

INNOVACIÓN Y PRODUCTIVIDAD DE LAS EMPRESAS EN LA INDUSTRIA MANUFACTURERA DE MÉXICO: 2004-2006

Alenka Guzmán^{*}
Flor Brown^{**}

Abstract

Following the Crépon-Duguet-Mairesse model (1998) the aim of this paper is to identify the factors affecting the innovation efforts of the Mexican manufacturing firms and how they impact innovation. Besides, we estimate how this innovation efforts and the innovation affect the labor productivity during the 2004-2006 period. By using 2078 Mexican manufacturing establishments data base from 2004 to 2006 and by adapting the proxy variables available we set out the following questions: Which is their innovation propensity? Which factors push on their innovation effort? Are the bigger effort and the innovation of these manufacturing establishments having influence on the higher labor productivity? Our outcomes verify our hypothesis in the sense that Mexican firms with higher innovation propensity are the bigger ones and also those which have the appropriability of their inventions, but nor those that export neither by their market position. The access to credit, the technological transfer, the foreign direct investment and the new knowledge appropriability have a positive impact on the firm's innovation expenditure decisions. Moreover, the innovation effort, the same as innovation, joint to exportations and manufacturing establishments size have influenced the process and design innovation, particularly in local firms comparing those foreign ones.

Key words: technological efforts, innovation, Mexican manufacturing firms productivity, CDM model.

Resumen

Con base en la propuesta del modelo Crépon-Duguet-Mairesse –CDM- (1998). El objetivo de este estudio es identificar los factores que determinan el esfuerzo de los establecimientos manufactureros de México y cómo éste influye en la innovación. Posteriormente, estimar cómo este esfuerzo y la innovación misma afectan la productividad laboral durante el periodo 2004-2006. Se utiliza una base de datos de 2078 establecimientos manufactureros de México de 2004 a 2006 y se adaptan las variables proxy disponibles. Las preguntas de la investigación son: ¿Cuál es su propensión a innovar? ¿Qué factores determinan su esfuerzo en innovación? ¿Este mayor esfuerzo y la innovación misma influyen en una mayor productividad laboral? Nuestros resultados confirman la hipótesis en el sentido de que las empresas mexicanas con mayor propensión a innovar son las grandes y aquellas que tienen apropiabilidad de sus invenciones; pero no así las que exportan ni por su participación en el mercado. El acceso al crédito, la transferencia de tecnología, los recursos de la inversión extranjera y la apropiabilidad del nuevo conocimiento impactan positivamente la decisión de las empresas para ejercer gastos en la innovación. Asimismo, el esfuerzo en innovación, conjuntamente con las exportaciones y el tamaño de los establecimientos, determinó la innovación de nuevos procesos y/o diseños, particularmente en empresas locales en contraste a las extranjeras.

Palabras-clave: esfuerzos tecnológicos, innovación, productividad firmas manufactureras mexicanas, modelo CDM

1. Introducción y Objetivos

Con base en la propuesta del modelo CDM, esta investigación tiene dos propósitos: el primero, estudiar los factores que determinan el esfuerzo de las empresas (establecimientos)

^{*} Profesora del departamento de Economía y del posgrado en Estudios Sociales de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. alenka.uami@gmail.com

^{**} Profesora de la Facultad de Economía de la Universidad Nacional Autónoma de México. Profesora invitada en la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa, México. brown@unam.mx

manufactureras de México durante el periodo 2004-2006¹ y cómo éste influye en la innovación; el segundo, cómo este esfuerzo y la innovación misma afectan la productividad laboral en ese mismo período.

La relación entre la productividad y la innovación ha sido un tema central para los estudios de los economistas desde hace varias décadas (Solow, 1957; Hall, Mairesse y Mohnen, 2010; Hall y Mairesse, 2011). A nivel de firma, destaca el trabajo pionero de Griliches (1964), que enfrentó las dificultades de la especificación del capital de la ID para calcular la contribución de la ID de las firmas en el desempeño de su productividad.²

Basado en las propuestas teóricas metodológicas de Griliches (1980) y Pakes y Griliches (1984), hacia finales de los noventa Crépon, Duguet y Mairesse (CDM) (1998) proponen un modelo más complejo. El modelo CDM toma en cuenta la asignación de recursos para las actividades de innovación y los resultados del proceso de innovación en la productividad. Además, éste permite solucionar los problemas que se generan por la presencia de cierta selectividad relativa a los gastos en innovación, la posible endogeneidad de algunas variables independientes y el carácter cualitativo de algunas de ellas.

La metodología CDM fue utilizada ampliamente para analizar los países industrializados.³ Recientemente se aplicó a países latinoamericanos.⁴ Particularmente para el caso de México, Raffo, Lhuillery y Miotti (2008) corroboran la relación positiva entre la innovación y la productividad conforme a la metodología CDM.

Esta investigación retoma las preguntas centrales del modelo CDM para analizar la industria manufacturera de México: ¿Cuál es la propensión a innovar de las firmas manufactureras en México? ¿Qué factores determinan el esfuerzo en innovación en las firmas manufactureras? ¿El mayor esfuerzo de innovación de las empresas influye en una mayor productividad laboral?

A diferencia del estudio de Raffo, Lhuillery y Miotti (2008), en esta investigación se estudia la industria manufacturera mexicana a nivel de establecimientos durante el periodo 2004 a 2006, con una base de datos que incorpora variables adicionales. Estas variables son patentes y marcas como proxy de la apropiabilidad de las innovaciones, y las remuneraciones como proxy del capital humano.

Planteamos como hipótesis de investigación que las empresas mexicanas con mayor propensión a innovar son las más grandes, aquellas que tienen apropiabilidad de sus invenciones, las que exportan y las que tienen mayor participación en el mercado. No obstante, en la decisión de las empresas para ejercer el monto del gasto en la innovación influyen notablemente el acceso al crédito, la transferencia de tecnología, los recursos de la inversión extranjera, la cooperación entre empresas, las exportaciones y la apropiabilidad

¹ Sólo se tuvo acceso a las estadísticas conjuntas a nivel de establecimiento de este periodo de tres fuentes de datos integrados por el INEGI para este estudio.

² Griliches (1979) construyó varias proxies para medición del capital físico y el capital de ID, utilizando una muestra agregada y datos de Censos de 883 empresas entre 1957-1965.

³ Se han estudiado países individuales: Suecia (Janz, Lööf y Peters, 2004; Lööf y Heshmati, 2006); Canadá (Therrien y Hanel, 2005); Países Bajos (Van Leeuwen y Klomp, 2006); Francia (Mairesse y Robin, 2009); Holanda (Polder, Van Leeuwen, Mohnen y Raymond, 2010). También se han estudiado comparativamente los casos de Bélgica, Dinamarca, Alemania, Irlanda, Italia, Holanda y Noruega (Mohnen, Mairesse y Dagenais, 2006); Francia, Suecia, Finlandia, Holanda, Dinamarca y China (Hall y Mairesse, 2011).

