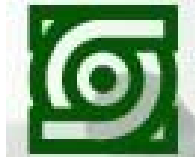


CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y DOCENCIA ECONÓMICAS, A.C.



Los determinantes de la innovación de las empresas manufactureras en México

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE

LICENCIADO EN ECONOMÍA

PRESENTA

*RODRIGO JAVAD MORA ROMERO*

DIRECTOR DE LA TESIS: DAVID A. MAYER FOULKES

MEXICO D.F., Agosto de 2008



# *Los determinantes de la innovación de las empresas manufactureras en México*

## *Sumario*

*En este estudio se analizan tres partes del proceso de innovación de las empresas, distinguiendo entre sectores tecnológicos y tipos de gasto en innovación. La primera parte relaciona los efectos de los determinantes propuestos en la literatura del cambio tecnológico (tamaño, concentración de mercado, participación de capital extranjero, diversificación de mercado) con la decisión de realizar gastos en innovación y los montos destinados a estas actividades. La segunda parte analiza la relación de estos gastos con los resultados de la innovación, medidos a través de los nuevos productos o procesos introducidos al mercado, y por las ventas que pueden atribuirse a estos nuevos productos. La tercera parte analiza la relación de estos resultados de la innovación sobre la productividad de las empresas.*

*Los resultados sugieren que el tamaño afecta positivamente y de forma decreciente la probabilidad de realizar gastos en innovación, así como su monto que las empresas destinan a estos rubros, siendo más importante para explicar actividades de I&D que otros gastos en innovación. El efecto del tamaño sobre los resultados de la innovación (procesos y productos introducidos por la empresa) es negativo, en especial para el sector de alta tecnología, y positivo para las ventas que pueden atribuirse a nuevos productos. La concentración tiene un efecto positivo y decreciente sobre la probabilidad de realizar gastos en innovación y en la cantidad invertida en estas actividades, y también sobre los resultados de la innovación. La inversión extranjera directa tiene efectos poco significativos para las actividades de innovación de las empresas. Las exportaciones tienen también efectos poco significativos para la mayoría de los sectores y los efectos generales no corresponden con los efectos observados para cada sector.*

*Los gastos en innovación afectan positivamente la probabilidad y el número de productos y procesos que se introducen al mercado. Los resultados indican que los gastos en I&D son más importantes para la introducción de nuevos productos y procesos en el sector de media tecnología, y que los otros gastos en innovación son más importantes para explicar los resultados de la innovación en los sectores de alta y baja tecnología.*

*En cuanto al efecto de los productos de la innovación sobre la productividad de las empresas se concluye una mayor relevancia de las innovaciones de proceso sobre las innovaciones de producto, salvo en el sector de alta tecnología, donde un mayor número de productos se relaciona con una mayor productividad. Finalmente, se observa para la mayoría de los sectores una relación positiva entre las ventas innovativas y la productividad de las empresas.*



*Dedico este trabajo a mis queridos padres,*  
**Jorge Mora y Luz María Romero**  
*por su ejemplo, su amor y su apoyo incondicional*

*Agradezco de forma especial a mis lectores de tesis,*

**Dr. Kurt Unger Rubin**

**Dr. Arturo Torres Vargas**

**Dr. Ángel Nicolás Salinas González**

*a mis amigos y colaboradores más cercanos,*

**Rodrigo Parral**

**Oscar Contreras**

**Daniel Garrido**

**Mónica Limón**

**Sergio Galaz**

*y con especial cariño a*

**Heather Lemley**



# Índice

<b>I. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
<b>1.1. JUSTIFICACIÓN Y ANTECEDENTES DEL ESTUDIO</b>	<b>1</b>
<b>1.1.1. Justificación</b>	<b>1</b>
<b>1.1.2. Antecedentes del estudio</b>	<b>3</b>
<b>1.2. LAS PREGUNTAS DEL ESTUDIO</b>	<b>4</b>
<b>1.3. CONSIDERACIONES Y VENTAJAS DEL ESTUDIO</b>	<b>4</b>
<b>1.4 ESTRUCTURA DEL ESTUDIO</b>	<b>5</b>
<b>II: LA INNOVACIÓN Y EL PROCESO DE INNOVACIÓN</b>	<b>7</b>
<b>2.1. ¿QUÉ ES LA INNOVACIÓN?</b>	<b>7</b>
<b>2.2. EL PROCESO DE INNOVACIÓN</b>	<b>8</b>
<b>2.3. ¿CÓMO MEDIR LA INNOVACIÓN?</b>	<b>10</b>
<b>III: LOS DETERMINANTES DE LA INNOVACIÓN</b>	<b>13</b>
<b>3.1. HIPÓTESIS SCHUMPETERIANAS</b>	<b>13</b>
<b>3.2. INNOVACIÓN EN UNA ECONOMÍA ABIERTA</b>	<b>15</b>
<b>IV: MODELOS CDM Y MÉTODOS DE ESTIMACIÓN</b>	<b>19</b>
<b>4.1. REVISIÓN DE LA LITERATURA</b>	<b>20</b>
<b>4.2. MODELO A ESTIMAR Y VARIABLES UTILIZADAS</b>	<b>25</b>
<b>4.3. EL MÉTODO DE ESTIMACIÓN DE LAS ECUACIONES DEL GASTO EN INNOVACIÓN.</b>	<b>28</b>
<b>4.4. CLASIFICACIÓN DE LOS SECTORES TECNOLÓGICOS</b>	<b>30</b>
<b>V: EVIDENCIA PARA MÉXICO</b>	<b>33</b>
<b>5.1. ACTIVIDADES ECONÓMICAS Y DE INNOVACIÓN EN LAS EMPRESAS MANUFACTURERAS MEXICANAS</b>	<b>33</b>
<b>5.1.1. Actividades económicas</b>	<b>33</b>
<b>5.1.2. Actividades de innovación en las empresas y en los sectores y sus capacidades tecnológicas</b>	<b>34</b>
<b>5.2. RESULTADOS DE LA ESTIMACIÓN</b>	<b>38</b>
<b>5.2.1. Decisión de realizar gastos en innovación e inversión realizada.</b>	<b>38</b>
<b>5.2.2. Efecto de los determinantes y los gastos de innovación en los resultados de la innovación</b>	<b>45</b>
<b>5.2.2.2 Efectos de los productos de la innovación sobre las ventas innovativas</b>	<b>51</b>
<b>5.2.3 Efectos de los resultados de la innovación sobre la productividad de la empresa.</b>	<b>53</b>
<b>5.2.3.1 Efectos de los productos y procesos sobre la productividad de la empresa.</b>	<b>53</b>
<b>5.2.3.2 Efectos de las ventas innovativas sobre la productividad de la empresa.</b>	<b>54</b>
<b>VI. CONCLUSIONES</b>	<b>55</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	
<b>ANEXOS</b>	

## ÍNDICE DE GRÁFICAS Y TABLAS

Gráfica 1: El proceso de innovación y su contexto	9
Tabla 1: Indicadores de actividades económicas en las empresas por sectores	34
Tabla 2: Actividades de innovación de las empresas	35
Gráfica 2: Composición del gasto en innovación	36
Tabla 3: Actividades de cooperación y financiamiento en las empresas	37
Gráfica 3: Efectos de los determinantes sobre la probabilidad de realizar gastos en innovación	40
Gráfica 4: Efectos de los determinantes sobre los gastos realizados en innovación	41
Tabla 4: Indicadores de la muestra de productos y procesos de la ENI, 2001	46







# **I. Introducción**

En este estudio se analizan tres partes del proceso de cambio tecnológico en las empresas: qué determina que decidan realizar actividades de innovación y cuánto invierten en éstas, cuál es el efecto de estos gastos en innovación en las innovaciones introducidas al mercado, y cómo es que estas innovaciones afectan la productividad de las empresas. Se siguen las pautas de estudios empíricos y modelos teóricos para identificar algunas variables que pueden afectar las decisiones de las empresas para realizar este tipo de actividades, conocidas en la literatura como los “determinantes” de la innovación.

Este estudio aporta tres cosas significativas a la literatura de los determinantes de la innovación. En primer lugar, se reconoce la importancia de los efectos no lineales de estos determinantes sobre las actividades de innovación y se utilizan métodos econométricos adecuados para analizar este tipo de actividades. Además, se analizan de forma separada los efectos que tienen los gastos en investigación y desarrollo (I&D) y los demás gastos de innovación, en los resultados de la innovación. Finalmente, se realiza un análisis por sectores tecnológicos para reconocer las diferencias que podrían existir entre estos en cuanto a sus patrones de innovación.

## ***1.1. Justificación y antecedentes del estudio***

### ***1.1.1. Justificación***

La relevancia del tema de los determinantes de la innovación se debe a que las innovaciones afectan el nivel tecnológico de las empresas, su crecimiento, y la variedad y calidad de los productos que ofrecen. Por lo tanto, saber qué factores afectan las decisiones de las empresas en sus actividades de innovación es importante para saber cómo puede afectarse positivamente el bienestar económico de una región.

Los primeros trabajos que analizaron los factores del crecimiento económico sostenían que la diferencia en las tasas de crecimiento entre países puede explicarse por diferencias en la acumulación de capitales y diferencias en la tasa de crecimiento tecnológico, medida empíricamente como el crecimiento del residual de la función de producción. Con el desarrollo de nuevos modelos económicos y de encuestas que capturan información a nivel empresa, es posible estudiar ahora al proceso de cambio tecnológico desde la perspectiva de sus actores principales: las empresas.

Un tema importante de la literatura del cambio tecnológico es el concepto de convergencia, que sugiere que debido a las diferencias tecnológicas entre países, bajo un contexto de integración económica y transferencia de tecnologías, es factible que las economías con un nivel de capital por habitante inicialmente menor crezcan a tasas superiores a las de aquellas economías donde esta razón es mayor, debido a que el capital tiene rendimientos decrecientes en la función de producción. La búsqueda de mayores retornos haría que el capital fluyera de los países desarrollados a los países en desarrollo, propiciando que los niveles de crecimiento del ingreso per cápita convergieran entre países en el largo plazo.

A pesar del aumento en la integración económica y del flujo de tecnologías entre países, algunos estudios muestran que las diferencias en los niveles de ingreso per cápita entre países han aumentado. Estimaciones de Maddison (2001) sugieren que la brecha proporcional del ingreso per cápita entre países desarrollados y en desarrollo ha aumentado a un factor de 1.75 entre 1950 y 1998; Mayer-Foulkes (2002) sugiere que ha sido de 2.6 entre 1960 y 1995.

¿Por qué, entonces, a pesar del aumento en la integración económica y la transferencia de tecnologías han incrementado estas diferencias? Según Hall y Jones (1999), la mitad de estas puede atribuirse a diferencias en la productividad total de los factores, determinada por el cambio tecnológico. Esto sugiere que la transferencia de tecnologías es incompleta y no es suficiente para aumentar la productividad de los países tecnológicamente atrasados.

La productividad de una tecnología es diferente en el país de origen y en el país importador porque hay conocimiento que no puede ser transferido, como son el conocimiento no codificado, la experiencia del personal y sus habilidades técnicas; o porque no se tiene el conocimiento necesario para utilizar la tecnología eficientemente.

Las empresas pueden, sin embargo, disminuir el tiempo, los costos de adaptación, y la productividad de las tecnologías si invierten en sus capacidades o conocimientos tecnológicos. El conocimiento puede incrementarse a través de la experiencia o mediante la inversión en actividades de innovación, en específico, en actividades de I&D. Este tipo de inversión se refiere, por el lado de la investigación, a los gastos que una empresa dedica a incrementar sus conocimientos en áreas específicas de la ciencia y la tecnología, y por el lado del desarrollo a la aplicación de los resultados de la investigación o del conocimiento científico para la generación de nuevas tecnologías, materiales, productos o procesos de producción.

La importancia de esta inversión radica en que al aumentar el conocimiento de la empresa se aumentan las posibilidades para que esta desarrolle su propia tecnología o adapte nuevas tecnologías con mayor eficiencia, y para que conozca cuáles son las tecnologías del mercado que más le convienen. Si la empresa es exitosa en este proceso de creación y adaptación podrá

aumentar su participación de mercado, disminuir sus costos de producción, aumentar la calidad de sus productos, o incluso comerciar los resultados de sus de sus desarrollos.

Para países en desarrollo esta inversión es más importante en el desarrollo de tecnologías que en la investigación, y generalmente se refiere a la adaptación y diseño de tecnologías. Por esta razón, en este estudio se analizan tanto los gastos en I&D como los otros gastos en innovación, como son la compra de maquinaria y equipo, el diseño, la capacitación referente a la adaptación, y el lanzamiento al mercado de estas tecnologías.

En la literatura empírica del cambio tecnológico basada en encuestas a nivel empresa se ha intentado explicar esta propensión a innovar o capacidad para adaptar y crear tecnologías a través de variables que caracterizan a las empresas y a las industrias en las que participan. En este estudio se proponen cuatro variables principales para explicar las actividades de innovación en una empresa: el tamaño, la concentración de mercado, la participación de capital extranjero, y las actividades de exportación de las empresas. Todas estas variables modifican la estructura de incentivos de las empresas para realizar actividades de innovación, y en este sentido se les interpreta como determinantes de las actividades de innovación.

### ***1.1.2. Antecedentes del estudio***

Este estudio se basa en la aplicación de metodologías similares a las empleadas originalmente por Crépon, Duguet y Mairesse (1998). Los autores analizan el proceso de innovación en tres etapas, enfatizando el rol de la inversión en I&D en este proceso. En estas etapas se analiza la decisión de realizar gastos en I&D y los montos invertidos; el efecto de estos gastos sobre los resultados de la innovación (patentes y ventas innovativas, o ventas debidas a productos nuevos o mejorados); y el impacto de estos resultados sobre la productividad de la empresa. Su estimación se basa en variables características de la empresa (tamaño, participación de mercado, diversificación, capital físico, capital humano), y variables características a nivel industria (variables que facilitan por el lado de la demanda y la oferta o cosas estas actividades). Los principales resultados sugieren que la probabilidad de realizar I&D aumenta con el tamaño de la empresa, la participación de mercado y la diversificación, y con factores de la industria, como la oportunidad tecnológica y el efecto de la demanda. Los gastos en I&D aumentan con las mismas variables excepto el tamaño, lo que implica una relación proporcional. El estudio muestra la relación positiva entre los esfuerzos tecnológicos de la empresa y los resultados de la innovación. Asimismo, estos resultados se relacionan de forma positiva con la productividad de la empresa.

## ***1.2. Las preguntas del estudio***

El modelo estimado en este estudio comprende las tres etapas propuestas en los modelos CDM (denominados así a partir del trabajo de Crépon, Duguet y Mairesse (1998)) con un análisis sectorial y agregado, haciendo la distinción por tipos de gastos en innovación (gastos totales en innovación, gastos en I&D, y otros gastos en innovación).

La primera etapa del modelo contiene dos ecuaciones. La primera ecuación relaciona a los determinantes propuestos con la decisión de invertir en innovación y la segunda ecuación relaciona a los determinantes de la innovación con los gastos realizados en estas actividades.

En la segunda etapa del modelo se estiman tres ecuaciones que relacionan a los gastos o inversiones estimadas en la primera etapa, con los productos y procesos introducidos al mercado y con el desempeño de las actividades de innovación en producto, medido como la proporción de ventas por productos nuevos o tecnológicamente mejorados.

La tercera etapa del modelo comprende la relación entre los resultados de la innovación con la productividad de la empresa.

Las preguntas que se analizan con este modelo se refieren a la importancia de las variables explicativas sobre las variables de interés y se analizan las diferencias importantes entre los sectores de alta, media, y baja tecnología. Las preguntas específicas que se abordaran en el estudio son listadas a continuación.

- ¿Cuáles determinantes de los propuestos son significativos para explicar porqué las empresas deciden invertir, y cuánto deciden invertir en actividades de innovación?
- ¿Es más importante la inversión en I&D que los otros gastos en innovación para los resultados de la innovación?
- ¿Cómo afectan los resultados de la innovación a la productividad de las empresas?

## ***1.3. Consideraciones y ventajas del estudio***

Este estudio utiliza datos de la Encuesta Nacional de Investigación 2001, desarrollada por el INEGI. Debido a que esta encuesta reporta datos para uno o dos periodos del tiempo, tiene las limitaciones propias de este tipo de estudios (*cross-section*), siendo el más importante de ellos el problema de endogeneidad, lo que significa que no es posible probar la causalidad de las relaciones entre las variables de interés y las variables explicativas.

Además, el estudio tiene las limitaciones mismas de la encuesta utilizada. Las definiciones y el diseño de la encuesta imponen al análisis una estructura que podría no ser la adecuada para analizar el proceso de innovación. Este proceso es un proceso no lineal y muy complejo que

requeriría que se analizaran no sólo las características de las empresas y si interactúan o no con el entorno, sino el tipo de interacciones que se tienen, en un marco dinámico de instituciones. Aunque las empresas sean el actor principal en los procesos de cambio tecnológico el resultado de sus esfuerzos no sólo depende de ellas, y en este sentido el entorno podría propiciar ciertos patrones de innovación.

#### ***1.4 Estructura del estudio***

El Capítulo 2 del estudio define el concepto de innovación y el proceso de innovación, así como algunas consideraciones sobre cómo medir estas actividades. El Capítulo 3 explora los determinantes de la innovación propuestos en la literatura, basadas en los trabajos de Joseph Schumpeter y otros trabajos sobre transferencia tecnológica e integración económica. El Capítulo 4 ofrece una revisión de algunos modelos CDM, y en este se propone el modelo a estimar y se explica la metodología utilizada. El Capítulo 5 expone los resultados empíricos de las tres etapas del análisis propuesto. Las conclusiones del estudio se incluyen el Capítulo 6.





## II: La innovación y el proceso de innovación

En esta sección se discute la definición de innovación, el proceso de la innovación y se discuten las ventajas y desventajas de las medidas relevantes para este estudio que han sido utilizadas para medir estas actividades.

### 2.1. ¿Qué es la innovación?

La innovación puede definirse como una etapa del proceso de cambio tecnológico. El cambio tecnológico implica la creación o mejora de los productos, de los procesos de producción, de nuevos materiales o insumos, o de la reorganización de los procesos de producción existentes en una economía y puede ser caracterizado en tres etapas que se interrelacionan entre sí. La primera se refiere a la invención, o primera ocurrencia de una idea para un nuevo producto o proceso; la segunda etapa se refiere a la innovación, que comprende el desarrollo y la comercialización de estas nuevas ideas; y la tercera etapa incluye la difusión de estos nuevos productos o procesos en sus mercados potenciales. La interrelación entre estas tres etapas no es lineal, ya que es común que existan mejoras incrementales en las tecnologías después de su implementación o su difusión.<sup>1</sup>

En algunas ocasiones, la invención y la innovación están ligadas, como es el caso de los desarrollos en biotecnología, pero en la mayoría de los casos existe un retraso entre la ocurrencia de una nueva idea y su desarrollo y comercialización. Este retraso, a veces de décadas, se debe a que las nuevas ideas no siempre pueden ser desarrolladas y comercializadas. Principalmente hay dos tipos de factores que influyen a este proceso y hacen que los resultados sean impredecibles. Estos son los factores tecnológicos y los factores comerciales.

---

<sup>1</sup> En México, el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología ha planteado las siguientes definiciones para el concepto de innovación.

**Innovación en Producto:** La innovación tecnológica en producto, se refiere a la implementación/comercialización de un producto con características funcionales mejoradas, tal que ofrece un servicio totalmente nuevo o mejorado. Un producto tecnológicamente nuevo, puede ser desarrollado con base en tecnologías radicalmente nuevas, o ser resultado de tecnologías existentes empleadas en nuevos usos, o bien del uso de nuevos conocimientos. Un producto tecnológicamente mejorado es aquél cuyo funcionamiento ha sido significativamente mejorado, a partir ya sea de nuevos componentes o materiales, o a través de la integración de nuevos subsistemas.

**Innovación en Proceso:** La innovación tecnológica en procesos se refiere a la implementación/adopción de métodos de producción nuevos o significativamente mejorados. Esta puede involucrar cambios en equipo, recursos humanos, métodos de trabajo o combinaciones de estos elementos. Tales métodos deben tener como finalidad la producción de productos tecnológicamente nuevos o mejorados, mismos que no puedan ser producidos utilizando métodos convencionales de producción.

Fuente: (CONACYT, Estudio sobre innovación tecnológica)

Los factores tecnológicos se refieren a las limitaciones que imponen nuestro conocimiento actual en los campos de la ciencia y la forma en que este conocimiento es modificado sobre el desarrollo de las nuevas ideas. El nivel de conocimientos existentes en los diferentes campos de la ciencia básica y aplicada limita lo que puede desarrollarse y cuando este es inexistente, las posibilidades para resolver los problemas se reducen a realizar investigación y/o a probar prototipos sin la certeza de que podrá llegarse a un resultado exitoso.<sup>2</sup> Por ejemplo, cuando algo nuevo esta por ser producido tienen que considerarse desde los materiales – ¿existen? ¿pueden ser desarrollados? ¿cómo pueden ser producidos? etc.; hasta la estabilidad, resistencia, y características del producto o sistema del que formarán parte. Los problemas por resolver son desconocidos en definición y número cuando se realizan actividades de innovación.

Los factores comerciales limitan el éxito o fracaso en el mercado de las innovaciones realizadas. El éxito comercial que pueda tener una innovación dependerá, por ejemplo, de los gustos de los consumidores y su disponibilidad para pagar el valor del nuevo producto, del nivel de desarrollo del mercado en el que se introduzca y de la existencia de otros productos que puedan o tengan que ser utilizados como complementos, así como del nivel de ingreso de sus consumidores potenciales y de los precios y características de productos similares existentes en el mercado.

Esta conjunción de factores hace de la innovación un proceso complicado e incierto. Esto pone un sin fin de restricciones a las empresas que deciden innovar, ocasionando que los costos y los beneficios de los gastos en estas actividades sean desconocidos.

## ***2.2. El proceso de innovación***

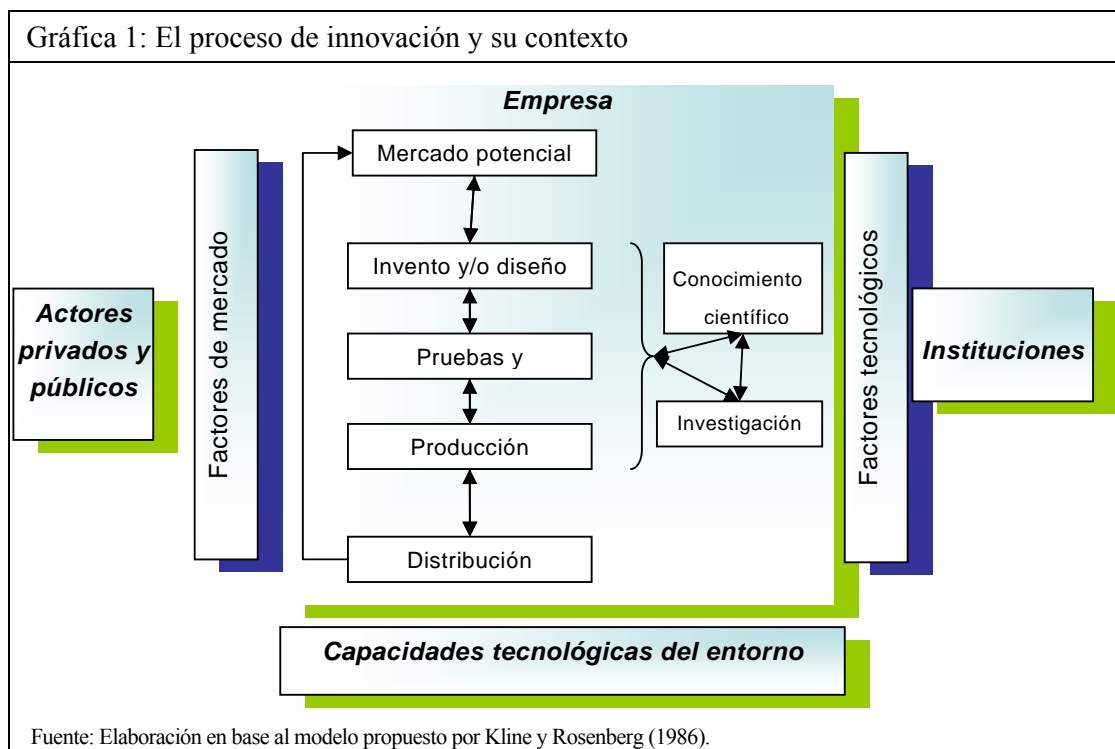
El proceso de innovación es un proceso complejo y de variadas interrelaciones que se llevan a cabo en un escenario de incertidumbre y en el cual toman parte otros actores además de las empresas. El diseño de la invención puede ser modificado en las diferentes etapas del proceso innovador: cuando se prueba, cuando empieza a producirse e incluso cuando se comienza a distribuir en el mercado. En todas estas etapas, el conocimiento científico y la investigación sirven de apoyo a las etapas del diseño, las pruebas y la producción. Siempre hay una retroalimentación a lo largo de todo este proceso, cuyo desarrollo depende de factores externos, como los factores de mercado y los factores tecnológicos, y de otros actores e instituciones. Las instituciones, la infraestructura pública de investigación, las instituciones financieras, las

---

<sup>2</sup> La ciencia y la investigación pueden no dar resultados, pero esto no impide que puedan desarrollarse las nuevas ideas. La historia ha mostrado que en muchas ocasiones son las innovaciones o los nuevos desarrollos tecnológicos los que ayudan a entender los principios científicos que rigen su funcionamiento.

capacidades de la fuerza laboral, entre otros, son parte de este contexto y afectan también al desarrollo de las innovaciones y su éxito. Por esta razón un modelo lineal resulta inadecuado para explicar este proceso.

