

Evaluación del Programa de Estímulos Fiscales al Gasto en Investigación y Desarrollo de Tecnología de las Empresas Privadas en México (EFIDT)

Angel Calderón Madrid

20/12/2009

El Colegio de México. acalde@colmex.mx. El análisis estadístico de empresas mexicanas objeto de este estudio se realizó con datos proporcionados por el CONACYT y el INEGI, cumpliendo con los requerimientos legales de confidencialidad y reserva en el manejo de la información. Los resultados son responsabilidad exclusiva del autor.

I. Introducción

Los estudios que han comparado el desempeño de empresas privadas durante los últimos años en el mundo señalan que en México su productividad ha crecido relativamente poco en comparación con otros países emergentes, así como con países desarrollados (Pages-Serra, 2010, Calderón-Madrid y Voicu, 2010).

Este estancamiento es atribuible, en buena medida, a que las empresas en México no suelen innovar en productos y servicios que les permitan mantener y ampliar sus mercados. Esta actitud, a su vez, se relaciona con lo poco que invierten las empresas en investigación y desarrollo tecnológico (las estadísticas indican que este rubro, medido como porcentaje del PIB o del total de gasto en el sector público y el privado, es menor que el del resto de los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, OCDE).

Con el fin de apuntalar la investigación, el desarrollo tecnológico y la innovación empresarial, el gobierno de México inició en 2001 un programa que otorga estímulos fiscales a las empresas que gastan en ese rubro, cuyos proyectos fueron presentados al CONACYT (Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología), dictaminados por expertos del registro de evaluadores acreditados y, en su caso, aprobados por un comité integrado por CONACYT y las Secretarías de Economía, Educación y Hacienda y Crédito Público. Este programa se amplió substancialmente a partir de 2005, llegando a representar al presupuesto público, sólo en 2007, un monto de 4,500 millones de pesos en créditos fiscales, que fueron otorgados a 622 empresas.¹

¹ Como resultado del cambio en el régimen fiscal generalizado ocurrido en México en 2008 y para otorgar liquidez inmediata a empresas beneficiarias con los apoyos públicos, se transitó en 2009 a un esquema de transferencias económicas directas a las empresas. A pesar del cambio en el uso de instrumentos de política pública, se conservaron las principales reglas operativas y propósitos del programa de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo tecnológico de las empresas.

Como programas similares de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo tecnológico de empresas en otros países (Canadá, España, Gran Bretaña, Japón y Australia) el de México tiene un sustento que proviene de la aplicación de la teoría económica. Éste implica que hay proyectos de investigación y desarrollo tecnológico que las empresas del sector privado no llevan a cabo por resultarles comercialmente inviables, a pesar de tener costos económicos por debajo del beneficio total que al país generan.

Según la teoría, el monto que las empresas invierten en generar nuevos conocimientos y en desarrollo tecnológico resultaría, en su conjunto, económica y socialmente adecuado para el país, si las empresas no se vieran afectadas por fallas en el mecanismo de mercado y problemas de coordinación entre los agentes e instituciones del sistema nacional de innovación. Este monto cubriría todos los proyectos de investigación y desarrollo tecnológico, cuyo beneficio económico y social compensara sus costos de realización.

Debido a que estas fallas y problemas de coordinación sí afectan, de manera especial las actividades de desarrollo tecnológico e innovación realizadas por las empresas, éstas no pueden apropiarse de los beneficios atribuibles a la inversión hecha en estos rubros.² También como consecuencia de estas fallas surgen restricciones para el financiamiento de sus proyectos de investigación y desarrollo tecnológico e innovación y aumentan los costos que conlleva la incertidumbre inherente a este tipo de proyectos (los cuales se distinguen de otro tipo de inversiones por no tener información suficiente para determinar sus probabilidades de éxito y esto desalienta tomar riesgos de tipo financiero).

De estos planteamientos se deriva una forma en que el gobierno puede intervenir para mitigar el efecto adverso de estas fallas de mercado e inducir a las empresas a realizar proyectos que, sin esa intervención, hubieran

² Los resultados asociados a actividades de investigación y desarrollo tecnológico, ya sean en forma incorporada o desincorporada, tienen una característica que los distingue de otros bienes económicos. Ésta es la dificultad de excluir a otros consumidores de su uso. Es decir, es muy difícil impedir que empresas y personas, distintas a las que invirtieron los recursos para su desarrollo, puedan beneficiarse sin pago de por medio.

descartado (o que no harían, esperando que otra lo haga y así aprovechar de su desarrollo sin compartir costos). Ésta consiste en otorgar estímulos fiscales a proyectos empresariales sobre investigación y desarrollo tecnológico para que, desde una perspectiva privada, puedan resultar comercialmente redituables. Esta forma de intervención de política pública tiene como propósito fundamental apuntalar los gastos en investigación, desarrollo tecnológico e innovación, complementando y no sustituyendo recursos financieros, que las empresas destinarían a estas actividades en ausencia de programas de apoyo.

Lograr este propósito requiere del diseño e instrumentación de programas que rechacen solicitudes de subsidios a proyectos que son comercialmente redituables sin ellos y que, con apoyo gubernamental o sin él, las empresas llevarían a cabo.

Es decir, un programa de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo tecnológico no resulta efectivo cuando el gasto de las empresas beneficiarias, incluyendo el subsidio, resulta igual al que habrían hecho si no se hubiera beneficiado del programa. En este caso, el programa no tiene beneficios para la economía en su conjunto y sí costos ligados a su implementación y al monto de recursos canalizados en forma de subsidios a las empresas. Estos últimos se convierten en sólo rentas para las empresas, sin justificación económica. Este caso se identifica en la literatura especializada como desplazamiento o *crowding-out* total de gasto privado, ya que se refiere al resultado en el que las empresas substituyen, peso por peso, fondos públicos por recursos que planeaban gastar.³

Por el contrario, un programa de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo tecnológico es efectivo para lograr sus propósitos cuando induce a que las empresas gasten, sin contar lo que reciben como apoyo en subsidios

³ Para Lach (2002), una manera de racionalizar la posibilidad del *crowding-out* es argumentando que "la burocracia gubernamental está bajo una fuerte presión para evitar dar la apariencia de estar 'desperdiciando' fondos públicos y por ello ésta tiende a financiar proyectos con mayores probabilidades de éxito y con resultados que se puedan identificar claramente, esto es, proyectos que muy probablemente tengan elevadas tasas de rendimiento privado. Éstos son proyectos que podrían haber sido financiados por la empresa ya sea con fondos internos o externos". *Op. Cit.* Pp.3.

fiscales, un monto mayor al que habrían invertido si no hubieran participado en él. Este logro, identificado en la literatura especializada como *adicionalidad en insumos de innovación*, implica que los estímulos fiscales tienen un *efecto multiplicador*. Comparado con lo que hubieran gastado en investigación y desarrollo tecnológico las empresas si no participaran en el programa, el monto total erogado por ellas, incluyendo el subsidio, aumenta en una cantidad superior al importe de dicho subsidio.

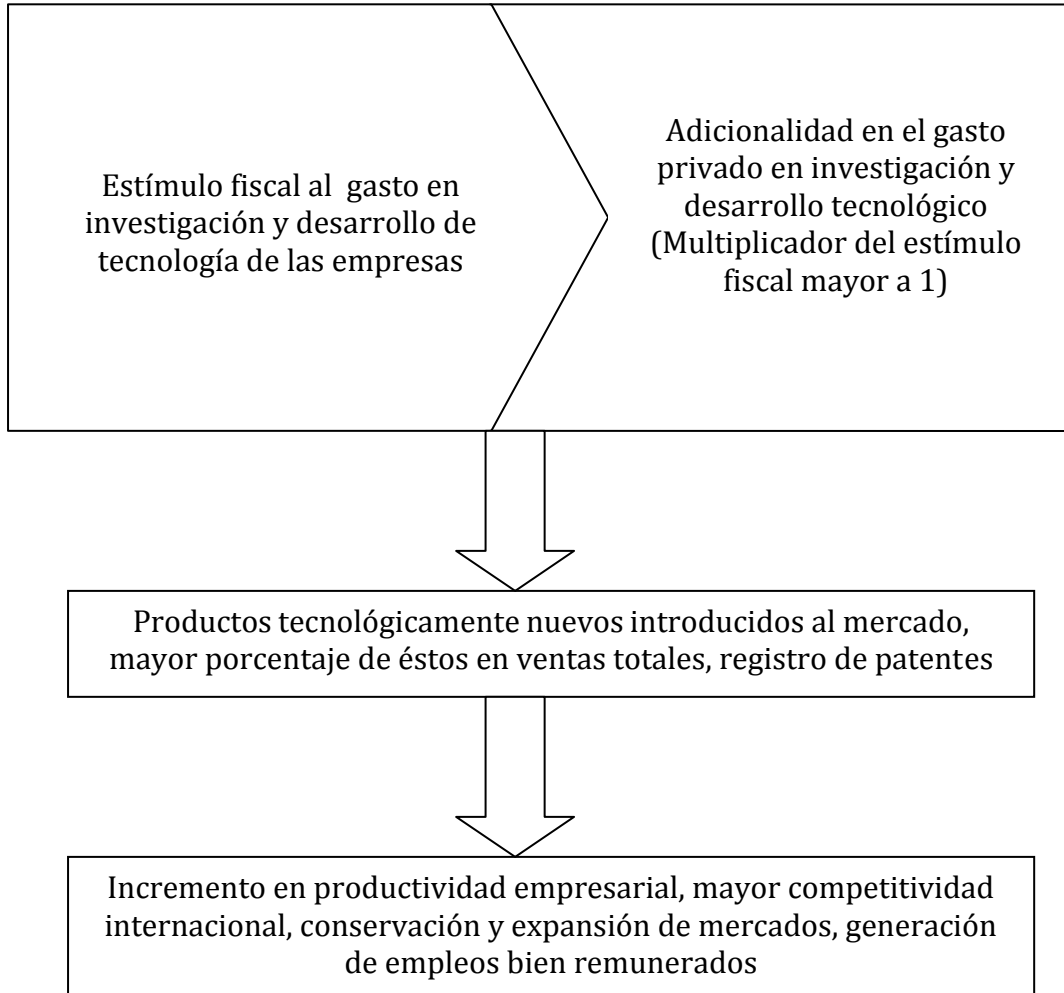
Aunque hay informes que sostienen que “una adicionalidad en insumos [de innovación] es una condición necesaria para el éxito”,⁴ la mayor parte de los estudios consideran como sólo parcialmente efectivo un programa que induce una sustitución parcial, pero no significativa, de gasto privado por subsidio público. En este caso, el monto total erogado por las empresas beneficiarias, incluyendo el subsidio, está por arriba del que habrían tenido de no haberse beneficiado del programa, pero su gasto neto del subsidio resulta por debajo.

Es con base a estos argumentos que las evaluaciones de la efectividad de programas similares llevadas a cabo en otros países, así como las publicadas en revistas especializadas, coinciden en que lo más importante es determinar su efecto de adicionalidad en el gasto privado ó si éste es nulo, es decir, si es posible rechazar la hipótesis de desplazamiento total del gasto privado por el público.

Para la mayoría de estas evaluaciones, también es importante analizar si aumentar gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas, que es atribuible a la implementación del programa de estímulos fiscales, se refleja en productos y servicios innovadores y la medida en que éstos benefician no sólo la competitividad de la empresa que los realizó, sino también a otras empresas y a la sociedad en su conjunto. Es decir, para ellas también es importante analizar si hay logros en lo que en la literatura especializada se identifica como *adicionalidad en resultados de la investigación y desarrollo tecnológico*.

⁴ Oxera Consulting, Ltd, 206. Pp.10.

La 'cadena de resultados' de los estímulos fiscales, cuando son efectivos, se puede representar de la siguiente forma:



En la literatura especializada hay consenso de que una evaluación de la efectividad de un programa debe cumplir al menos con tres requisitos:

A) Debe estar basada en datos cuantitativos específicos de empresas que realizan actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, obtenidos por medio de encuestas representativas de la industria y del sector servicios del país.

B) Usar un método *contrafactual* en el que el desempeño de un grupo de empresas que se beneficiaron con el programa se compara con el de otro grupo que, habiendo sido elegibles para participar, no lo hicieron.

C) Aplicar técnicas estadísticas adecuadas para eliminar los sesgos de medición estadística de los efectos del programa en el desempeño de sus beneficiarios, ya que, de no hacerlo, se obtienen resultados incorrectos. En especial, debe eliminar sesgos atribuibles a que la distribución de las características (observadas y no observadas) de las empresas participantes difiere de las correspondientes al grupo de los no participantes, porque la integración de estos dos grupos no se hizo con base en una selección aleatoria.

En este trabajo, en el que se evalúa el impacto del programa de Estímulos Fiscales a la Investigación y Desarrollo de Tecnología en México (EFIDT) en el desempeño de sus beneficiarios durante 2005 y 2007, se cumple con estos tres requisitos:

1.- Se utilizan bases de datos obtenidas a partir de encuestas administradas por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) y aplicadas de manera consecutiva a empresas para captar información cuantitativa de sus principales características, sus gastos en investigación científica y en desarrollo tecnológico, de resultados de sus actividades de innovación y de otras variables relacionadas con su desempeño. Estas encuestas permiten el seguimiento de las mismas empresas durante cuatro años consecutivos (de 2004 a 2007).

2.- Con base a la información de estas empresas se integran grupos de tratamiento y de control, para estimar lo que hubiera sucedido con las beneficiarias del programa, si no hubieran participado en él. Para ello, fue necesario que el INEGI hiciera un cruce de información entre las empresas que contestaron las encuestas y las que aparecían en los registros administrativos del universo de beneficiarios del programa y que fueron proporcionados por el CONACYT.

3.- Los principales métodos utilizados en la evaluación de programas para corregir sesgos estadísticos de estimación son cuatro: a) el de corrección de sesgos debidos a heterogeneidad no observada recurriendo a estimación de diferencia en diferencias cuando se tienen sólo dos observaciones en el tiempo y su variante de efectos fijos cuando se tienen más de dos períodos de seguimiento de empresas; b) el de Heckman, que corrige sesgos de estimación originados por el proceso de selección a participar al programa; c) el de apareamiento (o *matching*); d) una combinación de *matching* y diferencia en diferencias.⁵

En este trabajo se usan los dos primeros métodos, ya que para poder aplicar métodos de *matching* adecuadamente se necesitaría complementar la base de datos de la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico (ESIDET), que utilizamos, con otras fuentes de información de esas empresas, como, por ejemplo, el censo industrial. De esta forma, se podría contar con variables relacionadas con la empresa (productividad, antigüedad, inversión en capital físico) y de los mercados en que se ubican (porcentaje de ventas de la empresa como total de ventas del sector, penetración de importaciones, grado de concentración monopólica, etc.).

En relación al primero de estos métodos, Aerts, Czarnitzki y Fier (2008) señalan que “el inconveniente de este estimador es que requiere la utilización de datos de panel. En el caso de los estudios sobre subvenciones para I+D [Investigación y Desarrollo], esto equivale en la práctica a la necesidad de disponer de una gran cantidad de datos, puesto que hay que contar no sólo con datos relativos al menos a dos períodos sino más concretamente con observaciones para los casos de obtención de la subvención y observaciones para períodos anteriores en que la misma empresa no había recibido todavía las ayudas. Dado que las subvenciones suelen concederse para proyectos de investigación a más largo plazo y las empresas obtienen múltiples ayudas a lo

⁵ El método de *matching* consiste en emparejar a cada una de las empresas tratadas con una o varias del grupo de control, obteniendo así dos grupos cuyas variables observadas tienen las mismas distribuciones. Para aplicarlo es necesario contar con información abundante de las características de cada una de las empresas y de los mercados en que se ubican.

largo del tiempo, resulta difícil construir una base de datos que permita en la práctica una aplicación apropiada del estimador [de diferencia en diferencias]”.⁶

La razón por la que para México se puede tener una línea base con observaciones que cumplan con los requerimientos señalados por estos autores es que en el año 2004 el monto máximo del estímulo autorizado al programa y por ende el número de empresas beneficiarias fue substancialmente menor que el de los tres años subsecuentes. A partir de 2005 hubo una importante ampliación del presupuesto destinado a las empresas. (El monto otorgado se triplicó de 2004 a 2005 y el número de empresas beneficiadas aumentó considerablemente, pasando de 357 a 606 empresas). Esta peculiaridad en la implementación del programa permite que, a pesar de no incluir en el análisis a las empresas beneficiarias del programa durante 2004, sea posible contar con un número suficiente de empresas para aplicar el método de diferencia en diferencia, en su variante de efectos fijos para 2004, 2005 y 2007.

Tomando 2004 como línea o año base, se trabaja con un grupo de tratamiento integrado por las empresas que participaron en el programa de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo de la tecnología por primera vez en 2005 o en años subsecuentes. El resto de las empresas integraron un adecuado grupo de control ya que en ninguno de estos años fueron beneficiarias del programa.⁷

La aplicación del método de Heckman para evaluar la efectividad del programa durante 2007 se basa en una muestra más grande de empresas que la utilizada con el método de efectos fijos ya que no requiere excluir empresas que previamente habían sido beneficiarias del programa.

Es importante señalar que los supuestos estadísticos en que se basa este método son distintos a los que fundamentan el método de diferencia en

⁶ Aerts, Czarnitzki y Fier, 2007. Pp. 87.

⁷ Cabe subrayar que el propósito de este tipo de evaluaciones no es realizar un análisis de eficiencia o costo beneficio, sino de efectividad del programa. Por ello, lo que se requiere es precisión de estimaciones, más que una adecuada representación de participantes en el programa.

diferencias. Por consiguiente es también distinto el sesgo de medición que cada uno de ellos corrige.

En relación a la efectividad que el programa de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo tecnológico tiene para detonar un gasto privado adicional al que las empresas llevarían a cabo de no contar con los beneficios que obtienen con su participación. Se rechaza la hipótesis, con base en los dos métodos utilizados, de un desplazamiento o sustitución total de gasto privado por público para los años 2005 y 2007, que son los únicos años analizados en este estudio.

El impacto del programa en adicionalidad en gastos privados de investigación y desarrollo tecnológico promedio de las empresas que participaron por primera vez en 2005 resultó muy efectivo. Se encontró que, para estos participantes del programa, el estímulo fiscal tuvo un efecto multiplicador de entre 18 y 48 centavos de erogaciones adicionales hechas por el sector privado, por cada peso de fondos públicos orientados a apuntalar la investigación y desarrollo tecnológico realizado por las empresas en México.

Al aplicar el método de corrección de sesgos por selección de Heckman se encontró que, en promedio, las empresas participantes durante 2007, hayan o no sido beneficiarias previamente, tuvieron un gasto, neto de subsidio público, que resultó mayor del que hubieran llevado a cabo de no haberse beneficiado con los servicios y estímulos que otorga el programa.⁸ El estímulo fiscal tuvo, en este caso, un efecto multiplicador de alrededor de 23 centavos de erogaciones adicionales hechas por el sector privado, por cada peso de fondos públicos.⁹

⁸ Solamente cuando se trabaja con gasto neto del estímulo recibido por cada una de las empresas es posible estimar con precisión la respuesta del gasto exclusivamente privado al estímulo fiscal. A diferencia de lo que sucede con algunos estudios llevados a cabo para otros países, en este se trabajó se contó sólo con información de su gasto, incluyendo estímulos fiscales, en investigación y desarrollo tecnológico, sabiendo que el estímulo podría ser hasta 30% de este rubro.

⁹ En el caso particular del impacto del programa en los participantes durante 2007, que no fueron beneficiados en 2004, se encontró utilizando el método de efectos fijos, que en promedio, éstas registraron un *crowding-out* parcial de cinco centavos por cada peso de estímulo fiscal recibido.

Los resultados indican también que a mayor gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las empresa es mayor la proporción que representan los productos y servicios tecnológicamente nuevos en el total de sus ventas y es más elevada la probabilidad de innovar un producto o servicio catalogado como de escala mundial. Tomando en cuenta esto, se puede inferir el impacto indirecto positivo y estadísticamente significativo que este programa tiene en los resultados exitosos de la investigación y desarrollo tecnológico llevado a cabo por las empresas.

II. Desarrollo

Esta parte del trabajo consta de 6 secciones. En la primera se presentan los argumentos principales para justificar un programa de apoyo a gastos privados en investigación y desarrollo tecnológico e innovación de las empresas utilizando recursos públicos. En la segunda se exponen los cuatro métodos para la estimación econométrica los efectos de programas en el desempeño de sus beneficiarios y se analiza su aplicación en México. En la tercera se sintetizan los resultados destacables de las evaluaciones para otros países. En la cuarta se describen los programas de apoyo a la innovación empresarial que hay en México. En la quinta se describen las bases de datos utilizadas; en la sexta se presentan las estimaciones econométricas y en la séptima y octava se discuten (resultados y recomendaciones para futuras evaluaciones).

II.1.1 Fallas de mercado, gastos privados en investigación y desarrollo y propósito de los estímulos fiscales

Los estímulos fiscales a la investigación y desarrollo tecnológico de las empresas procuran mitigar el efecto adverso de estas fallas de mercado que a continuación se discuten. De esta forma se procura inducirlas a emprender proyectos que, sin esa intervención, hubieran descartado o no los harían esperando que otra lo haga y así aprovechar su desarrollo sin compartir su costo.

a) Dificultad para que las empresas se apropien de los beneficios económicos asociados a su descubrimiento

Hay una serie de mecanismos institucionales --las patentes y el registro de derechos de autor--, cuya finalidad es proteger el conocimiento y desarrollo tecnológico creado por una empresa. Estos mecanismos procuran que una empresa pueda “apropiarse” de las rentas monopólicas a las que dan derecho los descubrimientos e innovaciones por un tiempo suficientemente largo como para recuperar gastos de inversión.

Cuando, a pesar de estos mecanismos, las empresas consideran que los competidores tienen la posibilidad de copiar o imitar, sin pago de por medio, los resultados de su esfuerzo innovador, su gasto resulta ser menor al socialmente deseable. Lo mismo sucede cuando no pueden cobrar a las empresas y a los consumidores que se benefician (mediante derramas o externalidades positivas) con el conocimiento y la innovación creados por ellas.

b) Dificultad para que, en sus proyectos, las empresas consigan financiamiento

Las instituciones financieras son renuentes a dar créditos para proyectos que, como en investigación y desarrollo tecnológico, están asociados a activos intangibles y son difíciles de monitorear. Esto se debe a asimetrías de información entre instituciones que podrían darles crédito y empresarios que quieren llevar a cabo proyectos de desarrollo tecnológico e innovación, pero no tienen recursos para hacerlo.