⁴ Chile, Argentina, Uruguay, Costa Rica (Benavente, 2006; Alvarez, Bravo-Ortega y Navarro, 2011; Arza y López, 2010; Cassoni y Ramada, 2010; Monge-González y Hewitt, 2010). Un estudio comparativo es el relativo a Argentina, Chile, Colombia, Costa Rica, Panamá y Uruguay (Crespi y Zuñiga, 2012). También se estudia comparativamente a países europeos y latinoamericanos –España, Francia, Suiza, Argentina, Brasil y México (Raffo, Lhuillery y Miotti, 2008).

del conocimiento. Tal esfuerzo de innovación de las empresas, aunado a las exportaciones y al tamaño del establecimiento, esperamos que se traduzca en nuevos procesos y/o diseños y consideramos que las empresas extranjeras son las que cuentan con mayores posibilidades de innovar. Finalmente, esperamos que la innovación, como insumo, conjuntamente con el capital humano, impacten sustantivamente la productividad laboral de la industria manufacturera de México.

Para la aplicación del modelo CDM se utilizó información en forma de panel de 2078 establecimientos, provenientes de la Encuesta Industrial Anual (EIA) 2004, 2005 y 2006, la Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación (ENESTYC) 2005 y el Censo Industrial 2005. Debido a que la mayor parte de las empresas realizan esfuerzos de innovación pero no siempre los reportan Griffith, Huergo Mairesse y Peters, (2006) incluimos en el modelo las empresas que reportaron gastos en tecnología y aquellas que no lo hicieron.

La EIA incluye datos de las actividades económicas de los establecimientos manufactureros, sus ingresos, gastos, empleo e inversión en acervos físicos. La ENESTYC contiene información de la organización de la producción, y de las actividades de innovación de 8,000 establecimientos del sector manufacturero. Finalmente, el Censo Industrial incluye cuatro millones de establecimientos del sector manufacturero, el comercio y los servicios. Hay variables comunes en las tres encuestas, pero algunas aparecen sólo en una de ellas. Por ejemplo, la información de las marcas y patentes se preguntó por única vez en el Censo de 2005. La EIA no tiene información de las actividades innovadoras y la ENESTYC no incluye datos de la producción. Con el fin de construir una base de datos que incluyera variables adecuadas para el modelo CDM se utilizaron complementariamente las tres fuentes de información. Adicionalmente, no todos los establecimientos están considerados en las tres fuentes. Por esta razón la muestra de establecimientos en esta investigación se redujo a 2078.

2. Aplicación del modelo CDM para las firmas manufactureras en México

La metodología CDM fortalece los estudios empíricos en la medida que logra identificar separadamente los efectos que tienen los esfuerzos de la innovación (que incluyen a la ID y otros esfuerzos) en la función del conocimiento, por un lado, y la productividad por el otro. Adicionalmente, en el ámbito econométrico se solucionan dos posibles sesgos que se presentan en este tipo de estimaciones: el de la selectividad y la endogeneidad. El sesgo de selección proviene del hecho de incluir a las empresas que innovan en las estimaciones, estableciendo una muestra no aleatoria. Por esta razón se incluye en el modelo una ecuación de selección. Con respecto al sesgo de endogeneidad, ocurre cuando algunas variables explicativas no estén exógenamente determinadas; en tal caso, el modelo CDM encuentra solución por la vía de la estimación en dos etapas.

El modelo CDM se expresa en cuatro ecuaciones: (1) la decisión de la empresa para participar en inversiones en I+D; (2) la intensidad con la que la empresa se compromete a innovar, es decir, las inversiones en I+D; (3) la función de producción de conocimiento que vincula la intensidad de I+D con la innovación; (4) la función de producción en la que el conocimiento es un insumo.

En este estudio se incorporan algunas adaptaciones al modelo debido a que en los estudios previos se dispone de distintas variables proxy. Así, se estiman cuatro ecuaciones cuya especificación e hipótesis son las siguientes:

Ecuación 1: la propensión a innovar

Del conjunto de los establecimientos manufactureros de los años 2004 a 2006 que conforman la muestra, fue indispensable identificar aquellos que decidieron invertir en esfuerzos de innovación. Por tanto, con esta ecuación de selección se pretende determinar el efecto de factores que inciden en la propensión a innovar de las empresas. En ausencia de datos de los gastos en ID, se tomó como una aproximación de éstos los pagos que hacen las empresas para adquirir tecnología (Boyer y Didier, 1998). La variable dependiente (dtec) es binaria con valor de uno para los establecimientos que gastan en tecnología y cero en el caso contrario.

$$\text{dtec} = \beta_0 + \beta_1 \text{exp} + \beta_2 \text{pym} + \beta_3 \text{ied} + \beta_4 \text{tamaño3} + \beta_5 \text{mercado} + \beta_6 \text{divinova} + e \quad [1]$$

En donde:

- 1) exp: el porcentaje de las exportaciones en las ventas totales del establecimiento. Con esta variable se pretende estimar el efecto positivo que se espera de las exportaciones en la innovación como resultado de la competencia y el aprendizaje de las empresas. Las empresas con una orientación a los mercados globales tienen una probabilidad más alta de introducir nuevos productos, comparadas con las que producen para los mercados locales, debido a la mayor competencia que enfrentan en los mercados internacionales (Janz, Löff y Peters, 2004).
- 2) pym: Patentes y Marcas. Es una variable binaria igual a uno si el establecimiento tiene propiedad intelectual, al tener registrada una marca, una patente o ambas. Se decidió incluir esta variable conjunta debido a que el número de patentes es reducido (sólo 300 establecimientos del total de la muestra tienen registrada al menos una patente y/o marca). Las empresas utilizan distintas estrategias para innovar y desarrollar nuevos productos que se protegen por la vía de patentes o registro de marcas, por tanto, para diferenciar sus productos (Rogers, 2007). Esta variable permite analizar la importancia señalada en la literatura en cuanto a la apropiabilidad en las actividades de innovación.
- 3) ied: Inversión Extranjera Directa. Es una variable binaria igual a uno cuando el establecimiento tiene una participación en su capital de más de 25% proveniente de inversión extranjera y cero en caso contrario. No hay consenso en cuanto al efecto de la inversión extranjera en la innovación. Por un lado algunos autores encuentran que las empresas transnacionales tienen mayor sofisticación tecnológica y mejor acceso al financiamiento y disponen de un elevado capital humano, y por tanto se registra un efecto positivo en la innovación (Kumar y Aggarwal, 2005). Por el otro, algunas investigaciones no corroboran tal efecto (Brown y Domínguez, 2006).
- 4) tamaño3: Es una variable binaria con uno para las empresas grandes de más de 500 empleados. En la literatura se señala la existencia de una relación positiva entre el tamaño y la innovación (Benavente, 2006). Aunque en algunos casos la relación puede no ser lineal.
- 5) mercado: Es la participación del establecimiento en su rama de actividad industrial. Se toma como variable proxy del éxito de la innovación. Considerando que el éxito de la empresa fruto de la innovación le asegura una mayor participación en el mercado, sea por el acceso a nuevos nichos del mercado o por la incorporación de nuevos clientes (Therrien y Hanel, 2005). En tal sentido se espera una relación positiva asociada a la decisión de invertir en innovación.
- 6) divinova: Industrias innovadoras. Es una variable dummy para las divisiones industriales que identifocamos como “innovadoras”. Es decir, aquellas con un gasto en tecnología mayor al promedio industrial (industria química, la metalmecánica y otras industrias).