La gráfica de abajo presenta un esquema del proceso innovador. La complejidad y existencia de los nexos entre las empresas, los demás actores, las instituciones y la importancia de las capacidades tecnológicas de su contexto puede variar de empresa a empresa y evoluciona con el tiempo.



El hecho de que la innovación no pueda ser concebida en aislamiento y que tienda a darse más en ciertos sectores y zonas geográficas justifica que este proceso tenga que ser analizado como algo sistémico. El concepto de Sistemas Nacionales de Innovación, desarrollado por Nelson et al (1993) y otros investigadores tiene como enfoque de estudio las interrelaciones entre los actores e instituciones del mismo. Un Sistema Nacional de Innovación podría ser definido como un sistema de instituciones que en conjunto e individualmente contribuyen al desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías y que provee el marco en el que los gobiernos diseñan e implementan políticas para influenciar el proceso de innovación.<sup>3</sup> Bajo esta definición, es importante considerar qué factores diferentes a los de mercado promueven este proceso tomando en cuenta que el carácter de esta estructura es dinámico. Generalmente se

<sup>3</sup> Metcalfe (1995).

propone analizar a este sistema en tres niveles de análisis<sup>4</sup>: el nacional, que es el conjunto de relaciones sociales, reglas y restricciones políticas en el que los comportamientos individuales están enmarcados; el nivel mezo económico, que comprende las redes y lazos entre las firmas y otras organizaciones, dentro y fuera de sus sectores principales de actividad y que afectan positivamente las capacidades de cada empresa para resolver sus problemas; y finalmente, el análisis a nivel de la empresa, cuyas rutinas operacionales reflejan su conocimiento tecnológico.

Además, se ha propuesto también que el análisis se realice de forma sectorial debido a que se ha observado que algunos sectores son más propensos a innovar que otros, y que en general siguen diferentes estrategias para la innovación. Por ejemplo, la innovación a través de la I&D es más frecuente en los sectores de químicos que en el de textiles, el cual adopta las tecnologías desarrolladas en otros sectores.

En este estudio se realiza el análisis por sectores tecnológicos, y aunque se captan ciertas interacciones con otros actores e instituciones del Sistema Nacional de Innovación, el enfoque de este trabajo es a nivel empresa. Los datos de la encuesta permiten analizar si ciertos lazos resultan importantes para la empresa, pero no nos permiten hacer valoraciones sobre el tipo, funcionalidad, o calidad de estos lazos. En específico, se dan datos sobre la existencia de los acuerdos de cooperación en innovación, contratos de asistencia tecnológica, y el acceso al crédito y los apoyos gubernamentales.

### ***2.3. ¿Cómo medir la innovación?***

Entre las medidas más importantes para medir estas actividades tecnológicas están las patentes, los gastos en I&D, la balanza de pagos tecnológica, las exportaciones de productos de mediana y alta tecnología, la productividad de la mano de obra, la producción de documentos científicos y su número de citas, las encuestas nacionales de innovación, encuestas a directores de departamentos de I&D, y el análisis del desarrollo y difusión de algunas innovaciones importantes.

En cuanto a los gastos de I&D es importante tener en cuenta que la definición de esta actividad puede variar entre empresas, industrias y países y generalmente implica mayor desarrollo que investigación. La definición que se adelantó en la introducción puntualiza la importancia del desarrollo para aplicar los resultados de la investigación en la generación de nuevas tecnologías, materiales, productos o procesos de producción. Sin embargo, para países en desarrollo la I&D se refiere más a la adaptación y modificación de tecnologías ya existentes

---

<sup>4</sup> Cimoli (2000).

en el mercado. Forbes y Wield (2004) enfatizan esta diferencia mostrando que la definición de la I&D puede ser diferente de acuerdo al país, al periodo en el que se analice, a quién la realiza y porque se realiza este tipo de actividad.<sup>5</sup> En el caso de México, esta actividad es financiada mayormente por el gobierno (59.1% en 2001 y 45.3% en 2005) y las actividades comprenden más el desarrollo que la investigación básica (en 2001 la investigación básica representaba el 30% del total del gasto en investigación y desarrollo y el 25% en 2003).<sup>6</sup> Un departamento de I&D en una empresa puede dedicarse a la administración de tecnologías, a la imitación de estas tecnologías, a la creación de conocimiento científico, o a la aplicación de este conocimiento. Otras limitaciones de esta medida, mencionadas por Patel & Pavitt (1995), son que esta variable tiende a clasificarse por la actividad principal de la empresa aunque la investigación que se realice puede abarcar campos más amplios y que no toma en cuenta que muchas de las modificaciones tecnológicas se desarrollan fuera de los departamentos de I&D, como en los departamentos técnicos o de diseño. Por estas razones, puede suceder que las empresas no contabilicen bien el gasto en I&D, y que este gasto no comprenda todas las actividades tecnológicas que realizan las empresas.

A pesar de las diferentes definiciones y limitaciones que esta variable pueda tener, es importante resaltar que es un buen indicador de los esfuerzos de las empresas para desarrollar, asimilar, y modificar la tecnología.<sup>7</sup> En este estudio, utilizaremos datos del segundo levantamiento de la Encuesta Nacional de Innovación, realizada por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) según la metodología del Manual de Oslo de la OCDE. La muestra abarca un total de 1,609 empresas manufactureras, y fue diseñada con un método de muestreo aleatorio estratificado para cada rama de actividad económica. La muestra cuenta con

---

<sup>5</sup> Después de estudiar los casos de algunos países asiáticos y la política del estado en esta actividad en diferentes periodos, Forbes y Wield (2004) concluyen que la I&D tiene diferentes facetas. En periodos de sustitución de importaciones, significó para India la sustitución de insumos importados por insumos desarrollados en el país porque a pesar de que estos tuvieran costos superiores, el enfoque de la política fue aumentar las capacidades del país para producirlos. Para Corea en los 70's o 90's la I&D significó acelerar el proceso de asimilación de tecnologías extranjeras. Las empresas se dedicaron a producir primero con tecnología extranjera y luego a realizar innovaciones incrementales para producir nuevos productos. La I&D puede centrarse también en la investigación, como en el caso de los laboratorios de las multinacionales o los laboratorios privados o gubernamentales y las universidades. Finalmente, el gasto en estas actividades puede significar la coordinación de esfuerzos para integrar el conocimiento tecnológico existente fuera de la empresa. Debido a que las tecnologías se vuelven más complejas es necesario que las empresas dediquen esfuerzos para conocerlas, manejarlas y adaptarlas en su proceso de producción. (CONACYT, Estudio sobre Innovación Tecnológica)

<sup>6</sup> OCDE (2007).

<sup>7</sup> Patel y Pavitt (1995), Mairesse y Mohnen (2004), Cohen y Levinthal (1989).

un factor de expansión que le otorga representatividad a nivel nacional, formando una muestra de 8,145 empresas. La temporalidad de la encuesta es de 1999 al año 2000.<sup>8</sup>

La gran ventaja de esta base de datos es que permite observar características de cada empresa y de diferentes actividades tecnológicas que además son comparables con encuestas realizadas en otros países basadas en el mismo manual. Las medidas relevantes de innovación presentadas en la encuesta son los gastos en innovación,<sup>9</sup> el número de productos y procesos introducidos en el periodo, el grado de novedad de los productos introducidos, el porcentaje de ventas en el total de productos tecnológicamente mejorados, y datos sobre patentes. En este estudio se utilizan los datos de los gastos en innovación diferenciándolos entre gastos en I&D y otros gastos en innovación, el número de productos y procesos introducidos al mercado, y la proporción de ventas que se debe a productos tecnológicamente mejorados.

La utilización de esta encuesta puede tener algunas desventajas. La temporalidad de la encuesta impide analizar el carácter evolutivo de las actividades tecnológicas y establecer relaciones causales. Además, existe la posibilidad de que el ciclo económico del país afectara los resultados, ya que las actividades tecnológicas tienden a ser pro-cíclicas. Otra limitación de la encuesta es que podrían omitirse factores regionales importantes para las actividades de innovación. El último punto a considerar se deriva de la manera en que las actividades de innovación están definidas en la encuesta misma,<sup>10</sup> y que se relaciona con la diferencia que se hace en la literatura entre dos tipos de agentes económicos: los pioneros y los imitadores. Desde los trabajos de Schumpeter se ha empleado esta definición para hacer clara la distinción entre organizaciones que son pioneras en introducir productos tecnológicamente nuevos y únicos en el mercado y los que imitan estas tecnologías. La diferencia radica en que los pioneros enfrentan mayor riesgo que los seguidores. En este trabajo se analizará indistintamente a ambos tipos de actores.

---

<sup>8</sup> Los factores de expansión son generalmente el inverso de la probabilidad que tiene la empresa para ser seleccionada en la muestra. En el caso de la ENI, “la selección de empresas se realizó siguiendo el método de muestreo aleatorio estratificado para cada rama de actividad económica (clasificación de la OCDE), manteniendo la representatividad de personal ocupado e ingresos para cada rama. Cada rama se estratificó en 5 grupos por tamaño de empresa según número de empleados. Para asegurar representatividad en los casos en que el porcentaje de empresas encuestadas por rama no correspondían al real, se les aplicó un factor de expansión. Se incluyeron con certeza las empresas correspondientes a los dos estratos que engloban a las más grandes, es decir, los estratos de empresas que tienen de 501 a 750 y de 751 o más empleados.” (CONACYT, Estudio sobre innovación tecnológica).

<sup>9</sup> Desglosado en adquisición de maquinaria y equipo relacionado con la innovación del producto o proceso, la adquisición de otra tecnología externa ligada a la innovación del producto o proceso, los gastos en diseño industrial o actividades de arranque de producción de estos productos o procesos, de capacitación ligada a las actividades de innovación, el lanzamiento al mercado de innovaciones tecnológicas, y el gasto en investigación y desarrollo tecnológico.

<sup>10</sup> Holbrook and Hughes (2001).

### **III: Los determinantes de la innovación**

En esta sección se revisan los argumentos que sostienen que ciertas variables son determinantes para las actividades de innovación. Las variables de principal interés son el tamaño de la empresa, la concentración de mercado, la inversión extranjera directa, y la diversificación de mercados.

#### ***3.1. Hipótesis Schumpeterianas***

Las hipótesis Schumpeterianas se refieren a la relación positiva entre la capacidad de las empresas para innovar y el tamaño de la empresa y la estructura de mercado. Los dos argumentos principales sobre esta relación que se atribuyen a Schumpeter recibieron mucha atención porque las implicaciones de política basadas en estos sugerían que el cambio tecnológico dependería de empresas grandes en estructuras de mercado oligopólicas.

El primero argumento sugiere que las empresas más grandes pueden realizar innovaciones con mayor facilidad que empresas pequeñas porque pueden apropiarse en mayor medida de estos beneficios. Al respecto, se ha argumentado que la ventaja del tamaño se ve reflejada en la capacidad para enfrentar los elevados costos de la innovación y para emprender estos proyectos en cualquier momento en el tiempo. También se ha considerado la existencia de economías de escala en la innovación y la diversificación del riesgo de esta actividad en los diferentes productos de las empresas. Los argumentos en contra sostienen que las empresas grandes tienen mayor rigidez institucional, lo que retrasa las decisiones de innovar y disminuye la capacidad de adaptación de la empresa. De existir estructuras jerárquicas en las empresas grandes, los investigadores o ingenieros encargados de desarrollar o aplicar nuevas tecnologías tendrían menores incentivos para realizar un mejor trabajo dado que les es más difícil involucrarse en las decisiones gerenciales y ganarse el crédito de las innovaciones (Cohen, 1995).

La segunda hipótesis Schumpeteriana sugiere que hay una relación positiva entre la innovación y el poder monopólico de la empresa. Una estructura oligopólica haría que las empresas tuvieran beneficios positivos que pudieran invertir en estas actividades. En ausencia de un sistema de crédito sólo los beneficios supra marginales harían posible la inversión para la innovación. Además, un mayor poder de mercado facilitaría que las empresas pudieran apropiarse de los beneficios de la innovación.

Los estudios empíricos que analizaron estas hipótesis sugieren que las empresas grandes tienen mayor probabilidad de innovar pero no más que proporcionalmente, por lo que empresas

pequeñas son tan proclives a la innovación como las empresas grandes, Cohen (1995). El tamaño de la empresa podría estar relacionado con otros factores importantes que hacen que los resultados sean diversos. Es decir, el tamaño per se no es importante pero las restricciones de liquidez podrían serlo, y al estar relacionadas inversamente con el tamaño puede justificarse que las empresas pequeñas innoven menos. Otro hallazgo interesante en los estudios empíricos revisados por Cohen (1995) es que las empresas grandes tienen un mayor número de productos a través de los cuales pueden apropiarse de los beneficios de las innovaciones realizadas. Las condiciones de diversificación y de apropiabilidad se reflejarían entonces en la mayor probabilidad de innovar de las empresas grandes.

En cuanto a la concentración de mercado y la rivalidad, los estudios muestran que puede existir una relación no lineal en forma de “u” invertida entre la competencia de mercado y las actividades de innovación. En sectores donde la competencia es alta y la apropiación de los beneficios de la innovación es baja existen menos incentivos a la innovación. Por una parte, los beneficios de las innovaciones no serían tan diferentes a los beneficios actuales, y esto hace que la tasa de innovación sea menor a concentraciones de mercado bajas. En sectores donde la competencia es muy baja, los incentivos a innovar son también pequeños y las probabilidades de que los rivales innoven son bajas, Kamien & Schwartz (1976). Si se incluyen además diferencias tecnológicas entre las empresas, al aumentar la competencia en sectores donde las diferencias tecnológicas entre empresas son importantes, se reduce el beneficio esperado de las empresas más atrasadas y se inhibe su innovación, por el otro lado, cuando las diferencias tecnológicas entre los rivales no son tan pronunciadas, un aumento en la competencia de mercado puede aumentar los incentivos de las empresas para buscar nuevas tecnologías, Aghion et al (2002). Si además de las diferencias en tecnología se incluyen barreras a la entrada, como la competencia en salarios por el personal más calificado, las empresas con mayores capacidades tecnológicas podrán asegurar que las empresas más atrasadas decidan no innovar debido a que pueden pagar mayores salarios en cualquier momento determinado del tiempo, Mayer (2005). De esto se concluye que la tasa de innovación en un sector dependerá de las diferencias tecnológicas en el mismo y del grado de competencia. Empíricamente, Scherer (1967) encuentra que la relación es de una “U” invertida cuando se mide la relación mediante el número de empleados en investigación y desarrollo y concentración de mercado. Aghion et al (2002) encuentran una relación similar.

Con el tiempo, se han completado estas hipótesis para explicar más elementos sobre los determinantes de la innovación. Hay dos extensiones de la Teoría Schumpeteriana. La primera se conoce como la tercera hipótesis y relaciona la capacidad de innovación de la empresa con el



concepto de oportunidad tecnológica. La oportunidad tecnológica en una industria se define como la existencia de externalidades positivas en los procesos de innovación que hacen tecnológicamente más factible una innovación, Cohen (1995). Estas externalidades ayudan a disminuir los costos de la innovación, ya sea porque hay mayor información disponible para la innovación, o porque es más probable en esa industria que el proyecto de innovación sea exitoso. En los estudios empíricos realizados existen metodologías muy distintas sobre cómo medir la “oportunidad tecnológica” de una industria<sup>11</sup>. En general, se concluye que los esfuerzos tecnológicos están correlacionados positivamente entre empresas en una misma industria, aunque no se puede distinguir si es por una disminución en los costos o si se debe a una reacción estratégica de las empresas. En la mayoría de los estudios, se intenta controlar estos efectos con variables dicotómicas a nivel industria.

La segunda extensión de la Teoría Schumpeteriana enfatiza el papel que puede jugar la demanda en el cambio tecnológico. Si los consumidores exigen productos de mayor calidad o con un mayor contenido tecnológico, las empresas tendrán que innovar con mayor frecuencia. Si una empresa conoce las necesidades de los clientes puede introducirlas en nuevos diseños, además de que esto reduciría el riesgo de mercado para su producto. Por ejemplo, cuando hay algún compromiso fijo con los clientes, como los contratos, es más fácil reconocer las necesidades del cliente y adaptarse periódicamente a ellas (Hall & Khan, 2003).

### **3.2. Innovación en una economía abierta**

Cuando una economía tiene intercambio comercial con otros países o cuando empresas extranjeras participan en una economía local de forma directa o indirecta pueden existir mayores flujos tecnológicos que beneficien a las empresas locales. Sin embargo, el desarrollo tecnológico de estas requiere de conocimiento tecnológico así como de que el capital humano local pueda absorberlo. Aunque en la literatura se destaca el carácter de bien público de la tecnología, es algo a lo que sólo algunas empresas tienen acceso y cuya transferencia es costosa e imperfecta. Como ejemplo, se calcula que los costos de asimilación pueden llegar a ser más de la mitad de los costos totales de implementación, Lall (1992). Aún cuando exista una transferencia completa de tecnología las empresas locales tienen que desarrollar la capacidad para aprovecharla eficientemente.

---

<sup>11</sup> Algunos usan medidas de proximidad tecnológica entes sectores para agregar el gasto de I&D realizado en estos y ver si tienen algún efecto sobre la probabilidad de innovar. Otros optan por medir este efecto a través del número de patentes citadas en una industria que son ajenas a la misma, o incluyendo variables instrumentales como las contribuciones de ciencias básicas o institutos públicos de investigación en los proyectos de innovación (Levin et al, 1987).

En general, existen dos formas a través de las cuales se pueden realizar transferencias tecnológicas. Las formas directas incluyen la inversión extranjera directa, la transferencia de los métodos y bienes de producción como la maquinaria y los diseños industriales y organizacionales, las licencias y las patentes. Las formas indirectas incluyen externalidades positivas sobre las exportaciones, el aumento en la competencia de mercado, y los encadenamientos de calidad con los proveedores y los clientes.

Cuando una empresa extranjera decide participar en un mercado local tiene que elegir entre involucrarse directamente, mediante la inversión extranjera directa, o indirectamente, por medio de licencias, venta de patentes y modelos industriales, o simplemente a través de las exportaciones. Barton et al (1988) sugieren que cuando las multinacionales deciden emplear sus mejores tecnologías lo hacen a través de la IED, ya que pueden apropiarse con mayor facilidad de los beneficios. Cuando las diferencias tecnológicas entre las empresas extranjeras y las empresas locales son amplias, es más conveniente invertir directamente que licenciar tecnologías, pues es más fácil apropiarse de los beneficios a través de la producción, Saggi (1995). Lo mismo sucede cuando los derechos de propiedad no son ejercidos adecuadamente en la economía local porque se limitan las opciones que tienen las empresas extranjeras para obtener beneficios de sus tecnologías.

Las empresas extranjeras son más propensas a licenciar cuando sus capacidades de producción son limitadas,<sup>12</sup> y cuando la diferencia entre las tecnologías con la empresa a quien van a licenciar es lo suficientemente grande como para que los efectos positivos de estas transferencias no desarrollen en el corto plazo capacidades de innovación que puedan ser utilizadas en el futuro por la empresa local para competir en el mercado de la empresa extranjera.<sup>13</sup>

Las externalidades sobre las capacidades de las empresas locales para exportar son un canal indirecto de la transferencia tecnológica porque la presencia de empresas extranjeras puede dar información a las empresas locales sobre las redes de distribución de sus productos, información sobre mercados internacionales, o puede contribuir a la generación de infraestructura en los medios de transporte locales e incluso darles información sobre nuevas ideas de productos y procesos para acceder a nuevos mercados, además de aumentar la

---

<sup>12</sup> Ver Cohen (1995).

<sup>13</sup> Ver Saggi (1995) y Saggi (1996). Es importante señalar que las multinacionales realizan la mayor parte de sus transferencias tecnológicas con sus afiliadas, para el periodo de 1970-1985 el pago de licencias y regalías de las filiales llegaron al 80% del total, según Blomström & Kokko (1997).

competencia en el mercado y promover medidas que aumenten la eficiencia de las empresas, en el corto plazo, como la disminución del ocio en horas laborales.

El canal de los encadenamientos de calidad con los proveedores se explica como el efecto del aumento en la calidad de los insumos a la producción que se debe en parte a que las empresas extranjeras tienen tecnologías más avanzadas o un mayor compromiso con las necesidades de los clientes. Por otro lado, si se crean nuevas redes con proveedores extranjeros se puede aumentar la transferencia de tecnologías tanto en insumos como en tecnologías de producción. Los encadenamientos con los clientes se dan porque estos esperan productos de mayor calidad debido al aumento de la competencia y a la entrada de empresas tecnológicamente superiores, lo que obliga a las empresas locales a aumentar la calidad de sus productos, haciendo más necesaria la innovación.



## IV: Modelos CDM y métodos de estimación

Antes del surgimiento de encuestas de innovación bajo las sugerencias de los manuales de la OECD los estudios que medían el impacto de la investigación y el desarrollo sobre la productividad eran criticados por ser poco representativos o demasiado generales, debido a que se basaban en estudios reducidos a innovaciones importantes históricamente o en estimaciones de la función de producción que incluían a la I&D como variable y asumían que el cambio tecnológico en los países o empresas era exógeno. Estos tipos de estudios fallaban al propósito de explicar los factores que influían, a nivel empresa, al cambio tecnológico en las mismas.<sup>14</sup>

Los primeros estudios que analizaron los determinantes de la innovación y la I&D al nivel de la empresa se basaron principalmente en encuestas a directores de departamentos de I&D en Estados Unidos y a empresas multinacionales en Europa.<sup>15</sup> Estos estudios midieron ordinalmente la importancia de las fuentes de información para la innovación, las formas y la efectividad de los métodos de apropiabilidad de las innovaciones, y la importancia de los apoyos públicos a la innovación desde la perspectiva de los directores de área. En cuanto a los métodos más efectivos para proteger las innovaciones se encontraban ser el primero en sacar una innovación al mercado y el aprendizaje sobre otras tecnologías. Los resultados sugieren también que el mecanismo más efectivo para aprender de las tecnologías del mercado y de los competidores es a través del gasto en I&D, al que le sigue el licenciamiento de tecnologías.

Recientemente, con el surgimiento de las encuestas de innovación, se ha planteado un modelo estructural que estudia la relación entre investigación, innovación, y productividad. Esta serie de trabajos tiene cuatro contribuciones importantes que hay que considerar más allá de las limitaciones de los estudios *cross-section* y de los problemas de las medidas de las actividades tecnológicas. La primera es que estos estudios proponen un modelo estructural que liga a los estudios de los determinantes de la innovación con la producción de innovaciones, y la relación de estas con la productividad de las empresas. La segunda contribución es que el marco conceptual desarrollado ha permitido analizar de forma semejante a las Encuestas Nacionales de Innovación basadas en el Manual de Oslo, y en esta forma, han permitido la comparación de estas relaciones entre diferentes países. Otra contribución importante es que han permitido que

---

<sup>14</sup> Griliches (1979) menciona algunos estudios de estas dos formas de analizar los efectos de la I&D sobre la productividad, enfocándose en las ventajas y desventajas que en ese tiempo se veían para los análisis de la productividad total de los factores.

<sup>15</sup> Ver Levin et al (1987) para el estudio de Estados Unidos y Arundel, Paal y Soete (1995) para el caso de Europa.

se tome como forma alternativa del desempeño innovador de las empresas a otras medidas de innovación, como son las ventas por productos tecnológicamente nuevos. Finalmente, estos estudios han permitido que se analice de forma correcta el problema de selección presente en la variable de I&D.<sup>16</sup>

#### **4.1. Revisión de la literatura**

Como hemos visto, el proceso de innovación es un proceso complejo, y la forma en que se desarrolla al interior de la empresa es todavía una “caja negra”. Ante la falta de un modelo teórico o empírico que explique perfectamente este proceso, es válido intentar analizar hasta qué punto algunas características de la empresa o la industria pueden explicar las diferencias en los patrones de innovación en las empresas. El trabajo de Crépon, Duguet y Mairesse (1998) es el primer trabajo en incluir un modelo que impone un esquema empírico de análisis del proceso de innovación, utilizando datos a nivel empresa y métodos estadísticos que permiten utilizar estos datos correctamente.

El trabajo analiza qué factores afectan a los gastos destinados a I&D, a las innovaciones introducidas al mercado y a la productividad de la empresa. El modelo se compone de tres relaciones. La primera relación estima un modelo Tobit generalizado y analiza la decisión de las empresas para emprender actividades de I&D y la inversión que destinan a actividades en función del tamaño de la empresa, la participación promedio de mercado, la diversificación de mercados, y dos variables cualitativas que miden la importancia que le dan las empresas a los factores de mercado y a los factores tecnológicos para realizar actividades de innovación.<sup>17</sup> La segunda relación analiza el efecto de los gastos estimados en I&D sobre el número de patentes de la empresa y la proporción de las ventas que se deben a productos tecnológicamente mejorados, además de incluir los controles del tamaño de la empresa y las variables de factores de mercado y tecnológicos.<sup>18</sup> La relación final modela la productividad de la empresa en

---

<sup>16</sup> Existen todavía limitaciones sobre los métodos de estimación para variables acotadas entre 0 y 1 que no se han resuelto adecuadamente, como son el porcentaje de ventas “innovativas”.