También se debe a que la incertidumbre relacionada con la investigación y desarrollo tecnológico, dificulta obtener créditos para proyectos de innovación; cuando se obtienen, sus primas de riesgo y tasas de interés están muy por encima de las que se piden por proyectos de inversión no relacionados con tecnología.

c) Propósito de los estímulos fiscales

Estos argumentos implican la principal pregunta que una evaluación del programa de estímulos fiscales debe responder es de tipo *contrafactual* y es la siguiente:

¿Cuánto habría gastado en investigación y desarrollo tecnológico una empresa beneficiaria del programa si no hubiera contado con el estímulo fiscal? Dependiendo de la respuesta, se pueden identificar cuatro efectos distintos. Éstos se representan en la figura 1 y son los siguientes, considerando el supuesto caso en el que se otorga 40 unidades de estímulo fiscal a una

empresa:

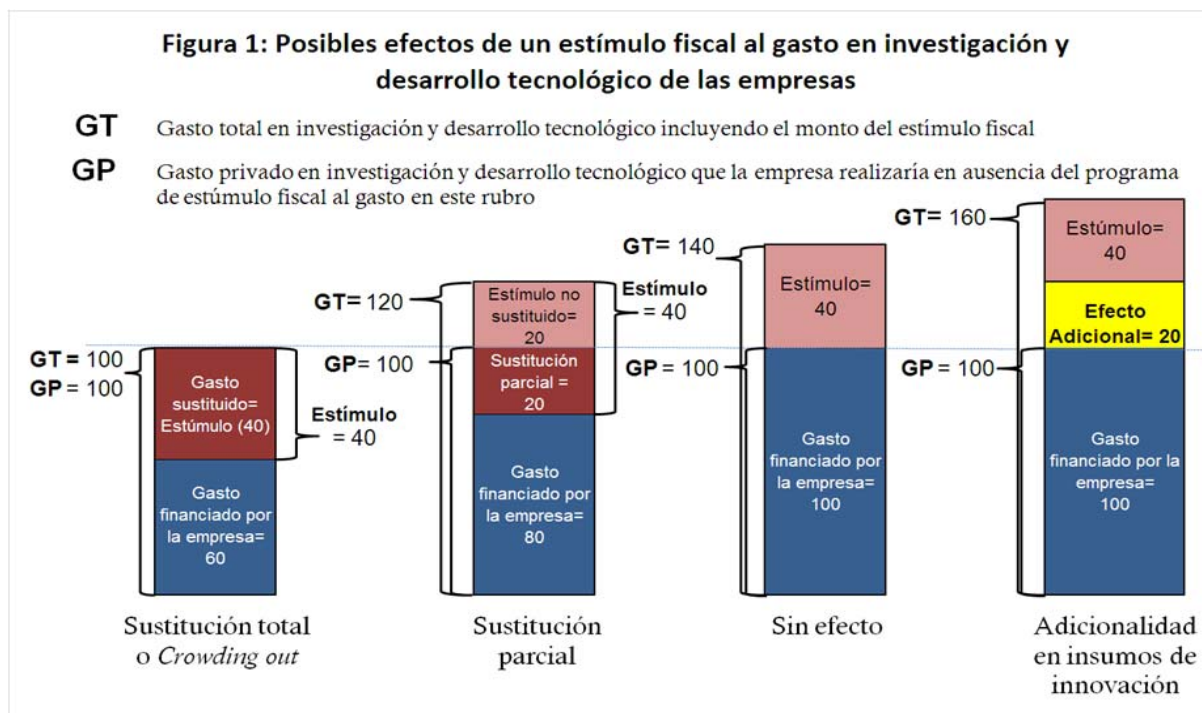
1. El efecto de desplazamiento total en insumos de innovación implica que el programa no es efectivo y que se identifica como de *crowding-out* total. Éste ocurre cuando la empresa sustituye peso por peso, fondos públicos por recursos propios. En la figura 1, el gasto total en investigación y desarrollo tecnológico (IDT) incluyendo estímulo fiscal, es igual al gasto total que la empresa hubiera realizado en este rubro si no participara en el programa; es decir 100 unidades en ambos casos ($GT=GP=100$). Ello implica que la empresa deja de invertir un monto de 40 unidades que sustituye íntegramente por el subsidio, financiando únicamente 60 de las 100 unidades que hubiera invertido en ausencia del apoyo fiscal.
2. Un efecto de sustitución parcial en insumos de innovación, ocurre cuando el gasto total en IDT incluyendo estímulos GT, es mayor al gasto total en IDT que la empresa hubiera realizado si no participara en el programa GP. Sin embargo, esta diferencia, $GT-GP$, es menor que el monto del subsidio recibido. En el ejemplo de la figura 1, GP es igual a 120 unidades, mientras que GP permanece en 100 unidades. Ello implica que la empresa deja de invertir un monto de 20 unidades que sustituye parcialmente por el subsidio, financiando únicamente 80 de las 100 unidades que hubiera invertido en ausencia del apoyo; sin embargo, parte del subsidio (20 unidades de las 40 otorgadas) se emplea como complemento del monto total que se hubiera gastado originalmente.
3. Un efecto nulo en insumos de innovación, ocurre cuando la empresa añade al gasto total en IDT que la empresa hubiera realizado si no participara en el programa GP, a manera de complemento, los subsidios públicos recibidos. El gasto total en IDT incluyendo estímulos GT supera en una cantidad igual al monto del subsidio lo que ésta hubiera realizado sin la ayuda pública ($GP+\text{Estímulo fiscal} = GT$). Dicho de otro modo, el gasto realizado por la empresa, sin considerar los apoyos fiscales, es el mismo que hubiera realizado en ausencia del programa ($GT - \text{Estímulo}$

fiscal = GP). En el ejemplo de la figura 1, GT se incrementa a 140 unidades, mientras que el gasto total en IDT que la empresa hubiera realizado si no participara en el programa GP permanece, como siempre, en 100 unidades. La diferencia GT- GP es igual a 40 unidades, equivalentes al monto del estímulo fiscal, que se emplea íntegramente como complemento.

4. Un efecto de *adicionalidad en insumos de innovación*, ocurre cuando el programa induce a que las empresas gasten (sin contar lo que reciben como apoyo en estímulo fiscal), un monto mayor al que hubieran llevado a cabo de no haber participado en él. Este logro implica que los estímulos fiscales tienen un *efecto multiplicador*. El gasto total en IDT incluyendo estímulos GT, es mayor al gasto total en IDT que la empresa hubiera realizado si no participara en el programa GP. Pero esta diferencia GT- GP es ahora mayor que el monto del estímulo fiscal recibido. En el ejemplo de la figura 1, GT se incrementa a 160 unidades, mientras que GP permanece en 100 unidades. La diferencia de 60 unidades supera al monto del apoyo recibido (40 unidades); es decir, se obtiene un efecto de 20 unidades adicionales de gasto privado en investigación y desarrollo tecnológico que la empresa no hubiera realizado en ausencia del programa. El programa se considera efectivo en lograr sus propósitos, ya que la empresa lo hace solamente gracias a que ha recibido el apoyo. En este caso, el multiplicador del apoyo fiscal es 1.5.

El caso de adicionalidad en insumos de innovación está asociado a la mitigación de los efectos adversos de fallas de mercado discutidas en la sección anterior, logrando con ello inducir a las empresas a acelerar la conclusión de proyectos en proceso y a hacer proyectos que, sin esa intervención, hubieran descartado.

Otra razón, que destacan Benavente, Crespi y Maffioli, 2007, puede atribuirse al “efecto de señalización” que el otorgamiento del estímulo fiscal puede tener en la calidad del proyecto beneficiado ó del personal que se encargará de su desarrollo. Esto puede reducir las asimetrías de información e incrementar las fuentes externas de financiamiento.



Elaborada a partir de un diagrama en Aschhoff, 2009

Algunos autores sostienen que la política pública estaría alcanzando el propósito fijado aún el caso en el que los fondos privados liberados por el subsidio público otorgado para un proyecto se invierten en otros proyectos de investigación y desarrollo que, por restricciones de liquidez, no hubieran podido llevarse a cabo si no tuvieran estos fondos (Lach, 2002).

Por otra parte, un efecto de adicionalidad puede también estar asociado con “efectos de derrame” del estímulo fiscal, al reducir los costos para llevar a cabo otros proyectos. Por ejemplo, cuando un proyecto subsidiado por el programa provee infraestructura para la investigación y desarrollo, y esto a su vez reduce los costos fijos de otros proyectos de investigación y desarrollo.

d) Logros de estímulos fiscales de carácter dinámico

Como los efectos de derrame que se mencionaron, hay otros de carácter dinámico y, en consecuencia, no necesariamente se reflejan en el horizonte de tiempo en el que se quiere medir el impacto el programa. Ejemplos de efectos de carácter dinámico, cuyo impacto implica más tiempo, son el aprendizaje por parte de las empresas, creación de infraestructura para realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico, promoción, incorporación y aprovechamiento de recursos humanos de alto nivel, mayor familiaridad con fuentes de financiamiento y mejor historial crediticio.

Otro tipo de efectos de esta naturaleza ha sido referido en otros estudios con el concepto de *adicionalidad de comportamientos*. (Buisseret *et al.*, 1995, Falk, 2005); ejemplos son la modificación del comportamiento de colaboración con otras empresas y centros de investigación académica, como resultado de un estímulo fiscal a la investigación y desarrollo tecnológico, y la sostenibilidad en el trabajo en redes.¹⁰

II.1.2 Apuntalamiento del gasto privado en investigación y desarrollo tecnológico y el desempeño innovador de las empresas

Un programa de estímulos fiscales al gasto privado en investigación y desarrollo tecnológico es efectivo porque logra apuntalar los insumos a la innovación. Por un lado, al no haber *crowding-out* de gasto privado, el recurso público se adiciona al que las empresas realizarían aún sin participar. Por otro lado, cuando el estímulo fiscal tiene efecto multiplicador, se tiene un impacto de adicionalidad en el gasto privado neto de subsidios, resultando éste por encima del monto que se tendría en ausencia del programa.

¹⁰ En contraposición a las teorías que consideran a las tecnologías generadas por actividades innovadoras y a la investigación y desarrollo como difíciles de apropiar, la teoría evolucionista del cambio tecnológico y el desarrollo económico argumenta que las tecnologías son conocimientos con un alto contenido tácito, difíciles de copiar y, por lo tanto, hasta un cierto nivel, las empresas se apropian de ellos. Como se señala en Heis y Buesa, 2007, “se podría argumentar que las empresas son más propensas a cooperar en tecnologías con un alto grado de apropiación, porque sería la única vía de acceso a las tecnologías de sus competidores. Para tecnologías complejas, la transferencia tecnológica está relacionada con la comunicación directa y con un proceso mutuo de aprendizaje, y en este tipo de tecnologías la imitación sin más no es posible”.

Una condición necesaria para que el programa resulte redituable para el país es que esos insumos efectivamente apunten la creación de nuevos productos.¹¹

Por ello, para completar la evaluación del programa, se requiere establecer cuantitativamente la relevancia de esa relación.

Al igual que en otros estudios, en éste se estima una "función de producción de conocimiento de tipo Griliches". Para ello, se especifica una regresión en la que la variable dependiente (el output) capta la relevancia de las innovaciones realizadas por la empresa y que entre las variables explicativas se tiene a su gasto en investigación y desarrollo tecnológico (el input) junto con otras variables estén asociadas al desempeño innovador de la empresa y que captan las características de la empresa y de los mercados en los que participa.

Finalmente, también es importante establecer cómo la mejoría lograda en el desempeño tecnológico de las empresas incide en un incremento en productividad, no solo de las empresas que participan en el programa de estímulos fiscales al gasto privado en investigación y desarrollo tecnológico, sino en la sociedad en su conjunto. Esta última relación no es abordada en este trabajo por falta de acceso a datos necesarios y por estar más allá de los objetivos planteados para su realización.

¹¹ Cuando es escasa la oferta de personal capacitado, el gasto adicional en investigación y desarrollo tecnológico va acompañado de aumentos en el pago de personal dedicado a estas actividades. En este caso, el aparente aumento en gasto en investigación y desarrollo tecnológico tan solo estaría reflejando el aumento en precios relativos de los factores. También es posible que los proyectos que reciben estímulo fiscal conlleven un mayor riesgo de fracaso que los proyectos financiados con fondos privados y que esto no esté siendo debidamente contemplado por los ejecutores del programa. En este caso, una evaluación más precisa del impacto que tiene el programa de estímulos fiscales en actividades innovadoras debería desglosar el gasto financiado por las empresas y el inducido por el programa (Véase Czarnitzki y Hussinger, 2004).

II.2 Métodos para la estimación econométrica del impacto de programas en el desempeño de sus beneficiarios

Para conocer la efectividad de un programa de política pública se debe recurrir a un método adecuado para identificar si los cambios registrados por haber participado en él pueden ser atribuidos exclusivamente a esa participación y no a otros factores. Estos métodos permiten resolver lo que en la literatura sobre evaluación de programas e intervenciones de política pública se conoce como el *problema fundamental de inferencia causal*.

Para determinar la efectividad del programa es necesario hacer una comparación de dos resultados para una misma empresa: uno, cuando ésta está expuesta a la intervención y el otro cuando no lo está (es decir, su resultado potencial alternativo, también denominado su estado *contrafactual*). El problema de inferencia causal consiste en que, por ser mutuamente excluyentes, sólo es posible observar uno de los dos resultados.

A pesar de que no es posible conocer cuánto hubiera gastado una empresa en actividades de investigación y desarrollo tecnológico si no hubiera sido participante del programa, es posible dar una respuesta del estado *contrafactual* para el promedio de un grupo de empresas participantes (al que nos referiremos como grupo de tratamiento).

Para ello se requiere comparar el desempeño de las empresas participantes con el de un grupo similar de empresas que, siendo elegibles para participar en el programa, no lo hicieron (al que nos referiremos como grupo de control). Esto implica que una condición necesaria, pero no suficiente, para enfrentar el “problema fundamental de inferencia causal” es contar con dicho grupo de control.

La diferencia resultante en la evolución promedio del desempeño de ambos grupos se puede atribuir a dos componentes. Por un lado está el efecto que se quiere medir y que se denomina “efecto de tratamiento en los tratados” y por el otro está un componente atribuible a discrepancias pre-existentes entre

miembros del grupo de tratamiento y el de control, conocidas también como sesgo de selección (Blundell y Costa Dias, 2009).

Para identificar el efecto causal de una intervención se requiere controlar el segundo de los componentes. Una forma de hacerlo es con una asignación aleatoria de empresas para constituir grupos de tratamiento y de control. Este método evita problemas de identificación de efectos causales al diseñar que la participación en el programa sea independiente de cualquier otra influencia en gastos en investigación y desarrollo tecnológico, ya sea observada o no observada. La selección aleatoria entre grupos que participan en un programa y los que no lo hacen permite eliminar sesgos de medición debidos a correlaciones existentes y sistemáticas entre participar en el programa y las características observadas y no observadas de las empresas.

De no ser posible esto, se debe recurrir a métodos alternativos para identificar el efecto causal de una intervención o una política pública. La selección de método del método más adecuado para corregir sesgos de medición en los parámetros de interés estará en función, por un lado de cuál de éstos se considere que afecten más la estimación y por otro lado de la disponibilidad de datos para llevar a cabo la evaluación.

Cuatro son los principales métodos utilizados en la evaluación de programas para corregir sesgos estadísticos de estimación del impacto del programa en el desempeño de sus beneficiarios: 1) el de corrección de sesgos de medición atribuibles a heterogeneidad no observada, utilizando ya sea diferencia en diferencias (cuando sólo hay dos períodos de tiempo) o efectos fijos (cuando se puede trabajar con más de dos períodos), 2) el de Heckman para corrección por selección, 3) el de apareamiento y 4) una combinación de los dos últimos métodos.

II.2.1 Métodos de corrección de sesgos de medición atribuibles a heterogeneidad no observada: Diferencia en diferencias y su variante de Efectos Fijos

Para aplicar estos métodos se requiere tener información sobre un conjunto de empresas de entre las cuales algunas fueron beneficiarias de un programa y otras no (a pesar de haber sido elegibles para participar) y contar con al menos dos observaciones en el tiempo (una observación previa a la intervención con el programa y la ó las otras posteriores a éste).

El supuesto fundamental en que se basa este método es que la heterogeneidad no observada que caracteriza a los participantes de los grupos de tratamiento y control es constante en el tiempo. Si éste es el caso, con la información de ambos grupos previa a la implementación del tratamiento se conoce la diferencia pre-existente y persistente que existe entre grupos y se compara con la diferencia que existe una vez suministrado el tratamiento.

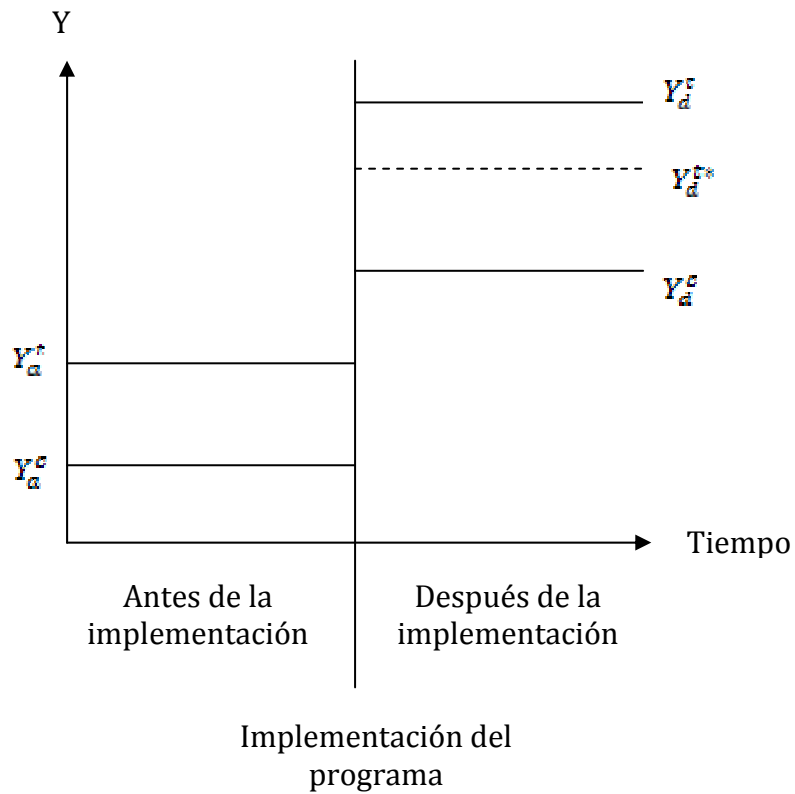
a) Diferencia en diferencias

Cuando sólo se tienen dos observaciones, una de ellas previa al tratamiento y además se supone que los cambios en la economía y otros *shocks* (distintos y no relacionados con la intervención) afectan de igual modo a ambos grupos, se puede obtener el parámetro de interés de la evaluación (impacto promedio del tratamiento en los tratados) de la siguiente forma: se procede a obtener la diferencia de dos diferencias: la que existe en el tiempo para cada grupo y la diferencia entre grupos.

Para describir de manera visual el efecto que mide el método de diferencia en diferencias se presenta a continuación la gráfica 1. En el eje vertical se representa la media del gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas (Y). Los subíndices a y d representan el tiempo al que se refiere la media del gasto (antes y después de la implementación del programa) y los superíndices t y c representan al grupo de empresas de tratamiento y control, respectivamente. En el eje horizontal se grafica el tiempo.

Las líneas Y_a^c y Y_a^t representan la evolución en el tiempo de la media del gasto realizado por el grupo de control. Las líneas Y_a^l y Y_a^i las correspondientes al grupo de tratamiento.

Gráfica 1



La línea Y_a^{t*} representa la media del gasto para el grupo de tratamiento, suponiendo que no hubiera recibido el tratamiento y que las diferencias no observadas que existen entre los grupos de tratamiento y control son constantes en el tiempo y que ambos grupos son afectados de igual manera por *shocks* que son distintos del tratamiento. De esta manera la diferencia persistente que existe entre los dos grupos y que es atribuible a la heterogeneidad no observada es la distancia que existe entre Y_a^{t*} y Y_a^i mientras que el efecto del tratamiento es la distancia que existe entre Y_a^i y Y_a^{t*} .

Una primera aproximación (no paramétrica) para aplicar el método de diferencia en diferencias (cuando sólo se tienen dos observaciones en el tiempo) es calcular la media del gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas para los dos grupos (tratamiento y control) antes y después del

tratamiento y obtener la diferencia que existe en el tiempo para cada grupo y la diferencia entre grupos.

El resultado también puede obtenerse con base en una estimación paramétrica que, además de corregir por heterogeneidad no observada entre miembros de los grupos de tratamiento y control, incluya como determinantes de la media del gasto en investigación y desarrollo tecnológico a un conjunto de variables, X , que caracterizan a las empresas. Para ello se estima la siguiente regresión:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 D_{it} + \beta_2 t_{it} + \beta_3 D_{it} * t_{it} + \beta_4 X_{it} + e_{it} \quad \forall i = 1, \dots, N; t = 1, 2$$

(1)

Donde el subíndice i se refiere a cada empresa y el subíndice t al tiempo, las β son parámetros a ser estimados. Las otras variables se definen de la siguiente forma:

Y_{it} es el gasto en investigación y desarrollo tecnológico de la empresa i en el tiempo t ; D_{it} es una variable *dummy* que toma el valor 1 si la empresa i fue beneficiaria del programa y cero en otro caso; t_{it} es una variable que toma el valor 0 si el tiempo referido es antes de la implementación del programa y uno si es después; $D_{it} * t_{it}$ es una variable de interacción entre el tratamiento y el tiempo. Toma el valor 1 si además de referirse al período posterior a la implementación del programa, la empresa fue beneficiaria de éste y X_{it} representa un conjunto de variables observadas que caracterizan a las empresas. Finalmente, e_{it} es un término de error aleatorio.

Como se aprecia más claramente con ayuda de la siguiente tabla, que se deduce de la ecuación (1), el coeficiente del término de interacción (β_3) capta el efecto promedio del tratamiento en los tratados, que es el que capta el impacto del programa.

Gasto Y_i	Grupo de tratamiento	Grupo de control	Diferencia
Antes	$\beta_0 + \beta_1$	β_0	β_1
Después	$\beta_0 + \beta_1 + \beta_2 + \beta_3$	$\beta_0 + \beta_2$	$\beta_1 + \beta_3$
Diferencia	$\beta_2 + \beta_3$	β_2	β_3

En términos formales, se tienen las siguientes dos funciones, una para el grupo de control y la otra para el de tratamiento, en el caso en el que las variables X_{it} no se incluyen como explicativas:

$$\begin{aligned} (Y_{it} | D_{it} = 0) &= \varphi^c + \delta_t + \varepsilon_{it} \\ (Y_{it} | D_{it} = 1) &= \varphi^t + \delta_t + \varepsilon_{it} + \beta D_{it} \end{aligned}$$

El subíndice t que se refiere al tiempo toma los valores y los términos de heterogeneidad no observada o efecto fijos ((variable constante en el tiempo que no es observada por el analista) correspondientes al grupo de tratamiento y de control son, respectivamente, φ^t y φ^c . A su vez, δ_t representa un término de tendencia en el tiempo.

Utilizando una doble diferencia se obtiene la siguiente relación para calcular el efecto promedio del tratamiento en los tratados, β , en donde los subíndices a y d denotan antes y después de la implementación del programa:¹²

$$\begin{aligned} \beta &= E[Y_{id} - Y_{ia} | D_{id} = 1] - E[Y_{id} - Y_{ia} | D_{id} = 0] \\ &= \{ E[Y_{id} | D_{id} = 1] - E[Y_{ia} | D_{id} = 1] \} \\ &\quad - \{ E[Y_{id} | D_{id} = 0] - E[Y_{ia} | D_{id} = 0] \} \end{aligned}$$

De esta forma, se controlan las fuentes de sesgos en medición de este parámetro, ya que se eliminan tanto los términos de efecto fijo (φ^t y φ^c) como el de tendencia δ_t , que se supone igual para ambos grupos. El caso en el que también se incluye la variable X_{it} es una simple extensión de éste.

b) Efectos fijos

La variante que utiliza datos en panel en los que se cuenta con más de dos períodos de observación (modelo de efectos fijos) tiene la ventaja de dar mayor precisión a la estimación del parámetro del impacto del programa en el tratamiento en los tratados. Permite suponer que los términos de efecto fijo son distintos entre miembros de los respectivos grupos. Esto es a diferencia de lo

¹² En esta relación, (E) representa el operador para obtener la esperanza matemática (media).

que sucede con el método de diferencias representado en la ecuación (1), ya que éste supone que si bien los términos de efecto fijo de miembros del grupo de control difieren de los del tratamiento, los que tienen los miembros de cada uno de estos grupos son iguales entre ellos.

Si se utiliza un modelo de regresión de mínimos cuadrados ordinarios se obtienen resultados sesgados ya que la heterogeneidad individual no observada es parte del error de ésta, u_{it} . Es decir, si el modelo que se corre con una regresión es:

$$y_{it} = \beta_0 + x'_{it}\beta + u_{it}$$

En donde:

$$u_{it} = \alpha_i + \varepsilon_{it}$$

Siendo ε_{it} un componente aleatorio con media cero y α_i la variable aleatoria que captura la heterogeneidad individual no observada de la empresa, entonces el parámetro estimado para β es sesgado e inconsistente, ya que x'_{it} y u_{it} están correlacionados.