Ecuación 2: los determinantes del esfuerzo de innovación

Después de que la empresa decide innovar, establece el monto de los recursos que destinará a la innovación. En esta ecuación se pretende estimar el monto de inversión en innovación determinado por las condiciones macroeconómicas, la estructura del mercado y las características de la empresa. Por tanto, se formula la siguiente ecuación:

$$Lgtec = \beta_0 + \beta_1 \text{pub} + \beta_2 \text{exp} + \beta_3 \text{mercado} + \beta_4 \text{pym} + \beta_5 \text{ied} + \beta_6 \text{coop} + \beta_7 \text{TT} + \beta_8 \text{acredito} + \beta_9 \text{divinova} + \beta_{10} \text{per04} + \beta_{11} \text{per05} \quad [2]$$

En donde:

- 1) Lgtec: Gasto en tecnología en logaritmos. Esta constituye nuestra variable dependiente. En esta variable están consignados todos aquellos gastos que integran los esfuerzos de innovación de las empresas. Podrían incluso estar considerados los gastos de ID que las empresas no reportan como tal.
- 2) pub: Gasto en publicidad. Es el logaritmo de los gastos efectuados por la empresa en publicidad. Con esta variable se busca estimar el efecto positivo que tiene en la innovación los esfuerzos de las empresas para ganar clientes y aumentar su participación en el mercado (Askenazy, Breda e Irac, 2010).
- 3) coop: Cooperación. No es claro el efecto de la cooperación entre empresas en la innovación. La cooperación en ID entre firmas, por un lado, favorece el crecimiento del acervo de conocimientos disponible en las empresas, en la medida en que ocurre la derrama de conocimiento tecnológico y, con ello, se disminuyen los costos de producción; mas, por el otro, contribuye a la reducción de la ID interna debido a la débil apropiación de los retornos provenientes de la innovación (De Bondt, 1997). En virtud de que no contamos con información de las diversas formas de cooperación entre las empresas, tomamos como proxy de a la colaboración entre éstas en los corporativos, bajo el supuesto de que la información y cooperación es habitual en esta forma de organización.
- 4) TT: Transferencia de tecnología. Se vincula al efecto de aprendizaje y desarrollo de capacidades tecnológicas que reditúa en los rendimientos de la inversión en ID (Johnson, 2002). En este proceso interactivo se generan derramas tecnológicas entrantes y salientes. La complementariedad entre la ID y la compra de tecnología externa debe, en teoría, generar un círculo virtuoso para las empresas. Por un lado, la capacidad interna en ID puede favorecer la absorción de los conocimientos externos (Kamien y Zang, 2000), y, asimismo, facilitar la adaptación de las tecnologías importadas a los mercados locales (Arora, 1995). Por el otro, la adquisición de tecnologías externas puede contribuir a que las empresas optimicen sus esfuerzos de ID y con ello aumenten sus capacidades tecnológicas y, eventualmente, su innovación endógena.
- 5) acredito: Acceso al financiamiento de las empresas. El apoyo gubernamental es un factor importante en las decisiones de innovación de las empresas (Brown y Domínguez, 2006). La información de nuestra muestra no nos permite hacer una evaluación de este tipo de apoyo. Tomamos como aproximación a esta variable el acceso al financiamiento bajo el supuesto de que las empresas que acceden a éste son las que tienen recursos para la innovación.
- 6) per04: año 2004
- 7) per05= año 2005

Ecuación 3: la función de la producción del conocimiento

Esta ecuación permite estimar el efecto del monto en el gasto de innovación que realizan las empresas en sus procesos de producción o diseño. Mediante esta ecuación se estima el insumo de innovación que afecta a la productividad y se expresa:

$$\text{procdis} = \beta_0 + \beta_1 \text{iepanel} + \beta_2 \text{pmills} + \beta_3 \text{exp} + \beta_4 \text{size} + \beta_5 \text{dacesotec} + \beta_6 \text{divinova} + \beta_7 \text{dT} + e \quad [3]$$

En donde:

- 1) *procdis*: Proceso y diseño. Es la variable dependiente; es binaria con uno para las empresas con cambios en sus procesos de producción o diseño. Optamos al igual que Crespi y Zúñiga (2012) por estimar una ecuación, en lugar de dos por separado: una para el proceso de producción y otra para el diseño. Lo anterior debido a la alta correlación entre estas dos variables. No estamos considerando a las patentes como variable dependiente en razón de que éstas aun son marginales, asociado a una escasa cultura de protección intelectual. El éxito de los esfuerzos de innovación de las empresas se registran más bien en los nuevos procesos y diseños que se reportan en las encuestas.
Además de las variables independientes definidas anteriormente, se agregan:
- 2) *iepanel*: Nivel de gasto en innovación estimado a partir de las dos ecuaciones anteriores para todas las empresas. Es decir, la estimación considera, primero, la decisión de las empresas a innovar y, segundo, el monto destinado a la innovación.
- 3) *pmills*: la inversa de Mills que permite corregir posibles sesgos de selección.
- 4) *size*: tamaño del establecimiento
- 5) *TT*: transferencia tecnológica o acceso a la tecnología
- 6) *ied*: inversión extranjera directa

Ecuación 4: los determinantes de la productividad

Por último, para analizar el efecto del esfuerzo de la innovación y la innovación misma, en esta ecuación se analiza el efecto de los determinantes en la productividad laboral, se especifica una función de producción tipo Cobb Douglas con rendimientos constantes a escala, en la cual, además de los insumos capital y trabajo, se incluye la variable que construimos como “insumo de la innovación del trabajo”. La ecuación se expresa:

$$Lpt = \beta_0 + \beta_1 I2panel + \beta_2 Remun + \beta_3 K + \beta_4 mercado + \beta_5 ied + \beta_6 Reinge + \beta_7 size + e \quad [4]$$

En donde:

- 1) *Lpt*: Productividad laboral en logaritmos.
- 2) *I2panel*: “Insumo de la innovación del trabajo”. Es el resultado de la función de conocimiento, en la ecuación 3.
- 3) *Remun*: Remuneraciones por persona. Esta variable es considerada una aproximación al capital humano. En ausencia de información detallada de la calidad y cantidad del capital humano, se ha considerado conveniente utilizar a las remuneraciones como un indicador de la calidad del capital humano. A mayor competencia y habilidades del personal se tendrá una mejor remuneración (Laroche y Mirelle, 2000).
- 4) *K*: Acervo de capital fijo. Esta es una variable tradicional utilizada en las funciones de tipo Cobb Douglas. Es un insumo al igual que el trabajo que puede contribuir al incremento de la productividad.
- 5) *Reinge*: Reingeniería. Es una variable que nos refiere a la capacidad de absorción del conocimiento y que puede dar lugar a mejoras en la productividad laboral. Es una variable binaria con 1 para los establecimientos que realizaron cambios en sus procesos productivos.
Otra variable tradicional que influye en la productividad laboral es:
- 6) *Size*: Tamaño. Es una variable dummy con 1 para los establecimientos chicos, dos para los medianos y tres para los grandes.