<sup>17</sup> El modelo propone las mismas variables como determinantes de la decisión de las empresas para desarrollar I&D y para explicar el monto de recursos destinados a estas. Es recomendable, sin embargo, que las variables de la primera relación sean un conjunto que contenga a las variables de la segunda relación y a otras variables que afecten sólo a la decisión o propensión a innovar pero no al gasto, para evitar problemas de multicolinealidad en la estimación del gasto en I&D, como se hace en los estudios que proceden al de [Crépon, Duguet y Mairesse \(1998\)](#).

<sup>18</sup> La ecuación de patentes se estima mediante una relación exponencial, mientras la ecuación de ventas innovativas se estima mediante un probit ordenado, ya que la variable está expresada en rangos.

función de las patentes y de las ventas innovativas, el tamaño y capital de la empresa, y las proporciones de empleados que son ingenieros o administradores.<sup>19</sup>

El estudio encuentra que la probabilidad de una empresa para realizar actividades de I&D se incrementa con el tamaño, su participación en el mercado y con variables que capturan la oportunidad tecnológica y el empuje de la demanda. La intensidad de la I&D (gasto en I&D entre ventas) aumenta con las mismas variables, pero no con el tamaño. El producto de la innovación (patentes y proporción de ventas debido a productos mejorados, en adelante ventas innovativas) aumenta con la intensidad de la I&D, con las variables de oportunidad tecnológica y los factores de la demanda. Finalmente, el estudio encuentra que la productividad de una empresa es afectada positivamente por los productos de la innovación, el capital por empleado, y el personal ocupado.

Benavente (2002) analiza para el caso de Chile un modelo muy parecido al planteado por Crépon, Duguet y Mairesse (1998). Sus resultados sugieren que la intensidad en la I&D aumenta con el tamaño de la empresa y su participación en el mercado, y que los resultados de la innovación (medidos por ventas innovativas) aumentan con el tamaño de la empresa. Sin embargo, el estudio no encuentra evidencia de que la I&D afecte positivamente a las ventas innovativas, ni que estas afecten positivamente a la productividad de la empresa.

En un estudio más reciente Benavente (2005) utiliza un modelo similar con datos de las tres Encuestas Nacionales de Innovación realizadas en Chile para hacer tres estudios *cross-section* (años 1995, 1998 y 2001). Además del tamaño, incluye variables rezagadas de I&D, el gasto en maquinaria, en licencias de tecnología, la inversión extranjera directa y las exportaciones de la empresa. Asimismo, incluye variables dicotómicas que indican la importancia en los procesos de innovación de los clientes, socios, competidores, instituciones públicas de investigación e instituciones privadas. También incluye una variable dicotómica que indica si las ideas se originan mayoritariamente en una actividad permanente dentro de las empresas como un instrumento del nivel de aprendizaje en estas. El estudio encuentra que en el caso de Chile la probabilidad de realizar actividades de I&D aumenta con la inversión pasada en estas actividades –sugiriendo que este gasto es persistente en el tiempo; el tamaño de la empresa y la variable referente al aprendizaje de la empresa. Se encuentra también que los gastos en I&D dependen positivamente del tamaño, de la inversión en maquinaria, la proximidad con los clientes y con los competidores. Por su parte, los productos de la innovación dependen positivamente del gasto en I&D, el tamaño y la variable de aprendizaje. Con respecto a la

---

<sup>19</sup> La ecuación se estima por mínimos cuadrados asimétricos.

productividad de las empresas los autores encuentran que esta depende positivamente del trabajo, la proporción de trabajadores calificados y el capital de la empresa. Se encuentra que los resultados de la innovación tienen poco impacto sobre la productividad de las empresas.

Lööf y Heshmati (2002) aplican el modelo para empresas suizas del sector servicios y manufacturas. Utilizan datos del *Community Innovation Survey (CIS)* y otros datos del registro de empresas de este país y logran analizar la sensibilidad de los resultados del modelo CDM con diferentes variables de los insumos a la innovación, los resultados de la innovación y la productividad. La importancia del estudio radica en que utilizan diferentes muestras, métodos de estimación y medidas para las variables. Los resultados estadísticos que obtienen prueban que la probabilidad de innovar aumenta con el tamaño de la empresa y la intensidad de capital de la misma. Además, se encuentra que la intensidad de la innovación disminuye con el tamaño de la empresa y que la productividad depende positivamente de los resultados en innovación. Sus conclusiones metodológicas sugieren que los problemas de endogeneidad son importantes en las encuestas porque aumenta la varianza de los estimadores y porque este problema puede ocasionar también un sesgo positivo en ellos. Los resultados entre las manufacturas y los servicios resultan ser más parecidos de lo que se pensaba.

Jefferson et al (2006) hacen un estudio para empresas Chinas. Los autores incluyen en el modelo los controles de tamaño, controles de capital extranjero, la concentración de la industria y la antigüedad de la empresa. Sus resultados sugieren que la intensidad en I&D no depende del tamaño o de la concentración de mercado cuando incluyen variables dicotómicas por sector. También encuentran que las ventas por productos innovadores aumentan con la intensidad en I&D. Las ventas innovativas, a su vez, afectan positivamente a la productividad de la empresa.

Mohnen, Mairesse y Dagenais (2006) utilizan datos de siete países europeos<sup>20</sup> del primer levantamiento del *Community Innovation Survey*. Los autores analizan la propensión a innovar y la intensidad de la innovación -medida por la fracción de ventas innovativas- entre estos países y entre sectores de alta y baja tecnología.<sup>21</sup> En esta relación, estiman un modelo Tobit generalizado con una transformación logarítmica de la segunda variable.<sup>22</sup> Los resultados importantes de ese estudio sugieren que la propensión a innovar depende del tamaño de la

---

<sup>20</sup> Bélgica, Dinamarca, Irlanda, Alemania, Holanda, Noruega e Italia.

<sup>21</sup> Los sectores que clasifican como sectores de alta tecnología son los vehículos, químicos, y maquinaria eléctrica. Los sectores de baja tecnología son los alimentos, los textiles, la madera, plástico y caucho, minerales no metálicos, manufactura de metales básicos, y muebles.

<sup>22</sup> La variable de porcentaje de ventas innovadoras ( $v$ ) se transforma monótonicamente a  $\ln(v/(1-v))$ , permitiendo que tenga errores normalmente distribuidos, ya que la nueva variable va de  $-\infty$  a  $\infty+$



empresa y de si la empresa pertenece a un grupo o no, ya que pertenecer a un grupo podría aumentar el acceso de las empresas a redes de conocimiento o a mayores recursos de financiamiento. El estudio muestra que las industrias de alta tecnología son más propensas a innovar y lo hacen con mayor intensidad. Aunque no se proveen pruebas formales de las diferencias de los coeficientes de ambas estimaciones puede verse que los efectos del tamaño, las actividades de I&D, la cooperación en I&D, la competencia percibida por la empresa y la proximidad a la investigación básica son mayores en las industrias de alta tecnología. El estudio corrobora los resultados positivos de las variables usuales sobre la intensidad de innovación.

Para el caso de México, Romo y Hill (2006) utilizan el marco de análisis de los modelos CDM para analizar el proceso de innovación con datos de la Encuesta Nacional de Innovación 2001. Los autores analizan los determinantes de la innovación y los resultados de estas innovaciones, y proponen un índice de capacidades tecnológicas que depende de los determinantes revisados. La variable de capacidades tecnológicas asigna puntos a las actividades de las empresas que pueden reflejar sus esfuerzos en actividades tecnológicas.<sup>23</sup>

Los resultados del estudio sugieren que el tamaño tiene un efecto positivo en la decisión de innovar pero negativo en la inversión realizada. El personal en investigación, la concentración de mercado, las actividades de exportación, el acceso a los créditos, tener un departamento de I&D, y contratos de asistencia tecnológica son significativos y positivos sólo en la probabilidad de hacer innovación. Por su parte, la presencia de IED influye negativamente a ambas relaciones. Los apoyos del gobierno tienen un efecto positivo en la probabilidad de innovar y negativo en la inversión realizada.

Para los resultados de la innovación se encuentra un efecto positivo de la inversión estimada, el personal en I&D, la participación de capital extranjero, y las certificaciones ISO 9000. La concentración de mercado tiene un efecto negativo sobre los productos de la innovación. Pertenecer a un grupo es importante y de forma negativa sólo para las innovaciones que dicen

---

<sup>23</sup> La propensión a innovar, el gasto en innovación y los resultados de la innovación (medidos por variables dicotómicas de innovación en producto, e innovación en producto y proceso; el porcentaje de ventas por productos tecnológicamente mejorados, y las patentes por empleado otorgadas a la empresa) se modelan en función del tamaño, medido por el número de empleados de la empresa, el personal dedicado a las actividades de investigación y desarrollo, si la empresa pertenece a un grupo, una medida de concentración de mercado basada en el Censo Industrial de 1999, una variable dicotómica que indica si la empresa contaba con inversión extranjera, si realizaba actividades de exportación, si obtuvo un crédito para las actividades de innovación, si tuvo apoyo del gobierno, si tuvo certificación ISO 9000 en alguno de sus establecimientos, si cuenta con un departamento de I&D, si tiene firmados contratos de asistencia tecnológica, si su principal proveedor es extranjero y variables dicotómicas por sector. De la ecuación de inversión en innovación y de los resultados de la innovación se omiten las variables del departamento de I&D, los contratos de asistencia tecnológica y si su principal proveedor es extranjero. Además, se excluyen también de los resultados de la innovación las variables de crédito y apoyo del gobierno, y se incluyen los gastos estimados en innovación.

Las certificaciones ISO están relacionadas con la calidad del producto y aseguran que el producto cumpla con los requerimientos de los clientes, ambos bajo estándares internacionales.

ser nuevas para el mundo. Finalmente, el hecho de exportar tiene un efecto positivo sobre las innovaciones radicales y un efecto negativo sobre las otras variables de resultados a la innovación.

Por último, es importante considerar dos estudios para México que utilizan la Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación en el Sector Manufacturero, (ENESTYC). En un estudio comparativo con Chile, Álvarez y Robertson (2004) analizan la relación entre la exposición a mercados extranjeros y las actividades tecnológicas de las empresas chilenas y mexicanas. En el caso de México, el periodo de estudio permite analizar el inicio del periodo de liberalización económica de 1994.<sup>24</sup> Los autores analizan los efectos de las exportaciones, la inversión extranjera directa, el tamaño, el comercio en bienes intermedios y otras variables, en la decisión de las empresas para realizar actividades de innovación. Los autores encuentran que las exportaciones afectan todas las medidas de actividad tecnológica (nuevos diseños, laboratorio de I&D, nuevas herramientas, ISO 9000, compra de licencias, nuevos productos, y reorganización de la producción en la empresa), mientras que la IED y la importación de bienes intermedios afectan más a la adopción de tecnologías ya existentes (nuevas herramientas, ISO 9000, compra de licencias). También se prueba que la IED tiene un efecto negativo sobre los nuevos diseños o productos. Esto indicaría que las empresas extranjeras en México sirven como centros de producción y sus matrices como centros de invención y diseño. Cuando se analizan las diferencias en estos patrones por los destinos de las exportaciones se encuentra que las empresas que exportan a países avanzados desarrollan más nuevos productos, nuevas herramientas, y tienden a reorganizar más la producción, mientras que las que exportan a países en desarrollo son más propensas a invertir en nuevos diseños y a tener laboratorios de I&D. El estudio encuentra también relaciones no lineales en los efectos del tamaño y las exportaciones sobre la probabilidad de realizar actividades tecnológicas.

Meza y Mora (2005), utilizan datos de esta encuesta en 1992 y en 1999 para explicar los efectos de la apertura comercial y la inversión extranjera sobre la inversión en I&D. Los autores logran obtener un panel de datos con estos dos años. Los resultados del estudio muestran que para los dos años la probabilidad de hacer I&D fue afectada positivamente si la empresa exportaba algo de su producto, al igual que con el tamaño. Se encontró también que la concentración de mercado afectaba positivamente a estas actividades en 1992 pero negativamente en 1999, indicando que las ventajas de los mercados oligopólicos para la

---

<sup>24</sup> Los autores utilizan la ENESTYC de 1995, que incluye variables de 1993 al 95.

realización de la innovación desaparecieron después de la apertura comercial. La IED no resultó significativa para realizar estas actividades o en la cantidad invertida en ellas.

#### 4.2. Modelo a estimar y variables utilizadas

La estimación de la ecuación de los gastos en innovación tiene que tomar en cuenta que esta variable es observada sólo para aquellas empresas que reportan un gasto positivo en este rubro. Sin embargo, las cantidades que otras empresas *querrían* gastar no pueden ser observadas.

Esto se debe a que la decisión de innovar, especialmente por I&D, tiene detrás restricciones que imposibilitan a las empresas para realizar estos gastos, como pueden ser los altos costos de entrada, las faltas de financiamiento o los obstáculos derivados de la legislación vigente, y que en su conjunto hacen que sólo las empresas que pueden superar estas barreras realicen actividades de innovación.

Además, existen otro tipo de problemas relacionados con esta variable, como son la forma en que las empresas reportan los gastos en estas actividades. En empresas pequeñas, hay un sesgo a no reportar el gasto realizado porque este es canalizado por diversos departamentos que no pueden definirse como departamentos dedicados a la innovación o a la I&D.

El hecho de que existan restricciones y problemas de contabilidad en los datos observados para esta variable ocasiona que la muestra de empresas que reportan gastos en innovación y en I&D no sea aleatoria, por lo que existe un sesgo de selección en la muestra que necesita ser tomado en cuenta en los métodos de estimación. Esto ocasiona que al estimar los gastos realizados en innovación se obtengan valores sesgados. Se recomienda para estos casos que se estime conjuntamente la decisión de innovar (o la probabilidad de que una empresa reporte gastos positivos en innovación) y la cantidad de recursos destinados a la innovación.

De esta forma, las primeras dos ecuaciones a estimar serán la decisión o probabilidad de observar gastos positivos en innovación y la cantidad de recursos destinados a estas actividades.

La ecuación general donde se estima la probabilidad de reportar un gasto positivo en estas actividades está dada por:

#### **Ecuación 1**

$$\begin{aligned}
 P(\text{Gastos en innovación} > 0) = & \alpha + \beta_1 \text{Trabajo} + \beta_2 \text{Trabajo}^2 + \beta_3 \text{Capital humano} + \\
 & \beta_4 \text{Concentración} + \beta_5 \text{Concentración}^2 + \beta_6 \text{Inversión Extranjera} + \\
 & \beta_7 \text{Inversión Extranjera}^2 + \beta_8 \text{Exportaciones} + \beta_9 \text{Exportaciones}^2 + \beta_{10} (\text{Grupo}) + \\
 & \beta_{11} (\text{Coopera}) + \beta_{12} (\text{Crédito}) + \beta_{13} (\text{Apoyo Gobierno}) + \beta_{14} (\text{Proveedor Extranjero}) + \\
 & \beta_{15} (\text{Contratos Asistencia}) + \beta_{16} (\text{Unidades I\&D}) + \sum \beta_j \text{Sector}
 \end{aligned}$$

La ecuación general que modela el gasto en actividades de innovación está dada por:  $\gamma$

### ***Ecuación 2***

$$\begin{aligned} \text{Gastos en innovación} = & \mu + \gamma_1 \text{Trabajo} + \gamma_2 \text{Trabajo}^2 + \gamma_3 \text{Capital humano} + \\ & \gamma_4 \text{Concentración} + \gamma_5 \text{Concentración}^2 + \gamma_6 \text{InversiónExtranjera} + \\ & \gamma_7 \text{InversiónExtranjera}^2 + \gamma_8 \text{Exportaciones} + \gamma_9 \text{Exportaciones}^2 + \gamma_{10} (\text{Grupo}) + \\ & \gamma_{11} (\text{Coopera}) + \gamma_{12} (\text{Crédito}) + \gamma_{13} (\text{ApoyoGobierno}) + \sum \gamma_j \text{Sector} \end{aligned}$$

Se hace la estimación para el gasto total en innovación, los gastos en I&D, y los otros gastos en innovación. La razón para estimar los gastos en forma separada se debe a que en principio la I&D se asocia a la resolución de problemas cuando no se tienen fuentes de información disponibles, aunque existe el inconveniente de que estos gastos puedan significar diferentes cosas para las empresas. Dado que la encuesta incluye variables para los otros gastos en innovación, como el gasto en la compra de maquinaria y tecnología, en el diseño industrial, en actividades de arranque de producción de productos o procesos tecnológicamente nuevos o mejorados, y en la capacitación ligada a las actividades de innovación. Se esperaría que hubiera un menor sesgo en la forma de reportar los gastos en I&D. Tendríamos entonces dos tipos de gasto en innovación, aquellos que implican en mayor grado la investigación para la creación, modificación o adaptación de tecnologías, y aquellos que se asocian a la compra de tecnologías, la capacitación requerida para utilizarlas correctamente, y el diseño industrial, que son formas de adaptación de tecnología basadas en el aprendizaje por medio de la experiencia.

Las variables de control que se utilizan en este modelo, que se supone afectan a la decisión de innovar pero no al gasto destinado a la innovación son variables dicotómicas de características de la empresa para destacar si el principal proveedor de tecnología es extranjero, si la empresa tiene contratos de asistencia tecnológica, y si la empresa cuenta con una unidad de I&D o una unidad para la aplicación de la I&D.

Para identificar el efecto de los gastos en innovación sobre los resultados de la innovación se utilizan las siguientes relaciones:

### ***Ecuación 3***

$$\begin{aligned} \text{Productos / procesos} = & \eta + \delta_1 \text{Trabajo} + \delta_2 \text{Trabajo}^2 + \delta_3 \text{Capital humano} + \\ & \delta_4 \text{Concentración} + \delta_5 \text{Concentración}^2 + \delta_6 \text{InversiónExtranjera} + \\ & \delta_7 \text{InversiónExtranjera}^2 + \delta_8 \text{Exportaciones} + \delta_9 \text{Exportaciones}^2 + \delta_{10} \text{I\&D}^* + \\ & \delta_{11} \text{OtrosGastosInnovación}^* + \delta_{12} \text{ServiciosTecnológicos} + \delta_{13} (\text{DeptoTécnico}) + \\ & \delta_{14} (\text{ISO9000}) + \delta_{15} \text{ValorPerdido} + \sum \delta_j \text{Sector} \end{aligned}$$

#### **Ecuación 4a**

$$P(\text{Productos} > 0) = \eta + \delta_{16}\text{Trabajo} + \delta_{17}\text{Trabajo}^2 + \delta_{18}\text{Capital humano} + \delta_{19}\text{Concentración} + \delta_{20}\text{Concentración}^2 + \delta_{21}\text{InversiónExtranjera} + \delta_{22}\text{InversiónExtranjera}^2 + \delta_{23}\text{Exportaciones} + \delta_{24}\text{Exportaciones}^2 + \delta_{25}\text{I\&D}^* + \delta_{26}\text{OtrosGastosInnovación}^* + \delta_{27}\text{ServiciosTecnológicos} + \delta_{28}(\text{DeptoTécnico}) + \delta_{29}(\text{ISO9000}) + \delta_{30}\text{ValorPerdido} + \sum \delta_j \text{Sector}$$

#### **Ecuación 4b**

$$\text{Ventas innovativas} = \rho + \omega_1\text{Trabajo} + \omega_2\text{Capital humano} + \omega_3\text{Concentración} + \omega_4\text{InversiónExtranjera} + \omega_5\text{Exportaciones} + \omega_6\text{Productos}$$

En estas ecuaciones se utilizan las estimaciones del gasto en I&D y los otros gastos de innovación, y se incluyen los gastos en servicios tecnológicos en los que incurren las empresas, con una variable categórica para indicar si la transformación logarítmica de estos últimos ocasionó un valor perdido, con lo que se toma toda la información disponible para la estimación. La ecuación tres se estima tanto para la probabilidad de haber introducido nuevos productos o procesos al mercado como para el logaritmo del número de productos y procesos introducidos. Para esta última estimación se incluye también una variable dicotómica que indica los valores perdidos por la transformación logarítmica.<sup>25</sup>

La ecuación 4a es la ecuación de selección para las ventas innovativas. Debido a que estas se observan sólo cuando se introdujeron nuevos productos al mercado, se tiene que controlar por la probabilidad de haber introducido nuevos productos al mercado. La ecuación 4b indica el impacto de los determinantes y los gastos estimados sobre las medidas de las ventas innovativas: ventas por trabajador por productos tecnológicamente nuevos o mejorados, proporción de las ventas totales, y la transformación logarítmica de la proporción anterior.

Finalmente, se estima la relación entre los resultados de la innovación y la productividad de la empresa mediante la relación:

#### **Ecuación 5**

$$\text{Productividad} = v + \lambda_1\text{ResultadosInnovación} + \lambda_2\text{Trabajo} + \lambda_3\text{Capital humano} + \lambda_4\text{CapitalPorTrabajadorRama} + \sum \lambda_j \text{Sector}$$

---

<sup>25</sup> Los valores de las variables de interés fueron reemplazados por cero. La variable dicotómica que indica cuándo se ha ocasionado un valor perdido a causa de la transformación logarítmica permite incorporar toda la información relevante a la estimación. Para aquellas empresas para las que los productos o procesos eran originalmente cero, esta variable es uno, e indica la diferencia en la estimación que tienen estas empresas con las empresas que habían introducido un producto al mercado.

Esta relación incluye el capital por trabajador reportado en los Censos Económicos 1999 como un instrumento del capital de la empresa, asignado a cada una por la rama a la que pertenece. Esta variable no es reportada en la Encuesta Nacional de Innovación. La falta de esta información limita el alcance de este estudio para estimar la productividad de las empresas en función de sus factores y esfuerzos tecnológicos. Sin embargo, la inclusión de este instrumento permite observar las direcciones e importancia estadística de los resultados de la innovación sobre la productividad de las empresas.

### **4.3. El método de estimación de las ecuaciones del gasto en innovación.**

En el caso de la primera y segunda ecuaciones sólo podemos observar cuando una empresa ha realizado un gasto positivo en innovación. Pero la decisión de realizar el gasto pudo haber dependido de diferentes factores internos y externos a la empresa, y sólo cuando la interacción de estos excede cierto valor, digamos en una función de beneficios, la empresa hace un gasto positivo. Podría ser que el gasto que una empresa considera óptimo es menor que los gastos fijos que tiene que realizar, en cuyo caso, decide no realizar gastos en innovación, aunque hubiera deseado gastar una cantidad mayor a cero.

En situaciones donde se requiere analizar la relación entre  $x$  e  $y$  pero los datos están disponibles sólo para los casos en los que otra variable  $z_i^*$  excede cierto valor, es adecuado aplicar un método de estimación que pueda corregir este sesgo de selección. El modelo de estimación siguiente corrige este problema.

$$z_i^* = w_i\gamma + \mu_i \text{ Con } z_i = \begin{cases} 1 & \text{sí } z_i^* > 0 \\ 0 & \text{en otro caso,} \end{cases}$$

$$y_i = x_i\beta + \varepsilon_i$$

Donde  $z_i$  sólo es observada sí  $z_i^* > 0$ . Se supone que los errores siguen una distribución normal bivariada con media cero y varianzas  $\sigma^2_{\mu} = 1$ , y  $\sigma^2_{\varepsilon}$ , con un coeficiente de correlación igual a  $\rho$ . La estimación puede hacerse tanto por máxima verosimilitud como por dos etapas, donde primero se calcula la probabilidad de que una observación esté incluida en la muestra de la ecuación de interés y luego se utiliza esta probabilidad como variable en la regresión de mínimos cuadrados. Heckman (1979) propuso este último método de estimación condicional:

$$E(y|z^* > 0) = x\beta + \rho\sigma_{\varepsilon}\lambda(-w\gamma)$$

Donde  $\lambda(-w\gamma) = (\phi(-w\gamma))/(1 - \Phi(-w\gamma))$  representa el inverso de la razón de Mills, que a su vez es interpretado como la función de la probabilidad que da el valor de ser seleccionado.

La ecuación de la expectativa condicional del valor observado de  $y_i$  implica que los efectos marginales serán lineales siempre y cuando los errores no estén correlacionados, es decir, cuando no existan problemas de sesgo de selección. De otra forma, los efectos marginales de las variables son funciones no lineales que dependen indirectamente de las variables de la ecuación de selección. La identificación del sistema radica en la no linealidad del mismo, pero para evitar problemas de multicolinealidad, se recomienda que se incluyan variables que sólo afecten a la variable  $z_i$  en la ecuación de selección, y que no se incluyan en la ecuación de interés. Esto es porque aunque la razón de Mills sea no lineal, es muy fácil aproximarla mediante una relación lineal, y si se meten las mismas variables en ambas ecuaciones, será muy probable que se tengan problemas de multicolinealidad.