Los modelos que permiten corregir por sesgos atribuibles a que la heterogeneidad individual esté correlacionada con los regresores, (es decir, que α_i esté correlacionada con x'_{it}) parten de especificar la siguiente función¹³:

$$y_{it} = \alpha_i + x'_{it}\beta + \varepsilon_{it}$$

toman un promedio de las variables en el tiempo, es decir:

$$\bar{y}_i = \alpha_i + \bar{x}'_i\beta + \bar{\varepsilon}_i$$

y a esta especificación se la resta la anterior, obteniéndose:

$$(y_{it} - \bar{y}_i) = (x_{it} - \bar{x}_i)' \beta + (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i), \quad \forall i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (2)$$

De esta manera se elimina la heterogeneidad individual α_i y se estima la última especificación (2) utilizando mínimos cuadrados ordinarios. Una de las desventajas de este estimador es que no identifica los coeficientes de los

¹³ En principio, los modelos de efectos fijos podrían correrse con mínimos cuadrados ordinarios si se pudiera incluir una variable *dummy* para cada una de las empresas.

regresores que son constantes en el tiempo porque si $x_{it} = x_i$ entonces $\bar{x}_i = x_i$ y por lo tanto $(x_{it} - \bar{x}_i) = 0$.

II.2.2 Método de corrección de sesgos de medición atribuibles a selección

Cuando se estima el impacto de un programa con base en muestras que presentan sesgos de selección, se reconoce que éstas ocasionan que en una regresión por mínimos cuadrados ordinarios, el valor esperado del término de error resulte distinto de cero y correlacionado con algunos de los determinantes de la participación en el programa. Es decir, la variable que capta en una regresión, generalmente con una *dummy* dicotómica, haber participado en el programa, ésta correlacionada con el término de error (ocurre porque la decisión de participar está probablemente basada en características de la empresa que determinan también su gasto en investigación y desarrollo tecnológico). Esto constituye una violación a los supuestos de las regresiones de mínimos cuadrados ordinarios.

Debido a que el otorgamiento del estímulo fiscal está correlacionado con las variables no observadas de las empresas, éste se convierte en una *proxy* de dichas variables y por ello no es posible interpretar el coeficiente estimado para esta variable en una regresión de mínimos cuadrados ordinarios, ya que capta tanto el efecto de la participación en el programa como el atribuible a las variables no observables.

En el contexto de este estudio se presenta un problema de sesgo de selección de empresas porque solicitar un estímulo fiscal al gasto en investigación y desarrollo tecnológico es voluntario y además porque existe un comité que decide que empresas son acreedoras del estímulo. A continuación exponemos cómo el método de Heckman permite estimar, con parámetros insesgados y consistentes, la efectividad del programa cuando se presenta este tipo de sesgos de selección (Heckman, 2001).

Se parte de la siguiente función para los determinantes de gasto en investigación y desarrollo tecnológico:

$$Y = X\alpha + \theta T + \varepsilon \quad (3)$$

en la que Y representa el gasto en ese rubro, X es un vector de características observadas de la empresa; T es una variable *dummy* que toma el valor 1 si a ésta se le otorga estímulo fiscal y 0 en el caso contrario y ε es el término de error que capta el efecto de las características no observadas.¹⁴

Para obtener el impacto del estímulo fiscal se procede de la siguiente manera: el punto de partida son las dos relaciones se sabe que:

Esta función implica las siguientes dos:

$$E(Y|T=1) = X\alpha + \theta + E(\varepsilon|T=1)$$

$$E(Y|T=0) = X\alpha + E(\varepsilon|T=0)$$

Por lo tanto, el impacto del estímulo fiscal se obtiene de restar una de la otra, o sea:

$$E(Y|T=1) - E(Y|T=0) = \theta + E(\varepsilon|T=1) - E(\varepsilon|T=0)$$

De no existir problema de selección, la variable T no estaría correlacionada con el término de error y se cumpliría el supuesto de mínimos cuadrados ordinarios (MCO),

$$E(\varepsilon|T) = 0$$

Lo que implicaría lo siguiente:

$$E(Y|T=1) - E(Y|T=0) = \theta + E(\varepsilon|T=1) - E(\varepsilon|T=0) = \theta$$

Es decir, el coeficiente θ estimaría de manera insesgada el impacto del otorgamiento del estímulo fiscal en el desempeño de la empresa. Sin embargo, debido al sesgo de selección el supuesto del modelo de MCO no se cumple.

¹⁴ Cuando las empresas con distintos valores de X difieren de manera no observable (para el econométrico) en las variables omitidas, las diferencias en sus valores de Y captadas con una regresión no reflejan de manera adecuada qué habría sucedido con una empresa si ésta misma hubiera tenido un valor de X distinto al que tuvo. Cuando se quiere dar una respuesta del estado contrafactual para el promedio de un grupo de empresas participantes al comparar su desempeño con el de un grupo similar de empresas que, siendo elegibles para participar en el programa, no lo hicieron se debe considerar este aspecto fundamental. Como se mencionó en la sección III, para abordar el problema de inferencia causal en la evaluación del impacto de un programa se requiere de una comparación de dos resultados para una misma empresa: uno, cuando ésta está expuesta a la intervención y el otro cuando no lo está. Por ser mutuamente excluyentes, sólo es posible observar uno de los dos resultados, por lo que se requiere de un método econométrico adecuado que permita comparar valores de Y correspondientes a diferentes empresas que tienen distintos valores de X.

Por ello es necesario utilizar otro modelo para obtener el efecto del otorgamiento del estímulo fiscal.

El método de Heckman parte de especificar la decisión de otorgar el estímulo fiscal a una empresa, ó de auto-seleccionarse a participar en el programa, (T), como el resultado de una variable latente (T*). Esta determina la participación en el programa en función de un vector de características observables que determinan el otorgamiento del estímulo, W, y de un término de error, η , que captura el efecto de las características no observables. En su versión más generalizada (que no general), se supone que η se distribuye como una función normal estándar:

$$T^* = W\beta + \eta \quad \eta \sim N(0,1) \quad (4)$$

Donde T* es la variable latente que solo se observa si $T^* > 0$, por lo que la decisión de otorgar el estímulo (T) se modela de la siguiente manera:

$$T = \begin{cases} 1, & \text{si } T^* > 0 \\ 0, & \text{en caso contrario} \end{cases}$$

y se estima con un modelo *probit*:

$$pr(T = 1) = \Phi(W\beta), \quad pr(T = 0) = 1 - \Phi(W\beta)$$

en donde W es un vector de características de las empresas, en el que hay al menos una variable que no se encuentra en el vector X de la ecuación (3). Se supone, además, que los términos de error de (3) y (4), i.e., ε y η tienen una distribución conjunta normal bivariada:

$$(\eta, \varepsilon) \sim \text{normal bivariada } [0, 0, 1, \sigma_\varepsilon, \rho]$$

Considerando una vez más la función (3) y utilizando una fórmula para la densidad conjunta de las variables que se distribuyen normal bivariado y sustituyéndola en las esperanzas condicionales de los términos de error de la función se tiene:

$$E(Y|T=1) = X\alpha + \theta + E(\varepsilon|T=1) = X\alpha + \theta + \rho\sigma_\varepsilon \frac{\phi(Wb)}{\Phi(Wb)}$$

$$E(Y|T=0) = X\alpha + E(\varepsilon|T=0) = X\alpha - \rho\sigma_\varepsilon \frac{\phi(Wb)}{1 - \Phi(Wb)}$$

El efecto del otorgamiento del estímulo fiscal es, en este caso:

$$\begin{aligned} E(Y|T=1) - E(Y|T=0) &= X\alpha + \theta + \rho\sigma_\varepsilon \frac{\phi(Wb)}{\Phi(Wb)} - X\alpha + \rho\sigma_\varepsilon \frac{\phi(Wb)}{1 - \Phi(Wb)} = \\ &= \theta + \rho\sigma_\varepsilon * \frac{\phi(Wb)}{\Phi(Wb) [1 - \Phi(Wb)]} \end{aligned}$$

Este resultado indica que es un procedimiento incorrecto estimar la función (3) con una regresión de mínimos cuadrados ordinarios, ya que el coeficiente que se obtendría para T en esa regresión resultaría un valor sesgado con respecto al valor de θ ; si ρ fuera positivo (negativo) el estimador que se obtendría para θ con ese procedimiento estaría sobrestimado (subestimado).

De esta forma, el método de Heckman para abordar el problema de selección consiste en añadir una variable omitida a la función (3); con ella se controla directamente la parte del término de error en la regresión de gasto en investigación y desarrollo tecnológico que está correlacionada con la variable *dummy* que indica si participó en el programa. Es así como se puede separar el verdadero impacto del programa del proceso de selección que diferencia a participantes de no participantes.

La variable omitida es el término de selección y el coeficiente estimado de este término es el inverso de la razón de Mills $\lambda - \rho\sigma_\varepsilon$. Dado que σ_ε es positivo (por ser un término de varianza) el signo y significancia de λ muestran si efectivamente existe un sesgo de selección. Así, al incluir la variable omitida en la función (3) se corrige el sesgo de selección, con lo que el estimador θ captura, sin sesgo y consistentemente, el efecto del otorgamiento del estímulo fiscal.

II.2.3 Método de emparejamiento (*matching*) y un método basado en la combinación de éste con el método de diferencia en diferencias

El método de *matching* o apareamiento de empresas participantes con empresas que forman parte del grupo de control permite utilizar a éstas últimas para medir

lo que hubiera sucedido con los beneficiarios del programa de no haber participado en él. Sin embargo, el método es válido sólo si ciertos supuestos restrictivos se cumplen. Entre ellos, que la participación en el programa no esté relacionada con variables no observadas (por el analista). Éste es un supuesto muy restrictivo, en particular para el caso de estudio en este trabajo y por ello debe combinarse este método con el de estimación de impacto con dobles diferencias, que permite remover errores de medición atribuibles a características no observadas (por el analista) cuando éstas son invariantes a lo largo del tiempo (denominados efectos fijos individuales) y cuando éstas cambian pero lo hacen a una tasa constante.

El procedimiento de pareo supone la posibilidad de captar con un indicador los principales determinantes del gasto en investigación y desarrollo y la probabilidad de participar en el programa.

Utilizando únicamente los datos provenientes de las encuestas ESIDET en este trabajo no se tendrían resultados de apareamiento con la robustez necesaria que se requiere para que este método sea válido. En particular, otras variables como la productividad de la empresa, su inversión en capital físico, y el grado de competencia que enfrentan las empresas en sus mercados serían necesarias para poder aplicar el método de *matching* o apareamiento de empresas y combinarlo con el de diferencias entre pre y post-intervención y entre grupo de tratamiento y control para el programa que se analiza.

Por esta razón, en esta fase del trabajo se aplican únicamente los dos primeros métodos descritos en esta sección.¹⁵

¹⁵ Véase Calderón-Madrid, 2009, para una aplicación de este método combinado a una evaluación de un programa de política activa de mercado de trabajo en México.

II.3 Síntesis de resultados encontrados para otros países

En 2000, David *et al.* por una parte y Klette *et al.*, por otra, llevaron a cabo una revisión de los estudios más relevantes que se habían hecho para determinar el impacto que tiene el otorgamiento de estímulos públicos a la investigación y desarrollo tecnológico de empresas privadas. A partir de estas reseñas, quedó bien establecido que sólo tienen validez los resultados de estudios empíricos que corrigen adecuadamente problemas originados por sesgos de selección de participantes al programa.

La mayoría de estudios que cumplen con este requisito se han hecho para países europeos, para Estados Unidos, Canadá e Israel. En Latinoamérica también se han realizado para Argentina, Brasil, Chile, Colombia y Panamá.

Por estar más relacionados con la metodología que aplicamos para México en este trabajo, a continuación nos concentramos en destacar los resultados de estudios que aplican el método de diferencias en diferencias (efectos fijos) y de autoselección de Heckman.

Lach (2002) realiza un análisis para Israel con una base de datos que incluye 325 empresas del sector manufacturero (de las cuales cerca del 50% fue beneficiaria al menos una vez de un programa en el que pueden recibir estímulos durante varios años) y que contiene datos correspondientes a cinco años, entre 1990 y 1995. En su estudio utiliza únicamente empresas que no recibieron tratamiento en el primer año y lleva a cabo la estimación paramétrica de diferencia en diferencias con un modelo de panel dinámico en el que la cantidad de estímulo que se le otorga a cada empresa entra como variable explicativa, en lugar de una *dummy* que indique si la empresa es beneficiaria ó no de la empresa.

Sus resultados permiten descartar la hipótesis de que los recursos públicos ofrecidos por el programa ocasionen un *crowding out* total del gasto privado en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas participantes.

También indican un efecto de adicionalidad en el gasto privado: por cada dólar de estímulo público que se otorga, las empresas beneficiarias incrementan su gasto privado en 41 centavos (el gasto total en investigación y desarrollo tecnológico llevado a cabo por una empresa participante es entonces 1.41 dólares más por cada dólar que hubiera efectuado en ausencia del programa).

Binelli y Maffioli (2007), realizan una evaluación del programa Argentino de apoyo a la investigación y desarrollo tecnológico de las empresas. Con base en el seguimiento de 424 empresas argentinas para el período comprendido entre 1994 y 2001 (exceptuando el año 1997) utilizan el método de diferencia en diferencias, en su variante de efectos fijos. De ellas, únicamente 23, es decir menos del 6% de la muestra, resultaron beneficiarias del programa de estímulos públicos a la investigación y desarrollo tecnológico.

Sus resultados muestran que si la cantidad del estímulo público a la Investigación y desarrollo tecnológico recibido por las empresas beneficiarias aumenta en 1% los gastos privados de las empresas en este rubro se incrementan en un 0.15%.

Estos resultados contrastan con los encontrados por Benavente, Crespi y Maffioli, 2007, en su evaluación para el caso Chileno de estímulo público a la Investigación y desarrollo tecnológico (programa FONTEC). En este último encuentran resultados que sugieren un desplazamiento parcial de recursos privados por subsidios de aproximadamente 20% del subsidio promedio.

Hay evaluaciones recientemente realizadas para países europeos que, aprovechando la riqueza de información acerca de las características de las empresas y de los mercados en que éstas participan utilizan el método de diferencia en diferencias combinando con el de apareamiento ó *matching*. Entre éstos destacan los realizado por Ebersberger (2005) y Görg y Strobl (2006),

quienes investigan los efectos de los estímulos públicos a la investigación y desarrollo tecnológico empresarial en Finlandia y en Irlanda, respectivamente.

Ebersberger (2005), estima el efecto directo de los estímulos en el gasto privado en investigación y desarrollo tecnológico en dos partes. En la primera considera que los estímulos influyen en la decisión de las empresas a realizar ó no este tipo de actividades. En la segunda, que el estímulo no tiene efecto en el estatus. De esta manera obtiene una cota superior del impacto del programa en el desempeño de las empresas con el primer supuesto y una cota inferior del mismo con el segundo.

Sus resultados muestran que el programa finlandés de estímulos públicos a la investigación y desarrollo tecnológico empresarial logra un efecto en adicionalidad del gasto privado, relativamente a lo que sucedería si las empresas no participaran en el programa. La cota inferior del impacto encontrado fue de 10%, mientras que la cota superior se situó en 25%.

En este estudio se estima también el efecto en probabilidad de patentar (como indicador o *proxy* de los productos de innovación, en general), que, es atribuible al otorgamiento de estímulos públicos al gasto en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas. Para ello, identifica además el efecto que en el gasto privado en investigación y desarrollo tecnológico tiene la participación de la empresa en una red de colaboración para la innovación. Por ello, en su análisis distingue cuatro tipos de empresas dependiendo de si éstas colaboraron o no al realizar actividades de investigación y desarrollo tecnológico y de si fueron o no beneficiarias de estímulos públicos.

Sus resultados principales indican que, comparado con las empresas que no colaboran ni reciben estímulos, la probabilidad que tienen las empresas de patentar es 10.7 puntos porcentuales mayor para las empresas que colaboran pero no reciben estímulos, 10 puntos porcentuales mayor para las empresas que reciben estímulos pero no colaboran y 26.8 puntos porcentuales mayor para las empresas que colaboran y reciben estímulos.

En su análisis para Irlanda, Görg y Strobl (2006), diferencian el efecto por tamaño del estímulo público a la investigación y desarrollo tecnológico. El monto de estímulo lo clasifican en tres: pequeño, mediano y grande.

Debido a que cuentan con información relacionada a la cantidad de estímulo que se le otorga a cada empresa, la variable dependiente que usan en sus estimaciones econométricas es el gasto total en Investigación y desarrollo tecnológico neto de subsidios recibidos por la empresa.

Cuando utilizan el método de diferencia en diferencias emplean una base de datos que incluye 4,192 empresas con información para el período comprendido entre 1999 y 2002. Los resultados muestran que existen efectos de adicionalidad para las empresas que reciben estímulos pequeños pero que no hay ni adicionalidad ni *crowding out* para las empresas que reciben estímulos medianos o grandes. Cuando se divide la muestra por nacionalidad de la empresa se encuentra que los resultados de adicionalidad son válidos únicamente para las empresas domésticas ya que para las extranjeras no hay adicionalidad en ningún caso.

Görg y Strobl reconocen que sus resultados pueden presentar un sesgo de selección y repiten el análisis utilizando una combinación del método de apareamiento y el de diferencia en diferencias. Los resultados son consistentes cuando se utiliza la muestra completa sin dividir por nacionalidad.

Por otra parte, entre los estudios que utilizan el método de selección de Heckman para identificar el efecto de los estímulos públicos a la investigación y desarrollo tecnológico en el gasto privado de las empresas están los siguientes.

Busom 2000, hace un análisis de una muestra de 154 empresas españolas que recibieron un estímulo público a la investigación y desarrollo tecnológico (IDTEI) en 1988 utilizando el método paramétrico de selección de Heckman. El 45% de las empresas en la muestra (75 empresas), resultaron beneficiarias del programa. Los resultados de la primera etapa del modelo muestran que las empresas grandes y aquellas que cuentan con capital

extranjero tienen una menor probabilidad de ser beneficiarias del estímulo. En la segunda etapa Busom estima varias ecuaciones de interés con distintas variables dependientes: el gasto total en IDTEI y el número de empleados que están involucrados en actividades de IDTEI, ambas medidas tanto en nivel como en intensidad. Las ecuaciones son estimadas utilizando el procedimiento de Heckman en dos etapas y por máxima verosimilitud. Los resultados relativos al gasto en IDTEI muestran que para el total de las empresas beneficiarias existe un efecto de adicionalidad de los estímulos en el gasto privado en IDTEI de 20%. Una inspección detallada indica, sin embargo, que 29 de las empresas beneficiarias hubieran gastado la misma cantidad de no haber recibido el estímulo. Busom concluye que para el resto de las empresas es posible rechazar la hipótesis de *crowding out* total.

Hussinger (2003), hace un análisis para el sector manufacturero en Alemania utilizando modelos de selección paramétricos y semiparamétricos. El modelo paramétrico de Heckman es utilizado como punto de referencia y comparación de los demás. La muestra que utiliza está compuesta por 3,744 empresas innovadoras de las cuales 723 recibieron un estímulo público a la I&D. Debido a que cuenta con información relativa a la cantidad del estímulo que se les otorga a las empresas beneficiarias, utiliza como variable dependiente el logaritmo del gasto en IDTEI neto del estímulo. Los resultados de la primera etapa del modelo de Heckman muestran que el tamaño de la empresa, el número de empleados y las actividades de innovación realizadas por la empresa en el pasado (entre otros) tienen un impacto significativo en la probabilidad de recibir estímulos públicos a la IDTEI. En la segunda etapa se estima la ecuación de interés. El inverso de la razón de Mills es significativo, lo cual indica que existen problemas de selección. Los resultados muestran que existe un efecto positivo y significativo de los estímulos públicos a la I&D en el gasto privado en IDTEI de las empresas. El promedio del tratamiento en los tratados (ATT) es 0.64. Los resultados son consistentes si se utilizan los modelos semiparamétricos, sin embargo, el efecto varía un poco debido a que se asumen diferentes supuestos en cada modelo. El promedio del tratamiento en los tratados (ATT) varía en un rango entre 0.07 y 0.52.

De Negri *et al.* (2006), utilizan métodos de *matching* y un modelo de selección para evaluar el impacto de los estímulos públicos a la investigación y desarrollo tecnológico en el gasto en este rubro erogado por empresas del sector industrial de Brasil. Estos autores emplean el método de selección después del método de apareamiento. De esta manera pueden aprovechar algunas estimaciones obtenidas con *propensity score matching* en una primera etapa y utilizarlas posteriormente. En la primera etapa del modelo de selección se mide la probabilidad de que una empresa sea beneficiaria del programa. La ecuación de decisión que utilizan es la misma que emplean con *propensity score matching* y lo hacen únicamente para la sub muestra de empresas que tienen gasto positivo en IDTEI. En la segunda etapa calculan la ecuación de interés con MCO añadiendo el inverso de Mills como variable explicativa para medir el efecto de tratamiento en los tratados. Existen dos maneras para realizar esta medición: en la primera se estima la ecuación de interés para todas las empresas y se incluye como variable explicativa una variable *dummy* que indica si las empresas son beneficiarias mientras que en la segunda se estima la ecuación de interés dos veces, una para las empresas beneficiarias y la otra para las no beneficiarias y en ninguna de las dos se incluye la variable *dummy*. En las ecuaciones de interés la variable dependiente que utilizan es el logaritmo del gasto privado en I&D de las empresas. Las variables explicativas son en su mayoría significativas y presentan los signos esperados. El inverso de la razón de Mills también es estadísticamente significativo, lo que indica la existencia de un sesgo de selección. Los resultados muestran que hay evidencia de que el programa tiene un impacto positivo en el gasto en IDTEI de las empresas beneficiarias. Estas empresas gastan en promedio entre 28% y 39% más que las empresas no beneficiarias del programa. Los resultados son robustos a la utilización de la sub muestra de empresas innovadoras que tienen gasto positivo en IDTEI.

Además del mencionado estudio para el Brasil, se han realizado otras evaluaciones en Latinoamérica con referencia al impacto que tienen los estímulos públicos en I&D en el gasto privado en I&D de las empresas beneficiarias. En el apéndice A este trabajo, se sintetizan los principales resultados para América Latina y para los países de la OCDE.

II.4 Programa de Estímulos Fiscales al Gasto en Investigación y Desarrollo de Tecnología de las Empresas Privadas en México (EFIDT)

El Estímulo Fiscal a los Gastos e Inversiones en Investigación y Desarrollo de Tecnología (EFIDT) consiste en un crédito fiscal que se otorga a las empresas por los proyectos en investigación y desarrollo tecnológico que realicen en el ejercicio fiscal que corresponda. Se determina a partir de una tasa máxima fija de 30% sobre la base total (no incremental) de los gastos e inversiones que las empresas realicen en ese rubro durante el año en cuestión. Se aplica contra el impuesto sobre la renta causado en el ejercicio en que se determine dicho crédito y cuando éste sea mayor al impuesto sobre la renta causado en el ejercicio en el que se aplique el estímulo, los contribuyentes pueden aplicar la diferencia que resulte contra el impuesto causado en los diez ejercicios siguientes hasta agotarla.

Ley de Ingresos de la Federación de cada ejercicio fiscal establece el monto total del estímulo fiscal a distribuir entre los aspirantes del beneficio, así como los requisitos que éstos deben cumplir.

II.4.1 Antecedentes del programa

El estímulo fiscal tiene fundamento en el artículo 219 de la Ley del Impuesto Sobre la Renta (LISR) y el precepto correspondiente en la Ley de Ingresos de la Federación en cada ejercicio fiscal, de 2001 a 2008.

Su precedente es un estímulo, otorgado a partir de 1998 al gasto incremental en investigación y desarrollo tecnológico de las empresas, con una tasa de 20% que se determinaba sobre las inversiones superiores al promedio de los tres años anteriores. En 1999 este promedio se redujo a dos años y por primera vez se establece un comité interinstitucional y se elaboran reglas de aplicación y un manual técnico. No es sino hasta diciembre de 2000 cuando se modifica este estímulo fiscal. Para darle permanencia se incluye por primera vez en diciembre de 2000 en la Ley del Impuesto Sobre la Renta con la finalidad de eliminar la necesidad de su renovación en la Ley de Ingresos de la Federación.