Con esta metodología se logra que la inversa de Mills y el insumo de la innovación, estimadas en las ecuaciones 1 y 2, sean en esta función de producción, variables exógenas no correlacionadas con el término de error pero sí con la variable dependiente (productividad).

Aspectos metodológicos de la estimación del modelo CDM

La estimación se realizó en dos etapas. En la primera se utilizaron los datos en forma agrupada para estimar mediante el método de Heckman la ecuación de la decisión de

innovar (ecuación 1) y la del gasto en innovación (ecuación 2) con las técnicas de máxima verosimilitud. En esta primera etapa se estimó la inversa de la razón de Mills que se incorporó en las siguientes dos ecuaciones para corregir sesgos potenciales de selección (Janz, Lööf y Peters, 2004).

La ecuación del esfuerzo de innovación (ecuación 3) se estimó con un modelo probit en forma de panel. En la ecuación 4, que identifica los factores que inciden en la productividad laboral, se utilizó un modelo en forma de panel con efectos fijos. Con el fin de precisar la estimación y conocer con mayor profundidad la dinámica de los individuos se decidió estimar las dos últimas ecuaciones con modelos tipo panel (Greene, 2009).

Innovación y productividad laboral: análisis y discusión de resultados

Ecuación 1: la propensión a innovar

Los resultados obtenidos de la ecuación 1 muestran que las empresas mexicanas con mayor propensión a innovar son las grandes y aquellas que tienen apropiabilidad de sus invenciones. Es decir, ambas variables, el tamaño y la dummy de las patentes y marcas de los establecimientos manufactureros son estadísticamente significativas. Lo anterior confirma la hipótesis schumpeteriana sobre el tamaño de la empresa como variable determinante de la innovación (Scherer, 2005). La importancia de las patentes y marcas corrobora que la protección intelectual otorga certidumbre a las empresas para decidir tomar el sendero de la innovación (Cartens y Maskus, 2005).

Otras variables, como las exportaciones y la cooperación entre los establecimientos, no resultaron estadísticamente significativas a la probabilidad a innovar. En el caso de las exportaciones los resultados van en sentido contrario a estudios donde éstas están altamente asociadas a la decisión de innovar de las empresas (Janz, Lööf y Peters, 2004). En cambio, confirman la evidencia del caso de Chile. La explicación de este comportamiento se asocia al hecho de que algunas exportaciones de países en desarrollo provienen de sectores en los que la innovación no es relevante para lograr competitividad internacional (Alvarez, Bravo-Ortega y Navarro, 2011). En relación a la cooperación entre empresas, el resultado muestra la ausencia de redes de cooperación entre ellas. En México, como en otros países latinoamericanos, la cooperación tecnológica entre firmas es lejana a la cultura empresarial y, por tanto, no es utilizada como un recurso que incentive la decisión de innovar, a diferencia de lo ocurre en países industrializados (Zuñiga Crespi, 2012).

Ecuación 2: los determinantes de la innovación

Una vez analizada la propensión a innovar de las empresas, se consideran nuevamente las exportaciones, el tamaño y la cooperación entre las empresas para identificar junto con otras variables como los establecimientos determinan el monto que gastan en innovación. Las primeras variables no resultaron ser estadísticamente significativas (Crespi y Zúñiga, 2012). Las otras, el acceso al crédito, la transferencia de tecnología, los recursos de la inversión extranjera y nuevamente la apropiabilidad del conocimiento, sí son estadísticamente significativas.

En el caso del tamaño de la firma, nuestros resultados concuerdan con estudios previos de países latinoamericanos (Crespi y Zúñiga, 2012; Benavente, 2006; Cassoni y Ramada, 2011) y europeos (Griffith et al., 2006; Mairesse y Robin, 2009), en el sentido de

que esta variable influye en la decisión de innovar pero no en el monto del gasto.

Con el fin de mostrar el efecto de las variables independientes que resultaron estadísticamente significativas en el monto del gasto se calcularon sus elasticidades (véase gráfica 1). En particular, destaca la alta elasticidad de la inversión extranjera directa: un incremento de 10% aumenta la inversión en innovación en 14%. En efecto, las empresas extranjeras cuentan con mayores recursos para invertir en la innovación que el resto de las firmas y pueden tomar la decisión de ejercer esos recursos (Kumar y Aggarwal, 2005). El monto que asignen las empresas extranjeras para innovar dependerá de distintas circunstancias. En algunos casos corresponderá a la adaptación del producto para los mercados domésticos o de exportación. En otros, a la decisión de abrir centros de ID en países que cuentan con un capital humano con capacidades adecuadas y con salarios significativamente menores (como en el caso de India). También, las empresas pueden no asignar montos de inversión a la innovación porque consideren que el país receptor no cuenta con las capacidades tecnológicas para desarrollar tales actividades. Las diferentes estrategias de las empresas transnacionales se reflejan en los resultados mixtos de los diversos estudios. Así, el efecto es positivo para el caso de Argentina, Colombia y Panamá (Crespi y Zúñiga, 2012), Chile (Benavente, 2006) y no significativo para Chile, Colombia y Costa Rica (Crespi y Zúñiga, 2012) y, negativo en el caso de Uruguay (Cassoni y Ramada, 2010).

Asimismo, la elasticidad resulta relativamente alta en la apropiabilidad: un incremento de 10% en el registro de marcas o patentes de los establecimientos aumenta en 8% el gasto en innovación. Tal resultado es consistente con la literatura teórica que sugiere que las empresas sólo inician sus inversiones en innovación cuando cuentan con la protección para sus inventos y, en consecuencia, aseguran el retorno de su inversión en ID (Scherer, 2005). Al igual que otras variables consideradas en este tipo de modelos, los resultados para distintos países son mixtos o contradictorios. Los estudios de la industria manufacturera de Chile muestran resultados contrastantes. Por un lado Alvarez, Bravo-Ortega y Navarro (2011) encuentran un efecto estadísticamente no significativo. Por el otro, Benavente (2006) y Crespi y Zúñiga (2012) obtienen un coeficiente positivo. En países industrializados los resultados también son mixtos. En Alemania el coeficiente es negativo y en Suecia positivo (Loof y Heshmati, 2006).

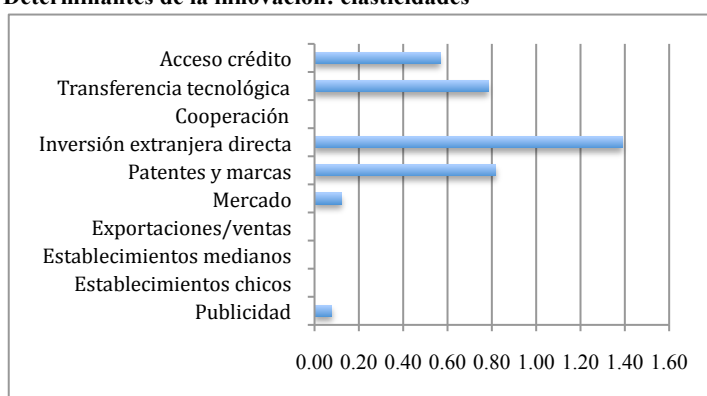
La elasticidad de la transferencia tecnológica es también elevada: un incremento de 10% de la TT aumenta 7.8% el gasto de innovación. Es ampliamente reconocido que la TT permite a las empresas acceder a la tecnología de punta para mejorar sus procesos y estimular los esfuerzos de ID. Sin embargo, cuando las empresas se encuentran en un entorno de actividad inventiva débil, la compra de tecnología externa, con el propósito de incrementar la productividad, sustituye la ausencia de ID, elevando significativamente los costos. Incluso, cuando no se cuenta con ID interna, la transferencia tecnológica podría provocar dependencia tecnológica, frenando eventualmente la capacidad de innovación de las empresas (Zúñiga, Guzmán y Brown, 2007).