El modelo puede extenderse para el caso cuando  $\sigma^2_\varepsilon$  no es homocedástica, es decir, cuando la matriz de varianzas y covarianzas varía cuando cambian las variables explicativas. La estimación se realiza generalmente por ML pero en ocasiones este método tiende a no converger, por lo que es recomendable utilizar otros métodos que permitan calcular una varianza asintótica. Para el caso de la ecuación uno y la ecuación 2, se utilizó el método de Heckman en dos etapas calculando la varianza asintótica utilizando métodos de muestreo. Este método es una técnica de reemplazo de las observaciones que se basa en el principio de convergencia asintótica. Este método calcula repetidamente los estadísticos del modelo omitiendo a la vez una observación diferente de la muestra y usa esta distribución para elaborar los intervalos de confianza de los estimadores. Los valores calculados por este método son simplemente  $\theta_j = N \theta - (N-1)\theta(j)$ . Donde  $\theta$  y  $\theta(j)$  son los valores promedio de la muestra cuando se toman todas las observaciones y cuando se omite la observación  $j$ .

Las demás ecuaciones se estiman por ML utilizando métodos robustos a la heterocedasticidad. La ecuación 3 se estima por dos métodos: un método de elección binaria, o probit, y un método de regresión lineal. Las ecuaciones 4a y 4b se estiman de forma conjunta por ML. La ecuación 5 se estima de forma lineal.

#### ***4.4. Clasificación de los sectores tecnológicos***

Existen muchas clasificaciones para los sectores tecnológicos, dependiendo del tipo de variables y países que se tomen en cuenta. En este trabajo se emplean dos clasificaciones que se han utilizado ampliamente en la literatura.

La primera es la clasificación desarrollada por Pavitt (1984), quién después de haber analizado 2,000 innovaciones en Gran Bretaña y las diferentes estrategias de innovación de diferentes empresas en varios sectores, llegó a la definición de cuatro sectores con diferentes patrones, descritos a continuación. Se identifica a un sector de actividades dominadas por proveedores (DP), donde las innovaciones ocurren a través de la compra de tecnología y su adaptación, e incluye las actividades tradicionales de manufacturas y la agricultura. Está también el sector de oferentes especializados (OE), quienes se dedican a desarrollar tecnologías para otros sectores con actividades formales de innovación y que incluye actividades como la maquinaria, los instrumentos especializados y el software. Se encuentran además los sectores intensivos en escala (IE), donde la innovación se realiza a través de la adaptación de maquinaria y el diseño de productos complejos, como son los de bienes duraderos, automóviles y materiales. Finalmente se identifican los sectores basados en ciencia (BC), con actividades formales de investigación, como los electrónicos y los químicos. Estas definiciones sectoriales dan un marco evolutivo del desarrollo de la industria en una economía, que se supone comienza con el sector de actividades dominadas por proveedores y proveedores especializados, los cuales importan tecnologías y desarrollan capacidades tecnológicas para modificarlas y eventualmente transferirlas al sector de actividades intensivas en escala, que a su vez producen nuevas innovaciones y complementan sus actividades de producción con actividades de I&D. Finalmente, se desarrolla el sector de actividades basadas en ciencia, cuyas actividades complementan las de los oferentes especializados a través de nuevos desarrollos de materiales o componentes que son utilizados como insumos en la producción de nuevos bienes de capital, completando el ciclo.<sup>26</sup>

Como sabemos, las actividades de I&D no son la única forma por la que pueden desarrollarse nuevos productos. Sin embargo, las actividades tecnológicas de las empresas han cambiado a lo largo del tiempo, y algunas actividades se han vuelto más intensivas en innovación y han incrementado los recursos que dedican a la I&D. La clasificación desarrollada por Hatzichronoglou (1997) ha sido utilizada ampliamente en estudios entre países y en análisis sectoriales de los Sistemas Nacionales de Innovación. Esta clasificación calcula el contenido

---

<sup>26</sup> Cimoli (2000).



tecnológico de los bienes producidos y utilizados en cada sector mediante los gastos en I&D, y toma medidas directas e indirectas de las intensidades de la I&D. La medida directa utiliza para la clasificación sectorial los gastos en I&D de diez países de la OECD en estos sectores y los pondera por el producto real de cada sector evaluado a tasas de cambio reales. La medida indirecta captura la intensidad tecnológica de los insumos utilizados en cada sector utilizando una matriz insumo producto que toma en cuenta las intensidades de I&D calculadas para la medida directa. Esta metodología prueba que las cuatro divisiones realizadas (alta, media alta, media, baja) son consistentes a lo largo del tiempo y que los sectores que invierten más en I&D son a su vez los sectores que utilizan los insumos con mayor contenido tecnológico.

Para fines de este trabajo, se utilizan las clasificaciones de Hatzichronoglou (1997) para definir tres muestras para la estimación: el sector de alta y media alta tecnología (en adelante sector de alta tecnología), el sector de media-baja tecnología (en adelante sector de media tecnología), y el sector de baja tecnología. A su vez, se utilizan las clasificaciones de Pavitt para definir grupos en estos sectores y en los casos donde ambas clasificaciones comprenden un grupo de ramas se utilizan variables dicotómicas por rama para distinguir diferencias al interior del grupo. Como hemos visto, los factores de mercado y los factores tecnológicos son importantes para el proceso de innovación y cada sector tiene sus diferencias. Estas clasificaciones nos ayudan, primero, a definir muestras por la intensidad de las actividades de innovación, y después, a clasificar a las empresas por su tipo de actividades tecnológicas. Se le da preferencia a la clasificación por intensidad tecnológica debido a que captura mejor el comportamiento de algunos sectores que Pavitt considera como intensivos en escala y que tienen mayores actividades de gastos en innovación como la petroquímica básica y la producción de químicos, en comparación con industrias básicas de hierro y acero o de producción de artículos metálicos. Lo mismo aplica para las definiciones de algunos sectores dominados por proveedor, por ejemplo, como son la industria del plástico y el hule, en comparación con las industrias de elaboración de alimentos y de textiles. La clasificación completa se muestra en la Tabla A1.



## V: Evidencia para México

En esta sección se revisan algunas estadísticas descriptivas de las actividades económicas y de innovación de las empresas manufactureras mexicanas usando los datos de la ENI 2001, y se presentan los resultados de las estimaciones.

### ***5.1. Actividades económicas y de innovación en las empresas manufactureras mexicanas***

#### ***5.1.1. Actividades económicas***

Las empresas de alta tecnología tienen en promedio una productividad en el año 2000 mayor en 50% al total de la productividad de las empresas de la muestra, y es mayor a la productividad de los sectores de media y baja tecnología. En todos los sectores, la productividad de las empresas que pertenecen a un grupo es superior al promedio del sector, principalmente en los sectores de alta tecnología, con una productividad dos veces mayor al promedio total de la muestra y un 38% mayor a la productividad del sector. La diferencia más marcada entre sectores se encuentra en el sector de baja tecnología, donde la productividad de las empresas que pertenecen a un grupo es un 40% mayor al total de la muestra y 69% superior a la productividad de este sector.

El cambio en la productividad de 1999 al 2000 está relacionado con un aumento en el empleo en los sectores de alta y media tecnología, y con una disminución en el empleo en el sector de baja tecnología que llega a ser de -4.6% para las empresas que pertenecen a un grupo.

En cuanto al capital humano se observa que la composición de ingenieros y técnicos como porcentaje del personal total es en promedio muy reducida en todos los sectores, si bien es superior en los sectores de alta tecnología (5.7%).

El porcentaje de empresas que cuentan con capital extranjero es mayor en los sectores de alta tecnología, con 32% de las empresas con participación de capital extranjero y 65% de participación promedio en las empresas que forman parte de un grupo, en las cuales la participación de capital extranjero llega a ser en promedio del 83% del capital total de la empresa. Este porcentaje promedio de participación de capital extranjero es muy alto en las empresas que pertenecen a un grupo para todos los sectores.

En cuando a las actividades de exportación se observa que estas son mayores en los sectores de alta tecnología, donde las empresas que pertenecen a un grupo exportan en promedio más del 28% del total de sus ventas y cerca del 80% de estas empresas realiza actividades de exportación, siendo las ramas más importantes las de Equipo informático y oficina (45%),

Componentes electrónicos (30%), Fibras y filamentos (23%) e Industria automotriz (17%). En el sector de media tecnología las actividades de exportación son también importantes, 48% de las empresas realiza actividades de exportación con un promedio del 21% del total de las ventas. En este sector destacan las ramas de Muebles metálicos (44%), Petroquímica básica (14%), Hierro, acero y minerales no metálicos (14%) y Vidrio (17%). En el sector de baja tecnología sólo el 30% realiza actividades de exportación y la diferencia entre las actividades de exportación de empresas que pertenecen a un grupo y las empresas independientes son pequeñas. En este sector destacan el sector de Fibras duras naturales (61%), Artículos de madera y muebles (44%), Artículos de cuero y piel (34%), y productos elaborados del tabaco (21%).

Estas cifras muestran que la escala de clasificaciones tecnológicas corresponde con las actividades de las empresas: los sectores de alta tecnología son los más productivos, los que más han crecido en productividad generando empleos, y los que tienen mayor capital humano. Además, están más involucrados en actividades de exportación y tienen mayor participación de capital extranjero.

Tabla 1: Indicadores de actividades económicas en las empresas por sectores

	Ventas/ trabajo (V/L) <sup>1</sup>	$\Delta(V/L)$	$\Delta L$	Capital humano/ L	Exporta- ción <sup>2</sup>	¿Exporta?	IED <sup>2</sup>	¿Cuenta con IED?	Empresas
En porcentajes									
Alta	1.5	13.3	5.6	5.7	22.7	59.4	82.1	32.5	18.5
Grupo	2.1	16.8	0.3	6.6	28.7	79.3	83.4	65.2	7.7
Media	1.0	10.7	3.0	3.5	20.9	48.5	75.3	13.7	26.7
Grupo	1.7	11.4	0.0	2.9	20.4	51.3	83.7	30.7	6.9
Baja	0.8	20.4	-0.2	2.2	23.3	30.0	71.5	6.7	54.8
Grupo	1.4	49.7	-4.6	3.2	21.4	31.3	84.7	17.6	12.3
	574.6	16.5	1.7	3.2	22.4	40.4	77.3	13.4	100

<sup>1</sup> Valores relativos a la productividad media de la muestra. <sup>2</sup> Valores para las empresas que exportan o que tienen IED.

Las observaciones que se utilizan para estos cálculos y para las estimaciones son 8,121; y son menores a las 8,145 observaciones totales de la encuesta porque se excluyeron algunas observaciones aberrantes.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI 2001.

### 5.1.2. Actividades de innovación en las empresas y en los sectores y sus capacidades tecnológicas

El sector de alta tecnología tiene un mayor número de empresas con gastos positivos en innovación (38%). En general, vemos que en la muestra las actividades de innovación son importantes, ya que el 27.9% de las empresas reporta haber realizado actividades de innovación. Un mayor número de empresas realizó innovaciones de productos que en proceso en los sectores de alta y media tecnología, ocurriendo lo contrario en el sector de baja tecnología,

donde la producción depende en mayor medida del aprovechamiento de los recursos naturales. Cabe destacar que no todas las innovaciones de proceso pueden implicar nuevos productos en el mercado. En la muestra el 32.5% de las empresas que introdujo nuevos procesos no introdujo nuevos productos al mercado, y de los nuevos productos introducidos el 43.7% no implicó la introducción de nuevos procesos de producción.

Tabla 2: Actividades de innovación de las empresas

En porcentaje

	Sectores tecnológicos						Total
	Alta		Media		Baja		
	Total	Grupo	Total	Grupo	Total	Grupo	
Innovaron	38.6	41.4	25.3	19.1	25.6	23.8	27.9
Proceso	25.7	30.3	14.1	13.6	18.4	19.5	18.6
Producto	35.0	38.4	23.3	15.0	17.4	17.1	22.2
Departamento técnico	63.5	76.1	61.9	74.6	36.0	57.1	47.9
Departamento de Aplicación	33.5	40.1	14.6	18.6	9.9	26.2	15.5
Departamento de I&D	24.2	31.0	11.2	16.1	8.2	19.9	11.9
Hace I&D	24.1	27.0	14.0	11.6	7.8	9.6	12.4
Intensidad total <sup>1</sup>	0.0	3.6	0.0	4.2	0.0	1.7	0.0
Intensidad I&D	0.7	0.9	0.5	0.7	0.7	0.2	0.6
Intensidad Otros gastos	2.3	3.3	1.9	3.8	2.1	1.7	2.1
Asistencia Nacional	2.5	2.6	1.9	0.5	3.3	7.5	2.8
Asistencia Extranjera	6.6	14.4	3.5	5.5	1.6	3.7	3.0
Proveedor extranjero	14.9	21.3	8.2	3.2	2.1	6.4	6.1
Número de empresas	1,503	623	2,168	560	4,450	995	8,121

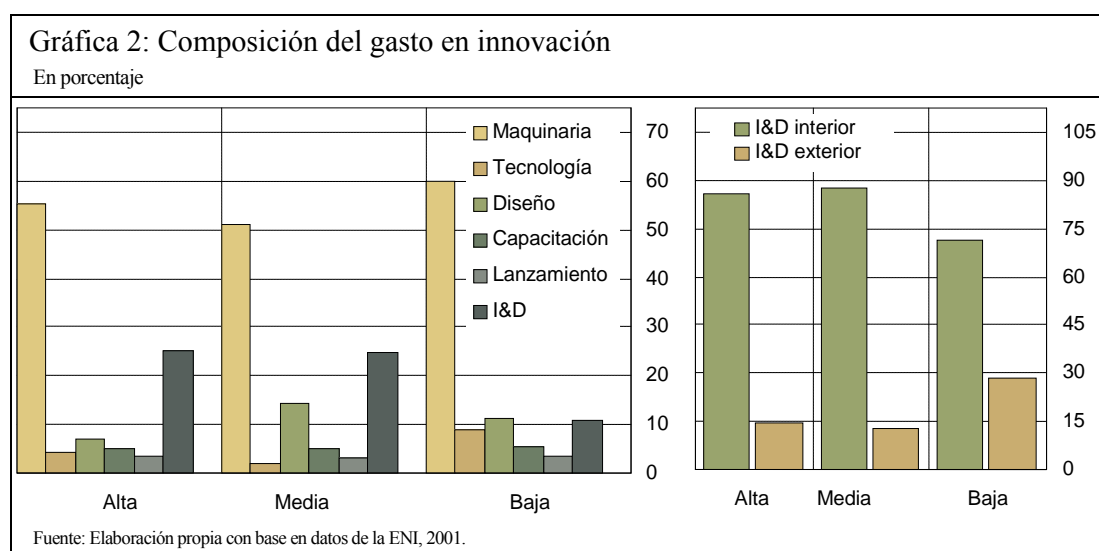
<sup>1</sup> Porcentaje del gasto total en innovación en las ventas de la empresa.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI 2001.

Es importante resaltar también que aunque en general son más frecuentes las actividades de innovación mediante gastos diferentes a los gastos en I&D (sólo el 45% de las empresas que reporta un gasto positivo en innovación realiza también gastos en I&D), la proporción varía entre sectores y más alta en los sectores de alta tecnología, donde el 60% realiza actividades de I&D. A este le sigue el sector de media tecnología, con un 55%. En el sector de baja tecnología sólo el 30% de las empresas que reporta gastos en innovación reporta también gastos en I&D. A pesar de estas diferencias, las intensidades (gasto en I&D/ventas) con las que invierten las

empresas en los diferentes sectores es muy parecida y en general muy baja, y está por debajo del promedio de la intensidad de las empresas de otros países.<sup>27</sup>

El principal componente del gasto total de la innovación es la adquisición de maquinaria, aunque las actividades de I&D son el segundo componente más importante en los sectores de alta y media tecnología. Sólo en el sector de baja tecnología la I&D es igual de importante que el diseño (11% vs. 11.2%). Es importante notar también que las actividades de I&D se realizan en su mayoría en el interior de la empresa en los sectores de alta y media tecnología (85.8% vs. 87.4%). En el caso de las empresas de baja tecnología este tipo de gasto se realiza en buena parte fuera de la empresa (28.6%).



Las capacidades tecnológicas de las empresas por departamentos técnicos, unidad de aplicación de I&D y unidad de I&D son mayores en las empresas de alta tecnología. En este sector, 63.5% cuenta con un departamento técnico para documentar sus procesos de producción, 33.5% cuenta con una unidad para la aplicación de la investigación, y el 24% cuenta con unidades de I&D, siendo las empresas que forman parte de un grupo las que tienen mayores capacidades de este tipo en el sector. Estas capacidades son menores para los sectores de media tecnología en cuanto a los departamentos de aplicación de la investigación y la unidad

<sup>27</sup> El promedio de los sectores de alta tecnología en la muestra estudiada por [Mohnen et al \(2005\)](#) para Bélgica, Dinamarca, Alemania, Irlanda, Italia, Holanda, y Noruega es de 4.4%, y para los sectores de baja tecnología es de 2.0%. Para México, utilizando los datos de la ENI 2001, este gasto con respecto al valor agregado en la industria fue de 0.16% en el 2000 y de 0.23% en 2003, mientras que el promedio para la OECD en esos años fue de 1.92% y 2.17%, [OECD \(2006\)](#).

de I&D, pero el porcentaje de empresas con departamentos técnicos es muy similar. Los sectores de baja tecnología tienen muy poca infraestructura en este sentido.

En cuanto a los tipos de acuerdos de asistencia tecnológica y tener como principal proveedor a un proveedor extranjero, de las empresas que realizaron innovación sólo el 2.8% tenía acuerdos con empresas nacionales y el 3.0% con empresas extranjeras. Los contratos de asistencia tecnológica son más frecuentes con extranjeros que con nacionales para los sectores media y alta tecnología, donde el 6.6% y el 14.4% de las empresas que forman parte de un grupo tienen acuerdos de asistencia tecnológica con extranjeros. En el caso del sector de baja tecnología, los contratos con nacionales son más importantes, del total de empresas con contratos en este sector, el 67% tiene contratos con nacionales. Muy pocas empresas tienen como principal proveedor a un proveedor extranjero. El mayor porcentaje lo registran las que forman parte de un grupo (21.3%).

Tabla 3: Actividades de cooperación y financiamiento en las empresas

	Coopera	Financiamiento para la innovación				Innovo	# Empresas
		Recursos propios	Recursos de asociadas	Crédito	Apoyo del gobierno		
Alta	27.9	96.9	11.6	18.4	6.9	38.6	1,503
Grupo	45.3	89.9	24.8	8.1	2.3	41.4	623
Media	18.0	87.6	10.2	24.8	0.5	25.3	2,168
Grupo	23.4	90.7	20.6	37.4	2.8	19.1	560
Baja	8.8	93.6	3.9	13.3	3.2	25.6	4,450
Grupo	16.5	81.9	18.6	18.6	11.4	23.8	995
Total	15.9	93.0	7.4	17.4	3.5	27.9	8,121

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI 2001.

La importancia de los acuerdos de cooperación y de las diversas fuentes de financiamiento radica en que ambos pueden ayudar a las empresas a diversificar el riesgo en este tipo de inversiones. En el caso de los acuerdos de cooperación, se pueden intercambiar conocimientos además de dividir el costo de la inversión. Esto podría ser benéfico si las empresas pueden aprovechar el conocimiento de la otra empresa para aumentar sus capacidades tecnológicas. En las empresas que innovaron se observa que los acuerdos son más frecuentes en las empresas del sector de alta tecnología (46%), donde las empresas que forman parte de un grupo son las que mayores acuerdos de cooperación suelen tener.

Es probable que un proyecto de innovación tenga diferentes fuentes de financiamiento. La mayoría de las empresas financia sus actividades con sus propios recursos y cuando tienen otras fuentes de financiamiento recurren al crédito y a los recursos de sus asociadas. Al respecto, se

observa que las empresas que forman parte de un grupo en los sectores de alta y baja tecnología se apoyan más en los recursos de sus asociadas. Los recursos públicos llegan más a empresas del sector de alta y baja tecnología.

## **5.2. Resultados de la estimación**

La metodología utilizada permite analizar tres etapas diferentes del proceso de cambio tecnológico en las empresas. Los resultados de las estimaciones de las ecuaciones de cada etapa son analizados a continuación.

### **5.2.1. Decisión de realizar gastos en innovación e inversión realizada.**

#### ***Efectos del tamaño y el capital humano***

Los argumentos teóricos revisados en el Capítulo 3 sugieren una relación positiva entre el tamaño y la probabilidad de innovar y la cantidad de recursos destinados a las actividades de innovación. Esta relación podría no ser lineal debido a que por un lado, el tamaño ofrece ventajas, como las economías de escala o la facilidad de financiamiento, entre otras, y por el otro lado, puede tener desventajas, como los problemas de incentivos y de coordinación al interior de las empresas pueden obstaculizar el desarrollo de este tipo de actividades.

Los resultados de la ecuación de selección de los gastos totales en innovación sugieren que el tamaño no aumenta la probabilidad de innovar de las empresas. Este resultado contrasta con los efectos positivos encontrados para los gastos en I&D y los otros gastos en innovación.

Esta relación es en general menos que proporcional, resultado de los diferentes efectos entre los sectores. Para el sector de alta tecnología el tamaño tiene un efecto más que proporcional sobre los otros gastos en innovación y efectos casi proporcionales sobre los gastos en I&D.

Para los otros sectores, el tamaño es importante sólo para explicar los gastos en I&D. En el caso del sector de media tecnología, el tamaño tiene un efecto negativo sobre la probabilidad de realizar I&D. En el caso del sector de baja tecnología, el efecto sobre la probabilidad de realizar I&D es más que proporcional y claramente decreciente.

La Gráfica 3, la Gráfica 4 y la Tabla A3-A5 muestran estos resultados. Para los sectores donde el tamaño resultó significativo se observa que la probabilidad marginal de realizar gastos en innovación, aproximada por la pendiente de las curvas, es más grande y positiva para empresas pequeñas, y cercana a cero o negativa para empresas grandes, salvo en el caso del sector de media tecnología para los gastos en I&D, donde esta probabilidad es negativa (paneles izquierdos de la Gráfica 3). Esto sugiere que los aumentos en el tamaño incentivan en mayor



medida a las empresas pequeñas, pero al tomar en cuenta el efecto total del tamaño, este es menor para empresas pequeñas que para empresas grandes.

Estos resultados podrían indicar que la tendencia en términos de competitividad en las empresas grandes en el sector de alta tecnología se dan por una mayor tendencia a la innovación, mientras que en el sector de media tecnología podría darse por el uso intensivo de mano de obra y la competencia en términos de reducción de costos a través de economías de escala.

En cuanto a los efectos del tamaño sobre los gastos en innovación se observa que esta variable es importante para explicar los gastos totales en innovación en todos los sectores. La relación entre el tamaño y los gastos destinados a innovación es positiva y decreciente para los sectores de alta y baja tecnología, y positiva y constante para el sector de media tecnología, y en general, es más que proporcional para todos los sectores. Los sectores de alta y baja tecnología tienden a gastar más en otros gastos en innovación, mientras que el sector de media tecnología tiende a gastar más en I&D.

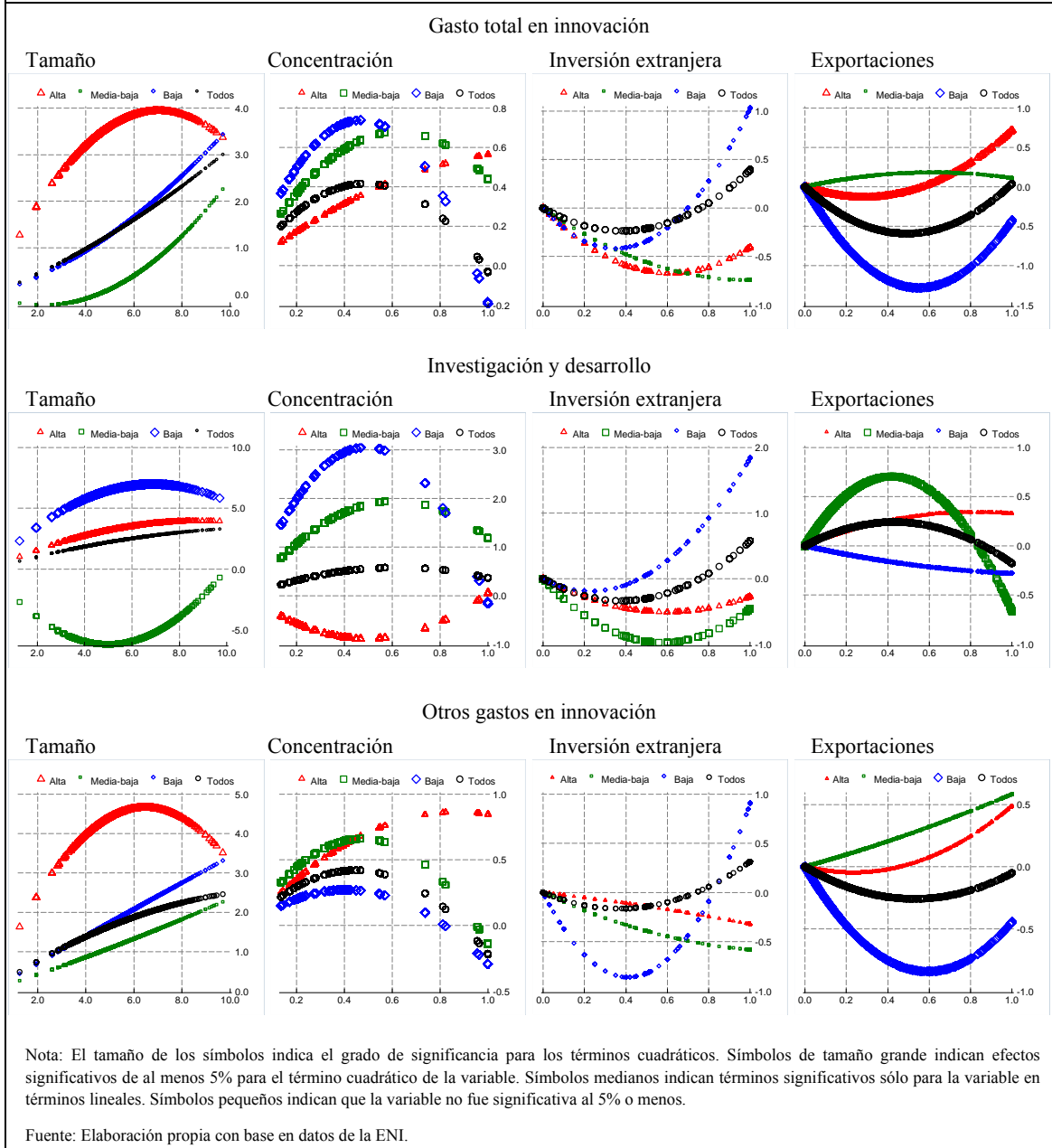
Como era de esperarse, la proporción de trabajadores dedicados a la I&D y a la aplicación de desarrollo de tecnologías tiene un efecto significativo sobre la probabilidad de realizar cualquier tipo de gastos en innovación. El capital humano específico a estas actividades incrementa significativamente la probabilidad de realizar actividades de innovación. El único sector y tipo de gasto para el que esta variable no es significativa es para el sector de media tecnología para los otros gastos en innovación.