En esta fecha hay una modificación importante, ya que se establece que el estímulo se dará sobre el gasto total en investigación y desarrollo de tecnología realizado en el año, a una tasa del 30% (este estímulo no constituye un gasto deducible). Además, se cambia la Secretaría Técnica del Comité Interinstitucional al CONACYT, y se modifican las Reglas de Aplicación.

II.4.2 Reglas para el otorgamiento de los incentivos

En cuanto a la base de cálculo del estímulo, el artículo 219 de la LISR señala que “se considera como investigación y desarrollo de tecnología, los gastos e inversiones en territorio nacional, destinados directa y exclusivamente a la ejecución de proyectos propios del contribuyente que se encuentren dirigidos al desarrollo de productos, materiales o procesos de producción, que representen un avance científico o tecnológico, de conformidad con las reglas generales que publique el Comité Interinstitucional a que se refiere la Ley de Ingresos de la Federación”.

Las Reglas Generales emitidas por el Comité Interinstitucional a que hace referencia el artículo antes mencionado se publican anualmente de conformidad con la Ley de Ingresos de la Federación de cada ejercicio fiscal. La precisión de lo que se considera gastos elegibles y no elegibles se publica en el documento: “Anexo Único a las Reglas Generales para la Aplicación del Estímulo Fiscal a la Investigación y Desarrollo de la Tecnología y Creación y Funcionamiento del Comité Interinstitucional.”

II.4.3 Evolución del monto y número de empresas participantes en el programa

En el cuadro 1 se presente el monto total del estímulo, el monto asignado, así como número de empresas y proyectos beneficiados, para cada uno de los ejercicios fiscales de 2001 a 2008.

Como se aprecia en este cuadro, en 2004 se dieron incentivos fiscales a 357 empresas y que éstas recibieron en promedio 2.8 millones de pesos. Para

los propósitos de este trabajo, cabe destacar que el siguiente año, el número de beneficiarias creció 70% hasta 606 empresas que recibieron en promedio 4.9 millones. Sin embargo existe una diferencia significativa entre empresas: a las que ya habían recibido incentivos en 2004 y las que lo reciben por primera vez: a las primeras les dieron, en promedio, 6.9 millones en 2005, mientras que a las que recibieron incentivo por primera vez les dieron ese año únicamente 2.9 millones (Cuadro 2).

Cuadro 1

Estímulo Fiscal (Artículo 219 de la Ley del ISR)				
Año	Monto máximo (millones de pesos)	Empresas	Proyectos	Monto asignado (millones de pesos)
2001	\$500.00	149	547	\$415.69
2002	\$500.00	205	824	\$496.20
2003	\$500.00	236	873	\$500.00
2004	\$1,000.00	357	1,308	\$1,000.00
2005	\$3,000.00	608	2,083	\$3,000.00
2006	\$4,000.00	483	1,617	\$4,000.00
2007	\$4,500.00	622	1,918	\$4,500.00
2008	\$4,500.00	526	1,502	\$4,500.00
Total	\$18,500.00		10,672	\$18,411.89

Fuente: Ley de ingresos de la Federación de 2001 a 2008 y resultados publicados en el Diario Oficial de la Federación

En el año 2006 el número de empresas disminuyó a sólo 482. Éstas recibieron en promedio 8.3 millones de pesos, casi tres veces más el monto de 2004. Nuevamente existe una diferencia entre empresas, ya que las que habían recibido incentivos con anterioridad obtuvieron 10.3 millones en promedio y a las que recibieron incentivos por primera vez les otorgaron 4.4 millones.

Cuadro 2

Crédito Fiscal Promedio

	2004	2005	2006	2007
Número empresas	357	606	482	622
Monto incentivos fiscales				
Promedio	\$2,801,120	\$4,950,439	\$8,298,755	\$7,234,727
Si recibió antes de	\$2,908,250	\$6,993,445	\$10,300,000	\$8,085,570
Si recibe por 1a vez	\$2,672,168	\$2,852,770	\$4,365,783	\$6,073,309

Fuente: Elaboración propia a partir de resultados publicados por CONACYT.

Para el año 2007 el número de empresas crece 30% hasta alcanzar 622 empresas, una cantidad solo ligeramente mayor a la de 2005. El monto promedio disminuye con respecto a 2006 y se queda en 7.2 millones. Las empresas que ya habían recibido incentivos obtuvieron un monto ligeramente mayor (8 millones) y las nuevas recibieron menos (6 millones).

II.5 Evaluación del Programa de Estímulos Fiscales al Gasto en Investigación y Desarrollo de Tecnología de las Empresas Privadas en México

II.5.1 Bases de datos

En este trabajo se utilizan las bases de datos obtenidas a partir de encuestas consecutivas administradas por INEGI a empresas para captar información cuantitativa acerca de su investigación científica y desarrollo tecnológico así como de sus actividades de innovación. Éstas son la *ESIDET 2006*, que recopila información correspondiente a las empresas durante 2004 y 2005 y la *ESIDET 2008*, que los recopila para 2006 y 2007. Las siglas corresponden a Encuesta sobre Investigación y Desarrollo Tecnológico y tanto una como la otra incluyen un módulo de Innovación Tecnológica.

Cada una de las empresas encuestadas tiene un identificador único que permite ligar sus respuestas de la *ESIDET 2006* con las de la *ESIDET 2008*. Al integrarlas en una sola base de datos se constituye en un panel balanceado de empresas con información correspondiente a cuatro años consecutivos.¹⁶

Por otra parte se utilizaron los registros administrativos del CONACYT para identificar empresas beneficiarias del programa de estímulos fiscales que forman parte de la base de datos panel, estableciendo de manera precisa el año en que lo fueron. Sólo se estableció si una empresa de la base de datos *ESIDET 2006-2008* fue beneficiaria del programa o no sin relacionar el monto del estímulo fiscal otorgado. Por esta limitación no fue posible trabajar con gasto privado en investigación y desarrollo neto de estímulo fiscal a nivel empresa (en

¹⁶ Son 1,956 las empresas que inicialmente constituyen la base de datos (incluyendo 1,392 que declararon no haber tenido gasto positivo en investigación y desarrollo tecnológico durante al menos un año). Inicialmente el panel está constituido por 2,092 empresas que contestaron ambas encuestas; de ellas 136 fueron excluidas de la muestra que forma parte de este estudio por considerar que tenían información imprecisa o ser "outliers". Los criterios de exclusión fueron: ser empresa pública, pertenecer al sector de construcción en la rama de edificación residencial, al sector de minería en la rama de minerales no metálicos, al sector de industrias manufactureras en la rama de otras industrias manufactureras (joyería, fabricación de juguetes, etc.) o al sector electricidad en la rama generación, transmisión y suministro de energía eléctrica. También se excluyeron aquellas empresas que registraron un gasto en investigación y desarrollo tecnológico como porcentaje de ventas mayor al 90%.

los casos de evaluaciones para otros países como Brasil, Alemania e Irlanda, sí ha posible).

De este subconjunto de empresas surgió el grupo de tratamiento. A su vez, el de control surgió del subconjunto de las que tenían un gasto positivo en investigación y desarrollo tecnológico pero que no participaron en el programa.

II.5.2 Características de las muestras de datos de acuerdo al método utilizado

En este trabajo se aplican dos métodos distintos para evaluar el impacto que el programa tiene en el monto del gasto privado en investigación y desarrollo de tecnología ejercido por las empresas beneficiarias. Los resultados obtenidos con base en cada uno ellos no son directamente comparables entre sí.

Por un lado, los supuestos estadísticos en que se sustentan son distintos y por ende el tipo de sesgo en medición que corrigen no es el mismo. Por otro lado, cada uno de ellos tiene diferentes criterios de inclusión para que una empresa beneficiaria del programa pueda formar parte de la muestra con la que se realizan las estimaciones correspondientes.

Al ser distintas las muestras, los parámetros de interés de la evaluación difieren también. En los casos de diferencia en diferencias y de efectos fijos el parámetro de interés en la estimación es el impacto promedio del tratamiento en los tratados, condicional a no haber sido beneficiario del programa en el año 2004, ó antes. Este parámetro es distinto al caso en el que se aplica el método de Heckman, en donde lo que se identifica es el impacto promedio del tratamiento en 2007.

Para aplicar métodos basados en diferencia en diferencias y en efectos fijos es necesario que la muestra que sirve de base para las estimaciones esté constituida únicamente por empresas que no hayan recibido tratamiento durante la línea o año base, que en este estudio es 2004.

Al cumplir con este requisito, el tamaño de muestra se reduce con relación a la base de datos inicial. Las empresas que fueron beneficiarias en 2005 y 2007 (y no fueron beneficiarias del programa en 2004, ni antes) constituyen el grupo de tratamiento y las que, habiendo podido participar en el programa (en nuestro caso las que declaran tener gastos en actividades de investigación y desarrollo), no lo hicieron ni durante el año de línea base ni posteriormente, constituyen el grupo de control.

El método de Heckman no requiere excluir a empresas que participaron en el programa durante 2004 ó antes. Al incluirlas, las características promedio de las empresas difieren bastante de las que se utilizan para aplicar el método anterior (por ejemplo, el gasto promedio en investigación y desarrollo ejercido en 2005 por las empresas que fueron beneficiarias del programa tanto en 2004 como en 2005 es casi el doble de lo que en ese año gastan las que son beneficiarias por primera vez en 2005). Este método tiene más precisión cuando se evita que las variables explicativas y la que se quiere explicar se refieran a un mismo período en el tiempo. (Conocido como *problema de simultaneidad en la estimación*).

Por ello, nos concentramos en estimar el impacto del programa en el monto del gasto privado en investigación y desarrollo ejercido por las empresas beneficiarias durante 2007, pudiendo así incorporar como variables explicativas observaciones correspondientes a años previos. También es importante, al aplicar este método, tener el mayor número de variables que puedan determinar no solo el gasto en investigación y desarrollo de una empresa, sino también su participación en el programa (ya sea por autoselección ó por el procedimiento de selección del comité encargado de dictaminar proyectos). Por ello, sólo las empresas que contestaron el módulo de innovación tecnológica de todas las que fueron entrevistadas por la ESIDET 2006 y 2008 fueron utilizadas en esta parte del estudio.

Son ellas las únicas que proporcionaron información relacionada con solicitudes de patentes, con acceso a crédito y si la empresa realiza sus actividades innovadoras y de investigación sola o si lo hace conjuntamente con

un centro de investigación académico u otras empresas. Las que no respondieron este módulo no realizaron actividades de esta naturaleza, aunque algunas de ellas sí tengan un gasto positivo de investigación y desarrollo.

II.5.3 Número de empresas

En los siguientes cuadros se especifica el número de empresas de tratamiento y control que se utilizan en cada estimación de acuerdo al año en que reciben el tratamiento. En el Apéndice A se ofrece una descripción detallada sobre las empresas que se excluyen de cada muestra partiendo de la muestra inicial.

Cuadro 3

	Diferencia en diferencias	
	Tratamiento	Control
2005	161	94
(- recibieron trat 2004)	89	0
(- recibieron trat antes de 2004)	14	0
	58	94

Cuadro 4

	Efectos fijos			
	Tratamiento			Control
	2005	2007	05 y 07	
	83	15	78	94
recibieron trat 2004)	38	3	51	0
recibieron trat antes de 2004)	10	0	4	0
	35	12	23	94

Cuadro 5

	Selección de Heckman	
	Tratamiento	Control
2007	144	272
(no contestó innov)	58	144
	86	128

Cuadro 6

	Muestra inicial	Diferencias	Efectos fijos	Selección
Total de empresas	1956	152	164	214
nunca	1562	94	94	81
sólo 04	30	0	0	4
sólo 05	67	26	26	12
sólo 06	11	0	0	1
sólo 07	48	0	8	6
04 y 05	27	0	0	11
04 y 06	2	0	0	0
04 y 07	1	0	0	0
05 y 06	22	9	9	8
05 y 07	19	4	4	7
06 y 07	14	0	4	5
04, 05, 06	27	0	0	11
04, 05, 07	20	0	0	11
04, 06, 07	3	0	0	2
05, 06, 07	42	19	19	21
04, 05, 06, 07	61	0	0	34

En el método de efectos fijos que analiza el impacto del programa en 2005 y en 2007 en una sola estimación hay 12 empresas que no son incluidas en las aplicaciones del método de diferencia en diferencias. Éstas son empresas que forman parte del grupo de tratamiento de 2007 y no son incluidas debido a que fueron beneficiarias del programa en ese año 2007, pero no lo fueron en 2005. Al no entrar éstas al grupo de tratamiento en el caso de diferencia en diferencias y tampoco al grupo de control porque recibieron tratamiento en 2007, se dejan fuera del análisis.

Por otra parte hay 92 empresas que aparecen en las muestras de efectos fijos y de selección de Heckman. En el caso de efectos fijos se trata de 39 tratamientos y 53 controles que se convierten en 27 tratamientos y 65 controles en el caso de la aplicación del método de selección. La diferencia la hacen 12 empresas que recibieron tratamiento sólo en el 2005. Éstas son vistas como tratamiento en efectos fijos y como control en el de selección.

II.5.4 Descripción de la variable gasto promedio en investigación y desarrollo

Los cuadros 7 y 8 presentan montos promedio de gasto en investigación y desarrollo por grupos de control y tratamiento para 2004 y 2005 y para 2004 y 2007, que corresponden a las muestras utilizadas para diferencia en diferencias y para efectos fijos, respectivamente¹⁷.

Este concepto comprende los gastos correspondientes a las actividades de investigación y desarrollo tecnológico realizados dentro de las instalaciones de la misma empresa (gasto intramuros) más los pagos de la investigación y desarrollo tecnológico realizados fuera de las instalaciones de la empresa (gastos extramuros). Los gastos están deflactados tomando como base el año 2007, utilizando el índice de precios al consumidor.

En el caso de la muestra que se utiliza para las estimaciones que corrigen el sesgo de selección, que aparece en el cuadro 9, se incluye únicamente el gasto en el año 2007.

En el primero de estos cuadros se aprecia que las empresas que recibieron tratamiento en 2005 gastan más en investigación y desarrollo tecnológico ese año que en 2004, mientras que las de control no lo hacen. Esto contrasta con lo que sucede en la muestra representada en el cuadro 8: en ésta el gasto promedio de todas las empresas crece entre 2004 y 2007, aunque el grupo de control sólo lo hace en alrededor de 7%, mientras que las del grupo de tratamiento lo hacen en casi 50%. (A su vez, el promedio de la relación de gastos en investigación y desarrollo a ventas que es más de 30% mayor en el grupo de control que en el de tratamiento en el año 2004, permanece constante para el grupo de control en los años 2005 y 2007 y se incrementa para el grupo de tratamiento).

¹⁷ En el caso de efectos fijos (cuadro 8) se incluyen también datos para 2004 y 2005 para efectos de comparación con el método de diferencia en diferencias, sin embargo el análisis de esta sección para efectos fijos se basa únicamente en los datos para 2004 y 2007.

En la muestra utilizada para aplicar el método de selección de Heckman destaca que el gasto promedio de las empresas que integran el grupo de tratamientos es significativamente mayor al de las del grupo de control. Esto es el caso contrario a lo que sucede con las muestras que aplican los métodos que corrigen el sesgo de heterogeneidad no observada y se debe a que las empresas que fueron beneficiarias del programa durante 2004 son excluidas del análisis basado en los métodos de diferencia en diferencias y efectos fijos (el gasto promedio de éstas es más del doble del que tienen las que por primera vez resultan beneficiarias del programa en 2005).

Cuadro 7
Características de la Muestra para estimaciones en diferencia en diferencias

Sesgo por heterogeneidad (diferencia en diferencias)						
Gasto		Ventas		Gasto/Ventas		
	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control
2004	\$5,940,264	\$14,638,140	\$701,545,400	\$1,273,242,000	7%	9%
2005	\$8,707,679	\$14,180,690	\$605,377,500	\$1,468,367,000	9%	9%
Obs	58	94	58	94	58	94

Cuadro 8
Características de la Muestra para estimaciones de efectos fijos

Sesgo por heterogeneidad (efectos fijos)						
Gasto		Ventas		Gasto/Ventas		
	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control
2004	\$5,940,264	\$14,047,970	\$701,545,400	\$1,364,670,000	7%	9%
2005	\$8,707,679	\$13,680,730	\$605,377,500	\$1,545,483,000	9%	8%
Obs	58	106	58	106	58	106

Sesgo por heterogeneidad (efectos fijos)						
Gasto		Ventas		Gasto/Ventas		
	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control
2004	\$6,385,890	\$12,584,520	\$1,310,899,000	\$1,081,110,000	5%	9%
2007	\$9,659,143	\$13,458,480	\$1,847,323,000	\$1,277,557,000	10%	9%
Obs	35	129	35	129	35	129

Cuadro 9

Características de la Muestra para estimaciones del método de Heckman

Sesgo por selección								
Gasto		Ventas		Gasto/Ventas		Unidad mejora		
	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control
2007	\$25,934,690	\$18,554,700	\$4,297,276,000	\$2,178,664,000	5%	10%	99%	100%
Obs	86	128	86	128	86	128	86	128

II.5.5 Descripción de las variables explicativas

a) Ventas

En el caso de la muestra que se utiliza para el método de diferencia en diferencias (ver cuadro 7), las empresas que recibieron tratamiento tienen ventas que constituyen poco menos de la mitad de las ventas de las empresas de control en el 2004. Para el año 2005 esta relación se incrementa más ya que las ventas de los tratamientos disminuyen alrededor de 10% mientras que las de los controles crecen en 15%. En el caso de la muestra que se utiliza para el método de efectos fijos (ver cuadro 8) se tiene la relación contraria: las ventas de los tratamientos son mayores que las de los controles en 2004 y lo son aún más en 2007¹⁸.

Las ventas de las empresas de tratamiento que se incluyen en la muestra para aplicar el método de Heckman (ver cuadro 9) son el doble de las ventas de las empresas de control en 2007 y en ambos casos son mayores que las ventas de las empresas en las muestras de los otros métodos. Esto es, en parte, reflejo de que las empresas que innovan tienen ventas mucho mayores que las que no lo hacen y de que no se excluyen de la muestra aquéllas que recibieron estímulo fiscal en 2004.

b) Trabajadores en la empresa y porcentaje de éstos con posgrado

El número de trabajadores promedio en las empresas de control de la muestra que se utiliza para el método de diferencia en diferencias (cuadro 10) es más del doble que el número de las empresas de tratamiento. Sin embargo, el personal

¹⁸ Las ventas están deflactadas tomando como base el año 2007.

con posgrado como porcentaje del total de personal empleado directamente en investigación y desarrollo es apenas ligeramente mayor para las empresas de control que para las de tratamiento.

En el caso de la muestra de efectos fijos (cuadro 11) el tamaño de las empresas es similar aunque las de control son más grandes. El personal con posgrado también es similar aunque es notorio el crecimiento que se da entre 2004 y 2007 hasta alcanzar 40%.

Como se puede ver con los datos de la muestra del método de Heckman (ver cuadro 12), las empresas que innovan son mayores que las que no lo hacen. En este caso las empresas de tratamiento son significativamente mayores que las de control aunque las de control tienen más del doble de personal con posgrado visto como porcentaje del número de trabajadores.

Cuadro 10

Características de la Muestra para estimaciones en diferencia en diferencias

Sesgo por heterogeneidad (diferencia en diferencias)								
Trabajadores		Posgrado		Unidad mejora		Convenios*		
Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	
2004	303	723	27%	35%	81%	84%	34%	28%
2005	312	730	31%	39%	90%	85%	26%	29%
Obs	58	94	58	94	58	94	58	94

* Los datos de Convenios son del período 2004-2005 y 2006-2007.

Cuadro 11

Características de la Muestra para estimaciones de efectos fijos

Sesgo por heterogeneidad (efectos fijos)								
Trabajadores		Posgrado		Unidad mejora		Convenios*		
Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	
2004	303	726	27%	33%	81%	85%	34%	26%
2005	312	734	31%	36%	90%	86%	26%	27%
Obs	58	106	58	106	58	106	58	106

* Los datos de Convenios son del período 2004-2005.

Sesgo por heterogeneidad (efectos fijos)								
Trabajadores		Posgrado		Unidad mejora		Convenios*		
Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	
2004	478	603	24%	32%	89%	82%	31%	29%
2007	522	601	40%	40%	100%	89%	37%	24%
Obs	35	129	35	129	35	129	35	129

* Los datos de Convenios son del período 2004-2005 y 2006-2007.

Cuadro 12

Características de la Muestra para estimaciones del método de Heckman

Sesgo por selección								
Trabajadores		Posgrado		CV*		Crédito*		
Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	Tratamiento	Control	
2007	1813	763	13%	30%	6%	12%	17%	23%
Obs	86	128	86	128	86	128	86	128

* Los datos de CV (Valor de reposición de los activos dedicados a la innovación entre ventas) y Crédito son del período 2006-2007.

c) *Empresas que contaron con un área unidad dedicada formalmente a la mejora sustancial o creación de nuevos productos o procesos*

Prácticamente la totalidad de las empresas de la muestra del método de Heckman cuenta con una unidad de mejora en el año 2007 (cuadro 9). En cambio, no más del 85% de las empresas de la muestra que se utiliza para el método de diferencia en diferencias la tienen en el período 2004-2005 (cuadro 10). En el caso de la sub muestra que se utiliza en efectos fijos son más las empresas de tratamiento que tienen unidad de mejora que las de control tanto en 2004 como en 2007 (ver cuadro 11).

d) *Convenios de cooperación*

Como porcentaje del total, no parece haber una diferencia estadísticamente relevante entre grupo de tratamiento y control en cuanto a cooperación para desarrollar productos, sea con empresas ó con centros académicos de investigación en la muestra que se utiliza para aplicar el método de Heckman (cuadro 13). Por otra parte, alrededor del 30% de las empresas de las muestras que controlan por sesgo de heterogeneidad no observada tuvieron un convenio vigente y suscrito para desarrollar mejoras sustanciales o creación de nuevos productos o procesos con instituciones de educación superior o centros de

investigación en 2005 y 2007 (cuadros 10 y 11). En este caso, tampoco parece haber una diferencia significativa entre empresas de tratamiento y control.

De acuerdo al estudio de Aerts, Czarnitzki y Fier (2008), hay razones por las cuales es de esperar que la cooperación entre empresas incida positivamente en el monto del gasto en investigación y desarrollo tecnológico efectuado por las empresas. Entre éstas, mencionan que los nuevos retos científicos son cada vez más intensivos en capital, mientras que el tiempo disponible para recuperar las inversiones se ha acortado debido a que el ciclo de vida de los nuevos productos y procesos disminuye continuamente. Además, el proceso de desregularización y liberalización, por un lado, aumenta la competitividad en el mercado doméstico con respecto a la introducción de innovaciones por parte de empresas extranjeras. Por otro lado, permite el acceso a nuevos mercados internacionales, cada uno con sus preferencias de requisitos que exigirían mayores adaptaciones innovadoras en los productos. La colaboración puede evitar la duplicación de los gastos proporcionando ventajas de escala y la dispersión de los riesgos. Por otra parte, la complejidad e interdisciplinariedad de las nuevas tecnologías exige inversiones en innovación cada vez más altas, a veces difíciles de soportar por los agentes individuales, y ha dado lugar a un amplio espectro de políticas encaminadas a promover la cooperación tecnológica.

e) Valor de reposición de los activos dedicados a la investigación y desarrollo tecnológico

El valor neto de reposición de la maquinaria, equipo, instrumentos y edificios destinados durante el año a la realización de actividades de mejora sustancial o creación de nuevos productos o procesos es, en promedio, mayor para el grupo de control que para el de tratamiento en la muestra del método de Heckman (ver cuadro 12). La relación que guardan estos porcentajes entre sí coincide con la relación que estos grupos tienen para gasto en investigación y desarrollo como porcentaje de ventas (cuadro 9): el de control es el doble del otro.

f) Crédito

El 23% de las empresas de control de la muestra del método de Heckman utilizaron créditos de instituciones bancarias privadas en el período 2006-2007 para realizar actividades de innovación mientras que sólo el 17% de las empresas de tratamiento utilizaron ese tipo de créditos en el período referido.