El acceso al crédito es otra variable a la cual el gasto en la innovación es sensible: un aumento de 10% incrementa el gasto en 5.9%. No obstante su importancia, el acceso al crédito no se incluye en todos los estudios de innovación y productividad del sector manufacturero de países latinoamericanos. En el estudio de Chile (Alvarez, Bravo-Ortega y Navarro, 2011) y Uruguay (Cassoni y Ramada, 2010) se muestra que el acceso al crédito aumenta la intensidad de la inversión en tecnologías incorporadas pero no en la de otras actividades. Lo anterior se explica por las políticas de los bancos que prefieren otorgar

créditos cuando se adquiere maquinaria, porque constituye una garantía, lo que difícilmente ocurre con otro tipo de préstamos. (Alvarez, Bravo-Ortega y Navarro, 2011).

Por último, las variables asociadas con el mercado, participación del mercado y publicidad, aumentan también el monto de la inversión aunque en una proporción menor a las otras variables. Un aumento de 10% en cada una de estas variables incrementa en 0.8% y 0.3% el gasto en innovación respectivamente. En el mismo sentido, Therrien y Hanel (2003), muestran la importancia de estas dos variables del mercado en el gasto en innovación en el caso de Canadá. De igual forma, el gasto en innovación resulta sensible a la participación del mercado y publicidad en la industria manufacturera de Alemania y Suecia (Loof y Heshmati, 2006) y Chile (Benavente, 2006). Aunque las exportaciones y la necesidad de mantener la competitividad internacional son un incentivo permanente para innovar, la participación en los mercados locales también pueden tener relevancia para decidir el monto del gasto (Loof y Heshmati, 2006).

Gráfica 1
Determinantes de la innovación: elasticidades



Fuente: Elaboración propia con base en el cuadro 3 del Anexo.

Ecuación 3: la función de la producción del nuevo conocimiento

Tal como se explicó previamente, la función de la producción del nuevo conocimiento permite estimar el efecto del monto en el gasto de innovación que realizan las empresas en sus procesos de producción o diseño, insumo de innovación a utilizar en la función de productividad.

El esfuerzo de innovación estimado en la ecuación 2, resultó estadísticamente significativo en la probabilidad de que las empresas realicen innovación en el proceso y/o diseño de productos. Un aumento del 10% en el esfuerzo de innovación incrementa en 1% la probabilidad de que las empresas innoven por la vía de proceso y/o diseño de productos (véase gráfica 2). Si bien existe cierto consenso en la elasticidad positiva, no lo hay en términos de la magnitud (véase los casos de Función de la producción del nuevo conocimiento: efectos marginales en Crespi y Zúñiga, 2012 y Casoni y Ramada 2010).

Algunos autores estudian de manera separada los efectos de los esfuerzos de innovación en procesos y en diseño de productos, enriqueciendo la evidencia. En Chile, los estudios contrastan. Por un lado, un coeficiente de 0.002 de la ecuación de la probabilidad de innovar en producto y de 0.001 en la de proceso (Benavente, 2006). Por el otro, un

coeficiente de 1.18 en la ecuación de la probabilidad de innovar conjuntamente en proceso y/o diseño de producto. El coeficiente en cuestión resulta más elevado en países industrializados y que solo incluyen a las empresas innovadoras. Tal es el caso de Alemania y Suecia con un coeficiente de 0.49 (Loof y Heshmati, 2006).

El acceso a tecnologías tiene un efecto importante en la probabilidad de innovar en proceso y/o producto: un aumento de 10% incrementa la probabilidad en 23%. No todos los estudios consultados incluyen el acceso a la tecnología, sino construyen variables proxy. En Uruguay, se utiliza la asistencia técnica, con un efecto positivo de 0.102 (Casoni y Ramada, 2010). A su vez, el estudio de Alemania y Suecia emplea el acceso a ciencia y tecnología por parte de las empresas, encontrando un efecto positivo (0.27) y negativo (-0.68) respectivamente (Loof y Heshmati, 2006).

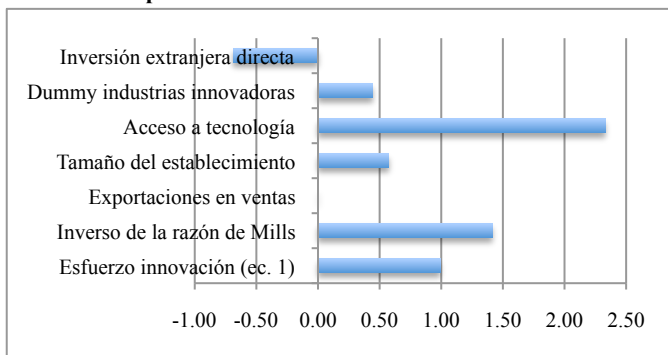
La elasticidad de la variable asociada a la inversión extranjera tiene signo negativo, es decir, un aumento en las empresas con capital extranjero en 10% disminuye en un 7% la probabilidad de innovación de proceso y diseño. Este resultado negativo coincide con la estimación de Benavente (2006) para Chile y Crespi y Zúñiga (2012) en los casos de Colombia, Panamá, Argentina y Uruguay. Lo anterior podría explicarse por el hecho de que la innovación es generalmente realizada por las transnacionales en sus países de origen o en otras sedes de países industrializados. Las empresas filiales reciben de sus casas matrices la información procesada sobre productos y procesos. Otra explicación es que algunas empresas nacionales abastecen de insumos intermedios a las empresas extranjeras con exigencias de estándares de calidad. Por tanto, las nacionales se esfuerzan en mejorar los procesos y los productos para mantener su competitividad (Brown y Minian, 1998). Contrariamente, en la industria manufacturera argentina y uruguaya, los estudios reportan un coeficiente positivo (Arza y Lopez, 2010 y Cassoni y Ramada, 2010). Esta evidencia sugiere que las empresas nacionales tienen mayor probabilidad de llevar a cabo innovaciones de proceso y/o diseño.