El efecto de la proporción de estos trabajadores sobre los gastos en innovación es diferenciado. Para los gastos totales en innovación, su efecto es positivo en los sectores de alta y baja tecnología, y negativo para el sector de media tecnología. Esta variable no resulta significativa para los gastos en I&D. El efecto positivo sobre los otros gastos en innovación es significativo sólo para el sector de alta tecnología, y es también negativo para el sector de media tecnología. Haría falta un análisis sobre la forma en que se destinan los recursos a la innovación en las empresas para explicar estos efectos. Los efectos positivos en los otros gastos de innovación estarían relacionados directamente con la adaptación de tecnologías.

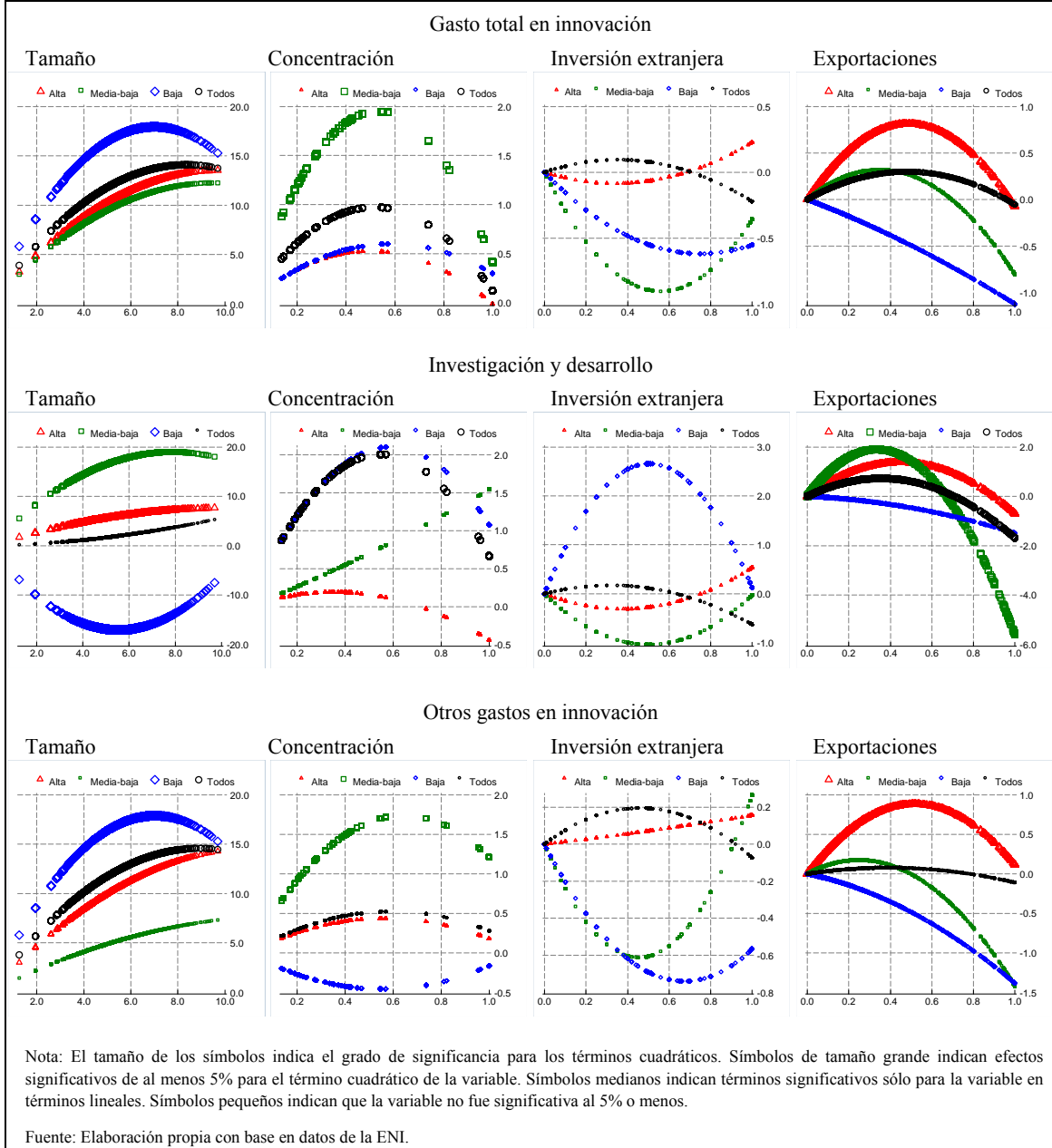
### ***Efectos de la concentración de mercado sobre la inversión en innovación***

La literatura revisada sugiere una relación no lineal de forma de “u” inversa entre la concentración de mercado y las actividades de innovación. Los resultados prueban esta hipótesis tanto para la probabilidad de realizar estas actividades como para la los gastos realizados en innovación.

Gráfica 3: Efectos de los determinantes sobre la probabilidad de realizar gastos en innovación  
 Coeficientes de la regresión por los niveles de las variables



Gráfica 4: Efectos de los determinantes sobre los gastos realizados en innovación  
 Coeficientes de la regresión por los niveles de las variables



A niveles altos de competencia, las empresas tienen menores incentivos a innovar debido a la incertidumbre de mercado y a la rivalidad, además de que enfrentan problemas de apropiabilidad. Cuando la concentración de mercado aumenta en este tipo de mercados, los problemas de incertidumbre y de apropiabilidad se reducen, y con esto se incrementan los incentivos a la innovación y la probabilidad de realizar estas actividades. En mercados concentrados, un aumento de la concentración aumenta muy poco los incentivos a la innovación o incluso los reduce, haciéndolos negativos, debido a que el efecto de la competencia de mercado disminuye.

Esto justifica la idea de que la mayor tasa de innovación y de gasto en innovación se daría en mercados medianamente competidos, y no en mercados completamente competitivos. Esto tiene sentido porque se toma en cuenta el balance entre el efecto positivo de la concentración sobre las desventajas de la apropiabilidad de los resultados de la innovación, y el efecto negativo sobre los incentivos de ser el primero en introducir una innovación al mercado. En mercados competidos, este efecto es muy grande, y decrece conforme la concentración de mercado aumenta.

La relación propuesta entre la concentración y la probabilidad de innovar se cumple para los sectores de media y baja tecnología para los gastos totales y para ambos tipos de gastos en innovación. Los efectos en el sector de alta tecnología no son significativos debido a efectos opuestos por tipo de gasto. El sector de alta tecnología podría ser considerado como un sector que es concentrado. Cualquier aumento en la concentración reduciría la probabilidad de realizar I&D.

En cuanto a los efectos de la concentración sobre los gastos en innovación por sectores se observan efectos significativos sólo para el sector de media tecnología sobre los otros gastos en innovación y sobre los gastos totales en innovación, siendo significativa esta relación de “u” inversa para el total de los sectores en los gastos en I&D y los gastos totales de innovación.

### ***Efectos de la participación de capital extranjero en las empresas***

La literatura del cambio tecnológico sugiere que la inversión extranjera directa es uno de los principales canales para la transferencia de tecnología. Sus efectos sobre las actividades de innovación de una empresa dependen de su carácter complementario o sustituto de este tipo de actividades. El círculo virtuoso se daría en los casos donde las transferencias tecnológicas a través de la IED se complementan con actividades de innovación en las empresas locales. Los resultados muestran que la IED está relacionada con una menor probabilidad de realizar gastos en innovación, y que su efecto sobre los gastos en innovación no es significativo. Los efectos

positivos de la IED sobre la probabilidad de realizar gastos en innovación se observan sólo cuando la participación de capital extranjero es alta. Esto indica que el tipo de tecnología que se transfiere es sustitutiva de las actividades de innovación de las empresas locales cuando la participación de capital extranjero es minoritaria, y que las tecnologías que se transfieren son complementarias a las actividades de innovación sólo para niveles mayoritarios de participación de capital extranjero en las empresas. El hecho de que esta participación desincentive las actividades de innovación locales puede ser contraproducente a largo plazo. Importar o transferir tecnologías por esta vía es rentable en el corto plazo porque implica menores esfuerzos para las empresas.

### ***Efectos de las actividades de exportación de las empresas***

Las actividades de exportación están relacionadas con la diversificación de mercados, y esta tiene efectos positivos sobre los gastos en innovación en la medida en que permite diversificar los costos y riesgos de la innovación entre los mercados a los que se tiene acceso, así como una capacidad mayor para apropiarse de los beneficios de la innovación por la venta de productos en los mismos. Si una innovación no es exitosa en un mercado, tiene probabilidad de ser exitosa en los demás mercados en los que la empresa participa. En general, la relación entre la probabilidad de realizar actividades de innovación y las actividades de exportación son negativas para los gastos totales en innovación y para los otros gastos en innovación, mientras que son positivas y decrecientes para los gastos en I&D. Las empresas que desarrollan su propia tecnología pueden beneficiarse más de estas innovaciones y explotar diferentes mercados, donde sus productos pueden representar una buena alternativa ante productos tecnológicamente similares. Los productos de las empresas exportadoras tienen que ser competitivos, ya sea en contenido tecnológico o en precio, de ahí que esta variable afecte negativamente a la probabilidad de realizar otros gastos en innovación. Una empresa exportadora a base de tecnología extranjera difícilmente superará la calidad de los productos elaborados en países extranjeros, sobre todo si la tecnología que posee es inferior.

El efecto general sobre los gastos totales en innovación es positivo y decreciente, en particular para los gastos en I&D. Sus efectos son significativos en el sector de alta tecnología para todos los desgloses de los gastos en innovación, y para el sector de media tecnología para los gastos en I&D. El efecto decreciente e incluso negativo a niveles altos de exportación podría explicarse por la falta de diversificación de mercado y por la presencia de empresas maquiladoras, que realizan pocas actividades de innovación.

### ***Efecto de otras características de la empresa y variables de control***

La pertenencia a un grupo tiene en general un efecto positivo sobre la probabilidad de realizar gastos en innovación, lo que comprueba que deben existir beneficios como el mayor acceso a la información y principalmente, un mayor acceso a recursos financieros, en comparación con las empresas independientes. Los efectos de esta variable son negativos para las cantidades que se invierten en innovación, principalmente en los gastos de I&D. El efecto negativo indica que los recursos de las empresas tienen carácter sustitutivo. Se habría esperado un efecto positivo sobre los otros gastos en innovación, debido a la facilidad para obtener nuevas licencias o patentes. Como habíamos visto en la revisión de la literatura, la mayoría del comercio tecnológico de las multinacionales se da con sus afiliadas.

Los acuerdos de cooperación aumentan la probabilidad de realizar gastos en innovación y el gasto destinado a estas actividades en todos los sectores. Sus efectos sobre la probabilidad de invertir en innovación son más importantes sobre los otros gastos en innovación que para los gastos en I&D. Tener acuerdos de cooperación también aumenta los gastos destinados a las actividades de innovación, siendo importantes para los sectores de alta tecnología en los gastos de I&D, y para el sector de baja tecnología en los otros gastos en innovación. La importancia de los acuerdos de cooperación se debe a que las empresas intercambian información relevante para la innovación y pueden servir para el aprendizaje de las empresas. Este círculo virtuoso parece ser mayoritario en los acuerdos realizados.

Contar con créditos para la innovación aumenta la probabilidad de realizar estas actividades en todos los sectores para todos los tipos de gasto, y tiene un efecto complementario sobre los gastos destinados a innovación. Promover el desarrollo del crédito a las empresas innovadoras es en definitiva una buena opción de política pública.

Contar con apoyos gubernamentales a la innovación aumenta la probabilidad de realizar gastos en innovación para todos los sectores, con efectos no significativos en el sector de alta tecnología para los otros gastos en innovación. Su efecto sobre los gastos destinados a estas actividades es no significativo en general para los gastos totales y los otros gastos en innovación, y sustitutivo para los gastos en I&D, aunque sus efectos varían entre sectores. El efecto para el sector de alta tecnología es complementario para todos los tipos de gasto, sustitutivo para los sectores de baja tecnología en los gastos de I&D, y neutral en los demás casos. En general, desarrollar los mercados crediticios parece ser una mejor opción que otorgar apoyos para la innovación. Los apoyos podrían estar más canalizados a los sectores de alta tecnología.

De las variables de control se obtiene que tener como principal proveedor a un extranjero afecta negativamente la probabilidad de realizar gastos en innovación para el agregado de los sectores. Por sectores, su efecto es positivo para los gastos totales en innovación en el caso del sector de media tecnología, debido al efecto positivo que tiene sobre los otros gastos en innovación. La propensión a importar tecnología extranjera es fuerte para este sector. Para el sector de alta tecnología esta variable claramente desincentiva a la empresas a realizar gastos en I&D. Para el sector de baja tecnología se observa un efecto negativo sobre la probabilidad de realizar otros gastos e innovación. Al igual que en caso de la IED, los nexos con los proveedores extranjeros podrían incentivar la dependencia tecnológica, ya que no se observa que sirvan para desarrollar capacidades de innovación en las empresas.

Los contratos de asistencia tecnológica tienen un efecto reducido sobre la probabilidad de realizar actividades de innovación. Sus efectos no son significativos sobre la probabilidad de realizar actividades de innovación en las ecuaciones por sectores y en general afectan negativamente la probabilidad de realizar gastos en innovación. Sin embargo, este tipo de contratos aumenta la probabilidad de realizar gastos en I&D.

Contar con una unidad de I&D o para la aplicación de la I&D tiene un efecto positivo sobre la probabilidad de realizar gastos en innovación. El efecto es significativo para los gastos totales en innovación y las desagregaciones de los mismos para los sectores de alta y media tecnología. En el caso del sector de baja tecnología, los efectos del gasto total en innovación no son significativos, ya que esta variable impacta positivamente a la probabilidad de realizar gastos en I&D y negativamente a la probabilidad de realizar otros gastos en innovación.

### ***5.2.2. Efecto de los determinantes y los gastos de innovación en los resultados de la innovación***

El propósito final de la inversión en innovación es introducir nuevos productos al mercado o disminuir los costos de producción para que las empresas puedan aumentar sus beneficios. En esta sección se analiza cómo es que los gastos en innovación se relacionan con los nuevos productos o procesos introducidos al mercado. Es importante tomar en cuenta que los gastos en innovación son flujos para el periodo 1999 al año 2000, y que por esta razón, los productos o procesos introducidos en este periodo podrían ser resultado de inversiones de proyectos desarrollados varios años atrás. La Tabla 4 muestra que más del 90% de los proyectos más importantes para las empresas se desarrollaron en un lapso de tiempo menor a dos años. Si ponderamos el número de proyectos importantes por el tiempo en el que se desarrollaron el tiempo máximo que se obtiene es menor a dos años.

Esto indica que este sesgo de temporalidad es pequeño, y que se estudiará en “buenas condiciones” el impacto de los gastos realizados en innovación sobre los productos de la innovación, medidos como los nuevos procesos y productos introducidos al mercado y como las ventas de la empresa que se atribuyen a productos tecnológicamente nuevos o mejorados.

Tabla 4: Indicadores de la muestra de productos y procesos de la ENI, 2001

	Trabajo al menos con un proyecto de innovación		Ha introducido al Mercado algún...		Innovación mas importante <sup>1</sup>	Tiempo promedio ponderado inicio a la comercialización		Porcentaje de proyectos principales dentro del lapso de 2 años	
	Con resultados	Sin resultados	Producto	Proceso		Expan-dida	Sin expandir	Expan-dida	Sin expandir
Alta	594	11	526	387	NM,NTP, TRN	1.3	1.4	90.6%	86.9%
Media	499	50	506	306	TRN,NM,NTP	0.9	1.0	93.1%	93.5%
Baja	1,110	27	776	817	NM,TRN,NTP	0.9	0.9	96.6%	94.8%
Total	2,203	88	1,808	1,510	NM,TRN,NTP	1.0	1.1	94.2%	91.4%

NM=Nuevos materiales, NTP=Nuevas técnicas de producción, TRN= Tecnología radicalmente nueva.

<sup>1</sup> Se enlistan las tres respuestas con mayor frecuencia en orden decreciente a la pregunta de cuál fue la innovación más importante de la empresa.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI 2001.

### 5.2.2.1. Efecto sobre los procesos y productos tecnológicamente nuevos o mejorados

Se realizaron dos estimaciones para los nuevos procesos y productos introducidos al mercado. La primera estimación es un modelo probit cuya variable dependiente es igual a uno si la empresa introdujo algún nuevo proceso o producto al mercado (Tabla A6). La segunda estimación es una estimación lineal sobre el logaritmo del número de productos o procesos introducidos al mercado (Tabla A7). Ambas estimaciones no diferencian el grado de avance tecnológico entre innovaciones, por lo que se supone que cualquier tipo de innovación es un resultado satisfactorio y que un número mayor de innovaciones es mejor que una cantidad menor. Esta limitante surge porque no puede comprobarse el impacto de las innovaciones sobre sus mercados potenciales. En este trabajo se utiliza la proporción que ocupan los nuevos productos en las ventas de la empresa para medir el desempeño de las innovaciones de producto.

### Efectos del Tamaño y del capital humano

Los resultados de la estimación muestran que el tamaño tiene un efecto negativo sobre la probabilidad de introducir al mercado productos y procesos tecnológicamente nuevos o mejorados. Los efectos son mayores para las empresas del sector de baja tecnología, y son crecientes para todos los sectores. Esta relación inversa indica que las empresas que introducen con mayor facilidad nuevos productos o procesos son las empresas pequeñas. Las empresas del



sector de media tecnología son más propensas a introducir nuevos procesos y productos en comparación con los otros dos sectores.

Los resultados de la estimación lineal muestran que en general el tamaño no es un factor relevante para explicar el número de productos o procesos introducidos al mercado, pero las estimaciones por sectores sugieren una relación negativa. En efecto, las estimaciones por sectores muestran efectos diferenciados. Para el sector de alta tecnología, el tamaño se relaciona negativamente con el número de productos y procesos introducidos al mercado. Para el sector de media tecnología la relación es positiva sobre el número de procesos introducidos al mercado pero negativa sobre el número de productos introducidos al mercado. Estos resultados negativos con respecto a la “escala” de las empresas y las actividades de innovación mostrarían la dificultad que enfrentan las empresas grandes cuando innovan al tener que reorganizar su esquema de producción.

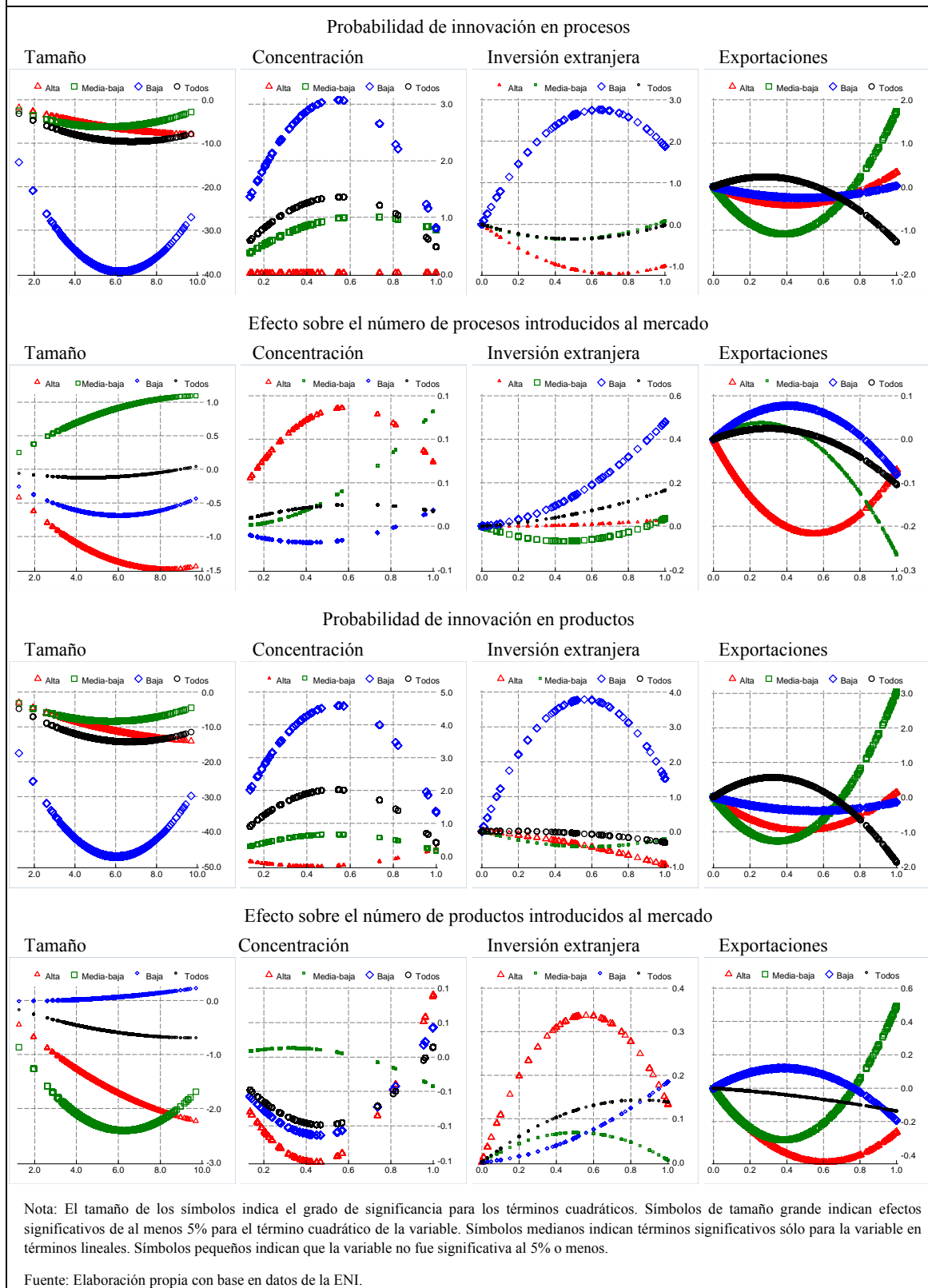
Por su parte, el capital humano tiene efectos positivos sobre la probabilidad de introducir nuevos productos o procesos y sobre la cantidad de procesos introducida al mercado. Los efectos entre sectores varían, siendo más débiles para el sector de alta tecnología, y positivos y fuertes para el sector de media tecnología. En el caso del sector de baja tecnología, los efectos del capital humano sobre la probabilidad y sobre el número de procesos y productos introducidos al mercado tienen signos opuestos, siendo negativos para estos últimos y positivos para los primeros. Como se mencionó con anterioridad, tener a trabajadores más calificados aumenta la capacidad de la empresa para aprender y crear.

### ***Efectos de la concentración de mercado***

Los efectos de la concentración de mercado sobre la probabilidad de introducir nuevos procesos y productos son positivos y decrecientes, con efectos importantes para los sectores de media y baja tecnología. Esta variable no resultó relevante para explicar estas probabilidades en el sector de alta tecnología. Los efectos sobre el número de procesos introducidos al mercado son no significativos para la ecuación que comprende a todos los sectores, pero se observan efectos positivos en el caso del sector de alta tecnología. Hay una relación positiva entre la reducción del riesgo de mercado y la probabilidad de introducir nuevos productos y procesos que sugiere que las mayores tasas de innovación se darían en sectores medianamente concentrados. De nuevo se observa la relación de “u” invertida entre la concentración de mercado y la innovación de las empresas. La evidencia se sostiene sólo para el sector de alta tecnología cuando se analiza el número de procesos introducidos al mercado.