Cuadro 13

Características de la Muestra para estimaciones del método de Heckman

	Selección (2007)	
	Desarrollo del producto y Convenios de cooperación	
	Tratamiento	Control
Empresa	70%	70%
Empresa con Inst. investigación	15%	13%
Empresa con empresas	14%	14%
Inst. investigación	1%	2%
Observaciones	86	128

II.6. Especificación de estimaciones

El primer grupo de estimaciones aplica los métodos que corrigen el sesgo por heterogeneidad no observada en sus dos variantes, diferencia en diferencias para los años 2004-2005 y efectos fijos para 2004, 2005 y 2007.

El segundo grupo de estimaciones determina si los incentivos fiscales otorgados en el año 2007 tuvieron un impacto y lo hace utilizando el método de Heckman, el cual permite hacer una corrección por sesgo de selección utilizando el inverso de la *razón de Mills*.

Para ambos grupos se consideran como variables dependientes a estimar el gasto intramuros y la suma del gasto intramuros y el extramuros; ambas expresadas en logaritmos y en términos reales (deflactadas tomando como base el año 2007).

a) Métodos de corrección de sesgos de medición atribuibles a heterogeneidad no observada

Para especificar la función de gasto en investigación y desarrollo tecnológico a estimar, se parte de la especificación (1) presentada en la sección II.3 para aplicar el método de diferencia en diferencias. Por conveniencia, se repite ésta a continuación:

$$Y_{it} = \beta_0 + \beta_1 D_{it} + \beta_2 t_{it} + \beta_3 D_{it} * t_{it} + \beta_4 X_{it} + e_{it} \quad \forall i = 1, \dots, N; t = 1, 2 \quad (1)$$

Donde el subíndice i se refiere a cada empresa y el subíndice t se refiere al tiempo y se define: Y_{it} es media del gasto en Investigación y desarrollo tecnológico de la empresa i en el tiempo t ; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3$, son constantes a estimar en la regresión, al igual que β_4 , si X_{it} es una variable que caracteriza a las empresas (si es un conjunto de variables, β_4 representa un vector; D_{it} es una variable *dummy* que toma el valor 1 si a la empresa i le fue suministrado el tratamiento y cero en otro caso; t_{it} es una variable *dummy* que toma el valor 1 si

el tiempo referido es antes de la implementación del programa y cero si es después.

Por su parte, $D_{it} * t_{it}$ es una variable de interacción entre el tratamiento y el tiempo. Toma el valor 1 si además de referirse al período posterior a la implementación del programa, la empresa fue beneficiaria de éste. Finalmente, e_{it} es un término de error.

De acuerdo a ésta, en primer término se incluyen como variables independientes el tiempo [t], una variable *dummy* que toma el valor de uno si la empresa forma parte del grupo de tratamiento (en este caso en 2005) y cero si no [est05] y una variable que capta la interacción entre estos términos [test05] (que es la que mostrará el posible efecto del programa, ya que se refiere a haber participado en 2005).

Las otras variables que se incluyeron como parte del vector X_{it} de esta especificación son el logaritmo de las ventas [lventas45_d3] de cada empresa, el logaritmo de sus exportaciones [lexport45_d3]¹⁹, dos variables *dummy*, [conv_d1] y [um45], que indican respectivamente si se tuvieron convenios vigentes con centros de investigación académicos durante 2005 y si existió una unidad de mejora en la empresa en los años 2004 y 2005.

A su vez, partimos de la especificación (2) para aplicar el método de efectos fijos. Ésta es:

$$(y_{it} - \bar{y}_i) = (x_{it} - \bar{x}_i)' \beta + (\varepsilon_{it} - \bar{\varepsilon}_i), \quad \forall i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T \quad (2)$$

Ahora se incluyen dos variables *dummy* de tratamiento: una que cuando tiene el valor de uno indica si se tuvo tratamiento en 2005 [est05_t05] y otra que tiene ese valor si se tuvo el tratamiento en 2007 [est07_t07]. El resto de las variables explicativas que se utilizan en esta especificación son las mismas que en la especificación para diferencia en diferencias ([lventas457_d3], [lexport457_d3], una *dummy* que indica si se tuvieron convenios vigentes en

¹⁹ Las ventas y las exportaciones están deflactadas tomando 2007 como año base.

2005 y 2007 [conv_d] y otra *dummy* que indica si existió una unidad de mejora en la empresa [um_457]).

b) Método de corrección de sesgos de medición atribuibles a selección

Para aplicar el método de Heckman se requiere, como lo indica la ecuación (4) de la sección II.2.2, estimar por medio de una regresión paramétrica los determinantes del gasto en investigación y desarrollo tecnológico.

El vector de covariantes x_{i2} está compuesto por las siguientes variables: una *dummy* que indica si uno de los mecanismos de financiamiento que utilizó la empresa para realizar actividades de innovación en el período 2006-2007 fueron los créditos de instituciones bancarias privadas [cred2], una *dummy* que indica si la empresa contó con participación de capital extranjero en el período 2004-2005 [d_ext1], una *dummy* que indica si la empresa formó parte de un corporativo en 2004-2005 [corp1], un par de *dummies* que indican si el promedio de los años 2004 y 2005 de las exportaciones dividido entre las ventas netas anuales fue menor o mayor al 50% [exportvd2_1 y exportvd3_1 respectivamente], una *dummy* que indica si el principal proveedor de insumos de la empresa radica en el extranjero [prov_ext1], una serie de *dummies* que indican si el promedio de los años 2004-2005 del porcentaje de personas que trabajaron en la empresa en actividades de mejora sustancial o creación de nuevos productos o procesos y cuentan con un posgrado es mayor a 0% y menor o igual a 10% [ticnicod2_1], mayor a 10% y menor o igual a 20% [ticnicod3_1] ó mayor a 20% [ticnicod4_1], una serie de *dummies* que indican si el número de patentes que solicitó la empresa durante el periodo 2004-2005 es igual a uno [pat_st1d1], igual a dos [pat_st1d2] o mayor a dos [pat_st1d3], una serie de *dummies* que indican quién o quiénes desarrollaron principalmente los productos, servicios, métodos o procesos tecnológicamente nuevos o mejorados durante el período 2004-2005: la empresa en colaboración con institutos de investigación públicos o privados no lucrativos, universidades u otras instituciones de educación superior [qps23_1], la empresa en colaboración con otras empresas [qps4_1], institutos de investigación públicos o privados no lucrativos, universidades u otras instituciones de educación superior sin colaboración de la empresa [qps567_1],

el logaritmo de la inversión en capital fijo de la empresa durante 2007 [lcapfi07], el logaritmo del valor neto de reposición de la maquinaria, equipo, instrumentos y edificios destinados, durante el 2005, a la realización de actividades de mejora sustancial o creación de nuevos productos o procesos, dividido entre el promedio de las ventas netas anuales que realizó la empresa en 2004 y 2005 [lcv1] y el logaritmo del promedio de las ventas netas anuales en 2004 y 2005 [lventas1].

En cuanto a los determinantes del tratamiento referidos en la ecuación (3), la variable dependiente es una variable dicotómica que toma valor de uno si la empresa participó en el programa y cero si no; es decir, es la variable de tratamiento [est07]. Al menos uno de los regresores en esta especificación probit debe ser una variable no incluida en la ecuación de determinantes del gasto en investigación y desarrollo (4), pero que sea un buen predictor de la probabilidad que una empresa tenga de participar en el programa. El conocimiento de las reglas de operación del programa nos permite identificar esos predictores.²⁰ Por ello, nuestras principales variables de exclusión son: una dummy que indica si se recibió tratamiento en 2004, 2005 y 2006 [tratz456], una dummy que indica si se recibió tratamiento sólo en 2004 ó sólo en 2005 ó en ambos años [tratz4_5_45] y una dummy que indica si se recibió tratamiento sólo en 2006 ó en 2004 y 2006 ó en 2005 y 2006 [tratz6_46_56]. Otras variables explicativas adicionales a las especificadas para estimar la ecuación (4) son las

²⁰ De acuerdo con el Diario Oficial de la Federación, el Comité encargado de otorgar el estímulo fiscal daba preferencia a los siguientes criterios:

“a) Continuación de proyectos de IDT multianuales, que hayan sido incluidos en la publicación en el Diario Oficial de la Federación que sobre la distribución del estímulo fiscal de IDT haya realizado el Comité en el año fiscal anterior, siempre que exista la justificación correspondiente y comprobable de etapas posteriores de los proyectos de IDT autorizados de manera previa. b) Vinculación con instituciones de educación superior y centros públicos de investigación. c) Creación de centros privados de investigación y desarrollo de tecnología que incorporen en forma permanente a personal con posgrado. Solamente se otorgará el estímulo fiscal de IDT por el año en que se inicia el proyecto de IDT respectivo. Para los efectos de este inciso, se considera como centro privado de investigación y desarrollo de tecnología, la institución o departamento de la empresa, orientado prioritariamente a la generación de conocimiento original aplicado en nuevos productos y procesos que generan ventajas competitivas para la misma.” (Diario Oficial de la Federación. Lunes 1° de septiembre de 2008).

dummies de clasificación que indican a qué industria pertenece la empresa [d_c*].²¹

Tabla 1		
Diferencia en diferencias		
VARIABLES	lgi45_d3	lgie45_d3
t	-0.0541 (0.168)	-0.0607 (0.169)
est05	-0.112 (0.192)	-0.105 (0.190)
test05	0.564** (0.255)	0.551** (0.254)
lventas45_d3	0.678*** (0.0301)	0.677*** (0.0302)
lexport45_d3	-0.0442*** (0.0154)	-0.0437*** (0.0154)
conv_d1	-0.123 (0.141)	-0.0937 (0.141)
um45	0.141 (0.173)	0.161 (0.172)
Constant	0.0749 (0.341)	0.106 (0.342)
Observations	300	300
R-squared	0.712	0.712

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 2		
Efectos fijos		
VARIABLES	lgi457_d3	lgie457_d3
est05_t05	0.868*** (0.182)	0.798*** (0.179)
est07_t07	0.371* (0.210)	0.396* (0.208)
lventas457_d3	0.258** (0.125)	0.265** (0.121)
lexport457_d3	0.0659** (0.0326)	0.0609* (0.0325)
conv_d	-0.0822 (0.246)	-0.0981 (0.240)
um_457	1.531*** (0.319)	1.500*** (0.311)
Constant	2.741* (0.319)	2.783** (0.311)

²¹1=farmacéutica, 2=alimentaria, 3=automotriz, 4=química, 5=plástico y hule, 6=productos minerales no metálicos, 7=industrias metálicas básicas y productos metálicos, 8=fabricación de maquinaria y equipo, 9=equipo de cómputo, comunicación y electrónicos, 10=equipo de generación eléctrica y aparatos eléctricos, 11=equipo y material médico, dental y de laboratorio, 12=edición de software, 13=curtido-acabado cuero y piel, 14=bebidas, 15=papel y cartón, 16=otras.

	(1.405)	(1.356)
Observations	487	486
R-squared	0.275	0.280
Number of consec_08	164	164

Robust standard errors in parentheses
 *** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

Tabla 3				
Selección de Heckman				
VARIABLES	lgie07	lgie07	est07	hazard
lambda				-0.374* (0.212)
est07	0.109 (0.200)	0.485* (0.285)		
tratz456			1.962*** (0.429)	
tratz4_5_45			1.086*** (0.405)	
tratz6_46_56			2.327*** (0.436)	
cred2	0.559** (0.227)	0.587*** (0.216)	-0.332 (0.370)	
d_ext1	0.324 (0.297)	0.329 (0.267)	0.374 (0.433)	
corp1	0.0272 (0.302)	0.0796 (0.237)	-0.513 (0.367)	
exportvd2_1	-0.0637 (0.211)	-0.0962 (0.199)	-0.247 (0.320)	
exportvd3_1	0.192 (0.341)	0.187 (0.327)	-0.717 (0.498)	
prov_ext1	-0.0142 (0.210)	0.0109 (0.211)	-0.706** (0.356)	
ticnicod2_1	0.405 (0.289)	0.455 (0.294)	-0.786 (0.491)	
ticnicod3_1	0.131 (0.290)	0.0976 (0.280)	0.259 (0.424)	
ticnicod4_1	-0.126 (0.238)	-0.134 (0.216)	-0.00672 (0.334)	
pat_st1d1	-0.202 (0.254)	-0.277 (0.276)	0.756 (0.527)	
pat_st1d2	0.682** (0.298)	0.601* (0.323)	0.409 (0.467)	
pat_st1d3	0.848*** (0.282)	0.833** (0.328)	0.337 (0.502)	
qps23_1	0.537* (0.307)	0.528** (0.261)	-0.143 (0.394)	
qps4_1	-0.0865 (0.383)	-0.0445 (0.319)	-0.0445 (0.449)	
qps567_1	0.294 (0.317)	0.215 (0.886)	0.387 (1.086)	
lcapfi07	0.0235	0.0210	0.0191	

	(0.0234)	(0.0197)	(0.0305)	
lcv1	0.0772**	0.0672**	0.0832	
	(0.0351)	(0.0335)	(0.0598)	
lventas1_d3	0.568***	0.540***	0.288***	
	(0.0419)	(0.0500)	(0.0916)	
d_c1			0.702	
			(0.604)	
d_c2			0.193	
			(0.655)	
d_c4			1.032	
			(0.635)	
d_c5			0.427	
			(0.736)	
d_c6			-0.119	
			(0.866)	
d_c7			0.868	
			(0.813)	
d_c8			0.820	
			(0.832)	
d_c9			0.730	
			(0.700)	
d_c10			-0.343	
			(0.655)	
d_c11			1.857*	
			(0.971)	
d_c12			-0.122	
			(0.668)	
d_c13			-3.595	
			(0)	
d_c14			-6.091	
			(0)	
d_c15			0.0831	
			(3.146)	
d_c16			-0.566	
			(0.597)	
Constant	1.330***	1.461***	-4.198***	
	(0.441)	(0.460)	(1.120)	
Observations	195	195	195	195
R-squared	0.677			

II. 7 Resultados de cuánto habrían gasto en investigación y desarrollo tecnológico las empresas beneficiarias del programa si no hubieran contado con el estímulo fiscal durante 2005 y 2007

a) Métodos de corrección de sesgos de medición atribuibles a heterogeneidad no observada

Diferencia en diferencias 04-05

En el caso del método de diferencia en diferencias la variable independiente cuyo coeficiente capta el impacto del programa en el gasto de las empresas participantes es la variable binaria [test05], que adquiere un valor de uno si en el año 2005 la empresa fue beneficiaria del programa y cero si no lo fue. Este coeficiente, que como se aprecia en la Tabla 1 es estadísticamente distinto de cero, se interpreta de la siguiente forma: si las empresas que integran el grupo de tratamiento no hubieran recibido estímulos fiscales para sus actividades de investigación y desarrollo en 2005, su gasto en este rubro hubiera resultado 50% menor al que realizaron.

Es importante recordar que el gasto captado en las variables dependientes no es neto del estímulo fiscal recibido, es decir, no son variables que se refieren exclusivamente a lo que desembolsa la empresa por su cuenta sino que incluyen además lo que el gobierno subsidió a la empresa por medio del programa. Por esta razón se requiere completar con más información este resultado para considerar qué implica en términos de *crowding out* de recursos privados por públicos o, en su caso, de adicionalidad de gasto privado apuntalado por el programa.

Como se indica en el cuadro 7 de la sección II.4.1, \$8,707,679 es el monto promedio de gasto que realizan en 2005 las empresas que fueron beneficiarias del programa durante ese año y que forman parte de la base de datos que se utiliza en esta estimación. Considerando que los estímulos fiscales que recibieron estas empresas es de 30% de sus gastos (\$2,612,304) como máximo, los resultados indican que puede rechazarse la hipótesis de que en este año haya habido un *crowding out* de gasto a las empresas consideradas. Es

decir, a las que, condicional a no haber recibido estímulo fiscal antes de 2005, lo obtuvieron por primera vez en ese año.

Más aún, el cálculo sugiere que por cada peso que se les da a las empresas de estímulo fiscal, éstas gastan alrededor de 18 centavos adicionales, *i.e.*, ello implica que el programa resultó muy efectivo para lograr, en estos casos, el propósito de adicionalidad en el gasto privado en investigación y desarrollo tecnológico²².

Efectos fijos 04, 05, 07

Como se refirió en la sección II.3, cuando se aplica el método de diferencia en diferencias se supone que los integrantes del grupo de tratamiento por un lado y los de control por otro tienen el mismo componente de heterogeneidad no observada, aunque difiere entre grupos. Es decir, éste es un método que sólo controla la heterogeneidad existente entre el grupo de tratamiento y el de control pero supone que los integrantes de éstos tienen la misma heterogeneidad no observada. En cambio, los supuestos estadísticos en los que se basa el método de efectos fijos son más generales. Con éste se controla por la heterogeneidad individual de las empresas. Por ello, es un método más preciso en cuanto a la eliminación del sesgo por heterogeneidad no observada, ya que tiene al método de diferencia en diferencias como un caso especial. Adicionalmente, este método permite captar en una sola especificación los parámetros del impacto del programa en los beneficiarios de 2005 y de 2007.

Los resultados, presentados en la Tabla 2, muestran que los coeficientes correspondientes a las variables de tratamiento para 2005 y 2007 son positivos y estadísticamente significativos para ambos gastos. Esto confirma el resultado obtenido en la estimación de diferencia en diferencias para el parámetro

²² Dividiendo el gasto entre 1.551 (el coeficiente más 1) se obtiene la cantidad que las empresas hubieran gastado de no haber recibido el tratamiento (\$5,614,235). Si a esa cantidad se le suma el monto máximo de incentivos se tiene la cantidad que deberían gastar para descartar el *crowding out* (MXN 8,226,539). Esta cantidad es menor que el gasto en \$481,140 por lo que es posible rechazar la hipótesis de que haya *crowding out*. Al dividir los \$481,140 entre el monto máximo de incentivos se obtiene \$0.18.

correspondiente a 2005 y amplía los resultados al indicar que el efecto del tratamiento en 2007 también fue positivo para los beneficiarios.

De acuerdo con la estimación de efectos fijos, el gasto promedio que realizaron las empresas que recibieron incentivos fiscales en 2005 y/o en 2007 fue alrededor de 80% y 50% mayor al gasto que hubieran realizado de no haber recibido los estímulos fiscales correspondientes a esos años (como lo indica los coeficientes de las *dummies* de tratamiento, cuando se consideran las respectivas semi-elasticidades con respecto al gasto empresarial).

Un análisis análogo al que se realizó en el caso de diferencia en diferencias, sugiere que por cada peso que se les da a las empresas en incentivos fiscales éstas gastan en 2005 alrededor de 48 centavos adicionales a lo que hubieran gastado de no haber participado en el programa durante ese año.

Por su parte también sugiere que por cada peso de estímulo fiscal recibido en 2007 dejan de gastar 5 centavos relativamente a lo que hubieran gastado con sus propios recursos si no hubieran sido beneficiarias del programa en ese año.

En suma, los resultados indican que tanto en 2005 como 2007 se rechaza la hipótesis de *crowding out* total; que el programa sólo implica adicionalidad del gasto privado en investigación y desarrollo en 2005 y que para el año 2007, se da un *crowding out* parcial de cinco centavos por cada peso de estímulo fiscal recibido.

b) Método de corrección de sesgos de medición atribuibles a selección (o de Heckman)

En la primera columna de la Tabla 3 se presentan los resultados de una regresión de mínimos cuadrados ordinarios en la que el coeficiente que capta el impacto del programa está sesgado; ésto se debe a que el término estocástico de error de esta regresión está correlacionado con la *dummy* que indica si la

empresa fue beneficiaria ó no del programa. En la segunda columna aparecen los resultados de la estimación realizada aplicando el método de corrección de Heckman para eliminar sesgos por selección a participar en el programa. La variable dependiente en estas dos regresiones es el logaritmo del gasto total en investigación y desarrollo tecnológico efectuado por la empresa durante 2007 (la suma de los gastos intramuros y extramuros), [lgie07]. La tercera columna muestra los resultados de la regresión *probit* que capta los determinantes de ser seleccionado a participar en el programa de estímulos fiscales en 2007.

A partir de los coeficientes que resultaron significativos en la tercera columna se infiere que las empresas que tuvieron una mayor probabilidad de ser beneficiarias del programa son las que ya habían recibido tratamiento con anterioridad (especialmente de manera reciente), aquéllas cuyas ventas fueron relativamente altas y las de la industria de equipo y material médico con respecto a la industria automotriz. En contraste, tuvieron una menor probabilidad de haber recibido tratamiento las empresas cuyo principal proveedor era extranjero.

El coeficiente del tratamiento de la segunda columna indica que el gasto (intramuros y extramuros) que realizaron las empresas que recibieron incentivos fiscales en 2007 fue casi 50% mayor al gasto que realizarían de no haber recibido los incentivos. Una interpretación más detallada sugiere que por cada peso que se les da a las empresas participantes en el programa de estímulos fiscales en 2007, éstas gastan alrededor de 17 centavos adicionales.

Es decir que los resultados de la evaluación indican que en 2007 el impacto promedio del programa en el desempeño de los tratados es de adicionalidad del gasto privado en investigación y desarrollo.

Otros resultados interesantes que aparecen en la segunda columna de la Tabla 3 son los siguientes:

-mientras mayor es el porcentaje que en ventas representa el valor neto de reposición de activos dedicados a actividades de investigación y desarrollo tecnológico, mayor es el gasto del período en esas actividades.

-tener acceso a un crédito bancario para completar el financiamiento de sus actividades de desarrollo tecnológico puede implicar hasta un 60% más de gasto, relativamente a las que no lo tuvieron. Es de hacer notar que el efecto de recibir incentivos fiscales resulta similar al efecto de tener un crédito bancario. (Sin embargo, no es posible dilucidar si haber resultado beneficiario del programa mejora el acceso al crédito bancario).

-las empresas que desarrollaron productos nuevos en colaboración con centros de investigación académicos gastaron más que las que los desarrollaron sin ningún tipo de colaboración.

-Las empresas que solicitaron el registro de dos o más patentes gastaron 70% más que aquellas que no lo hicieron.

Como prueba de robustez (Tabla 3 robustez en Apéndice B) se realizó otra estimación haciendo modificaciones al vector de covariantes x_i^f tanto para los determinantes del gasto como para los del tratamiento. Se utiliza el logaritmo de la inversión en capital fijo de la empresa durante 2007 pero dividido entre ventas [*lcapfiv07*] y se añaden una serie de *dummies* que indican si el promedio anual de trabajadores que laboraron en la empresa durante los años 2004 y 2005 es mayor a 100 y menor o igual a 250 [*tr100_250_1*], mayor a 250 y menor o igual a 1000 [*tr250_1000_1*] ó mayor a 1000 [*tr1000m_1*].

El coeficiente del tratamiento sugiere que de cada peso que se les da a las empresas de tratamiento en incentivos fiscales, éstas gastan alrededor de 23 centavos adicionales (a comparación de los 17 centavos que se obtuvieron en la estimación original), es decir, estos resultados también implican adicionalidad del gasto privado en investigación y desarrollo.

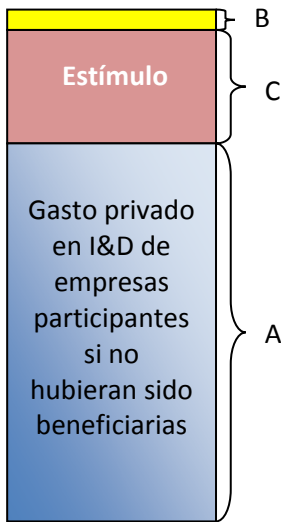
Los determinantes del gasto son similares en la prueba de robustez que en la estimación original. Sin embargo, ahora se añaden algunos determinantes del tratamiento que sugieren lo siguiente: las empresas que tuvieron una mayor probabilidad de recibir tratamiento son las que lo habían recibido previamente,

aquéllas cuyas ventas fueron relativamente altas, las que tuvieron un promedio de trabajadores entre 100 y 250, las que desarrollaron productos en colaboración con institutos de investigación comparadas con las que los desarrollaron sin colaboración alguna y las que solicitaron una patente respecto a las que no solicitaron ninguna. En contraste, tuvieron una menor probabilidad de haber recibido tratamiento las empresas cuyo principal proveedor era extranjero, las que tuvieron un porcentaje de personas con posgrado entre 0% y 10% respecto a las que no tuvieron personal con posgrado y las industrias de fabricación de maquinaria y equipo y edición de software.