Se confirma que el tamaño del establecimiento tiene un efecto positivo en la probabilidad de innovar en procesos y/o diseños. Un aumento en el tamaño de las empresas de 10% incrementa esta probabilidad en 6%. Este efecto positivo se confirma para los seis países incluidos en el estudio comparativo de Chile, Argentina, Colombia, Panamá, Costa Rica, Colombia y Uruguay (Crespi y Zúñiga, 2012). El resultado de que las empresas de mayor tamaño tiendan a innovar más se asocia a las economías de escala y de alcance que se registran en estas funciones de conocimiento. Sin embargo, el tamaño puede tener importancia o no en función del tipo de industria y del dinamismo del mercado del segmento industrial. Así, en Argentina, si bien son las empresas más grandes las que tienen mayor probabilidad de innovar, las de menor tamaño tienen mayor probabilidad de innovar que las medianas. Por tanto, la relación con el tamaño no siempre es lineal (Arza y López, 2010). Un resultado similar se presenta para Alemania (Loof y Heshmati, 2006).

Por último, la participación en las exportaciones aumenta la probabilidad de innovar en diseño y producto en los establecimientos manufactureros de México pero con un efecto marginal. Un aumento de 10% en esta variable aumenta la probabilidad de innovar en 0.1%. Lo anterior coincide con el estudio de Chile (Benavente, 2006) y Argentina (Crespi y Zúñiga, 2012). Un efecto de mayor magnitud se presenta en Costa Rica (Crespi y Zúñiga, 2012) y Uruguay (Cassoni y Ramada, 2010). En contraste, en Colombia el efecto es negativo (Crespi y Zúñiga, 2012) (véase gráfica 2).

Gráfica 2

Función de la producción del nuevo conocimiento: elasticidades



Fuente: Elaboración propia con base en el cuadro 4.

Ecuación 4: los determinantes de la productividad

Conforme a nuestra hipótesis se corrobora el impacto positivo del insumo de la innovación en la productividad laboral. En efecto, un incremento de 10% en este insumo aumenta la productividad en 2.7% (véase gráfica 3). Si bien hay consenso en que el coeficiente de la función de productividad es positivo, no lo hay en relación a la magnitud. En comparación a otros estudios de países latinoamericanos, cuyo coeficiente va de 0.1 a 1.92 (Cassoni y Ramada, 2010; Crespi y Zúñiga, 2012), en nuestra investigación de México el coeficiente estimado es de 0.29.⁵

En la lógica de la teoría económica del capital físico y humano, se ratificó su contribución positiva a la productividad laboral aunque con distintas elasticidades. Por un lado, la elasticidad del capital físico de 0.01 en la industria manufacturera mexicana resulta magro en comparación a la elasticidad de 0.7 en el caso de Chile (Benavente, 2006). Por el otro, la elasticidad del capital humano, en el que las remuneraciones se tomaron como proxy, fue relativamente alta 0.42; es decir, un aumento de 10% en las remuneraciones incrementa la productividad en 4.2%. La importancia del capital humano se corrobora también para Chile en Benavente (2006) y Raffo, Lhuillery y Miotti (2008) para Francia, Suiza, Argentina, Brasil y México.

Contrariamente a la hipótesis schmpeteriana de que las empresas grandes fuesen determinantes en el nivel de productividad, al incluir el insumo de la innovación en la estimación de la ecuación 4, el tamaño de las empresas no resultó estadísticamente significativo. Habría que considerar las explicaciones que ofrecen Malerba y Orsenigo (1997) sobre las diferentes dinámicas de innovación que tienen los distintos sectores asociadas a la naturaleza de la tecnología y del conocimiento, los cuales finalmente incidirá en la productividad.

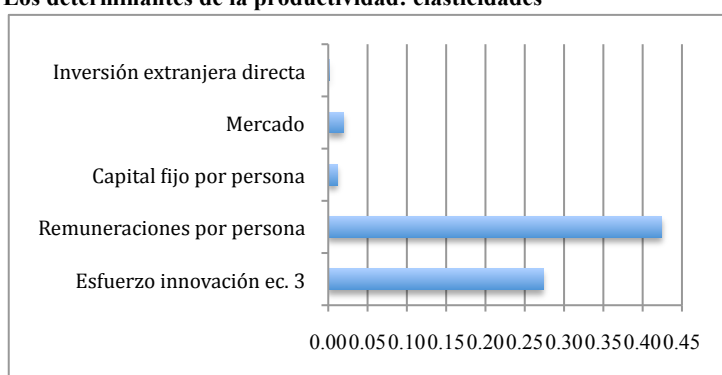
En relación al capital extranjero, se comprueba su efecto positivo en la productividad laboral, pero muy reducido. Se presume que el resultado se vincula al débil encadenamiento entre empresas transnacionales y nacionales en la industria manufacturera mexicana. Este hecho obedece a la falta de capacidades tecnológicas y de aprendizaje de las

⁵ Nuestra estimación está dentro del rango estimado para países industrializados. Tal es el caso de la elasticidad de 0.1 en Estados Unidos que reporta Griliches (1984). Utilizando una definición más amplia de ID en otros estudios el rango va de 0.10 a 0.25 (Hall y Mohnen, 2010).

empresas nacionales para interactuar con las extranjeras, tomando provecho de las derramas de conocimiento tecnológico. Adicionalmente, los empresarios locales carecen de visión de largo plazo y un espíritu emprendedor que incorpore capital humano calificado (Brown y Domínguez, 2009).

Finalmente, se confirma la hipótesis de la relación positiva entre la participación en el mercado de las empresas y la productividad laboral. En presencia de mercados dinámicos, que se caracterizan por la introducción de nuevos productos o que son resultados de nuevos procesos de producción, las empresas innovadoras tendrán un incentivo en incrementar su participación. Este factor refuerza la decisión de las empresas de innovar, afectando positivamente la productividad laboral.

Gráfica 3
Los determinantes de la productividad: elasticidades



Fuente: Elaboración propia con base en el cuadro 5

Ventajas y limitaciones de la metodología utilizada

Frente a la ausencia de estadísticas de ID a nivel de firma en México, la metodología CDM permite construir un modelo que utiliza distintas variables que dan cuenta de los esfuerzos de innovación de las empresas manufactureras. El estudio a nivel de firma aporta mediciones más precisas de qué factores contribuyen a la propensión a innovar de las empresas, de cómo deciden éstas efectuar los gastos relativos a innovación y cuáles son sus resultados en innovación y en productividad. El modelo CDM tiene el acierto de aplicar la función de conocimiento propuesta por Grilliches para identificar que variables influyen y en que medida en el círculo virtuoso: esfuerzo de innovación-innovación-productividad.

Una de las limitaciones de la metodología utilizada es la de no contar con una encuesta de innovación a nivel de establecimiento que incluyera variables como la investigación y desarrollo, la cooperación entre empresas y universidades, el apoyo y/o subsidios públicos hacia las empresas. Otra limitante fue la de no disponer de información de un periodo más largo y reciente.

El uso de variables proxy puede repercutir en las estimaciones, en la magnitud y en los signos de los coeficientes en las distintas ecuaciones. El hecho de que los países no tengan información homogénea dificulta las comparaciones entre éstos. Por tanto, se hace indispensable construir encuestas homogéneas que incluyan variables que den cuenta de los esfuerzos de innovación, la innovación y la productividad. Este es un reto para desarrollar en futuras investigaciones.