## Gráfica 5: Efectos de los determinantes sobre los nuevos procesos y productos

Coefficientes de la regresión por los niveles de las variables



En el caso del número de productos introducidos al mercado se observa que la concentración tiene un efecto negativo y creciente, que es positivo sólo cuando la concentración es demasiado alta. Como hemos mencionado, el proceso de innovación es un proceso complejo, y el hecho de que las empresas decidan gastar más en innovación o tengan una mayor probabilidad para innovar no necesariamente se refleja en las innovaciones introducidas al mercado. La concentración parece tener un efecto positivo en la disminución de innovaciones que son más riesgosas y que pueden llevar más tiempo, como las innovaciones en proceso. Según los resultados de las empresas, las innovaciones más importantes son generalmente las innovaciones de materiales, seguidas por la utilización de tecnología radicalmente nueva o nuevas técnicas de producción. La disminución en el número de productos introducidos caracteriza bien a un mercado cada vez más concentrado, donde se tiende a ofrecer un producto “promedio”.

#### ***Efectos de la inversión extranjera directa***

La inversión extranjera tiene en general un efecto negativo sobre la probabilidad de introducir nuevos productos y procesos al mercado, con excepción del sector de baja tecnología, donde se observan efectos positivos. Los efectos de esta variable sobre el número de procesos y productos introducidos al mercado son poco relevantes. Los efectos interesantes se observan en un mayor número de procesos introducidos en el sector de baja tecnología, y un menor número en el sector de media tecnología. Para el caso de los productos se observa una relación positiva sólo con el sector de alta tecnología. En todo caso, los efectos de esta variable son poco relevantes o adversos para los sectores de media y alta tecnología, salvo el caso mencionado anteriormente. La IED beneficia más a los sectores de baja tecnología, y es el sector donde precisamente existe menos inversión extranjera (6.7% en nuestra muestra) y donde existen menores capacidades tecnológicas.

#### ***Efectos de las exportaciones***

Las actividades de exportación tienen en general un efecto positivo y decreciente sobre la probabilidad de introducir nuevos procesos o productos al mercado y sobre el número de procesos introducidos al mercado, pero estos efectos contrastan con los efectos que se observan para cada sector, donde se presentan tendencias generalmente opuestas. En el análisis por sectores, las actividades de exportación tienen un efecto negativo y creciente sobre la probabilidad de introducir nuevos procesos o productos al mercado y salvo el sector de baja tecnología, sobre el número de productos o procesos introducidos al mercado. Los efectos negativos sobre la probabilidad de innovar y sobre las innovaciones introducidas al mercado se

parecen a los efectos observados en la probabilidad de realizar gastos en innovación y en otros gastos de innovación. Esto podría reflejar el hecho de que la mayoría de las exportaciones realizadas por los sectores de media y baja tecnología no son exportaciones tecnológicas, y que se basan más en la competitividad por la reducción de costos, aunque sorprende el hecho del efecto negativo para el sector de alta tecnología.

### ***Efectos de los gastos en innovación y en servicios tecnológicos***

*Los gastos en innovación tienen efectos diferenciados sobre la probabilidad de introducir nuevos procesos o productos al mercado y sobre el número introducido. Los resultados sugieren que los gastos en I&D ayudan sobre todo a la introducción de nuevos productos y procesos en el sector de media tecnología, y que los otros gastos en innovación son más importantes para explicar la introducción de nuevos productos y procesos en los sectores de alta y baja tecnología.*

Los efectos de estas variables son más importantes para explicar la probabilidad de introducir innovaciones que para el número introducido al mercado. En el caso de la probabilidad de innovar, los gastos en I&D y los otros gastos en innovación parecen ser sustitutos. Sin embargo, el efecto general que predomina es el de los otros gastos en innovación y cuando las magnitudes son más parecidas, ambos tienden a compensarse, con lo que se puede concluir que los gastos en innovación en general afectan positivamente a la probabilidad de las empresas para realizar innovaciones.

En cuanto al número de productos y procesos introducidos al mercado se observa una relación positiva para el sector de alta tecnología con los otros gastos en innovación. Para los otros sectores, los efectos negativos de los gastos en I&D sobresalen en el caso del número de procesos, y sólo para el sector de media tecnología se observan efectos positivos y significativos sobre el número de productos introducidos al mercado.

Con respecto a los gastos en servicios tecnológicos se obtiene que estos se relacionan en general de forma negativa con la introducción de nuevos productos o procesos y su cantidad, aunque su impacto es muy pequeño. Los sectores de media tecnología, y principalmente el de alta tecnología, parecen beneficiarse de la compra de licencias para introducir nuevos productos al mercado.

Los esfuerzos de innovación, medidos por el gasto dedicado a estas actividades, tiene en general un efecto positivo sobre la probabilidad de innovar en procesos y productos, pero los efectos son diferenciados para los sectores.

### ***Efectos de las características de la empresa***

Los resultados muestran que contar con un departamento técnico para la documentación de los procesos de producción aumenta la probabilidad de introducir nuevos procesos al mercado. Los efectos de esta variable contrastan entre el sector de alta tecnología, para el cual tiene efectos positivos, y el de baja tecnología, para el que son negativos. Sus efectos sobre los procesos o productos introducidos al mercado son negativos y pequeños en magnitud, sobre todo para el sector de baja tecnología.

Contar con la certificación ISO9000 en alguno de los establecimientos de la empresa es poco significativo para explicar la probabilidad de introducir nuevos productos y procesos al mercado, siendo negativo para el sector de alta tecnología. Para el sector de baja tecnología, este efecto es positivo. La variable tiene efectos positivos sobre el número de productos o procesos introducidos al mercado, siendo más importante en magnitud para las innovaciones en producto.

### ***5.2.2.2 Efectos de los productos de la innovación sobre las ventas innovativas***

Otra de las formas en las que se han medido los resultados de la innovación es a través de las ventas que se deben a productos tecnológicamente nuevos o mejorados. Al igual que la ecuación de gastos en innovación, esta variable se observa sólo si se han introducido nuevos productos al mercado, por lo que se estima de forma similar a la ecuación de gastos en innovación. La estimación controla también por el número de productos introducidos al mercado. Sólo se discutirán a continuación los efectos de los determinantes y los gastos en innovación sobre esta variable, la cual está medida de tres formas diferentes: el logaritmo de las ventas “innovativas” por trabajador, la proporción de las ventas “innovativas” en las ventas totales, y una transformación logarítmica sobre esta proporción.. En la mayoría de los estudios se analiza solamente el caso para la muestra de empresas innovadoras en producto, tomando en cuenta que todas las innovaciones se realizaron como producto de inversiones en innovación. Sin embargo, no todas las innovaciones se dan por esta vía. En la muestra hay 29 empresas que no invirtieron en innovación pero que introdujeron productos al mercado. Se utiliza la muestra completa aprovechando las estimaciones de los gastos esperados en innovación y de los determinantes propuestos.

### ***Efectos del tamaño y el capital humano***

Los resultados muestran que un mayor tamaño de la empresa esta asociado a un aumento de las ventas innovativas para el sector de baja tecnología y en la ecuación que comprende a todos los sectores para las primeras dos definiciones utilizadas (Tabla A8, A9 y A10). Sin embargo, los

efectos para la ecuación de la transformación logarítmica no son significativos. Para la definición logarítmica se comprueba un efecto negativo del tamaño para el sector de alta tecnología, que aparecía en la misma dirección en las otras dos ecuaciones pero sin ser significativo.

Por su parte, el capital humano tiene un efecto poco significativo para las primeras dos ecuaciones, siendo negativo para el sector de alta tecnología y positivo para el sector de media tecnología en el caso de la tercera ecuación.

### ***Efectos de la concentración de mercado***

La concentración de mercado tiene un efecto mayoritariamente positivo sobre las ventas innovativas, en especial para el sector de baja tecnología. El sector de media tecnología es afectado negativamente por la concentración de mercado. Los resultados de la tercera ecuación analizada en este trabajo sugerían una relación negativa entre la concentración de mercado y el número de productos nuevos, donde los efectos para el sector de media tecnología no fueron significativos. Esto sugiere que estas empresas no disminuyen tanto la diversificación cuando aumenta la concentración de mercado, lo que llevaría a que la proporción de nuevos productos en el total sea menor, considerando que se tiende a discontinuar o reemplazar a productos más antiguos. Lo opuesto ocurriría con los otros dos sectores.

### ***Efectos de la inversión extranjera***

Contrario a los resultados anteriores de los efectos de esta variable sobre los productos de la innovación, se observa que la inversión extranjera directa tiene efectos positivos sobre las tres definiciones de la variable de ventas innovativas. La participación de capital extranjero podría contribuir al conocimiento de la empresa con prácticas gerenciales o de marketing que influyen positivamente al desempeño de los nuevos productos en sus mercados potenciales.

### ***Efectos de la diversificación de mercado***

Las actividades de exportación tienen efectos reducidos sobre las ventas innovativas, con efectos positivos en su mayoría para el sector de baja tecnología, y negativos para el sector de media tecnología cuando se usa la transformación logarítmica de las ventas innovativas. Estos patrones ambiguos se observaron también en la Ecuación 3.

### ***Efectos de los productos introducidos al mercado***

Como era de esperarse, el número de productos estimado se relaciona positivamente con las ventas innovativas para la primera definición para la ecuación en general y para los sectores de media y baja tecnología. Sin embargo es no significativa para estos sectores cuando se utiliza la

segunda definición. Estos resultados cambian radicalmente cuando se usa la transformación logarítmica.

### ***5.2.3 Efectos de los resultados de la innovación sobre la productividad de la empresa.***

El efecto de los productos de la innovación tendría que tener, según la teoría, un efecto no negativo sobre la productividad de la empresa, aproximada en este trabajo por el logaritmo de las ventas netas entre el personal ocupado. Los nuevos procesos de producción podrían reducir los costos o aumentar la calidad de los productos, impactando positivamente la producción y las ventas de los mismos. De la misma manera, productos más exitosos incrementarían las ventas y la producción de la empresa. La variable utilizada tiene la desventaja de que no toma la producción real de la empresa. Una empresa podría producir más de lo que se vende, contabilizando este excedente como parte de los inventarios. Además, la estimación utiliza como instrumento a nivel industria al capital por trabajador. Debido a que la encuesta no proporciona estos datos no se intenta calcular una función de producción, sino analizar la importancia de los esfuerzos tecnológicos de las empresas para incrementar su productividad.

#### ***5.2.3.1 Efectos de los productos y procesos sobre la productividad de la empresa.***

Los resultados de tres diferentes grupos de estimaciones se muestran en las Tablas A11 a la A17. La Tabla A11 muestra las estimaciones sobre la ecuación de productividad cuando se utilizan las variables dicotómicas sobre si la empresa introdujo algún nuevo producto o proceso en el periodo de estudio. Esta tabla muestra que en general el efecto de los nuevos productos sobre la variable utilizada para la productividad es negativo, salvo el caso del sector de media tecnología. En el caso de los procesos se encuentra una relación positiva para la ecuación que abarca a todos los sectores y en especial para el sector de baja tecnología. Según estos resultados, las innovaciones de proceso son las más relevantes para incrementar la productividad de la empresa. En el caso de los productos, la utilización de nuevos materiales puede no implicar un aumento que se refleje tan fácilmente en la productividad de la empresa.

Cuando se utiliza el número de productos y procesos estimados de la Ecuación 3 se obtienen resultados más favorables. Los cambios interesantes ocurren para el sector de alta tecnología, donde el número de productos está relacionado positivamente con la productividad de la empresa. Los efectos de los procesos siguen siendo positivos en general y se destacan para el caso del sector de baja tecnología.

### ***5.2.3.2 Efectos de las ventas innovativas sobre la productividad de la empresa.***

Cuando se utilizan las ventas innovativas en sus tres definiciones se encuentra un efecto positivo sobre la variable utilizada para aproximar la productividad de la empresa. Incluso cuando se incluyen a las variables de gasto en innovación para captar posibles efectos indirectos de los esfuerzos tecnológicos de las empresas, los resultados siguen siendo positivos, salvo en el caso del sector de media tecnología.

Al respecto de las otras variables incluidas en estas últimas ecuaciones los resultados muestran que la productividad de la empresa se relaciona positivamente con el tamaño, lo que justifica la existencia de economías de escala, y con el capital humano y el capital por trabajador, que son factores de la función de producción.



## VI. Conclusiones

Este estudio tuvo como objetivo analizar tres etapas del proceso de innovación de las empresas en función de algunas de sus variables características o de variables características de la industria, que pueden ayudar a explicar los esfuerzos tecnológicos de las empresas y los impactos de estos sobre su desempeño económico. Estos determinantes son: el tamaño de la empresa, la concentración de mercado, la participación de capital extranjero en la empresa y sus actividades de exportación.

Se elaboró un análisis con varias definiciones del gasto en innovación así como de los productos de la innovación, distinguiendo patrones entre sectores tecnológicos, utilizando los datos de la Encuesta Nacional de Innovación 2001 y de los Censos Económicos, con metodologías econométricas apropiadas para este tipo de encuestas.

El estudio se basó en tres preguntas relevantes para la literatura de innovación: ¿Cuáles determinantes de los propuestos son significativos para explicar porqué las empresas deciden invertir, y cuánto deciden invertir en actividades de innovación? ¿Es más importante la inversión en I&D que los otros gastos en innovación (compra de maquinaria, licencias, etc.) para los resultados de la innovación? ¿Cómo afectan los resultados de la innovación a la productividad de las empresas?

Los principales resultados muestran que en el sector de alta tecnología la probabilidad de realizar gastos en innovación aumenta decrecientemente con respecto al tamaño para todos los gastos en innovación, de una manera menos que proporcional. La concentración de mercado tiene un efecto positivo sobre la probabilidad de realizar gastos en innovación, siendo crecientes para el gasto en I&D y decrecientes para los otros gastos en innovación. La inversión extranjera directa tiene poca influencia sobre la probabilidad de innovar, y su efecto es negativo y lineal. Las exportaciones resultan poco significativas para explicar la decisión de gastar en innovación.

Los efectos del tamaño sobre los gastos en innovación en este sector son positivos y decrecientes para ambos gastos en innovación, siendo menos que proporcionales para los gastos en I&D y más que proporcionales para los otros gastos en innovación. La concentración de mercado y la inversión extranjera resultan poco relevantes para explicar estos gastos. Las exportaciones por su parte, tienen un efecto positivo y decreciente sobre el gasto destinado a las actividades de innovación. Para este sector, la inversión estimada en I&D no afecta a la probabilidad de introducir nuevos procesos, y disminuye la probabilidad de introducir nuevos productos, aunque no tiene efectos sobre el número de estos introducido al mercado. Los otros

gastos en innovación son más importantes para este sector, ya que aumentan la probabilidad de introducir nuevos procesos y productos al mercado, así como de la cantidad que se introdujo al mercado. Cuando se analiza el desempeño de los nuevos productos introducidos al mercado a través de las ventas por productos tecnológicamente mejorados, se encuentra que estas dependen negativamente del número de productos estimados. Para este sector, los procesos afectan positivamente la productividad de la empresa, al igual que las ventas innovativas cuando se les mide como ventas “innovativas” por trabajador.

Con respecto al sector de media tecnología se observa que la probabilidad de realizar gastos en I&D depende negativamente del tamaño. Para los gastos en I&D y para los otros gastos en innovación esta probabilidad es positiva y tiene la forma de una “u” invertida. Además se encuentra que la inversión extranjera disminuye la probabilidad de realizar I&D y que los efectos de las exportaciones son sólo importantes de forma positiva y decreciente para la probabilidad de realizar gastos en I&D. En cuanto a los gastos en innovación, se observa una relación más que proporcional con respecto al tamaño para los gastos en I&D. La concentración tiene el mismo efecto en forma de “u” invertida sobre los otros gastos en innovación. La IED no resulta relevante para explicar estos gastos. El efecto de las exportaciones sobre el gasto en I&D es positivo y decreciente. En cuanto a los efectos de los gastos estimados sobre los productos de la innovación se observa que los gastos en I&D afectan positivamente la probabilidad de realizar innovaciones de producto o de proceso. Su efecto es sin embargo negativo para el número de procesos introducidos al mercado y positivo sobre el número de productos. La variable de otros gastos en innovación afecta negativamente la probabilidad de realizar innovaciones y no es significativa para explicar el número que se introduce al mercado. Los efectos de los productos estimados sobre las ventas “innovativas” no son concluyentes, y dependen de la definición utilizada. El efecto de los resultados de la innovación sugiere una relación negativa entre los productos introducidos al mercado y la productividad de la empresa. Sin embargo, las ventas innovativas resultan tener efectos significativos y positivos sobre la productividad de la empresa.

Finalmente, se encuentra que para el sector de baja tecnología, el tamaño aumenta decrecientemente la probabilidad de realizar gastos en I&D. La concentración de mercado afecta con el mismo patrón de “u” invertida a la probabilidad de realizar I&D u otros gastos en innovación. La inversión extranjera es también inútil para explicar la probabilidad de realizar gastos en innovación. En cuanto a las exportaciones, se observa que estas tienen un efecto negativo sobre la probabilidad de realizar otros gastos en innovación. Para los gastos destinados a estas actividades se encontró que el tamaño tiene efectos positivos y en forma de “u” sobre la

I&D y positivos y decrecientes sobre los otros gastos en innovación. La concentración de mercado no resultó relevante para explicar los gastos en innovación, al igual que la IED. Las exportaciones afectan de forma negativa a los gastos destinados a I&D y a los otros gastos en innovación. Los gastos estimados de I&D y los otros gastos en innovación tienen efectos diferenciados. La I&D afecta negativamente a la probabilidad de introducir nuevos productos o procesos al mercado, y se relaciona negativamente con el número de procesos introducidos al mercado. Los otros gastos en innovación se relacionan positivamente con la probabilidad de introducir nuevos productos o procesos al mercado y no son significativos para explicar el número de ambos que se introduce al mercado. Los procesos introducidos al mercado se relacionan positivamente con la productividad de la empresa, al igual que las ventas innovativas.



## Bibliografía

- Aghion, P; N Bloom, R Blundell, R Griffith y P Howitt (2002): "Competition and innovation, an inverted u relationship", *NBER Working Papers*, no 9269.
- Álvarez, R y R Robertson (2004): "Exposure to Foreign Markets and Firm-Level Innovation: Evidence from Chile and Mexico", *Journal of International Trade and Economic Development*, vol. 13, no. 1, pp. 57-87.
- Arundel, A; G van de Paal y L Soete (1995): *PACE Report*, MERIT, University of Limburg, Maastricht.
- Barton, J; R Dellenbach y P Kuruk (1988): "Toward a Theory of Technology Licensing", *Stanford Journal of International Law*, vol. 25, pp. 195-229.
- Benavente, J (2002): "The role of research and innovation in promoting productivity in Chile", mimeo, disponible en <http://elsa.berkeley.edu/~bhhall/EINT/Benavente.pdf>
- Benavente, J (2005): "Innovación Tecnológica en Chile: Donde Estamos y Que Se Puede Hacer", *Economía Chilena*, vol. 8, no. 1, pp. 53-74.
- Blomström, M y A Kokko (1997): "How foreign investment affects host countries", *Policy Research Working Paper Series*, no. 1745, The World Bank.
- Cohen, W (1995): "Empirical Studies of Innovative Activity", in P Stoneman (ed.), *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Oxford and Cambridge, pp. 182-264.
- Cohen, W y D Levintahl (1989): "Innovation and learning: the two faces of R&D", *The Economic Journal*, vol. 99, pp. 569-596.
- CONACYT, "Estudio sobre innovación tecnológica", disponible en [http://www.conacyt.mx/Avisos/Docs/14931Estudio\\_SOBRE\\_Innovacion\\_Tecnologica.pdf](http://www.conacyt.mx/Avisos/Docs/14931Estudio_SOBRE_Innovacion_Tecnologica.pdf)
- Crépon, B; E Duguet y J Mairesse (1998), "Research and Development, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 7, no. 2, pp. 115-158.
- Forbes, N y D Wield (2004): "R&D in Follower Nations", *Science and Public Policy*, vol. 31, no. 4, pp. 267-277.
- Görg, H y D Greenaway (2003): "*Much Ado About Nothing? Do Domestic Firms Really Benefit from Foreign Direct Investment?*", *IZA Discussion Papers*, no. 944.
- Griliches, Z (1979): "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth", *Bell Journal of Economics*, vol. 10, no. 1, pp. 92-116.
- Hall, R y C Jones (1999): "Why Do Some Countries Produce So Much More Output per Worker than Others?", *NBER Working Papers*, no. 6564.
- Hatzichronoglou, T (1997) "Revision of the High-Technology Sector and Product Classification," *STI Working Papers*, no. 2.
- Heckman, J (1979): "Sample Selection Bias as a Specification Error", *Econometrica*, vol. 47, no. 1, pp. 153-161.
- Holbrook, J y L Hughes (2001): "Comments on the use of the OECD Oslo Manual in non-manufacturing based economies", *Science and Public Policy*, vol. 28, no. 2, pp. 139-144.
- Howitt, P y D Mayer-Foulkes (2002): "R&D, Implementation and Stagnation: A Schumpeterian Theory of Convergence Clubs", *NBER Working Papers*, no. 9104.

- Jefferson, G; B Huamao, G Xiaojing y Y Xiaoyun (2006): "R&D Performance in Chinese industry", *Economics of Innovation and New Technology*, vol. 15, no. 4-5, pp. 345-366.
- Kamien, M y N Schwartz (1976): "On the Degree of Rivalry for Maximum Innovative Activity", *The Quarterly Journal of Economics*, vol. 90, no. 2, pp. 245-260.
- Kline, S y N Rosenberg (1986): "An overview of innovation", en Landau, R y N Rosenberg (eds): *The positive sum strategy*, National Academy Press, Washington, pp.275-305.
- Lall, S (1992): "Technological capabilities and industrialization", *World Development*, Elsevier, vol. 20, no. 2, pp. 165-186.
- Levin, R; A Klevorick, R Nelson, S Winter, R Gilbert y Z Griliches (1987): "Appropriating the Returns from Industrial Research and Development", *Brookings Papers on Economic Activity*, no. 3, pp. 783-831.
- Loof, H y A Heshmati (2002): "Knowledge capital and performance heterogeneity: A firm-level innovation study", *International Journal of Production Economics*, Elsevier, vol. 76, no. 1, pp.61-85.
- Maddison, A (2001): *The World Economy: A Millennial Perspective*, OECD, Paris.
- Mairesse, J y P Mohnen (2004): "The Importance of R&D for Innovation: A Reassessment Using French Survey Data", *MERIT Research Memoranda*, no. 22.
- Mayer-Foulkes, D y P Nunnenkamp (2005): "Do Multinational Enterprises Contribute to Convergence or Divergence? A Disaggregated Analysis of US FDI", *Kiel Working Papers*, no. 1242.
- Metcalf, S (1995): "The economic foundations of technology policy: Equilibrium and Evolutionary Perspectives", en P Stoneman (ed.) (1995).
- Meza, L y A Mora (2005): "Trade and Private R&D in México", *Economía mexicana*, vol. 14, no. 2, pp. 157-183.
- Mohnen, P; J Mairesse y M Dagenais (2006): "Innovativity: A comparison across seven European countries", *UNU-MERIT Working Papers*, no. 27.
- Nelson, R (ed) (1993): *National Systems of Innovation*, Oxford University Press, Oxford.
- OCDE (2007): *Main Science and Technology Indicators*, OCDE, Paris.
- Patel, P y K Pavitt (1995): "Patterns of technological activity: their measurement and interpretation", en P Stoneman (ed), pp. 15-51.
- Pavitt, K (1984): "Sectoral patterns of technical change: towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*, no. 13, pp. 343-373.
- Romo, D y P Hill (2006): "Los Determinantes de las Actividades Tecnológicas en México", *CIDECyT Documentos de trabajo*, no. 1.
- Saggi, K (1995): "Foreign direct investment, licensing, and incentives for innovation", *Southern Methodist University Working Papers*, no. 9513.
- Saggi, K (1996): "Entry into a Foreign Market: Foreign Direct Investment versus Licensing", *Review of International Economics*, vol. 4, no. 1, pp.99-104.
- Scherer, F (1965): "Firm Size, Market Structure, Opportunity, and the Output of Patented Inventions", *American Economic Review*, vol. 55, pp. 1097-1125.
- Scherer, F (1967): "Market Structure and the Employment of Scientists and Engineers", *American Economic Review*, vol. 57, pp. 524-531.
- Stoneman, P (ed) (1995): *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*, Blackwell, Massachusetts.