Resultados en los que se encuentra que el programa tiene un impacto positivo en la adicionalidad del gasto privado en Investigación y desarrollo tecnológico

Multiplicador del estímulo fiscal
1.18

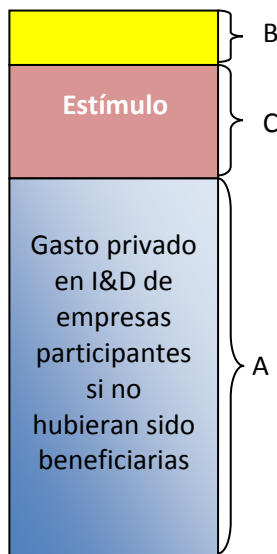
8.57% de adicionalidad en gasto privado



Diferencia en diferencias - 2005
Tratamiento en los tratados condicional a no haber recibido tratamiento en 2004

Multiplicador del estímulo fiscal
1.48

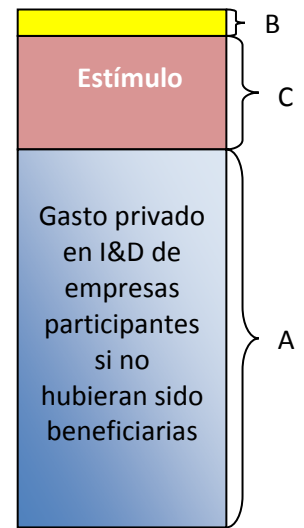
25.86% de adicionalidad en gasto privado



Efectos Fijos – 2005
Tratamiento en los tratados condicional a no haber recibido tratamiento en 2004

Multiplicador del estímulo fiscal
1.23

9.96% de adicionalidad en gasto privado



Selección de Heckman – 2007
Impacto promedio en los tratados

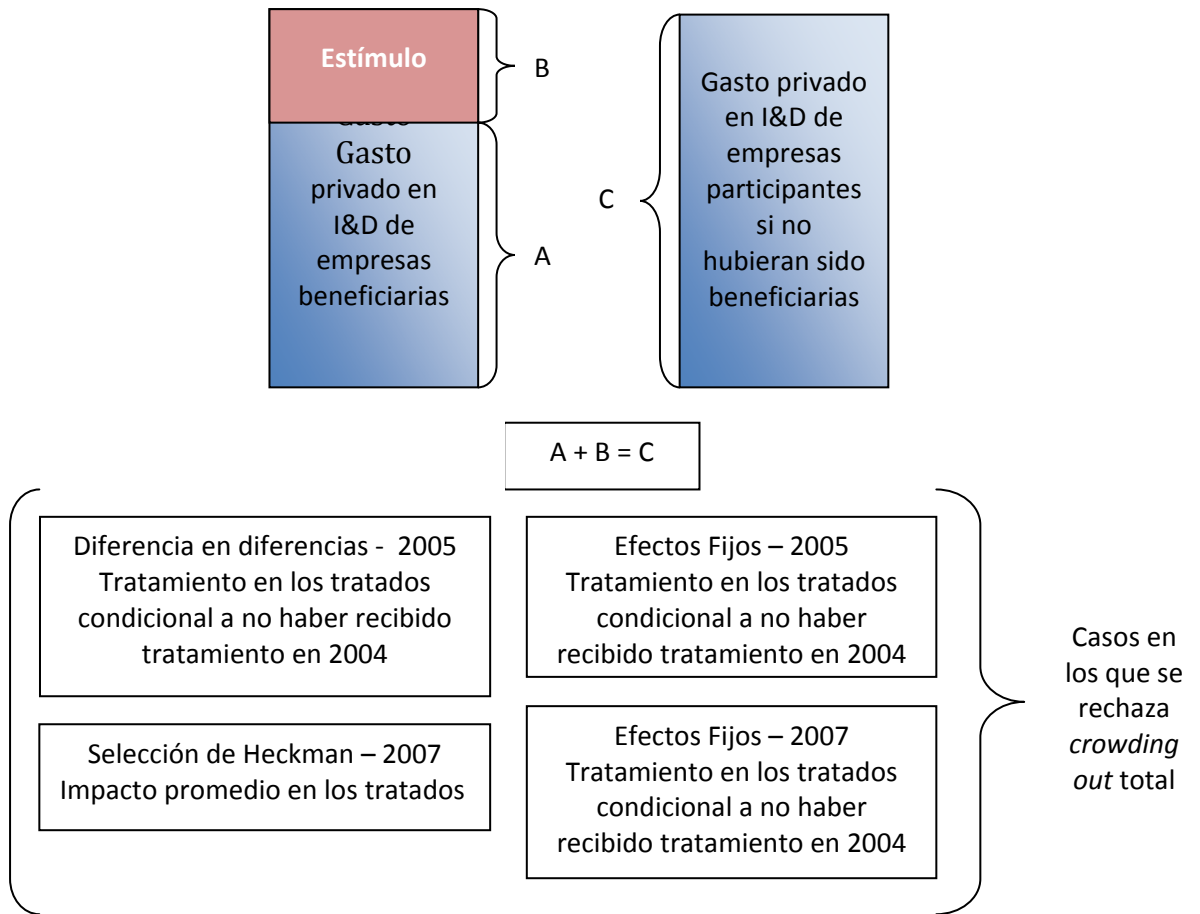
B = Adicionalidad del gasto privado neto de subsidios atribuible al programa.

A + B = Gasto privado en I&D de empresas beneficiarias (neto de subsidio).

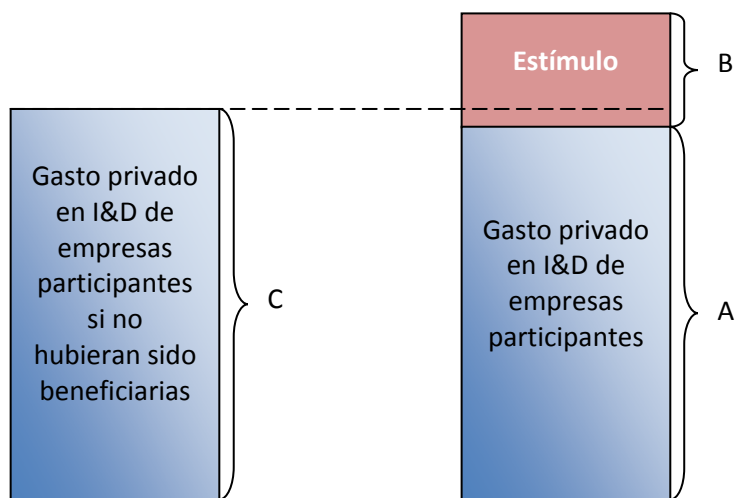
A + B + C = Gasto total en I&D de empresas beneficiarias.

Hipótesis rechazadas

Crowding out total



Resultados en los que no es posible rechazar la hipótesis de *crowding out* parcial



Efectos Fijos - 2007
Tratamiento en los tratados condicional a no haber recibido tratamiento en 2004

$C - A =$ *Crowding out* parcial de 5 centavos por cada peso de estímulo fiscal

II.8. Estimación de la relación entre el gasto en investigación y desarrollo tecnológico y la introducción al mercado de productos de innovación

Con la información obtenida de estas empresas exploramos a continuación la relación entre efectos directos e indirectos del programa de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo tecnológico y el desempeño innovador de las empresas beneficiarias. Nos enfocamos en establecer, por medio de tres estimaciones econométricas tipo *probit* y *tobit*, la respuesta cuantitativa entre estos efectos y dos variables: la probabilidad de introducción al mercado de productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados, cuya novedad es catalogada de nivel mundial y el porcentaje que, en ventas anuales, representan los productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados que se introdujeron al mercado.

II.8. 1 Descripción de base de datos

No todas las empresas que contestaron las encuestas ESIDET y que registraron erogaciones en investigación y desarrollo tecnológico respondieron el módulo de innovación, que es donde se encuentran las variables relacionadas a la introducción de productos o servicios catalogados por nivel de innovación. Esto se debe a que lo respondieron sólo aquellas que trabajaron al menos un proyecto de innovación durante los dos años que abarca la encuesta. Por esta razón, la base de datos que se utiliza para las estimaciones de esta sección es la misma que se utiliza para las estimaciones con el método de Heckman y que fue descrita en la sección II.5.2 de este trabajo.

II.8.2 Especificación de las regresiones a estimar y de las variables dependientes

Con estimaciones econométricas tipo *probit* y *tobit* estimamos, por medio de tres regresiones, los determinantes de la probabilidad de introducción al mercado de productos tecnológicamente nuevos, cuya novedad es catalogada de nivel mundial y del porcentaje que, en ventas anuales, representan los productos tecnológicamente nuevos o mejorados que se introdujeron al mercado durante

los últimos dos años a que hace referencia la encuesta. Más específicamente definimos las siguientes variables dependientes:

a) introducción al mercado de productos tecnológicamente nuevos

La primera estimación econométrica tiene como variable dependiente una *dummy* que indica si la empresa introdujo al mercado productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados durante el período 2004-2007 y cuya novedad es catalogada de nivel mundial [*pi_m*]. Como esta variable sólo toma valores de uno ó cero, el modelo que se corre es un *probit*.

b) productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados que se introdujeron al mercado como porcentaje de las ventas

La segunda y tercera estimaciones tienen como variables dependientes el porcentaje que en ventas totales de la empresa representan, respectivamente, los productos o servicios tecnológicamente nuevos, [*p_n*], o mejorados, [*p_m*], que se introdujeron al mercado. Estas variables tienen un conjunto de observaciones iguales a cero (el 21.96% de [*p_n*] y el 28% de [*p_m*] son ceros) y otro conjunto con valor de 100%. Por ello, el modelo que se estima tipo tobit.

II.8.3 Especificación de las variables independientes

Las variables explicativas, que se definen a continuación, son las mismas para ambas estimaciones.

Se utiliza el método de diferencia en diferencias (ver especificación (1) en sección II.3) para realizar las estimaciones de esta sección. Se utiliza información del período 2006-2007 para el periodo post-intervención y 2004-2005 para el previo a la intervención. Ésto se hace con objeto de no descartar que pueda haber, además del efecto indirecto del programa, otro directo. Para ello, se incluyen como variables explicativas el tiempo [*t*], los tratamientos: [*trat06*] (en este caso haber tenido tratamiento en 2006 y no haberlo tenido en 2007), [*trat07*] (haber tenido tratamiento en 2007 y no haberlo tenido en 2006) y [*trat0607*] (haber tenido tratamiento en 2006 y 2007); y una interacción entre

estos términos: [ttrat06], [ttrat07] y [ttrat0607]. Las otras variables explicativas son el valor neto de reposición de la maquinaria, equipo, instrumentos y edificios destinados a la realización de actividades de mejora sustancial o creación de nuevos productos o procesos, dividido entre las ventas netas anuales que realizó la empresa [cv] y el gasto corriente intramuros dividido entre las ventas netas anuales [gcov].

Las variables de control que se incluyen en esta estimación son: una dummy que indica si la empresa contó con participación de capital extranjero [d_ext], una *dummy* que indica si la empresa formó parte de un corporativo [corp], un par de *dummies* que indican si las exportaciones divididas entre las ventas netas anuales fueron menores o mayores al 50% [exportvd2 y exportvd3 respectivamente], el gasto extramuros dividido entre las ventas netas anuales [gev], los gastos realizados en servicios científicos y tecnológicos divididos entre las ventas netas anuales [gscv], una dummy que indica si el principal proveedor de insumos de la empresa radica en el extranjero [prov_ext], una serie de *dummies* que indican si el porcentaje de personas que trabajaron en la empresa en actividades de mejora sustancial o creación de nuevos productos o procesos y cuentan con un posgrado es mayor a 0% y menor ó igual a 10% [ticnicod2], mayor a 10% y menor ó igual a 20% [ticnicod3] ó mayor a 20% [ticnicod4], una serie de *dummies* que indican quién o quiénes desarrollaron principalmente los productos, servicios, métodos o procesos tecnológicamente nuevos o mejorados: la empresa en colaboración con institutos de investigación públicos o privados no lucrativos [qps2], la empresa en colaboración con universidades u otras instituciones de educación superior [qps3], la empresa en colaboración con otras empresas [qps4], institutos de investigación públicos o privados no lucrativos [qps5], universidades u otras instituciones de educación superior [qps6], otras [qps7], una serie de *dummies* que indica si el promedio anual de trabajadores que laboraron en la empresa es mayor a 100 y menor o igual a 250 [tr100_250], mayor a 250 y menor o igual a 1000 [tr250_1000] ó mayor a 1000 [tr1000m], una dummy que indica si existió una unidad de mejora en la empresa [umb], Todas las variables utilizan información del período 2004-2007.

VARIABLES	Tabla 4		
	Innovó a nivel Mundial	% Productos Nuevos	% Productos Mejorados
	pi_m	p_n	p_m
t	-0.0339 (0.0705)	-12.34* (7.083)	-9.599 (6.669)
trat06	0.00512 (0.117)	5.927 (12.29)	-24.94** (12.10)
trat07	-0.0342 (0.106)	-6.449 (11.30)	-6.621 (10.72)
trat0607	-0.115 (0.0748)	8.292 (8.527)	4.299 (8.123)
ttrat06	-0.0496 (0.136)	19.16 (16.62)	30.44* (15.98)
ttrat07	0.211 (0.201)	18.16 (15.73)	-2.272 (15.17)
ttrat0607	-0.0129 (0.110)	6.033 (11.02)	0.773 (10.48)
cv	0.178** (0.0891)	-4.374 (8.332)	0.922 (7.908)
gcov	0.702* (0.365)	68.07** (31.63)	5.595 (30.19)
d_ext	0.0463 (0.0632)	-3.556 (6.210)	8.299 (5.887)
corp	0.00367 (0.0656)	9.346 (6.525)	-7.567 (6.174)
exportvd2	0.292*** (0.0645)	-14.32** (6.021)	11.85** (5.713)
exportvd3	0.483*** (0.102)	-12.32 (9.041)	17.32** (8.674)
gev	1.086 (1.364)	8.726 (126.8)	-168.0 (153.9)
gscv	-0.0743 (1.078)	-48.88 (98.38)	-20.57 (93.59)
prov_ext	0.111 (0.0705)	-4.321 (6.387)	-2.328 (6.098)
ticnicod2	0.131 (0.0904)	1.703 (7.538)	-6.827 (7.086)
ticnicod3	0.276*** (0.0968)	10.20 (7.638)	-30.90*** (7.449)
ticnicod4	0.196*** (0.0732)	10.55* (6.355)	-16.12*** (6.066)
qps2	-0.119* (0.0709)	-4.927 (9.132)	5.005 (8.843)
qps3	-0.0440 (0.104)	-8.916 (11.53)	-1.689 (10.95)
qps4	0.0357 (0.0870)	13.21 (8.082)	-10.94 (7.876)
qps5		3.483 (0)	28.72 (39.47)

qps6		-31.25	-13.41
		(37.15)	(31.57)
qps7	0.0216	53.53**	-45.09
	(0.250)	(26.10)	(29.00)
tr100_250	0.135	14.09	-4.759
	(0.102)	(8.731)	(8.307)
tr250_1000	-0.0565	14.56*	-13.60
	(0.0785)	(8.795)	(8.385)
tr1000m	-0.0781	3.285	-2.404
	(0.0848)	(9.718)	(9.312)
Umb	0.0950	-0.173	4.831
	(0.0651)	(7.070)	(6.722)
lventas_d3	0.0214	-2.222	0.401
	(0.0180)	(1.677)	(1.618)
d_c1	-0.218***	-13.48	4.820
	(0.0485)	(11.90)	(11.49)
d_c2	-0.152**	-25.14**	21.69*
	(0.0712)	(11.91)	(11.45)
d_c4	-0.221***	-31.89***	7.689
	(0.0448)	(12.18)	(11.72)
d_c5	0.0664	-13.42	18.25
	(0.163)	(15.45)	(14.91)
d_c6	-0.0232	-45.04***	14.34
	(0.135)	(15.63)	(15.29)
d_c7	-0.0774	-32.23**	22.95
	(0.108)	(15.25)	(13.98)
d_c8	-0.141	-1.282	10.14
	(0.0868)	(15.61)	(15.26)
d_c9	-0.114	-3.463	7.325
	(0.0893)	(14.04)	(13.70)
d_c10	-0.0811	3.076	5.842
	(0.0915)	(12.62)	(12.30)
d_c11	-0.00152	-21.88	-7.807
	(0.161)	(17.61)	(17.05)
d_c12	-0.229***	-14.73	19.87
	(0.0490)	(12.69)	(12.32)
d_c13	0.195	-1.667	-14.38
	(0.327)	(25.38)	(25.07)
d_c14		-310.3	-5.523
		(0)	(27.36)
d_c15	-0.00623	-25.55	80.05***
	(0.232)	(27.24)	(25.84)
d_c16	-0.204***	-10.15	14.59
	(0.0658)	(10.97)	(10.61)
_se		45.02***	42.72***
		(2.100)	(2.031)
Constant		61.66***	15.79
		(20.56)	(20.01)
Observations	413	420	420

Standard errors in parentheses

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

II.8. 4 Resultados en adicionalidad en resultados de la investigación y desarrollo tecnológico

En la primera columna de la Tabla 4 se presentan los resultados de las estimaciones de los determinantes de la probabilidad de introducción al mercado productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados durante el período 2004-2007 y cuya novedad es catalogada de nivel mundial. En las columnas dos y tres de esta misma tabla se presentan los correspondientes al porcentaje que en ventas totales de la empresa representan los productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados que se introdujeron al mercado.

a) Introducción al mercado de productos tecnológicamente nuevos

Los resultados sugieren que hay un efecto de *adicionalidad en resultados de la investigación y desarrollo tecnológico* que puede ser atribuible al programa de estímulos fiscales. Este efecto, que se ve reflejado en una mayor probabilidad de introducción de productos innovadores a nivel mundial es indirecto. Cuando el programa tiene un impacto significativo en adicionalidad en gasto en investigación y desarrollo tecnológico, esta probabilidad sube, como se infiere de que los coeficientes de interacción no son significativos (por lo que el tratamiento no tiene un efecto directo) pero que si lo son los del valor neto de reposición de activos dedicados a la investigación y desarrollo tecnológico y el del gasto corriente como porcentaje de ventas. Es decir, el tratamiento tiene un efecto en el gasto y éste a su vez afecta de manera positiva a la introducción de productos innovadores a nivel mundial²³.

Para ilustrar la relevancia de los estímulos en la introducción de productos innovadores se propone el siguiente ejemplo: una empresa beneficiaria del programa en el año 2007 que tiene ventas por \$1,000, gasta \$100 en investigación y desarrollo tecnológicos y recibe un estímulo equivalente al 30% de su gasto (\$30). Con base en los resultados del método de Heckman esta empresa gastaría alrededor de 20 centavos adicionales por cada peso que

²³ Si se realiza el ejercicio en dos partes (una para 2007 y otra para 2005) los resultados muestran que el valor neto de reposición es significativo solamente en 2005 (ver Tabla 4.1 y Tabla 4.2 en Apéndice C). Es decir, si se hubieran tenido datos únicamente de una encuesta no hubiera sido posible saber de manera concluyente si el gasto tuvo o no un efecto significativo en la introducción de productos innovadores a nivel mundial.

recibe como estímulo (\$6). En este caso, el gasto total de la empresa en investigación y desarrollo tecnológico sería de \$136. Es decir, el gasto erogado aumentaría en 36%, relativamente a lo que sería si no hubiera participado en el programa; visto como porcentaje de ventas se incrementaría de 10% a 13.6%. El coeficiente de gasto entre ventas de la primera columna de la Tabla 4 [0.703] indica que si este rubro aumenta un punto porcentual entonces la probabilidad de introducir productos innovadores aumenta en 0.703 puntos porcentuales. En nuestro ejemplo, el incremento del gasto entre ventas fue de 3.6 puntos porcentuales, por lo que la probabilidad de introducir productos innovadores aumentaría en 2.5308 puntos porcentuales.

Por otro lado, los coeficientes de las variables de control que resultaron significativos sugieren lo siguiente: las empresas que exportan más del 50% de sus ventas tienen casi el doble de probabilidad de innovar a nivel mundial que las que exportan menos del 50%,; si el porcentaje de personas con posgrado es mayor a 10% se incrementa la probabilidad de innovar a nivel mundial y si la empresa desarrolla productos nuevos en colaboración con institutos de investigación no lucrativos tiene una menor probabilidad de innovar a nivel mundial que si los desarrollara sin colaboración alguna.

Cuando se realiza la estimación para conocer los determinantes de la introducción de productos innovadores pero a nivel nacional los resultados sugieren que el contar con una unidad de mejora aumenta la probabilidad de innovar a nivel nacional respecto a no contar con la unidad (ver Tabla 4.3 en Apéndice C).

- b) Porcentaje que en ventas totales de la empresa representan los productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados

Los resultados sugieren que el porcentaje de productos nuevos que se introducen al mercado se ve afectado de manera directa por el gasto y de manera indirecta por el tratamiento. En contraste, el porcentaje de productos mejorados que se introducen al mercado se ve afectado de manera directa por el tratamiento y no por el gasto.

Los coeficientes de las variables de control que resultaron significativos sugieren lo siguiente: las empresas que exportaron menos del 50% de las ventas introdujeron menos productos nuevos y más productos mejorados en comparación con el caso en que no hubieran exportado. Las que exportaron más del 50% de las ventas también introdujeron más productos mejorados en comparación con el caso de no exportar. Aquellas empresas que tuvieron un alto porcentaje de personal con posgrado introdujeron más productos nuevos y menos productos mejorados que si hubieran tenido un porcentaje menor. Las empresas que tuvieron en promedio entre 250 y 1,000 trabajadores introdujeron más productos nuevos que si hubieran tenido menos de 250 trabajadores.

III. Conclusiones y recomendaciones

Una evaluación de la efectividad de un programa de estímulos al gasto en investigación y desarrollo de tecnología de las empresas debe basarse en la comparación del desempeño de un grupo de empresas beneficiarias del programa con el de otro grupo de empresas que, habiendo sido elegibles para participar, no lo hicieron.

La discrepancia en la evolución promedio del desempeño de ambos grupos se puede atribuir a dos componentes. Por un lado al efecto atribuible a participar en el programa y por el otro al que es atribuible a que la distribución de las características, observadas y no observadas, de las empresas participantes en el programa difiere de las correspondientes al grupo de empresas que no participan. Esto hace necesaria la aplicación de métodos econométricos que corrijan las fuentes de distorsión en la medición del impacto del programa en el desempeño de sus beneficiarios.

En este trabajo se aplicaron dos métodos para corregirlas. Con el primero de ellos, se estimó el impacto del programa en el gasto en investigación y desarrollo tecnológico de los beneficiarios de 2005 y 2007, condicional a no haber participado antes de 2005. Aplicando el método de diferencia en diferencias y su variante denominada de efectos fijos, se corrigió por sesgos en la estimación de los parámetros de interés atribuibles a heterogeneidad no observada de las empresas, tomando como año base 2004. El parámetro de interés en esta parte de la estimación del impacto del programa en sus beneficiarios debe identificarse como el del *tratamiento en los tratados, condicional a no haber sido beneficiarios en el año 2004* ó en años previos.²⁴

²⁴ El método requirió que ninguna de las empresas que integran la muestra analizada hubiera sido beneficiaria del programa en el año base ó antes. Esto implicó un grupo de tratamiento integrado por las empresas que participaron en el programa de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo de la tecnología por primera vez en 2005 ó en años subsecuentes. También implicó que el resto de las empresas de la muestra integraran un adecuado grupo de control; esto es que tuvieran gastos positivos en investigación y desarrollo tecnológico y no hubieran sido beneficiarias del programa ni antes ni después de 2005.