IV. Conclusiones

Esta investigación muestra que para analizar el efecto de la innovación en la productividad es necesario tomar en consideración todo el proceso: el esfuerzo en la innovación, que puede resultar exitoso o no, la invención y su apropiabilidad, la introducción de la innovación en los procesos de producción y/o en los mercados, mediante nuevos diseños (productos) y finalmente, sus efectos en la productividad.

Nuestros resultados confirman la hipótesis en el sentido de que las empresas mexicanas con mayor propensión a innovar son las grandes y aquellas que tienen apropiabilidad de sus invenciones; pero no así las que exportan ni por su participación en el mercado.

En la decisión de las empresas para ejercer gastos en la innovación tienen un impacto positivo: el acceso al crédito, la transferencia de tecnología, los recursos de la inversión extranjera y la apropiabilidad del conocimiento. En cambio, no fueron relevantes la cooperación entre empresas, el tamaño del establecimiento y las exportaciones. Estos resultados señalan la necesidad de una política industrial que contribuya a eliminar los obstáculos que enfrentan las empresas para acceder al crédito o a la transferencia tecnológica. También ponen en relieve la pertinencia de contar con un sistema de protección intelectual fuerte que asegure a los empresarios el retorno de sus inversiones en innovación. La evidencia muestra, además, la falta de cooperación entre las empresas. En tal sentido, se requiere fomentar una cultura de cooperación entre las empresas y de éstas con las universidades y centros de desarrollo. En resumen, se advierte la necesidad de un entorno favorable micro y meso, que incentive los esfuerzos de innovación.

En la función del conocimiento se encontró que el esfuerzo en innovación, estimado a partir de las dos primeras ecuaciones del modelo conjuntamente con las exportaciones y el tamaño de los establecimientos, determinó la innovación registrada en nuevos procesos y/o diseños. Contrariamente a lo esperado, se identificó a las empresas nacionales con mayor innovación en producto y/o diseño que las extranjeras.

De lo anterior se desprende la pertinencia ineludible de una política industrial que reconozca las disparidades de capacidades tecnológicas y la relación compleja entre las empresas nacionales y extranjeras, y propicie una mayor inserción de las locales en los encadenamientos industriales. En la medida en que las empresas nacionales destinen mayores esfuerzos a la innovación, y sean capaces de absorber la tecnología externa y de frontera, se tendrán efectos positivos en la innovación y en consecuencia, en la productividad laboral.

Finalmente, se corrobora la hipótesis relativa a que el insumo de la innovación conjuntamente con el capital humano, tienen un impacto sustantivo en la productividad laboral. Las variables calidad total y reingeniería, que fueron consideradas en la función de productividad, no resultaron significativas. Una explicación posible es el hecho de que estas variables corresponden a rutinas que han sido incorporadas en industrias maduras y que no se asocian necesariamente con la innovación. No fue posible apreciar el efecto de la diferencia entre industrias porque la variable de control entre industrias innovadoras y no innovadoras no resultó significativa.

Bibliografía

- Alvarez Roberto , Bravo-Ortega Claudio y Lucas Navarro. 2011. Innovation, R&D investment and productivity in Chile. *Cepal Review* 140:135-160.
- Arora, A. . 1995. “Licensing Tacit Knowledge: Intellectual Property Rights and The Market For Know-How”. *Economics of Innovation and New Technology*, pp. 41-49.
- Arza Valeria, y Andrés López. 2010. Innovation and Productivity in the Argentine Manufacturing Sector. In *IDB working paper series*, edited by I.-A. D. Bank.
- Askenazy, P., T. Breda y D. Irac. . 2010. “Advertising and R&D. Theory and evidence from France”. Benavente, Jose Miguel T. 2006. The role of research and innovation in promoting productivity in Chile. *Economics of Innovation and New Technology* 15 (4/5):301–315.
- Boyer, R. y M. Didier. 1998. *Innovation et croissance*. Paris: Conseil d’Analyse économique, La documentation Française.
- Brown, Flor y Lilia Domínguez. 2006. Acceso al crédito de la pequeña y mediana empresa (PYME): obstáculos, programas y oportunidades. edited by D. i. p. B. I. d. Desarrollo.
- Brown, Flor y Isaac Minian. 1998. Las Redes Inter- Firma de Proveedores Innovadores: ¿Están Presentes en la Industria de Autopartes Mexicana? . *Investigación Económica* (224):91-118.
- Cartens, F. y K. Maskus. 2005. *Intellectual Property and Development. Lesson from Recent Economic Research*. Washington D.C: World Bank/ Oxford University.
- Cassoni Adriana, y Magdalena Ramada. 2010. Innovation, R&D, Investment and Productivity: Uruguayan Manufacturing Firms. In *IDB Working Paper Series: Inter-American Development Bank: Department of Research and Chief Economist*.
- Crepon Bruno, Duguet Emmanuel, Jacques Mairesse. 1998. Research, Innovation and Productivity: An Econometric Analysis at the Firm Level,". *Economics of Innovation and New Technology* 7 (2):115-158.
- Crespi Gustavo, y Pluvia Zuñiga. 2012. Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries. *World Development* 40 (2):273–290.
- De bondt, Raymond 1997. Spilloovers and Inovative Activities. *Internacional Journal of Industrial Organization* 15 (1):1-28.
- Greene, W. 2009. *Econometric Analysis*. Prentice Hall ed. Nueva York.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J. y B. Peters. . 2006. “Innovation and productivity across four European countries”. *Oxford Review of Economic Policy*, pp. 483-498.
- Griliches, Z. 1979. "Issues in Assessing the Contribution of Research and Development to Productivity Growth". *Bell Journal of Economics* 10 (1) (The RAND Corporation):92-116.
- Griliches, Z & J. Mairesse. 1984. *Productivity and R&D at the Firm Level*. Edited by I. Z. Griliches, *R&D Patents and Productivity*,. Chicago, IL Chicago University Press.
- Griliches, Z. . 1964. “Research Expenditures, Education and the Aggregate Production Funcion”. *American Economic Review*, pp. 961-974.
- . 1980. “Returns to research and developmente expenditures in the private sector. New developments in productivity measurement and analysis” In *Conference on Research in Income and Wealth: Studies in Incomen and Wealth*. Chicago: University of Chicago/Press National Bureau of Economic Research.
- Hall, B.H., J. Mairesse and P. Mohnen 2010. Measuring the Returns to R&D. . In *Handbook of Economics of Innovation*, edited by B. H. a. N. R. In Hall. Amsrerdam and New York: Elsevier.
- Hall, B.H. y J. Mairesse. 2011. “Empirical Studies of Innovation in the Knowledge-driven Economy”. *Economics of Innovation and New Technology*, pp. 289-299.
- INEGI. 2005. *Censos Industriales*. México: INEGI.
- INEGI. 2003, 2004, 2005. *Encuesta Industrial Anual -EIA-* México: INEGI