## **Anexos**

Tabla A1: Clasificación de los sectores tecnológicos

Tabla A2: Definición de las variables independientes utilizadas en el estudio

Tabla A3: Gastos totales en innovación

Tabla A4: Inversión en Investigación y Desarrollo tecnológico (I&D)

Tabla A5: Otros gastos en innovación

Tabla A6: Productos de la innovación, nuevos procesos o productos

Tabla A7: Productos de la innovación, número de nuevos procesos o productos

Tabla A8: Productos de la innovación, Ventas por trabajador por productos tecnológicamente nuevos o mejorados

Tabla A9: Productos de la innovación, Proporción de Ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados

Tabla A10: Productos de la innovación, Transformación logarítmica de la proporción de Ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados

Tabla A11: Efectos sobre la productividad de la empresa, D(procesos y productos)

Tabla A12: Efectos sobre la productividad de la empresa, número de productos y procesos

Tabla A13: Efectos sobre la productividad de la empresa, gastos en innovación

Tabla A14: Efectos sobre la productividad de la empresa, ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados

Tabla A15: Efectos sobre la productividad de la empresa, ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados e I&D

Tabla A16: Efectos sobre la productividad de la empresa, ventas por productos nuevos, I&D y otros gastos en innovación

Tabla A17: Efectos sobre la productividad de la empresa, ventas por productos nuevos y gastos en innovación





Tabla A1: Clasificación de los sectores tecnológicos

Rama	Descripción	Clasificación		
		Usada	OECD	Pavitt
3521	Producción de farmacéuticos y medicamentos	A	A	BC
3823	Producción de equipo informático y de oficina	A	A	BC
3832	Producción de equipos, aparatos y componentes electrónicos	A	A	BC
3511	Petroquímica básica	A	M-A	IE
3512	Producción de químicos básicos	A	M-A	IE
3513	Producción de fibras y filamentos	A	M-A	IE
3522	Producción de químicos secundarios	A	M-A	IE
3833	Producción de enseres domésticos	A	M-A	IE
3841	Industria Automotriz	A	M-A	IE
3842	Producción de otros equipos de transporte	A	M-A	IE
3821	Producción de maquinaria de uso agropecuario e industrial	A	M-A	OE
3822	Producción de maquinaria no asignable a una actividad específica	A	M-A	OE
3831	Producción de equipos, aparatos y accesorios eléctricos	A	M-A	OE
3850	Producción de Instrumentos	A	M-A	OE
3550	Producción de artículos de hule	M	M-B	DP
3560	Producción de artículos de plástico	M	M-B	DP
3612	Producción de artículos a base arcilla para la construcción	M	M-B	DP
3691	Producción de otros bienes a base de minerales no metálicos	M	M-B	DP
3540	Producción de coque, asfalto y lubricantes	M	M-B	IE
3620	Producción de vidrio y sus productos	M	M-B	IE
3710	Industrias básicas del hierro y el acero	M	M-B	IE
3720	Industrias básicas de metales no ferrosos	M	M-B	IE
3811	Fundición y moldeo de piezas metálicas	M	M-B	IE
3812	Producción de estructuras metálicas, tanques y calderas	M	M-B	IE
3813	Producción de muebles principalmente metálicos	M	M-B	IE
3814	Producción de otros artículos metálicos	M	M-B	IE
3900	Otras ramas manufactureras	M	M-B	IE
3111	Productos cárnicos	B	B	DP
3112	Industrias de productos lácteos	B	B	DP
3113	Producción de conservas alimenticias	B	B	DP
3114	Beneficio de molienda de productos agrícolas	B	B	DP
3115	Producción de pan, galletas y similares	B	B	DP
3116	Producción de masa de nixtamal y tortillas de maíz	B	B	DP
3117	Producción de grasas y aceites comestibles	B	B	DP
3118	Industria azucarera	B	B	DP
3119	Producción de chocolates, dulces y chicles	B	B	DP
3121	Producción de otros alimentos de consumo humano	B	B	DP
3122	Producción de alimentos preparados para animales	B	B	DP
3130	Producción de bebidas	B	B	DP
3140	Beneficio y fabricación de productos de tabaco	B	B	DP
3211	Preparación, hilado y tejido de fibras duras naturales	B	B	DP
3212	Preparación, hilado y tejido de fibras blandas	B	B	DP
3213	Confección de artículos textiles, excepto prendas de vestir	B	B	DP
3214	Tejido de artículos de punto	B	B	DP
3220	Confección de prendas de vestir	B	B	DP
3230	Curtido, acabado y talabartería de cuero y piel	B	B	DP
3240	Producción de calzado	B	B	DP
3312	Producción de otros artículos de madera	B	B	DP
3320	Producción de muebles y similares	B	B	DP
3410	Producción de papel, cartón y sus productos	B	B	DP
3420	Editoriales, imprentas y composición tipográfica	B	B	DP

A=Alta tecnología, M=Media tecnología, B=Baja tecnología; M-A=Media-alta tecnología, M-B=Media-baja tecnología; BC=Basados en ciencia, DP=Dominados por proveedor, IE=Intensivos en escala, OE=Ofertantes especializados.

Fuente: Elaboración propia con base en INEGI (CMAP 1999), Hatzichronoglou (1997), y Pavitt (1984).

Tabla A2: Definición de las variables independientes utilizadas en el estudio

**Apoyo gobierno:** Variable dicotómica que indica si la empresa tuvo apoyos gubernamentales para la innovación. Los recursos podrían servir para disminuir el riesgo, además de compartir los costos, siendo complementarios de los gastos que las empresas destinan a las actividades de innovación.

**Asistencia:** Variable dicotómica que indica si la empresa tiene contratos de asistencia tecnológica. Estos contratos dan un canal directo a las empresas para adaptar con mayor facilidad nuevas tecnologías a su esquema de producción, lo que aumentaría sus capacidades tecnológicas, y con ello la probabilidad de innovar.

**Capital humano:** El capital humano se relaciona con la productividad de la empresa y su capacidad para asimilar y crear tecnologías. Para el caso de la ecuación 1 y 2, la variable es la proporción del personal dedicado a actividades de I&D y de aplicación de la investigación. Para las demás ecuaciones comprende también al personal de los departamentos técnicos.

**Concentración:** La concentración de mercado influye las decisiones de innovación porque modifica el grado de apropiabilidad de los desarrollos tecnológicos y la competencia en el mercado. A niveles altos de concentración hay menores incentivos a la innovación por la falta de rivalidad, y a niveles bajos de concentración los incentivos son bajos por la dificultad para apropiarse de los beneficios de la innovación y la incertidumbre de mercado. La variable es un índice Herfindahl normalizado a uno a nivel rama, construido a partir de las ventas netas por productos elaborados a nivel clase, utilizando datos de los Censos Económicos 1999.

**Coopera:** Variable dicotómica que indica si la empresa tiene acuerdos de cooperación para la innovación. La existencia de estos acuerdos podría formar un círculo virtuoso del cual se beneficien las empresas cuando existen complementariedades en los conocimientos. Aunque podría generar también situaciones de *free-riders*.

**Crédito:** Variable dicotómica que indica si la empresa tuvo acceso a créditos privados para financiar sus proyectos de innovación. Debido a que la innovación es costosa, el acceso al crédito es un factor importante para determinar si las empresas deciden realizar este tipo de actividades.

**Departamento técnico:** Variable dicotómica que indica si la empresa cuenta con un departamento técnico para documentar los procesos de producción. Sistematizar el conocimiento ayudaría a la empresa a modificar y entender sus procesos de producción, aumentando sus capacidades tecnológicas y haciendo más factible la innovación.

**Exportaciones:** La diversificación de producto permite diversificar el riesgo de la innovación en diferentes mercados. Altos o bajos niveles de exportación implican menor diversificación del riesgo. Actividades de exportación muy altas podrían indicar actividades de maquila, mismas que tienen pocos incentivos a la innovación. La variable es la proporción de las ventas que se exportaron en 1999.

**Gastos en servicios tecnológicos:** Los gastos en servicios tecnológicos pueden aumentar la probabilidad de las empresas de introducir innovaciones al mercado puesto que son contrataciones de servicios de consultoría y asistencia técnica, estudios de mercado, normalización, metrología y control de calidad, gastos por registro de patentes, marcas y licencias, levantamientos topográficos, geológicos e hidrológicos, observaciones meteorológicas o sismológicas, actividades para localizar recursos minerales o petroleros, servicios de documentación, información y consulta a bases de datos, traducción y presentación de publicaciones, entre otros. La variable es el logaritmo de los gastos realizados por estos conceptos, y se complementa con una variable que indica los valores perdidos que se generaron por la transformación logarítmica.

**Grupo:** Variable dicotómica que indica si la empresa pertenece a un grupo. Formar parte de un grupo podría darle ventajas a las empresas filiales debido al acceso a una mayor red de conocimientos, recursos financieros y mercados de tecnología.

**Inversión extranjera directa:** La participación de capital extranjero en la empresa puede ser para constituir desde centros de centros de I&D hasta maquiladoras. El tipo de transferencia tecnológica podría incentivar actividades de I&D o de otros gastos en innovación. Es posible que las transferencias de tecnología de punta se lleven a cabo a altos niveles de participación en el capital de la empresa. Esta variable es la proporción de capital extranjero en el capital total de la empresa en el año 2000.

**ISO 9000:** Variable dicotómica que indica si la empresa cuenta con certificaciones ISO-9000 en alguno de sus establecimientos. La existencia de estas certificaciones sugiere el compromiso de la empresa con la calidad de sus productos y su interés por satisfacer las demandas de sus consumidores, lo que la motiva a innovar y a tener mejor comunicación con sus clientes, aumentando la probabilidad de la innovación y disminuyendo el riesgo de mercado.

**Tamaño (trabajo):** El tamaño podría dar ventajas para financiar proyectos o para aprovechar economías de escala en los costos de la innovación, sobre todo si consideramos imperfecciones en el mercado de capitales y altos costos iniciales. Por otro lado las empresas pequeñas podrían tener mayores incentivos para insertarse en el mercado o mayor flexibilidad en la toma de decisiones para la innovación. Esto justifica la posibilidad de relaciones no lineales respecto al tamaño. La variable Trabajo es el logaritmo de los empleados promedio de la empresa en 1999-2000.

**Unidades de I&D:** Variable dicotómica que indica si la empresa cuenta con una unidad formalmente constituida de I&D o de ingeniería para la aplicación de la I&D. Estas facilidades son características de la empresa que determinan en gran medida si las empresas realizan actividades de innovación.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A3: Gastos totales en innovación

	Gastos totales en innovación <sup>1</sup>				Ecuación de selección Estimación Probit <sup>2</sup>			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Tamaño	2.77**	2.57*	5.13**	3.37**	1.12**	-0.2	0.15	0.2
Tamaño <sup>2</sup>	-0.14**	-0.13	-0.37**	-0.20**	-0.08*	0.04	0.02	0.01
Capital humano	6.26**	-15.9**	11.72**	2.44**	3.68*	26.12**	29.11**	19.23**
Concentración	2.11	7.37**	2.05	3.77**	0.93	2.17*	3.14**	1.70**
Concentración <sup>2</sup>	-2.12	-6.96**	-1.75	-3.66**	-0.37	-1.73	-3.33**	-1.73**
IED	-0.49	-3.21	-1.64	0.54	-2.20*	-1.5	-2.39	-1.24*
IED <sup>2</sup>	0.72	2.86	1.09	-0.76	1.79	0.75	3.43	1.64*
Exportaciones	3.33**	1.84	-0.85	1.25*	-0.96	0.59	-4.66**	-2.42**
Exportaciones <sup>2</sup>	-3.40**	-2.64	-0.27	-1.30	1.67*	-0.48	4.23**	2.46**
Grupo	-0.46*	-1.12**	0.43*	-0.35**	0.27*	0.23	1.03**	0.70**
Coopera	0.75**	1.10**	1.90**	1.43**	8.10**	7.45**	9.36**	8.25**
Crédito	0.31	1.59**	1.87**	1.29**	7.70**	2.95	3.52**	3.33**
Apoyo gobierno	0.92**	1.72	-0.17	0.06	6.15**	5.91	8.52**	7.58**
Constante	-4.34*	-3.36	-12.9**	-7.11**	-5.04**	-1.69	-3.50**	-2.75**
D proveedor extranjero					-0.12	0.33**	-0.93**	-0.33**
D asistencia					-0.11	0.16	-0.26	-0.20*
D unidades I&D					1.43**	0.53**	0.16	0.62**
D basados en ciencia	0.94**				-0.67**			
D oferentes especializados	-0.23				0.31**			
D plástico		0				-0.34		
D vidrio		-0.33				-0.71**		
D hierro		-1.09				-0.64*		
D metales		-0.09				-0.73**		
D alimentos			1.56**				-0.08	
D textiles			-0.13				-0.18	
D editoriales			0.87**				-0.58**	
D alimentos				1.08**				-0.31
D textiles				-0.31				-0.47**
D madera				-0.16				-0.33
D papel				0.61				-0.74**
D química				0.80*				-0.41*
D minerales				0.56				-0.72**
D metales				-0.06				-0.56
D maquinaria				0.31				-0.48**
Lambda	-0.3	-0.14	1.08**	0.41**				
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121				
Observaciones censuradas	923	1,619	3,313	5,855				
Replicaciones	1,503	2,168	4,450	8,121				
F	46.18	44.89	69.01	87.87				
Rho	-0.203	-0.0916	0.614	0.246				
Sigma	1.469	1.506	1.761	1.677				
Lambda	-0.299	-0.138	1.082	0.413				

\*\* p<0.01, \* p<0.05 <sup>1</sup> Efectos marginales. <sup>2</sup> Coeficientes de la estimación.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A4: Inversión en Investigación y Desarrollo tecnológico (I&D)

	Gastos en I&D <sup>1</sup>				Ecuación de selección Estimación Probit <sup>2</sup>			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Tamaño	1.45*	4.82**	-6.14**	0.11	0.88**	-2.47**	2.03**	0.55*
Tamaño <sup>2</sup>	-0.07	-0.31	0.55**	0.05	-0.05	0.25**	-0.15*	-0.02
Capital humano	2.15	-5.46	-8.7	-2.85	10.02**	34.04**	27.50**	17.88**
Concentración	1.08	1.26	7.16	7.31**	-3.60**	6.34**	12.39**	1.87**
Concentración <sup>2</sup>	-1.52	0.28	-6.09	-6.65**	3.66**	-5.17**	-12.6**	-1.50**
IED	-1.65	-4.13	10.52	1.1	-1.70*	-3.36*	-1.62	-1.78**
IED <sup>2</sup>	2.18	4.11	-10.39	-1.73	1.43	2.90*	3.46	2.36**
Exportaciones	6.13**	11.37**	-0.36	4.11**	0.83	3.37**	-0.47	1.12**
Exportaciones <sup>2</sup>	-6.83**	-16.9**	-1.13	-5.80**	-0.5	-4.03**	0.19	-1.29**
Grupo	0.34	-0.5	-0.48	-1.03**	-0.01	0.51**	2.00**	0.87**
Coopera	1.56**	-0.47	0.29	0.65**	0.44**	0.79**	1.70**	0.87**
Crédito	-0.33	2.40**	1.39*	0.62**	1.18**	1.89**	0.93**	1.39**
Apoyo gobierno	1.22**	1.67	-2.95**	-0.85**	1.06**	5.58**	3.41**	2.36**
Constante	-1.26	-14.0**	19.00**	1.42	-4.47**	2.18	-13.3**	-5.46**
D proveedor extranjero					-0.51**	-0.23	0.15	-0.39**
D asistencia					0.16	0.04	0.06	0.20**
D unidades I&D					1.45**	0.63**	0.91**	0.92**
D basados en ciencia	0.96*				-0.50*			
D oferentes especializados	-0.85**				0.04			
D plástico		1				-0.14		
D vidrio		2.22*				-0.05		
D hierro		0.51				-1.46*		
D metales		0.74				-0.09		
D alimentos			1.86*				0.28	
D textiles			1.46**				0.15	
D editoriales			-0.32				0	
D alimentos				2.04**				-0.05
D textiles				0.86				-0.23
D madera				0.63				-0.18
D papel				0.22				-0.02
D química				2.15**				0.32
D minerales				1.62**				0.47
D metales				0.42				-0.53
D maquinaria				1.78**				0.07
Lambda	0.3	0.1	-0.3	-0.74**				
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121				
Observaciones censuradas	1,141	1,864	4,102	7,107				
Replicaciones	1,503	2,168	4,450	8,121				
F	23.59	37.75	37.87	21.51				
Rho	0.218	0.0677	-0.284	-0.408				
Sigma	1.358	1.511	1.047	1.804				
Lambda	0.296	0.102	-0.297	-0.737				

\*\* p<0.01, \* p<0.05 <sup>1</sup> Efectos marginales. <sup>2</sup> Coeficientes de la estimación.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A5: Otros gastos en innovación

	Otros gastos en innovación <sup>1</sup>				Ecuación de selección Estimación Probit <sup>1</sup>			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Tamaño	2.56**	1.22	5.09**	3.26**	1.44**	0.2	0.35	0.41*
Tamaño <sup>2</sup>	-0.11	-0.05	-0.36**	-0.18**	-0.11**	0	0	-0.02
Capital humano	6.66**	-23.8**	5.58	3.22*	3.53**	7.65	23.93**	10.83**
Concentración	1.54	5.41*	-1.66	1.77	1.98*	2.78	1.32*	1.88**
Concentración <sup>2</sup>	-1.37	-4.21	1.49	-1.49	-1.14	-2.92*	-1.62*	-2.10**
IED	0.13	-2.69	-2.2	0.85	-0.24	-0.98	-4.19	-0.89
IED <sup>2</sup>	0.03	2.96	1.63	-0.92	-0.08	0.4	5.1	1.20*
Exportaciones	3.41**	1.4	-0.55	0.4	-0.42	0.46	-2.85**	-0.98**
Exportaciones <sup>2</sup>	-3.30*	-2.82	-0.83	-0.51	0.91	0.12	2.40**	0.93*
Grupo	-0.53*	-1.07*	0.31	-0.19	0.17	0.15	0.66**	0.45**
Coopera	0.87**	0.1	1.95**	1.76**	0.92**	2.52**	2.75**	1.89**
Crédito	0.90**	1.01	2.08**	1.77**	1.78**	1.31**	2.78**	1.75**
Apoyo gobierno	0.64*	0.09	0.03	0.01	1.09	6.20*	8.67**	2.64
Constante	-4.62	2.67	-11.8**	-7.58**	-6.05**	-2.46	-3.11**	-2.82**
D_proveedor extranjero					-0.05	0.47**	-0.88**	-0.14**
D_asistencia					-0.1	-0.22	0.13	-0.07
D_unidades I&D					1.06**	0.75**	-0.45**	0.35**
D_basados en ciencia	0.52				-0.49**			
D_oferentes especializados	-0.1				0.43**			
D_plástico		-0.07				-0.30		
D_vidrio		0.51				-0.97**		
D_hierro		-0.67				-0.72*		
D_metales		0.12				-0.82**		
D_alimentos			1.21**				-0.26*	
D_textiles			-0.40				-0.33**	
D_editoriales			0.83**				-0.58**	
D_alimentos				1.09**				-0.33*
D_textiles				-0.25				-0.51**
D_madera				0.02				-0.35*
D_papel				0.76				-0.74**
D_química				0.61				-0.44**
D_minerales				0.80				-0.91**
D_metales				0				-0.58*
D_maquinaria				0.32				-0.60**
Lambda	0.09	-1.09	1.14**	0.88**				
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121				
Observaciones censuradas	974	1,710	3,398	6,082				
Replicaciones	1,503	2,168	4,450	8,121				
F	46.65	18.47	71.77	71.84				
Rho	0.0617	-0.635	0.613	0.48				
Sigma	1.533	1.72	1.857	1.831				
Lambda	0.0946	-1.092	1.138	0.879				

\*\* p<0.01, \* p<0.05 <sup>1</sup> Efectos marginales. <sup>2</sup> Coeficientes de la estimación.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A6: Productos de la innovación, nuevos procesos o productos  
Estimación probit

	Procesos				Productos			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Tamaño	-2.58**	-2.92**	-15.68**	-4.26**	-1.56**	-2.25**	-12.74**	-2.84**
Tamaño <sup>2</sup>	0.12**	0.25**	1.30**	0.32**	0.08**	0.20**	1.03**	0.21**
Capital humano	1.73	4.78**	4.58**	6.48**	2.63**	10.18**	-5.17**	3.38**
Concentración	-1.41	2.48*	16.89**	7.66**	0.04	3.03*	11.47**	4.92**
Concentración <sup>2</sup>	1.63*	-2.32*	-15.55**	-7.26**	-0.03	-2.25	-10.67**	-4.45**
IED	-0.44	-1.49	13.42**	0.12	-3.33**	-1.49	8.63**	-1.39*
IED <sup>2</sup>	-0.52	1.27	-11.90**	-0.43	2.32**	1.57	-6.75*	1.37*
Exportaciones	-4.04**	-7.23**	-1.43**	3.51**	-2.04**	-5.67*	-1.04*	1.63**
Exportaciones <sup>2</sup>	4.18**	10.27**	1.28*	-5.40**	2.38**	7.41**	1.06*	-2.90**
Inversión I&D*	0.20	0.77**	-1.22**	-1.07**	-0.19*	0.51**	-0.89**	-0.63**
Otros gastos en innovación*	1.05**	-0.85**	1.75**	1.46**	0.93**	-0.39**	1.48**	0.97**
Gastos en servicios tecnológicos*	-0.14**	0.01	-0.27**	-0.16**	0.08*	0.13**	-0.11**	-0.02
D. depto técnico	0.83**	0.71**	0.1	0.34**	0.31**	0.2	-0.15*	-0.11*
D. ISO9000	-0.40**	-0.09	-0.07	-0.1	-0.40**	-0.15	0.44**	0.10
D. basados en ciencia	-0.96**				-0.58**			
D. oferentes especializados	0.62**				-0.16			
D. plástico	-0.86**				-1.00**			
D. vidrio	-1.85**				-1.51**			
D. hierro	-1.70**				-0.91*			
D. metales	-1.25**				-1.16**			
D. alimentos	0.05				-0.27			
D. textiles	2.13**				1.82**			
D. editoriales	-2.97**				-1.82**			
D. alimentos	0.13				-0.15			
D. textiles	0.58**				0.61**			
D. madera	0.27				0.17			
D. papel	-2.12**				-1.05**			
D. química	1.10**				0.14			
D. minerales	-0.27				-0.38			
D. metales	-0.72				-0.28			
D. maquinaria	1.06**				0.38*			
D. Valor perdido	-1.48**	-0.87**	-1.80**	-1.40**	0.04	-0.13	-1.16**	-0.70**
Constante	3.54**	11.84**	38.87**	9.64**	0.56	5.98*	31.97**	5.75**
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121
Pseudo R <sup>2</sup>	0.377	0.391	0.473	0.412	0.307	0.382	0.279	0.24
Wald Chi <sup>2</sup>	373	692	851	1,804	459	303	731	1,329
Grados de libertad	17	19	18	23	17	19	18	23

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A7: Productos de la innovación, número de nuevos procesos o productos

Estimación lineal

	Logaritmo del número de Procesos				Logaritmo del número de Productos			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Tamaño	-0.36**	0.22**	-0.23	-0.05	-0.38**	-0.77**	-0.01	-0.14
Tamaño <sup>2</sup>	0.02*	-0.01	0.02	0.01	0.02	0.06**	0	0.01
Capital humano	0.25	1.01**	0.39**	0.76**	-0.22	1.27**	-1.05**	0.29
Concentración	0.46*	-0.01	-0.09	0.08	-0.69*	0.08	-0.49	-0.41**
Concentración <sup>2</sup>	-0.38	0.14	0.11	-0.06	0.78**	-0.12	0.54*	0.42**
IED	-0.01	-0.30**	0.07	0.05	1.20**	0.27	0.04	0.34*
IED <sup>2</sup>	0.03	0.34**	0.40*	0.11	-1.07**	-0.26	0.15	-0.2
Exportaciones	-0.79**	0.29	0.37**	0.16**	-1.46**	-1.62**	0.63**	-0.07
Exportaciones <sup>2</sup>	0.72**	-0.55	-0.45**	-0.27**	1.20**	2.11**	-0.82**	-0.06
Inversión I&D*	-0.03	-0.04*	-0.04**	-0.05**	0.07	0.10**	-0.03	0
Otros gastos en innovación*	0.13**	-0.02	0.02	0.03**	0.13**	-0.02	-0.01	0.07**
Gastos en servicios tecnológicos*	-0.01	-0.01	-0.02**	-0.02**	0.04**	0	-0.01	0
D_depto técnico	-0.02	-0.02**	-0.05**	-0.04**	-0.01	0.03	-0.11**	-0.06**
D_ISO9000	0.02	0.03**	0.04*	0.03**	0.12**	0	0.19**	0.09**
D_basados en ciencia	0.01				-0.13*			
D_oferentes especializados	-0.02				-0.02			
D_plástico		0.01				-0.02		
D_vidrio		0.08				-0.26**		
D_hierro		-0.04				-0.09		
D metales		0				-0.07		
D_alimentos			0.05*				-0.19**	
D_textiles			0.03				-0.11	
D_editoriales			-0.06**				-0.17**	
D_alimentos				0.09**				-0.09*
D_textiles				0.05*				0.14**
D_madera				0.04				0.23**
D_papel				-0.04				-0.02
D_química				0.04				0.03
D_minerales				0.06*				-0.03
D metales				-0.02				-0.01
D_maquinaria				0.05				-0.03
D_valor perdido resultados <sup>1</sup>	-1.12**	-1.10**	-1.10**	-1.12**	-1.41**	-1.38**	-1.50**	-1.43**
D_valor perdido servicios	0	0	-0.15**	-0.12**	0.31**	-0.02	-0.12**	-0.03
Constante	1.73**	0.52	2.00**	1.39**	1.65**	3.51**	2.01*	1.70**
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121
Pseudo R <sup>2</sup>	0.744	0.892	0.803	0.787	0.692	0.759	0.709	0.705
F	145.4	273.4	337.9	411.4	132.6	273.4	188.8	308.2
Grados de libertad	18	20	19	24	18	20	19	24

\*\* p<0.01, \* p<0.05 <sup>1</sup> D\_valor perdido resultados=(# productos o procesos=0).