Con el segundo de los métodos, originalmente propuesto por el premio Nobel James Heckman, se corrigió el sesgo en la estimación de los parámetros de interés atribuibles a la selección en la participar en el programa. Con este método se identificó el impacto promedio del programa durante 2007, sin excluir de la estimación a las empresas que ya habían participado en el programa antes de 2005.

Los resultados que se obtienen para 2007 con este método y los obtenidos con el primero de ellos, aunque son complementarios en el propósito de determinar si el programa es efectivo, no son estrictamente comparables entre sí. En primer lugar, la composición de empresas que se incluyeron para aplicar cada uno de estos métodos es distinta. En segundo lugar, pero de mayor importancia, los supuestos estadísticos en que se sustentan son distintos, y por ende, el tipo de sesgo en medición que corrigen no es el mismo.

A pesar de las diferencias entre estos dos métodos, con ambos rechazamos la hipótesis de que los estímulos fiscales otorgados con el programa durante 2005 y 2007 a las empresas beneficiarias del programa hayan substituido con subsidios los recursos financieros que éstas hubieran destinado a investigación y desarrollo tecnológico en ausencia de los apoyos. En ninguno de los casos se encontró que hubiera un desplazamiento o substitución total de gasto privado por público (*crowding-out*).

Por el contrario, los resultados obtenidos con el método de efectos fijos indican que las empresas beneficiarias que participaron por primera vez en el programa en 2005 tuvieron, en promedio durante este año, un gasto en investigación y desarrollo tecnológico, neto de estímulos gubernamentales, más elevado relativamente al que hubieran llevado a cabo de no haber sido beneficiarias del programa. Nuestros resultados sugieren un efecto de adicionalidad en el gasto privado de aproximadamente 26% atribuible al otorgamiento del estímulo, equivalentes a un efecto multiplicador del estímulo fiscal de 1.48.

A su vez, cuando se utiliza el método de Heckman para considerar el caso de las empresas beneficiarias durante 2007, los resultados sugieren un efecto multiplicador del estímulo fiscal de 1.23, equivalente a un efecto de adicionalidad en gasto privado de aproximadamente 10% atribuible al otorgamiento del estímulo fiscal. Sin embargo, con el método de efectos fijos no se pudo rechazar la hipótesis de un desplazamiento parcial de gasto privado por el estímulo durante este año. Éste fue de aproximadamente cinco centavos por cada peso obtenido de apoyo gubernamental.

Se demostró que los principales determinantes de la adicionalidad de los resultados de la investigación y desarrollo tecnológico son el valor neto de reposición de la maquinaria, equipo, instrumentos y edificios que se ocupan en la realización de actividades de investigación y desarrollo tecnológico y el gasto corriente destinado a estas actividades.

Eso nos lleva a concluir que el programa de estímulos fiscales tiene un impacto estadísticamente significativo en el desempeño innovador de las empresas. Al apuntalar el gasto en investigación y desarrollo tecnológico realizado por ellas se incrementa el porcentaje que de sus ventas representan los productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados y se aumenta la probabilidad de introducir al mercado productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados, cuya novedad es catalogada como de escala mundial.

En esta evaluación no fue posible combinar el método de diferencia en diferencias con el de *matching* ó apareamiento, ya que para ello se requiere contar con información abundante acerca de cada empresa (productividad, formación bruta de capital fijo, grado de competencia que enfrenta, antigüedad de la empresa, entre otras). Las encuestas ESIDET no captan esas variables y fueron las únicas disponibles para realizar este trabajo.

Para verificar la robustez de los resultados que hemos obtenido, resulta deseable contar con dicha información y complementar el análisis con la aplicación del método de *matching*.

Esto requeriría juntar la base de datos utilizada en este trabajo con la información contenida en otras encuestas aplicadas a estas mismas empresas y con la de censos económicos levantados por el INEGI.

También resulta deseable contar con esa información para contestar otras preguntas relacionadas con el desempeño innovador de las empresas, entre ellas la siguiente:

¿Cómo incide el desempeño tecnológico de las empresas en la productividad de aquellas que participan en el programa?

Este es el primer trabajo en México que utiliza encuestas tipo panel de seguimiento de empresas que tienen actividades de investigación y desarrollo tecnológico en México para realizar una evaluación *contrafactual* del programa de estímulos fiscales a la investigación y desarrollo tecnológico. Para ello, el personal del INEGI realizó el cruce de las bases de datos de la ESIDET y los registros administrativos del CONACYT. De esta forma fue posible aplicar técnicas adecuadas al identificar no solo cuáles fueron las empresas que participaron en el programa y cuáles no y además fue posible precisar cuál fue el año en el que fueron beneficiarias.

Para una medición precisa del monto del multiplicador de los estímulos fiscales y para poder estimar la heterogeneidad en tratamiento que implica que no todas las empresas reciben el mismo porcentaje de subsidio, se requiere un mayor esfuerzo en el cruce de registros administrativos con las bases de datos captadas con las encuestas de la ESIDET.

De avanzar en esta dirección, se podría estimar las regresiones de este trabajo con el monto privado de gasto en investigación y desarrollo tecnológico neto de subsidios como variable dependiente y no como se hizo, con el monto total, incluyendo recursos públicos canalizados a las empresas.

También se podría distinguir no solamente entre empresas participantes y no participantes, sino también entre no participantes y participantes de uno entre varios tratamientos, que se distinguen entre sí por el monto de subsidio recibido

(por ejemplo, subsidios relativamente pequeños, medianos y grandes). De esta forma se podrían estimar impactos diferenciados del programa en las empresas, como ha sido realizado por Gorg y Strobl, 2007 para el caso de Irlanda.

Finalmente, en este estudio, haber sido una empresa beneficiaria del programa por solo un año ó por más de uno fue considerado como un mismo tratamiento. Estudios recientes, como el realizado por Aschhoff, 2009, indican la conveniencia de considerar el tratamiento como heterogéneo y considerar impactos diferenciados, de acuerdo al número de años en que participan en el programa.

Apéndice A

Hall y Maffioli (2008), realizan una síntesis de las evaluaciones que llevó a cabo el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) en Argentina, Brasil, Chile y Panamá.²⁵

Tabla A2 – Evaluaciones realizadas en América Latina

Método	Variable de impacto
1. País y período: Argentina 1994-2001; Tipo de datos: Panel; Número de observaciones: 420x7	
FE + IV	Elasticidad de I&D (neto del subsidio)
2. País y período: Argentina 2001-2004; Tipo de datos: Panel; Número de observaciones: 414X4	
DD con PSM	Cambio en la intensidad en I&D (bruto) Ventas de productos nuevos (Δ , 2001-2004)
3. País y período: Brasil 1996-2003; Tipo de datos: Panel; Número de observaciones: 11,645x8	
D con PSM	Intensidad en I&D (neto del subsidio, 2000)
DD con PSM	Número de patentes (Δ , 1996-2003)
4. País y período: Brasil 1999-2003; Tipo de datos: Panel; Número de observaciones: 15,466x5	
D con PSM	Intensidad en I&D (neto del subsidio, 2003)
DD con PSM	Número de patentes (Δ , 1996-2003) Solicitud de patentes (Δ , 1996-2003)
5. País y período: Chile 1998-2002; Tipo de datos: Panel; Número de observaciones: 439x4	
DD con PSM	Intensidad en I&D (bruto) Número de patentes (Δ , 1998-2002) Número de productos nuevos (Δ , 1998-2002)
D con PSM	Producto de innovación (relevancia, escala 1-5) Proceso de innovación (relevancia, escala 1-5) Acceso al financiamiento (relevancia, escala 1-5) Capacitación (relevancia, escala 1-5) Uso de conocimiento externo (relevancia, escala 1-5)
6. País y período: Panamá 2000-2003; Tipo de datos: Panel; Número de observaciones: 179x4	
	Elasticidad de la I&D (neto del subsidio) % de ventas de productos nuevos (2000-2003)
D con PSM	Producto de innovación (relevancia, escala 1-5) Proceso de innovación (relevancia, escala 1-5) Acceso al financiamiento (relevancia, escala 1-5) Capacitación (relevancia, escala 1-5) Uso de conocimiento externo (relevancia, escala 1-5)

Nota: FE = Efectos fijos; D = Diferencia (compara niveles); DD = Diferencia en diferencias (compara tasas de crecimiento); PSM = *Propensity Score Matching*; IV = Variables Instrumentales.

²⁵ Los estudios que analizaron son los siguientes: Benavente *et al.* (2007), Binelli and Maffioli (2006), Chudnovsky *et al.* (2006), De Negri *et al.* (2006a y 2006b) y IDB (2007).

Fuente: Hall y Maffioli (2008)

En términos de adicionalidad en el gasto en investigación y desarrollo los resultados de estos estudios muestran que los programas tienen un efecto positivo en el gasto privado en I&D y que es posible rechazar la hipótesis de *crowding out*. En dos casos (Argentina y Brasil) el programa genera efectos de adicionalidad del gasto.

En la tabla 3 que se presenta a continuación se reproducen algunos de los resultados correspondientes a la adicionalidad en el gasto en I&D junto presentados por estos autores, señalando la metodología que utilizaron.

Tabla 3: Adicionalidad del gasto

Programa	Indicador	Impacto	Conclusión
Chile – FONTEC	Intensidad en I&D *	0.74%	Posiblemente un ligero <i>crowding out</i> ; no hay efectos multiplicadores.
Argentina - FONTAR-ANR	Intensidad en I&D *	0.18%	No hay <i>crowding out</i> ni efectos multiplicadores.
Brasil – ADTEN	Intensidad en I&D **	0.66%	Impacto positivo y significativo, neto del estímulo.
Brasil – FNDTC	Intensidad en I&D **	1.63%	Impacto positivo y significativo, neto del estímulo.
Panamá – FOMOTEC	Elasticidad de la I&D ***	0.28	No hay <i>crowding out</i> .
Argentina - FONTAR-TMP I	Elasticidad de la I&D ****	0.15	Impacto positivo y significativo, neto del estímulo.

* Diferencia en diferencias [(Tratamiento después-Tratamiento antes)] - [(Control después-Control antes)] con *Propensity Score Matching*; variable de I&D bruta.

** Diferencias simples [Tratamiento después-Control antes] con *Propensity Score Matching*; variable de I&D bruta.

*** Datos en panel con efectos fijos. La información disponible no permite hacer una prueba de la existencia de efectos multiplicadores.

**** Datos en panel con efectos fijos y Variable Instrumentales; variable de I&D neta al estímulo.

En estos estudios también se consideró el impacto del programa atribuible a un mejor desempeño de sus beneficiarios en lo relativo a productos de innovación (medido como el número de patentes solicitadas, ventas de nuevos productos e introducción de nuevos productos o procesos). En la tabla 4 que se presenta a continuación, se reproduce parte de su síntesis de los

resultados correspondientes a este impacto, indicando las metodologías correspondientes a cada estudio.

Tabla 5: Productos de innovación

Programa	Indicador	Impacto	Conclusión
Chile - FONTEC	Número de patentes nuevas, 1998-2002 *	0.15	Positivo pero impacto no significativo.
	Número de productos nuevos, 1998-2002 *	-1.15	Negativo pero impacto no significativo.
Argentina - FONTAR-ANR	Ventas de productos nuevos (miles de pesos), 2001-2004 *	1,013	Positivo pero impacto no significativo.
Brasil - ADTEN	Número de patentes, 1996-2003 *	0.87	Positivo pero impacto no significativo.
Panamá - FOMOTEC	Porcentaje de ventas de productos nuevos, 2000-2003 *	14.2%	Positivo e impacto significativo.
Brasil - FNDTC	Número de patentes, 1999-2003 *	-1.35	Negativo pero impacto no significativo.
	Solicitud de patentes, 1999-2003 **	14.06	Positivo e impacto significativo.

* Diferencia en diferencias [(Tratamiento después-Tratamiento antes)] - [(Control después-Control antes)] con *Propensity Score Matching*.

** Diferencia en diferencias [(Tratamiento después-Tratamiento antes)] - [(Control después-Control antes)].

Cabe señalar que estos autores sugieren que, aunque solo se tienen datos para Chile y Panamá, los resultados analizados por ellos indican que estos programas pueden afectar de manera positiva la voluntad o capacidad de una empresa para interactuar con fuentes externas de conocimiento y financiamiento (que sirven como *proxies* de los cambios en la estrategia de innovación de la empresa).

En Ebersberger, 2005 y en Aerts, Czarnitzki y Fier (2007), se puede encontrar reseñas de las evaluaciones más importantes realizadas en Europa, Estados Unidos y Japón. El primero de ellos concluye que en la mayoría de ellos es posible rechazar la hipótesis de *crowding out* total de gasto privado por público y que muchos encuentran una relación de complementariedad entre los estímulos públicos a la investigación y desarrollo tecnológico y el gasto privado efectuado en este rubro. A continuación se reproduce la Tabla 2-8 de

Ebersberger, 2005, en donde se destacan los efectos encontrados en los estudios analizados por este autor:

Tabla 2-8. Estudios microeconómicos

Estudio	País	Período	Número de observaciones	Variable Dependiente	Efecto
Ali-Yrkkö (2005)	Finlandia	1996-2002	441	Gasto en I&D	Complementariedad
Almus y Czarnitzki (2003)	Alemania	1994–1998	925	Intensidad en I&D	No <i>crowding out</i> total
Arvanitis et al. (2002)	Suiza	1990–1996	463	Adopción de tecnología de manufactura específica	Estimulada por programa gubernamental
Branstetter y Sakakibara (2002)	Japón	1980–1994	40,635	Comportamiento relativo a patentes	Estimulada por consorcio de investigación
Busom (2000)	España	1988	154	Gasto en I&D	No <i>crowding out</i> total
Czarnitzki (2001)	Alemania	1996, 1998	522	Intensidad en I&D	No <i>crowding out</i> total
Czarnitzki y Fier (2001)	Alemania	1994–1998	2,451	Intensidad de innovación	Complementariedad
Czarnitzki y Fier (2002)	Alemania	1996, 1998	1,084	Intensidad de innovación	No <i>crowding out</i> total
Czarnitzki y Fier (2003)	Alemania	1992–2000	4,132	Comportamiento relativo a patentes	Estimulada por cooperación
Czarnitzki y Hussinger (2004)	Alemania	1992–2000	3,779	Gasto en I&D y patentes	Efecto positivo en gasto en I&D, se traduce en patentes
Duguet (2003)	Francia	1985–1997	1,672	Gasto en I&D	Complementariedad
Ebersberger (2004b), Ebersberger y Lehtoranta (2005)	Finlandia	1996–2000	1,894	Comportamiento relativo a patentes	Estimulado por fondos públicos
Ebersberger (2004b), Ebersberger y Lehtoranta (2005)	Finlandia	1996	115	Demanda laboral	Efecto positivo 3 años después de terminado el proyecto
González et al. (2004)	España	1990–1999	2,214	Gasto en I&D	Complementariedad
Fier et al. (2004)	Alemania	1992–2000	4,784	Gasto en I&D	Complementariedad
Hussinger (2003)	Alemania	1992–2000	3,744	Gasto en I&D	Complementariedad
Lach (2002)	Israel	1990–1995	134	Gasto en I&D	No <i>crowding out</i> total
Licht y Stadler (2003)	Alemania	1992–2000	7,878	Gasto en I&D	Complementariedad
Toivanen y Niininen (2000)	Finlandia	1989–1993	133	Gasto en I&D	Mixto, sustitutabilidad
Wallsten (2000)	EE. UU.	1990–1992	479	Gasto en I&D	Sutitutabilidad

Fuente: Ebersberger (2005).

La metodología econométrica utilizada para medir el efecto en estos estudios es variada. Busom (2000) usa el modelo de selección de Heckman, Wallsten (2000) utiliza ecuaciones simultáneas con mínimos cuadrados ordinarios en tres etapas y Czarnitzki y Hussinger (2004), métodos de apareamiento (matching), por mencionar algunos.

En cambio, Aerts, Czarnitzki y Fier (2007), concluyen que los resultados sobre una posible sustitución del gasto privado en I&D por gasto proveniente de estímulos públicos (*crowding out*) son ambiguos. Los autores comentan que “Convendría contar con datos de panel que permitan estimaciones de diferencias en diferencias, en particular, estimadores condicionales de diferencias en diferencias que relacionen el desarrollo de un grupo de empresas receptoras de tratamiento con un grupo similar, aunque constituido por empresas no tratadas. Esta metodología parece ser la herramienta econométrica más eficaz entre las actualmente disponibles.”. En cuanto a los estudios que analizan el efecto de los estímulos públicos en los productos de innovación destacan que, hasta ese momento (2007), no eran muy frecuentes y que la variable dependiente mayormente utilizada como *proxy* de los productos de innovación era la solicitud de patentes. Al respecto los autores consideran que “convendría investigar si las subvenciones desembocan también en el desarrollo de nuevos productos o si inciden en la eficiencia de la producción”.

A continuación se reproduce una parte del cuadro anexo en el que Aerts, Czarnitzki y Fier resumen los datos más relevantes sobre los estudios empíricos recientes.

Anexo: Resumen de bibliografía reciente sobre el efecto de adicionalidad de las subvenciones para I&D

Autor(es)	País	Fechas	Tamaño de la muestra	Porcentaje con subvenciones	Metodología *	Adicionalidad de inputs	Adicionalidad de outputs
Aerts, Czarnitzki 2004	Bélgica (Flandes)	1998 - 2000	776	23%	NNM	I&D 60% mayor si se cuenta con financiación (empresas innovadoras)	
Almus, Czarnitzki 2003	Alemania del este	1994 1996 1998	925	67%	NNM	Efecto macroeconómico: 88% más gasto en I&D	
Branstetter, Sakakibara 2002	Japón	1980 - 1992	Panel de 178 asociaciones, resultando en 40,635 observaciones	100% (<i>matching</i> con empresas no participantes)	DiD		Incremento de la actividad de patentes cuando se entra en una

			anuales empresariales				asociación
Busom 2000	España	1988	147	60%	Modelo de selección de Heckman	Se descarta sustitución total de inversiones. No se puede descartar sustitución parcial en 30% de los casos.	
Czarnitzki, Ebersberger, Fier 2006	Finlandia y Alemania	1994 - 1996 1998 - 2000	1,464 (1,520) empresas Alemanas (Finlandesas)	Fondos alemanes (finlandeses): 21% (48%) cooperación: 29% (64%) financiación y cooperación: 11% (39%)	NNM		Alemania: incremento de la I+D y de las patentes cuando se colabora; Finlandia: incremento de la I+D y de las patentes tanto cuando se colabora como cuando se obtienen subvenciones
Czarnitzki, Fier 2002	Alemania	1996 - 1998	1,084	19%	NNM	Intensidad de innovación incrementada en un 71% si se obtienen subvenciones	
Czarnitzki, Fier 2003	Alemania	1992 1996 2000	4,132	40% colaboración 9% colaboración financiada	KM		50% más patentes si se colabora, 13% si se trata de colaboración subvencionada
Czarnitzki, Hussinger 2004	Alemania	1992 - 2000	3,779	16%	NNM	I+D 65% mayor; I+D neta 44% mayor	Incremento de un 20% en las solicitudes de patentes (algo inferior al incremento de la I+D)
Duguet 2004	Francia	1985 - 1997	Cerca de 1,500	30%	KM	Se descarta sustitución de inversiones	
González, Jaumandreu, Pazó 2006	España	1990 - 1999	2,214 empresas de 2 muestras: >200 y <200 empleados	21% si <200 empleados 73% si >200 empleados	Modelo de ecuaciones simultáneas con umbrales y variables instrumentales; OLS + probit + tobit	Se descarta sustitución total de inversiones; Incremento del gasto total en I+D algo mayor que la cuantía de la subvención; casi	

						la mitad del efecto se debe a empresas incentivadas para desarrollar I+D (sobre todo pequeñas empresas)	
Heijs, Herrera 2004	España	1998 - 2000	681	36%	NNM	Incremento de un 60% de la intensidad de I&D	
Hussinger 2003	Alemania	1992 - 2000	3,744	19%	Modelos paramétricos y semi paramétricos de selección en dos etapas	I&D se incrementa en un 7-64% si se obtienen subvenciones, dependiendo del modelo	
Lach 2002	Israel	1990 - 1995	325	Cerca de 50% al menos una vez	DiD y modelos de panel dinámicos	Se descarta sustitución total de inversiones en las pequeñas empresas	
Wallsten 2000	Estados Unidos	1990 - 1992	481	77%	OLS y 3SLS con presupuesto disponible de programa SBIR	Sustitución total de inversiones (con muestra pequeña de empresas activas en I&D)	

* DiD: Diferencias en diferencias

* NNM: Modified nearest neighbor propensity score matching

* KM: Modified Kernel propensity score matching

Apéndice B

En este estudio se realizan estimaciones utilizando tres métodos: diferencia en diferencias, efectos y fijos y método de Heckman. Debido a que los supuestos en los que se basa cada método difieren entre sí, es necesario utilizar también bases de datos diferentes que tomen en cuenta esos supuestos. De esta manera se toma como base la muestra inicial de 1,956 empresas (que se obtiene al integrar las respuestas de las encuestas ESIDET 2006 con las de la ESIDET 2008) y se dejan fuera del análisis a las empresas que presentan errores o incongruencias en algunas de las respuestas que dieron en las encuestas ESIDET o a las que no se consideran relevantes para el análisis de este trabajo.

Diferencia en Diferencias y Efectos Fijos (Cuadro 14)

Las bases de datos que se utilizan para estos dos métodos son similares con el objetivo de que sus resultados sean comparables.

Para hacer un análisis adecuado del efecto que tuvo el programa en el año 2005 se excluye a las empresas que no realizaron gasto intramuros para mejoras sustanciales y creación de nuevos productos y procesos durante 2004 ó 2005 (1,543 empresas) y aquéllas cuyo gasto intramuros como porcentaje de las ventas netas anuales fue menor a 0.1% en 2004 y 2005 (15 empresas).

De manera análoga, y para hacer un análisis correcto del efecto que tuvo el programa en el año 2007, se dejan fuera del análisis a las empresas del grupo de tratamiento (las que recibieron estímulos fiscales en el 2007) que no realizaron gasto intramuros en el 2007 (22 empresas) y aquéllas cuyo gasto intramuros como porcentaje de las ventas netas anuales fue menor a 0.1% en 2004 y 2007 (aunque no hay ninguna empresa con esta característica). En el caso de las empresas que pertenecen al grupo de control en la estimación de efectos fijos (aquéllas que no recibieron tratamiento en 2005 ni en 2007) también se excluye a las que no realizaron gasto intramuros en el 2007 (98 empresas) y aquéllas cuyo gasto intramuros como porcentaje de las ventas netas anuales fue menor a 0.1% en 2004 y 2007 (aunque tampoco hay empresa alguna con esta característica).

Existe una empresa que es considerada como *outlier* debido a que la suma de su gasto intramuros y extramuros en el año 2007 (MXN 1,538 millones) excede por mucho el promedio de las demás empresas (MXN 12.6 millones) y por esta razón no es tomada en cuenta para el análisis.

Para la estimación de diferencia en diferencias es necesario excluir a las empresas que recibieron tratamiento únicamente en el 2006, únicamente en el 2007 y únicamente en esos dos años (14 empresas). Dado que el análisis que se realiza con este método es sólo para el año 2005, las 14 empresas no pueden ser consideradas como parte del grupo de tratamiento; sin embargo, tampoco pueden ser consideradas como parte del grupo de control porque en el futuro efectivamente reciben tratamiento.

Ya que la técnica de diferencia en diferencias supone que existe un año base o *baseline* en el que ninguna de las empresas recibió incentivos fiscales, se fija el primer año del período de análisis (2004) como base y se excluye a las empresas que recibieron tratamiento en 2004 (97 empresas) y previo a ese año (14 empresas).

