .	75
C.5. Nuevo León. Propensión a innovar en productos (Modelo (b)) . . . . .	76
C.6. Estado de México. Propensión a innovar en productos ( <i>INN</i> <sub>1</sub> ), productos a nivel mercado ( <i>INN</i> <sub>2</sub> ) y procesos ( <i>INN</i> <sub>3</sub> ) . . . . .	77
C.7. Nuevo León. Propensión a innovar en productos ( <i>INN</i> <sub>1</sub> ), productos a nivel mercado ( <i>INN</i> <sub>2</sub> ) y procesos ( <i>INN</i> <sub>3</sub> ) . . . . .	78

---