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A8: Productos de la innovación, Ventas por trabajador por productos tecnológicamente nuevos o mejorados

Estimación lineal

	Ventas por trabajador por productos tecnológicamente nuevos o mejorados <sup>1</sup>				Ecuación de selección: Introducción de productos nuevos o mejorados <sup>2</sup>			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Tamaño	-0.04	0.06	0.36**	0.18**	-2.60**	-2.70**	-14.33**	-4.12**
Tamaño <sup>2</sup>					0.12**	0.23**	1.18**	0.31**
Capital humano	1.6	-1.61	-0.33	-0.61	2.29	5.14**	5.14**	6.44**
Concentración	0.14	-1.01**	1.52**	0.18	-1.81*	2.51*	14.48**	7.47**
Concentración <sup>2</sup>					2.04*	-2.35*	-13.36**	-7.06**
IED	0.96**	1.35*	-0.62	0.54**	-0.16	-1.51	12.91**	0.19
IED <sup>2</sup>					-0.8	1.24	-11.52**	-0.5
Exportaciones	-0.07	-0.98	1.33*	0.45	-3.44**	-7.36**	-1.35**	3.37**
Exportaciones <sup>2</sup>					3.57**	10.47**	1.33*	-5.20**
Productos*	-0.48	4.43**	4.10**	3.01**				
Inversión I&D*					0.17	0.75**	-1.06**	-1.04**
Otros gastos en innovación*					1.04**	-0.80**	1.69**	1.44**
Gastos en servicios tecnológicos					-0.13**	0.01	-0.27**	-0.16**
D depto técnico					0.78**	0.78**	0.09	0.35**
D ISO9000					-0.43**	-0.06	-0.19	-0.12
D basados en ciencia	0.48				-0.95**			
D oferentes especializados	-0.55*				0.58**			
D plástico		-0.61				-0.87**		
D vidrio		0.12				-1.90**		
D hierro		1.83**				-1.70**		
D metales		-0.14				-1.26**		
D alimentos			0.23				-0.25	
D textiles			0.09				1.81**	
D editoriales			0.53				-2.89**	
D alimentos				-0.27				0.05
D textiles				0.15				0.53**
D madera				0.18				0.24
D papel				0.34				-2.14**
D química				0.2				1.01**
D minerales				-0.23				-0.32
D metales				1.86**				-0.75
D maquinaria				0.26				0.99**
D Valor perdido					-1.33**	-0.87**	-1.88**	-1.41**
Constante	6.11**	-1.95	-4.06**	-0.99	3.60**	10.92**	35.43**	9.30**
athrho	-0.43	-0.18	-0.40**	-0.24**				
Insignia	0.53**	0.43**	0.58**	0.57**				
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121				
Observaciones censuradas	977	1,662	3,674	6,313				
Wald Chi <sup>2</sup>	54	90	320	315				
Grados de libertad	8	10	9	14				
Log pseudolikelihood	-1,612	-1,647	-2,610	-6,101				

\*\* p<0.01, \*p<0.05 <sup>1</sup> Efectos marginales. <sup>2</sup> Coeficientes de la estimación.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.



Tabla A9: Productos de la innovación, Proporción de Ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados

Estimación lineal

	Proporción de Ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados <sup>1</sup>				Ecuación de selección: Introducción de productos nuevos o mejorados <sup>2</sup>			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Tamaño	-0.02	-0.01	0.04**	0.02*	-2.68**	-2.64**	-15.51**	-4.15**
Tamaño <sup>2</sup>					0.12**	0.23**	1.28**	0.31**
Capital humano	0.13	0.88	-0.52	0.04	1.99	5.65**	4.66**	6.56**
Concentración	-0.02	-0.02	0.47**	0.16**	-1.36	2.47*	16.56**	7.49**
Concentración <sup>2</sup>					1.56	-2.41*	-15.25**	-7.09**
IED	0.21**	0.23**	0.1	0.11**	-0.75	-1.49	13.32**	-0.02
IED <sup>2</sup>					-0.24	1.22	-11.82**	-0.28
Exportaciones	-0.07	-0.19	0.31**	0.04	-3.42**	-8.48**	-1.40**	3.46**
Exportaciones <sup>2</sup>					3.51**	12.06**	1.27*	-5.31**
Productos*	-0.44**	0.08	0.05	0.01				
Inversión I&D*					0.17	0.80**	-1.20**	-1.05**
Otros gastos en innovación*					1.09**	-0.84**	1.74**	1.46**
Gastos en servicios tecnológicos*					-0.11**	0.02	-0.27**	-0.16**
D depto técnico					0.77**	0.75**	0.11	0.34**
D ISO9000					-0.45**	-0.02	-0.09	-0.13*
D basados en ciencia	0.19*				-0.89**			
D oferentes especializados	-0.13**				0.58**			
D plástico		-0.10				-0.91**		
D vidrio		0.12				-1.98**		
D hierro		0.28*				-1.75**		
D metales		-0.01				-1.31**		
D alimentos			-0.31**				0.02	
D textiles			-0.15*				2.10**	
D editoriales			-0.21**				-2.97**	
D alimentos				-0.13**				0.11
D textiles				0.09				0.57**
D madera				0.30**				0.27
D papel				0				-2.12**
D química				-0.05				1.06**
D minerales				-0.04				-0.28
D metales				0.20				-0.72
D maquinaria				0				1.03**
D Valor perdido					-1.26**	-0.80**	-1.81**	-1.36**
Constante	1.26**	0.29	0.13	0.22	3.59**	10.95**	38.45**	9.30**
athrho	-0.47**	-0.39*	-0.07	-0.20**				
Insigma	-1.03**	-1.31**	-1.14**	-1.10**				
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121				
Observaciones censuradas	977	1,662	3,674	6,313				
Wald Chi <sup>2</sup>	59.15	61.32	388.2	214.8				
Grados de libertad	8	10	9	14				
Log pseudolikelihood	-784	-752	-1,304	-3,092				

\*\* p<0.01, \* p<0.05 <sup>1</sup> Efectos marginales. <sup>2</sup> Coeficientes de la estimación.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A10: Productos de la innovación, Transformación logarítmica de la proporción de Ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados

Estimación lineal

	Transformación logarítmica Ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados <sup>1</sup>				Ecuación de selección: Introducción de productos nuevos o mejorados <sup>2</sup>			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Tamaño	-0.18**	-0.14	0.06	-0.02	-2.65**	-2.79**	-15.68**	-4.13**
Tamaño <sup>2</sup>					0.13**	0.24**	1.30**	0.31**
Capital humano	-2.18*	7.56**	-2.16	0.24	2.33	5.59**	4.59**	6.71**
Concentración	0.15	-0.2	2.26**	0.73**	-0.75	3.21**	16.88**	7.75**
Concentración <sup>2</sup>					0.95	-3.20**	-15.54**	-7.33**
IED	1.04**	1.59**	1.18**	0.88**	-0.85	-1.43	13.42**	0
IED <sup>2</sup>					-0.17	1.2	-11.90**	-0.31
Exportaciones	-0.12	-1.57**	2.42**	0.16	-3.12**	-9.40**	-1.43**	3.59**
Exportaciones <sup>2</sup>					3.15**	13.43**	1.30*	-5.49**
Productos*	-0.76*	-2.42**	-1.81*	-1.36*				
Inversión I&D*					0.13	0.88**	-1.22**	-1.06**
Otros gastos en innovación*					1.08**	-0.99**	1.75**	1.45**
Gastos en servicios tecnológicos*					-0.10**	0.03	-0.27**	-0.15**
D depto técnico					0.67**	0.57**	0.1	0.34**
D ISO9000					-0.42**	0.04	-0.07	-0.14*
D basados en ciencia	0.45				-0.77**			
D oferentes especializados	-0.06				0.56**			
D plástico		0.13				-1.07**		
D vidrio		0.39				-2.17**		
D hierro		0.87				-2.00**		
D metales		0.25				-1.48**		
D alimentos			-1.33**				0.05	
D textiles			-0.43				2.13**	
D editoriales			-1.21**				-2.97**	
D alimentos				-0.64*				0.15
D textiles				0.4				0.58**
D madera				1.05**				0.26
D papel				-0.52				-2.12**
D química				-0.15				1.11**
D minerales				-0.70				-0.26
D metales				0.2				-0.71
D maquinaria				0.07				1.06**
D Valor perdido					-1.27**	-0.69**	-1.81**	-1.32**
Constante	1.67**	3.45**	1.2	1.13	3.54**	12.24**	38.87**	9.20**
athrho	-0.61**	-0.79**	0.01	-0.23**				
Insigna	0.37**	0.39**	0.25**	0.34**				
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121				
Observaciones censuradas	977	1,662	3,674	6,313				
Wald Chi <sup>2</sup>	34.48	85.92	235.3	191.2				
Grados de libertad	8	10	9	14				
Log pseudolikelihood	-1,512	-1,561	-2,383	-5,683				

\*\* p<0.01, \* p<0.05 <sup>1</sup> Efectos marginales. <sup>2</sup> Coeficientes de la estimación.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.



Tabla A11: Efectos sobre la productividad de la empresa, D(procesos y productos)

	Productividad				Productividad				Productividad			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
D Procesos					-0.01	-0.03	0.29**	0.16**	-0.06	0.09	0.29**	0.19**
D Productos	0.07	-0.17**	0.14**	0.03					0.10	-0.20**	-0.01	-0.06*
Tamaño	2.96**	2.21**	1.62**	2.33**	3.14**	1.56**	1.82**	2.09**	3.03**	2.05**	1.84**	2.22**
Capital humano	0.22**	0.27**	0.28**	0.28**	0.23**	0.26**	0.27**	0.27**	0.23**	0.26**	0.27**	0.27**
Capital por trabajador, Rama	0.24**	0.19**	0.43**	0.36**	0.25**	0.20**	0.42**	0.36**	0.24**	0.18**	0.42**	0.35**
D basados en ciencia	0.01				0.01				0			
D oferentes especializados	-0.33**				-0.33**				-0.34**			
D plástico		0.30**				0.29**				0.31**		
D vidrio		0.04				0.04				0.04		
D hierro		0.52**				0.50**				0.52**		
D metales		-0.02				-0.02				-0.02		
D alimentos			-0.17**				-0.15**				-0.15**	
D textiles			-0.04				-0.04				-0.04	
D editoriales			-0.45**				-0.42**				-0.42**	
D alimentos				-0.08				-0.07				-0.07
D textiles				-0.05				-0.05				-0.05
D madera				0				0				0
D papel				-0.35**				-0.34**				-0.35**
D química				0.22**				0.24**				0.24**
D minerales				-0.25**				-0.23*				-0.23**
D metales				-0.03				0				0
D maquinaria				0				0.01				0.01
Constante	3.67**	3.44**	2.29**	2.59**	3.63**	3.44**	2.34**	2.63**	3.65**	3.46**	2.34**	2.63**
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121
R <sup>2</sup> ajustada	0.25	0.162	0.2	0.241	0.249	0.157	0.208	0.244	0.25	0.162	0.208	0.245
F	133.2	57.86	219.9	290	113.8	55.25	220.8	294.6	113.8	52.32	193.4	271

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A12: Efectos sobre la productividad de la empresa, número de productos y procesos

Estimación lineal

	Productividad				Productividad				Productividad			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Productos*	0.17**	-0.10**	0.13**	0.07**					0.21**	-0.10**	0.04	0.01
Procesos*					0	-0.08	0.24**	0.16**	-0.14**	0	0.22**	0.15**
Tamaño	0.20**	0.27**	0.27**	0.27**	0.23**	0.26**	0.27**	0.26**	0.21**	0.27**	0.27**	0.26**
Capital humano	2.45**	2.26**	1.54**	2.09**	3.13**	1.83**	1.66**	1.95**	2.67**	2.27**	1.56**	1.92**
Capital por trabajador, Rama	0.24**	0.19**	0.43**	0.36**	0.25**	0.19**	0.42**	0.36**	0.23**	0.19**	0.42**	0.36**
D basados en ciencia	0				0.01				-0.01			
D oferentes especializados	-0.33**				-0.33**				-0.34**			
D plástico		0.31**				0.28**				0.31**		
D vidrio		0.05				0.04				0.05		
D hierro		0.52**				0.51**				0.52**		
D metales		-0.02				-0.02				-0.02		
D alimentos			-0.14*				-0.16**				-0.15**	
D textiles			-0.03				-0.05				-0.04	
D editoriales			-0.42**				-0.42**				-0.41**	
D alimentos				-0.08				-0.07				-0.07
D textiles				-0.04				-0.05				-0.04
D madera				-0.01				0				0
D papel				-0.34**				-0.33**				-0.33**
D química				0.22**				0.25**				0.24**
D minerales				-0.24**				-0.22*				-0.22*
D metales				-0.02				0.01				0.01
D maquinaria				0				0.02				0.02
Constante	3.82**	3.42**	2.31**	2.61**	3.64**	3.43**	2.36**	2.64**	3.78**	3.42**	2.36**	2.65**
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121
R <sup>2</sup> ajustada	0.261	0.16	0.202	0.242	0.249	0.157	0.208	0.245	0.265	0.16	0.208	0.245
F	169.6	57.26	227.8	297.4	115.3	55.37	225.3	298.2	146.1	50.91	199.1	277.3

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A13: Efectos sobre la productividad de la empresa, gastos en innovación

Estimación lineal

	Productividad				Productividad				Productividad				Productividad			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Inversión I&D*	0.17**	0.06**	-0.06**	0.08**					0.05	-0.08**	-0.01	0.04*				
Inversión Otros gastos*					0.24**	0.36**	0.16**	0.14**	0.20**	0.43**	0.16**	0.12**				
Inversión Innovación*													0.25**	0.30**	0.10**	0.12**
Capital humano	2.42**	1.22**	1.73**	2.33**	1.72**	4.76**	1.72**	1.83**	1.73**	5.78**	1.68**	1.86**	1.82**	1.52**	1.64**	1.97**
Tamaño	0.08*	0.15**	0.26**	0.22**	-0.14**	-0.05	0.06*	0.08**	-0.13*	0.03	0.07*	0.07**	-0.13*	0.25**	0.15**	0.11**
Capital por trabajador, rama	0.24**	0.19**	0.44**	0.35**	0.23**	0.20**	0.44**	0.36**	0.23**	0.21**	0.44**	0.35**	0.24**	0.24**	0.44**	0.36**
D basados en ciencia	-0.06				-0.05				-0.06				-0.1			
D oferentes especializados	-0.18**				-0.29**				-0.25**				-0.25**			
D plástico		0.23**				0.17*				0.22**				0.27**		
D vidrio		-0.08				-0.49**				-0.44**				-0.04		
D hierro		0.47**				0.39*				0.41*				0.35*		
D metales		-0.07				-0.15*				-0.11				-0.06		
D alimentos			-0.07				-0.38**				-0.36**				-0.31**	
D textiles			0				-0.01				0			-0.02		
D editoriales			-0.49**				-0.61**				-0.60**			-0.54**		
D alimentos				-0.27**				-0.21**				-0.28**				-0.20**
D textiles				-0.14*				0				-0.04				0
D madera				-0.11				-0.01				-0.06				-0.01
D papel				-0.42**				-0.45**				-0.46**				-0.44**
D química				0.07				0.14*				0.08				0.14
D minerales				-0.42**				-0.35**				-0.41**				-0.33**
D metales				-0.09				-0.02				-0.05				-0.03
D maquinaria				-0.15*				-0.02				-0.09				-0.02
Constante	3.56**	3.86**	2.63**	2.68**	4.30**	2.31**	2.70**	3.02**	4.18**	1.50**	2.75**	3.01**	3.92**	3.25**	2.53**	2.86**
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121	1503	2168	4450	8121	1,503	2,168	4,450	8,121
Adjusted R <sup>2</sup>	0.264	0.163	0.201	0.243	0.273	0.24	0.211	0.247	0.274	0.248	0.211	0.247	0.273	0.161	0.203	0.245
F	130.4	59.98	219.8	289.1	178.8	81.13	222.5	305.1	153.1	71.71	195.3	282.5	170.3	58.49	221.2	301.1

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A14: Efectos sobre la productividad de la empresa, ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados

Estimación lineal

	Productividad				Productividad				Productividad			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Ventas por trabajador	0.39**	-0.01	0.03**	0.03**								
Proporción en ventas totales					-0.02	0.88**	0.86**	2.46**				
Transformación logarítmica									0.21**	0.06**	-0.02	0.03*
Capital humano	3.21**	1.88**	1.51**	1.97**	3.08**	0.19	2.34**	2.21**	4.18**	2.22**	1.88**	2.57**
Tamaño	0.25**	0.26**	0.25**	0.26**	0.23**	0.25**	0.23**	0.19**	0.28**	0.28**	0.29**	0.28**
Capital por trabajador, rama	0.24**	0.19**	0.43**	0.36**	0.25**	0.19**	0.42**	0.35**	0.24**	0.18**	0.43**	0.36**
D basados en ciencia	-0.19**				0.01				-0.09			
D oferentes especializados	-0.11*				-0.33**				-0.32**			
D plástico		0.29**				0.35**				0.31**		
D vidrio		0.04				-0.05				0.04		
D hierro		0.52**				0.27				0.50**		
D metales		-0.02				-0.01				-0.03		
D alimentos			-0.13*				0.21*				-0.20**	
D textiles			-0.01				0.19**				-0.06	
D editoriales			-0.41**				-0.15*				-0.48**	
D alimentos				-0.07				0.17*				-0.07
D textiles				-0.05				-0.32**				-0.07
D madera				-0.02				-0.88**				-0.03
D papel				-0.34**				-0.41**				-0.35**
D química				0.21**				0.29**				0.23**
D minerales				-0.23*				-0.21*				-0.25**
D metales				-0.07				-0.55**				-0.04
D maquinaria				0				-0.11				-0.02
Constante	1.26**	3.39**	2.43**	2.66**	3.67**	3.25**	2.03**	2.10**	3.23**	3.24**	2.33**	2.54**
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121
Adjusted R <sup>2</sup>	0.289	0.158	0.203	0.244	0.249	0.163	0.205	0.255	0.268	0.166	0.199	0.242
F	106.2	55.56	226	302.9	128	62.39	214.3	306.5	100.4	62.62	219.5	285

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A15: Efectos sobre la productividad de la empresa, ventas por productos tecnológicamente nuevos o mejorados e I&D

Estimación lineal

	Productividad				Productividad				Productividad			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Gasto en I&D	0.16**	0.06**	-0.06**	0.07**	0.18**	0.05**	-0.06**	0.09**	0.18**	0.06**	-0.06**	0.08**
Ventas por trabajador	0.38**	-0.02**	0.03**	0.03**								
Proporción en ventas totales					0.04	0.70**	0.87**	2.54**				
Transformación logarítmica									0.21**	0.06**	-0.02	0.03**
Capital humano	2.57**	1.80**	1.22**	1.94**	2.46**	0.26	2.04**	2.13**	3.48**	2.01**	1.58**	2.54**
Tamaño	0.11**	0.15**	0.23**	0.20**	0.08*	0.17**	0.20**	0.11**	0.12**	0.17**	0.26**	0.22**
Capital por trabajador, rama	0.23**	0.19**	0.44**	0.35**	0.24**	0.19**	0.43**	0.34**	0.24**	0.17**	0.44**	0.34**
D basados en ciencia	-0.24**				-0.07				-0.16*			
D oferentes especializados	0.02				-0.17**				-0.17**			
D plástico		0.23**				0.29**				0.25**		
D vidrio		-0.1				-0.13				-0.09		
D hierro		0.49**				0.29				0.47**		
D metales		-0.08				-0.05				-0.09		
D alimentos			-0.04				0.32**				-0.1	
D textiles			0.04				0.24**				-0.01	
D editoriales			-0.44**				-0.18*				-0.51**	
D alimentos				-0.24**				-0.04				-0.27**
D textiles				-0.13				-0.43**				-0.17*
D madera				-0.12				-1.04**				-0.16
D papel				-0.40**				-0.48**				-0.42**
D química				0.07				0.11				0.06
D minerales				-0.38**				-0.40**				-0.42**
D metales				-0.12				-0.63**				-0.11
D maquinaria				-0.13				-0.28**				-0.17*
Constante	1.26**	3.83**	2.77**	2.74**	3.50**	3.62**	2.38**	2.19**	3.15**	3.68**	2.67**	2.64**
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121
Adjusted R <sup>2</sup>	0.301	0.165	0.206	0.245	0.264	0.166	0.208	0.258	0.283	0.173	0.202	0.244
F	106.3	54.02	201.7	281.8	121.7	57.81	194	292.8	101.3	59.98	199.5	265.5

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.



Tabla A16: Efectos sobre la productividad de la empresa, ventas por productos nuevos, I&D y otros gastos en innovación

Estimación lineal

	Productividad				Productividad				Productividad			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Gastos en I&D	0.04	-0.07**	-0.02	0.04*	0.05	-0.08**	-0.01	0.06**	0.04	-0.07**	0	0.03
Otros gastos	0.20**	0.43**	0.14**	0.10**	0.22**	0.43**	0.17**	0.10**	0.22**	0.42**	0.18**	0.16**
Ventas por trabajador	0.38**	-0.02*	0.02**	0.02**								
Proporción en ventas totales					0.12	-0.01	0.99**	2.43**				
Transformación logarítmica									0.22**	0.04**	0.03*	0.08**
Capital humano	1.89**	6.27**	1.36**	1.73**	1.83**	5.80**	2.02**	1.75**	2.78**	6.11**	1.91**	2.16**
Tamaño	-0.10*	0.03	0.07*	0.09**	-0.15**	0.02	-0.02	0	-0.11*	0.04	0.04	0.02
Capital por trabajador, rama	0.22**	0.21**	0.44**	0.35**	0.23**	0.21**	0.43**	0.34**	0.23**	0.20**	0.44**	0.35**
D basados en ciencia	-0.24**				-0.08				-0.16*			
D oferentes especializados	-0.06				-0.24**				-0.25**			
D plástico		0.22**				0.22**				0.24**		
D vidrio		-0.46**				-0.44**				-0.44**		
D hierro		0.43**				0.41*				0.41*		
D metales		-0.12				-0.11				-0.12		
D alimentos			-0.30**				0.05				-0.34**	
D textiles			0.02				0.28**				0.02	
D editoriales			-0.56**				-0.27**				-0.58**	
D alimentos				-0.26**				-0.05				-0.27**
D textiles				-0.05				-0.34**				-0.07
D madera				-0.07				-0.96**				-0.15
D papel				-0.45**				-0.52**				-0.48**
D química				0.08				0.12				0.08
D minerales				-0.39**				-0.39**				-0.41**
D metales				-0.07				-0.58**				-0.08
D maquinaria				-0.09				-0.23**				-0.12
Constante	1.88**	1.48**	2.81**	2.99**	4.03**	1.50**	2.47**	2.48**	3.82**	1.47**	2.70**	3.03**
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121
Adjusted R <sup>2</sup>	0.311	0.25	0.212	0.248	0.274	0.248	0.22	0.26	0.295	0.252	0.211	0.25
F	140	65.24	180.3	266.7	135.9	65.52	176.3	281.4	135.2	68.42	175.9	261.5

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

Tabla A17: Efectos sobre la productividad de la empresa, ventas por productos nuevos y gastos en innovación

Estimación lineal

	Productividad				Productividad				Productividad			
	Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja		Alta	M-b	Baja	
Gastos innovación	0.21**	0.30**	0.08**	0.10**	0.26**	0.44**	0.10**	0.13**	0.24**	0.38**	0.11**	0.15**
Ventas por trabajador	0.36**	-0.01	0.03**	0.02**								
Proporción en ventas totales					0.07	1.16**	0.87**	2.52**				
Transformación logarítmica									0.20**	0.07**	0.01	0.06**
Capital humano	2.10**	1.90**	1.33**	1.77**	1.90**	-0.13	1.94**	1.74**	2.88**	2.39**	1.69**	2.25**
Tamaño	-0.06	0.26**	0.16**	0.12**	-0.13*	0.25**	0.09**	0	-0.07	0.28**	0.14**	0.07*
Capital por trabajador, rama	0.23**	0.24**	0.44**	0.36**	0.24**	0.26**	0.43**	0.35**	0.23**	0.23**	0.43**	0.35**
D basados en ciencia	-0.26**				-0.12				-0.19**			
D oferentes especializados	-0.07				-0.24**				-0.24**			
D plástico		0.27**				0.34**				0.29**		
D vidrio		-0.04				-0.20				-0.07		
D hierro		0.37*				-0.02				0.32		
D metales		-0.06				-0.07				-0.08		
D alimentos			-0.25**				0.07				-0.30**	
D textiles			0				0.23**				-0.01	
D editoriales			-0.49**				-0.23**				-0.53**	
D alimentos				-0.17*				0.05				-0.20**
D textiles				-0.01				-0.27**				-0.03
D madera				-0.02				-0.92**				-0.08
D papel				-0.42**				-0.50**				-0.45**
D química				0.14*				0.21**				0.13
D minerales				-0.30**				-0.28**				-0.33**
D metales				-0.05				-0.56**				-0.06
D maquinaria				-0.02				-0.13				-0.06
Constante	1.70**	3.20**	2.58**	2.86**	3.82**	2.91**	2.27**	2.38**	3.52**	2.97**	2.52**	2.84**
Observaciones	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121	1,503	2,168	4,450	8,121
Adjusted R <sup>2</sup>	0.306	0.161	0.206	0.246	0.273	0.171	0.21	0.26	0.291	0.172	0.203	0.247
F	146.9	52.2	200.9	284.9	150.1	61.48	195.7	301.2	143.3	59.85	195.5	276.9

\*\* p<0.01, \* p<0.05

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la ENI.