Al excluir a las empresas mencionadas de la muestra inicial se obtiene la muestra que se utiliza para la estimación de diferencia en diferencias. Ésta se compone por 152 empresas de las cuales 58 son de tratamiento y 94 de control. Si a esta nueva base se incluyen de nuevo las 12 empresas que recibieron tratamiento únicamente en el 2007 y únicamente en 2006 y 2007 se obtiene la muestra que se utiliza para la estimación de efectos fijos. Es necesario incluir de nuevo estas empresas ya que el análisis de efectos fijos se realiza para los años 2005 y 2007. Esta muestra se compone por 164 empresas de las cuales 70 son de tratamiento y 94 de control. En el cuadro 14 se puede observar el número de empresas que forman parte de la muestra inicial, la muestra de diferencia en diferencia y la muestra de efectos fijos. En este cuadro las empresas están divididas por el año o años en que recibieron tratamiento como se puede apreciar en la primera columna.

Método de Heckman

Para hacer un análisis correcto del efecto que tuvo el programa en el año 2007 se excluye a las empresas que no realizaron gasto intramuros durante 2007 (1,538 empresas). Existen también dos empresas que son consideradas como *outliers* debido a que la suma de su gasto intramuros y extramuros en 2007 (MXN 1,538 millones y 788 millones respectivamente) es mucho mayor que el promedio del resto de las empresas que se consideran en esta muestra (MXN 21.5 millones) y por lo tanto son excluidas del análisis. Adicionalmente se elimina de la muestra a las empresas que no trabajaron al menos con un proyecto de innovación durante 2004-2007 (179 empresas) y a las que no reportaron ventas por productos o servicios tecnológicamente nuevos o mejorados durante 2004-2007 (23 empresas).

Excluyendo a las empresas mencionadas de la muestra inicial se obtiene la muestra que se utiliza para la estimación del método de Heckman. Ésta se compone por 214 empresas de las cuales 86 son de tratamiento y 128 de control. En el cuadro 15 se puede observar el número de empresas que forman parte de la muestra inicial y de la muestra del método de Heckman. En este cuadro las empresas están divididas por el año o años en que recibieron tratamiento como se puede apreciar en la primera columna.

Cuadro 14
Número de empresas que se utilizan en las muestras para estimaciones de diferencia en diferencias y efectos fijos

	Muestra inicial	Excluidas							Muestra inicial B
		g4, g5	gv4, gv5	g7	gv4, gv7	g7	gv4, gv7	out	
Total de empresas	1956	1543	15	22	0	98	0	1	277
nunca	1562	1371	9	0	0	87	0	1	94
sólo 04	30	15	0	0	0	10	0	0	5
sólo 05	67	34	0	0	0	0	0	0	33
sólo 06	11	9	0	0	0	0	0	0	2
sólo 07	48	34	2	4	0	0	0	0	8
04 y 05	27	6	0	0	0	0	0	0	21
04 y 06	2	1	0	0	0	1	0	0	0
04 y 07	1	0	0	0	0	0	0	0	1
05 y 06	22	10	0	0	0	0	0	0	12
05 y 07	19	11	0	2	0	0	0	0	6
06 y 07	14	9	0	1	0	0	0	0	4
04, 05, 06	27	10	0	0	0	0	0	0	17
04, 05, 07	20	2	1	3	0	0	0	0	14

04, 06, 07	3	1	0	0	0	0	0	0	2
05, 06, 07	42	14	1	6	0	0	0	0	21
04, 05, 06, 07	61	16	2	6	0	0	0	0	37

	Muestra inicial B	Excluidas			Diferencia en diferencias	Incluidas	Efectos fijos
		trat	est04	est0103			
Total de empresas	277	14	97	14	152	12	164
nunca	94	0	0	0	94	0	94
sólo 04	5	0	5	0	0	0	0
sólo 05	33	0	0	7	26	0	26
sólo 06	2	2	0	0	0	0	0
sólo 07	8	8	0	0	0	8	8
04 y 05	21	0	21	0	0	0	0
04 y 06	0	0	0	0	0	0	0
04 y 07	1	0	1	0	0	0	0
05 y 06	12	0	0	3	9	0	9
05 y 07	6	0	0	2	4	0	4
06 y 07	4	4	0	0	0	4	4
04, 05, 06	17	0	17	0	0	0	0
04, 05, 07	14	0	14	0	0	0	0
04, 06, 07	2	0	2	0	0	0	0
05, 06, 07	21	0	0	2	19	0	19
04, 05, 06, 07	37	0	37	0	0	0	0

Cuadro 15
Número de empresas que se utilizan en la muestra para estimación de selección

	Muestra inicial	Excluidas		Innovación		Selección
		g7	out	innov	%	
Total de empresas	1956	1538	2	179	23	214
nunca	1562	1366	1	105	9	81
sólo 04	30	22	0	4	0	4
sólo 05	67	45	0	9	1	12
sólo 06	11	7	0	3	0	1
sólo 07	48	23	1	16	2	6
04 y 05	27	14	0	2	0	11
04 y 06	2	2	0	0	0	0
04 y 07	1	0	0	1	0	0
05 y 06	22	9	0	4	1	8
05 y 07	19	6	0	4	2	7
06 y 07	14	6	0	3	0	5
04, 05, 06	27	10	0	5	1	11
04, 05, 07	20	3	0	4	2	11
04, 06, 07	3	0	0	1	0	2
05, 06, 07	42	11	0	8	2	21
04, 05, 06, 07	61	14	0	10	3	34

Apéndice C

VARIABLES	Tabla 3 robustez			
	Selección a la Heckman			
	lgie07	lgie07	est07	hazard
lambda				-0.190 (0.242)
est07	0.345 (0.218)	0.525* (0.313)		
tratz456			3.257*** (0.984)	
tratz4_5_45			2.322*** (0.851)	
tratz6_46_56			3.943*** (1.058)	
cred2	0.599** (0.236)	0.627*** (0.217)	-0.434 (0.577)	
d_ext1	0.371 (0.380)	0.344 (0.308)	0.749 (0.828)	
corp1	0.225 (0.345)	0.258 (0.262)	-1.063 (0.676)	
exportvd2_1	-0.0307 (0.248)	-0.0446 (0.213)	0.539 (0.680)	
exportvd3_1	0.00811 (0.456)	0.00543 (0.374)	-0.771 (1.210)	
prov_ext1	-0.0767 (0.259)	-0.0377 (0.244)	-2.916*** (0.891)	
ticnicod2_1	-0.126 (0.326)	-0.0812 (0.327)	-3.498** (1.362)	
ticnicod3_1	-0.0225 (0.304)	-0.0416 (0.276)	0.204 (0.622)	
ticnicod4_1	-0.180 (0.248)	-0.218 (0.236)	0.646 (0.580)	
pat_st1d1	-0.365 (0.277)	-0.441 (0.323)	2.365** (1.143)	
pat_st1d2	0.784* (0.407)	0.732** (0.347)	1.150 (0.817)	
pat_st1d3	0.625* (0.316)	0.647* (0.331)	-1.409 (0.971)	
qps23_1	0.0278 (0.344)	-0.00296 (0.300)	1.122* (0.674)	
qps4_1	-0.868* (0.492)	-0.871*** (0.335)	1.237 (0.811)	
qps567_1	0.133 (0.494)	0.0999 (1.073)	-3.914 (0)	
tr100_250_1	-0.133 (0.309)	-0.187 (0.308)	1.257* (0.762)	
tr250_1000_1	-0.251 (0.338)	-0.237 (0.307)	1.257 (0.866)	
tr1000m_1	0.309 (0.363)	0.356 (0.343)	0.418 (0.999)	

lcapfiv07	-0.00897 (0.0517)	-0.00565 (0.0419)	-0.0250 (0.107)	
lcv1	0.127*** (0.0401)	0.126*** (0.0338)	0.0787 (0.117)	
lventas1_d3	0.610*** (0.0632)	0.594*** (0.0662)	0.349* (0.206)	
d_c1			-1.149 (1.025)	
d_c2			-1.864 (1.156)	
d_c4			-1.561 (1.144)	
d_c5			-0.739 (1.273)	
d_c6			-0.823 (1.570)	
d_c7			-0.133 (1.142)	
d_c8			-3.391** (1.563)	
d_c9			0.209 (1.193)	
d_c10			-1.689 (1.320)	
d_c11			1.895 (1.306)	
d_c12			-2.385* (1.294)	
d_c16			-2.437** (1.042)	
Constant	1.356** (0.560)	1.474** (0.583)	-4.519** (2.275)	
Observations	130	130	130	130
R-squared	0.766			

Apéndice D

Tabla 4.1 (sólo 2007)

VARIABLES	Innovó a nivel Empresa	Innovó a nivel Nacional	Innovó a nivel Mundial
	pi_e2	pi_n2	pi_m2
trat06	0.0274 (0.124)	-0.0246 (0.144)	-0.121 (0.0847)
trat07	-0.00506 (0.111)	-0.00993 (0.153)	0.0699 (0.151)
trat0607	0.0416 (0.0848)	0.131 (0.0944)	-0.189*** (0.0702)
cv2	0.0908 (0.140)	-0.0411 (0.200)	0.288 (0.197)
gcov2	-0.244 (0.302)	-0.107 (0.379)	0.306 (0.520)
d_ext2	-0.0207 (0.0641)	-0.0731 (0.0890)	0.237** (0.0956)
corp2	0.00887 (0.0777)	-0.0335 (0.102)	-0.0729 (0.0950)
exportvd2_2	-0.139** (0.0628)	-0.0367 (0.0988)	0.401*** (0.101)
exportvd3_2	-0.0159 (0.103)	-0.366** (0.155)	0.544*** (0.149)
gev2	-2.405 (1.930)	3.396 (2.643)	-0.468 (3.878)
gscv2	1.770** (0.876)	-0.890 (1.207)	-1.814 (1.661)
prov_ext2	-0.0648 (0.0711)	0.113 (0.0952)	0.0806 (0.106)
ticnicod2_2	0.191 (0.131)	-0.331** (0.143)	0.189 (0.141)
ticnicod3_2	0.224* (0.128)	-0.313** (0.136)	0.407*** (0.149)
ticnicod4_2	0.115 (0.0902)	-0.0982 (0.113)	0.273** (0.123)
qps2_2	0.165 (0.169)	-0.354** (0.172)	-0.0357 (0.138)
qps3_2	0.0261 (0.137)	-0.436** (0.173)	-0.00404 (0.136)
qps4_2	0.00155 (0.0921)	-0.178 (0.141)	0.102 (0.138)
qps7_2			-0.0544 (0.254)
tr100_250_2	0.142 (0.137)	0.0836 (0.132)	0.298* (0.173)
tr250_1000_2	0.228 (0.153)	-0.123 (0.155)	-0.161* (0.0882)
tr1000m_2	-0.0971 (0.0862)	0.129 (0.128)	-0.153 (0.0968)
um2	-0.316* (0.186)	0.213 (0.261)	0.267 (0.286)

lventas2_d3	0.00641 (0.0194)	-0.0114 (0.0266)	0.0390 (0.0289)
d_c1	-0.113 (0.102)	0.349*** (0.0532)	-0.232*** (0.0540)
d_c2	0.247 (0.243)	0.260*** (0.0815)	-0.159* (0.0834)
d_c4	0.190 (0.239)	0.326*** (0.0540)	-0.229*** (0.0506)
d_c5	-0.0139 (0.214)	0.288*** (0.0495)	-0.150 (0.0924)
d_c6	0.0371 (0.249)	0.286*** (0.0458)	-0.175*** (0.0615)
d_c7	0.246 (0.301)	0.282*** (0.0509)	-0.105 (0.127)
d_c8	0.511* (0.287)	0.166 (0.150)	-0.210*** (0.0444)
d_c9	0.495* (0.280)	0.187 (0.123)	-0.127 (0.0987)
d_c10	0.215 (0.267)	0.317*** (0.0437)	-0.186*** (0.0560)
d_c11	0.479 (0.330)	0.276*** (0.0538)	-0.0387 (0.208)
d_c12	-0.0192 (0.170)	0.346*** (0.0526)	-0.237*** (0.0549)
d_c13		0.209 (0.157)	-0.118 (0.217)
d_c15			-0.0599 (0.254)
d_c16	0.229 (0.213)	0.347*** (0.0866)	-0.301*** (0.0698)

Observations	197	199	203
--------------	-----	-----	-----

Standard errors in parentheses

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

Tabla 4.2 (sólo 2005)			
	Innovó a nivel Empresa	Innovó a nivel Nacional	Innovó a nivel Mundial
VARIABLES	pi_e1	pi_n1	pi_m1
cv1	-0.265 (0.232)	-0.235* (0.129)	0.206** (0.101)
gcov1	-2.664** (1.173)	-0.516 (0.703)	0.920 (0.635)
d_ext1	-0.0770 (0.0804)	0.0912 (0.116)	-0.0990 (0.0698)
corp1	0.0517 (0.0905)	-0.0658 (0.112)	0.0480 (0.0927)
exportvd2_1	-0.0464 (0.0735)	0.0305 (0.0956)	0.260*** (0.0932)
exportvd3_1	0.235 (0.154)	-0.650*** (0.109)	0.533*** (0.168)
gev1	-17.51** (7.034)	6.180 (6.923)	10.76** (5.146)
gscv1	4.560 (3.233)	-11.33*** (3.654)	10.53*** (3.204)
prov_ext1	-0.0167 (0.0786)	-0.220** (0.112)	0.235** (0.119)
ticnicod2_1	0.0285 (0.114)	-0.0420 (0.148)	0.245 (0.175)
ticnicod3_1	0.0343 (0.114)	-0.0161 (0.139)	0.225 (0.154)
ticnicod4_1	0.100 (0.0910)	0.0774 (0.103)	0.127 (0.0995)
qps2_1	0.0851 (0.145)	0.0334 (0.142)	-0.170*** (0.0440)
qps3_1	0.0211 (0.217)	-0.0945 (0.277)	-0.132** (0.0652)
qps4_1	-0.0808 (0.0930)	-0.0324 (0.152)	0.0323 (0.131)
qps7_1			-0.0882 (0.241)
tr100_250_1	0.201 (0.150)	-0.202 (0.169)	-0.0323 (0.106)
tr250_1000_1	0.167 (0.137)	-0.299* (0.157)	0.0747 (0.122)
tr1000m_1	0.114 (0.151)	-0.0175 (0.166)	0.0149 (0.122)
um1	-0.0517 (0.0916)	0.102 (0.113)	0.199* (0.111)
lventas1_d3	-0.0370 (0.0227)	0.00588 (0.0283)	0.0154 (0.0231)
d_c1	-0.0837 (0.120)	0.388*** (0.0523)	-0.169*** (0.0499)
d_c2	-0.0826 (0.119)	0.286*** (0.0942)	-0.0987 (0.0879)

d_c4	-0.121 (0.0973)	0.338*** (0.0658)	-0.153*** (0.0552)
d_c5	-0.161** (0.0741)	0.330*** (0.0465)	0.285 (0.304)
d_c6	-0.174*** (0.0567)	0.268*** (0.0890)	0.501 (0.336)
d_c7	-0.145 (0.0934)	0.304*** (0.0621)	-0.0299 (0.134)
d_c8	0.0756 (0.225)	0.125 (0.202)	0.107 (0.267)
d_c9	-0.0989 (0.129)	0.316*** (0.0599)	-0.108 (0.0827)
d_c10	-0.101 (0.116)	0.306*** (0.0686)	0.178 (0.213)
d_c11		0.294*** (0.0662)	-0.0211 (0.191)
d_c12	0.0435 (0.188)	0.310*** (0.0828)	-0.169*** (0.0544)
d_c15			0.119 (0.574)
d_c16	0.159 (0.172)	0.244* (0.131)	-0.131 (0.0809)
d_c13	0.211 (0.395)		

Observations	200	203	208
--------------	-----	-----	-----

Standard errors in parentheses

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

VARIABLES	Tabla 4.3	
	Innovó a nivel Empresa	Innovó a nivel Nacional
	pi_e	pi_n
t	-0.0446 (0.0462)	0.0659 (0.0742)
trat06	0.0322 (0.0941)	-0.0649 (0.142)
trat07	-0.309*** (0.0298)	0.149 (0.109)
trat0607	0.0258 (0.0586)	-0.0434 (0.0963)
ttrat06	-0.0141 (0.106)	-0.0292 (0.180)
ttrat07	0.928*** (0.0117)	-0.314 (0.207)
ttrat0607	0.0306 (0.0787)	0.0757 (0.111)
cv	-0.0566 (0.0677)	-0.124 (0.0961)
gcov	-0.393 (0.260)	0.0169 (0.311)
d_ext	-0.0344 (0.0384)	-0.0280 (0.0673)
corp	0.0103 (0.0438)	-0.0422 (0.0703)
exportvd2	-0.0761** (0.0382)	-0.00213 (0.0649)
exportvd3	0.0406 (0.0679)	-0.412*** (0.101)
gev	-4.458* (2.309)	2.933 (2.330)
gscv	1.062* (0.636)	-1.926* (1.058)
prov_ext	-0.0222 (0.0411)	-0.0195 (0.0697)
ticnicod2	0.0750 (0.0635)	-0.172* (0.0938)
ticnicod3	0.0881 (0.0681)	-0.179** (0.0905)
ticnicod4	0.0690 (0.0482)	-0.0285 (0.0707)
qps2	0.0645 (0.0779)	-0.153 (0.106)
qps3	0.00431 (0.0799)	-0.298** (0.139)
qps4	-0.0183 (0.0518)	-0.0671 (0.0926)
qps6	0.110 (0.286)	-0.127 (0.371)

qps7		
tr100_250	0.109 (0.0808)	-0.0168 (0.0990)
tr250_1000	0.126 (0.0807)	-0.146 (0.103)
tr1000m	-0.0281 (0.0617)	0.0736 (0.0981)
umb	-0.128** (0.0617)	0.140* (0.0806)
lventas_d3	-0.00668 (0.0113)	0.000124 (0.0181)
d_c1	-0.0429 (0.0704)	0.350*** (0.0411)
d_c2	0.0625 (0.105)	0.263*** (0.0656)
d_c4	0.00893 (0.0890)	0.336*** (0.0421)
d_c5	-0.0624 (0.0748)	0.295*** (0.0456)
d_c6	-0.0435 (0.0853)	0.255*** (0.0626)
d_c7	0.0202 (0.119)	0.275*** (0.0539)
d_c8	0.256 (0.178)	0.133 (0.125)
d_c9	0.151 (0.153)	0.220*** (0.0835)
d_c10	0.0384 (0.110)	0.321*** (0.0364)
d_c11	0.0377 (0.149)	0.270*** (0.0644)
d_c12	0.0104 (0.0950)	0.321*** (0.0492)
d_c13	0.127 (0.255)	0.259*** (0.0817)
d_c15		
d_c16	0.159 (0.109)	0.268*** (0.0797)
Observations	406	406

Standard errors in parentheses
*** p<0.01, ** p<0.05, * p<0.1

IV Bibliografía

- Aerts, K. y D. Czarnitzki (2004). Using innovation survey data to evaluate R&D policy: The case of Belgium, ZEW Documento de consulta 04-55, Mannheim. Publicado también como Informe de investigación OR 0439, K.U.Leuven, Dept. of Applied Economics, 21pp.
- Aerts, K., D. Czarnitzki and A. Fier (2007). "Evaluación econométrica de las políticas públicas de I+D: situación actual," en: Heijs, J. and M. Buesa (Eds.), *Cooperación en innovación en España y el papel de las ayudas públicas*, Instituto de Estudios Fiscales, Madrid, 79-104.
- Almus, M. & Czarnitzki, D. (2003). "The effects of public R&D subsidies on firms' innovation activities: the case of Eastern Germany," *Journal of Business and Economic Statistics* 21, 226–236.
- Aschhoff, B. (2009). "The Effect of Subsidies on R&D Investment and Success –Do Subsidy History and Size Matter?" Discussi on Paper No. 09032. Centre for European Economic Research
- Benavente J.M. Crespi G. y A. Maffioli (2007). "The Impact of National Research Funds: An Evaluation of the Chilean FONDECYT". OVE Working Paper WP 03/07. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington D. C.
- Binelli C. and Maffioli A. (2006). "A Micro-econometric Analysis of Public Support to Private R&D in Argentina," *International Review of Applied Economics*, Vol. 21, No. 3, pp. 339-359.
- Blundell, R. and M. Costa Dias (2009). "Alternative Approaches to Evaluation in Empirical Microeconomics," *Journal of Human Resources*, University of Wisconsin Press, vol. 44(3).
- Busom, I. (2000). "An Empirical Evaluation of the Effects of R&D Subsidies," *Economics of Innovation and New Technologies* 9, 111–148.
- Calderón-Madrid, A. (2009). "Retos para la Medición de Impacto en Remuneración, Empleabilidad y Tiempo de Salida al Empleo de Beneficiarios de los Programas de Apoyo a Desempleados en México" en *Bienestar y Política Social*. Vol 5, num. 2.
- Calderon-Madrid, A. and A. Voicu (2010). "The NAFTA Tide: Lifting the Larger and Better Boats" En prensa. *The Journal of International Trade and Economic Development* , Routledge Publishers.
- Cameron, A. C. and P. K. Trivedi (2005). "Microeconometrics: Methods and Applications," Cambridge University Press.
- Cappelen, Å., A. Raknerud and M. Rybalka (2008). "The Effects of R&D Tax Credits on Patenting and Innovations," Discussion Papers 565, Research Department of

Statistics Norway.

- Czarnitzki, D. y A. Fier (2002). "Do Innovation Subsidies Crowd Out Private Investment? Evidence from the German Service Sector" *Applied Economics Quarterly* 48(1), 1-25.
- Czarnitzki, D. y K. Hussinger (2004). The link between R&D subsidies, R&D input and technological performance, ZEW Documento de consulta 04-56, Mannheim.
- David, P.A., Hall, B.H. & Toole, A.A. (2000). "Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence," *Research Policy* 29, 497–529.
- De Negri J. A., B. Lemos M., De Negri F. (2006). "Impact of P&D Incentive Program on the Performance and Technological Efforts of Brazilian Industrial Firms," OVE Working Papers 1406, Inter-American Development Bank, Office of Evaluation and Oversight (OVE).
- Ebersberger, B. (2005). "The impact of public R&D funding," VTT Publications 588. Espoo: VTT Technical Research Centre of Finland.
- Gorg, H. & Strobl, E. (2007). "The Effect of R&D Subsidies on Private R&D," *Economica*, London School of Economics and Political Science, vol. 74(294), pages 215-234, 05.
- Hall, B.H. (2005). Government Policy for Innovation in Latin America, a report to the World Bank, presentado en la Conferencia de Barcelona sobre I+D e Innovación en el proceso de desarrollo, Junio de 2005.
- Hall, B. & Maffioli, A. (2008). "Evaluating the Impact of Technology Development Funds in Emerging Economies: Evidence from Latin America," NBER Working Papers 13835, National Bureau of Economic Research, Inc.
- Heckman, J. (2001). "Micro Data, Heterogeneity, and the Evaluation of Public Policy: Nobel Lecture" *Journal of Political Economy*, 2001, vol. 109, no. 4
- Heijs, J. y L. Herrera (2004). The distribution of R&D subsidies and its effect on the final outcome of innovation policy, Documento de trabajo, *Instituto de Análisis Industrial y Financiero* 46, Madrid.
- Hussinger, K. (2003). "R&D and subsidies at the firm level: An application of parametric and semi-parametric two-step selection models," ZEW Discussion Paper 03-63, Mannheim.
- Klette, T.J. and Moen, J. and Griliches, Z. (2000). "Do Substitutes to Commercial R&D reduce Market Failures? Microeconomic Evaluation Studies," *Research Policy* 29, 471-95.
- Lach, S. (2002). "Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel," *Journal of Industrial Economics* 50, 369–390.

- Oxera Consulting, Ltd. (2006). "Feasibility Study for Potential Econometric Assessment of the Impact of R&D Tax Credit on Private R&D" HM Revenue and Customs Research Report 19.
- Pages-Serra. C. (2010). "The Age of Productivity: Transforming Economies from the Bottom Up," Inter-American Development Bank and Palgrave Macmillan.
- Wallsten, S.J. (2000). "The effects of government-industry R&D programs on private R&D: The case of the small business innovation research program," *RAND Journal of Economics* 31, 82–100.