- INEGI. 2005. Encuesta Nacional de Empleo, Salarios, Tecnología y Capacitación –ENESTYC-. México: INEGI.
- Janz, N., Lööf, H. y B. Peters. 2004. “Innovation and Productivity in German and Swedish Manufacturing Firms: Is there a Common Story?” *Problems & perspectives in management*, pp. 184-204.
- Johnson, D. K. . 2002. Learning by licensing: R&D and Technology Licensing in Brazilian Invention. *Economics of Innovation and New Technology*, pp. 163-177.
- Kamien, M. I. y I. Zang. . 2000. “Meet me halfway: research joint ventures and absorptive capacity”. *International Journal of Industrial Organisation* vol. XVIII, núm. 18:pp. 995-1012.
- Kumar, N. y A. Aggarwal. 2005. “Liberalization, outward orientation and in-house R&D activity of multinational and local firms: A quantitative exploration for Indian manufacturing” In *Research Policy*.
- Laroche, M. y M. Mirelle. 2000. “Measuring Human Capital in Canada”. <http://www.fin.gc.ca/pub/pdfs/wp2000-0Se.pdf>.
- Loof Hans, y Almas Heshmati 2006. On the Relationship Between Innovation and Performance: a Sensitivity Analysis. *Economics of Innovation and New Technology* 15 (4/5):317–344.
- Mairesse, Jacques y Stéphane Robin. 2009. Innovation and productivity: a firm-level analysis for French Manufacturing and Services using CIS3 and CIS4 data (1998-2000 and 2002-2004). Paris: CREST-ENSAE.
- Malerba, F. y L. Orsenigo. 1997. Technological Regimes and Sectoral Patterns of Innovative Activities. *Industrial and Corporate Change* 6:83-117.
- Mohnen Pierre , Mairesse Jacques y Marcel Dagenais. 2006. Innovativity: A comparison across seven European countries. *Economics of Innovation and New Technology* 15 (4/5):391–413.
- Monge-González, R., Rodríguez-Álvarez, J., Hewitt, J. Orozco, J. y K. Ruíz. 2010. “Innovation and Employment Growth in Costa Rica. A Firm-Level Analysis”
- Pakes Ariel, y Zvi Griliches. 1984. Patents and R&D at the Firm Level: A First Look, ed e. Zvi Griliches. Chicago: University of Chicago Press. <http://www.nber.org/books/gri184-1>.
- Polder, Michael van Leeuwen George, Mohnen Pierre y Wladimir Raymond. 2010. Productivity effects of innovation modes. edited by S. Netherlands. The Hague/Heerlen.
- Raffo, J., Lhuillery, S. y L. Miotti. . 2008. “Northern and southern innovativity: a comparison across European and Latin American countries”. In *The European Journal of Development Research*.
- Rogers, M., Helmers C. Y C. Greenhalgh. . 2007. “An analysis of the characteristics of small and medium enterprises that use intellectual property” In *Manchester College, Oxford University y Oxford Intellectual Property Research Centre*. Consultado en <http://www.ipo.go.uk/ipsearch-characteristics-200710> (accessed octubre).
- Scherer, F.M. . 2005. “Firm size, market structure, opportunity, and the output of patented inventions” In *Patents. Economics, Policy and Measurement*, edited by E. Elgar. Massachusetts.
- Solow, R. 1957. Technical change and the aggregate production function. *The Review of Economics and Statistics* 39:312-320.
- Therrien Pierre, y Petr Hanel. 2005. Innovation and Productivity: Summary Results for Canadian Manufacturing Establishments. <http://www.csls.ca/ipm/ipm22.asp>.
- Van Leeuwen George, y Luuk Klomp 2006. On the contribution of innovation to multi-factor productivity growth. *Economics of Innovation and New Technology* 15 (4/5):367–390.
- Zúñiga, M. P., Guzmán, A. y F. Brown. 2007. “Technology acquisition strategies in the pharmaceutical industry in Mexico” *Comparative Technology Transfer and Society (CTTS)*, diciembre, pp. 274-296.

Anexo

Cuadro 1
Ecuación 1: propensión a innovar

	Coefficiente	Std. Err.
Dumy gasto innovación		
Exportaciones/ventas	0.00	0.00
Dumy ind. Innovadoras	0.38***	0.04
Tamaño establecimientos	0.45***	0.02
Patentes y marcas	0.38***	0.04
Mercado	0.00	0.00
Año	-0.01	0.03
Constante	-2.10***	0.14
/athrho	0.79	0.14
/lnsigma	0.77	0.08
Rho	0.66	0.08
Sigma	2.15	0.18
Lambda	1.42	0.29
Wald test of indep. eqns. (rho = 0): chi2(1) = 27.43 Prob > chi2 = 0.000		

*** Significativo al 1% de significancia ** Significativo al 5% de significancia * Significativo al 10% de significancia

Modelo Heckman para las ecuaciones 1 y 2

Número de observaciones 6234

Observaciones censuradas 5188

Observaciones no censuradas 904

Cuadro 2
Ecuación 2: los determinantes del esfuerzo de innovación

Variable	Coefficiente	Error estándar
Log. gasto innovación		
Log. Publicidad	0.079***	0.02
Establecimientos chicos	-0.439**	0.26
Establecimientos medianos	0.036	0.18
Exportaciones/ventas	-0.003	0.00
Mercado	0.023***	0.01
Patentes y marcas	0.808***	0.15
Inversión extranjera directa	1.337***	0.13
Cooperación	0.038	0.15
Transferencia tecnológica	0.772***	0.18
Acceso crédito	0.446***	0.16
Dumy ind. Innovadoras	0.443***	0.16
Dumy año 2004	0.227	0.16
Dumy año 2005	0.242	0.14
Constante	-3.928***	0.59

Cuadro 3. Ecuación 3: la función de la producción del conocimiento

	Coefficiente	Std. Err.
Proceso y diseño		
Esfuerzo innovación (ec. 1)	0.739***	0.100
Inverso de la razón de Mills	1.117***	0.472
Exportaciones en ventas	0.008***	0.002
Tamaño del establecimiento	0.539***	0.169
Acceso a tecnología	1.364***	0.320
Dummy industrias innovadoras	0.511**	0.287
Inversión extranjera directa	-1.071***	0.192
Constante	-2.232***	1.044
/lnsig ² _u	2.517	0.097
sigma _u	3.521	0.172
Rho	0.925	0.007
Likelihood-ratio test of rho=0: chibar2(01) = 2781.92 Prob >= chibar2 = 0.000		

Modelo Probit

Número de observaciones 6234

Número de grupos 2078

Wald chi2(7) 128.68

Prob > chi2 = 0

Log likelihood = -2802.23

Cuadro 4. Ecuación 4: Los determinantes de la productividad

	Coefficiente	Std. Err.
Esfuerzo innovación ecuación 3	0.295***	0.107
Esfuerzo innovación ecuación 2	0.013	0.069
Remuneraciones por persona	0.015****	0.003
Capital fijo por persona	0.0002**	0.000
Mercado	0.021*	0.004
Inversión extranjera directa	0.002*	0.001
Inversa de Mills	0.177	0.262
Reingeniería	0.017	0.020
Calidad total	-0.017	0.019
Tamaño del establecimiento	-0.095	0.100
Constante	3.075	0.536
sigma _u	0.845	
sigma _e	0.507	
Rho	0.735	

Prueba de Hausman

chi2(9) = 69.55

Prob>chi2 = 0.0