



**Instituto de Economía**

Facultad de Ciencias Económicas y de Administración  
Universidad de la República - Uruguay

## EVALUACIÓN DE IMPACTO DE LAS POLÍTICAS DE INCENTIVO A LA ACTIVIDAD INNOVADORA EN EL SECTOR INDUSTRIAL URUGUAYO

---

Evelin Lasarga  
Lucía Rosich  
Horacio Rueda

**INSTITUTO DE ECONOMÍA**

Serie Documentos de Investigación Estudiantil

Setiembre, 2015

DIE 02/2015

ISSN: 2301-1963 (en línea)

La presente investigación ha sido realizada en el marco del Programa de Apoyo a la Investigación Estudiantil (PAIE - CSIC) llamado 2013 bajo el título "Evaluación de impacto de las políticas de incentivo a la actividad innovadora en el sector industrial uruguayo". Docente orientador: Gustavo Bittencourt.

Forma de citación sugerida para este documento: Lasarga, E., Rosich, L. y Rueda, H. (2015). "Evaluación de impacto de las políticas de incentivo a la actividad innovadora en el sector industrial uruguayo". Serie Documentos de investigación estudiantil, DIE 02/2015. Instituto de Economía, Facultad de Ciencias Económicas y Administración, Universidad de la República, Uruguay.

## Evaluación de impacto de las políticas de incentivo a la actividad innovadora en el sector industrial uruguayo

Evelin Lasarga\*  
Lucía Rosich†  
Horacio Rueda‡

### Resumen

Los esfuerzos gubernamentales por impulsar la generación de innovación hacen necesaria la evaluación de las políticas públicas. En el presente trabajo, se realiza una evaluación de impacto del financiamiento público sobre variables clave como la productividad del trabajo, las exportaciones, el gasto en actividades de innovación, entre otras. Asimismo, se evalúa el impacto de tales apoyos diferenciando las actividades entre innovación endógena y exógena.

Para ello, se utiliza la metodología de *Propensity Score Matching* que permite estimar con cierta confiabilidad la diferencia media de las variables de resultado comparando entre las empresas financiadas con empresas no financiadas, controlando por características observables. En efecto, se obtiene como resultado que el apoyo público mejoró de forma significativa el desempeño de las firmas financiadas en dichas variables respecto a las que no recibieron financiamiento público y en particular se observa que el impacto fue mayor en las actividades de innovación exógena.

No obstante, el resultado anterior debe ser matizado por el hecho de que entre el trienio 2007-2009 y 2010-2012 la cantidad de empresas que realizaron actividades de innovación se redujo y puede ser indicio de un sesgo de selección. Por último, cabe destacar la heterogeneidad de los instrumentos de financiamiento público analizados, lo cual puede incidir en los resultados obtenidos en cuanto a alcance de las políticas y resultados de innovación obtenidos, ya que algunos no apuntan como primer objetivo a la promoción de innovación.

Palabras clave: innovación, apoyo público, evaluación de impacto

Clasificación JEL: O31, O38, C21

\* Estudiante de la Maestría en Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración (FCEyA). Universidad de la República (UDELAR). Correo Electrónico: evelasarga@gmail.com

† Estudiante de la Licenciatura en Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración (FCEyA). Universidad de la República (UDELAR). Correo Electrónico: rolupe@gmail.com

‡ Estudiante de la Maestría en Economía de la Facultad de Ciencias Económicas y de Administración (FCEyA). Universidad de la República (UDELAR). Correo Electrónico: hrueda90@gmail.com

# Impact evaluation of the incentive policies to innovation activity on the uruguayan manufacturing sector

Evelin Lasarga  
Lucía Rosich  
Horacio Rueda

## Abstract

Government efforts to promote innovation require the evaluation of public policies. In this paper, we make an impact evaluation of public support on key variables such as labor productivity, exports, spending on innovation activities, among others. Also, we evaluate the impact of such support differentiating activities between endogenous and exogenous innovation.

To do this, we use *Propensity Score Matching* method which allows us to estimate with some confidence the average difference of the outcome variables comparing between financed companies and a control group of not financed companies, controlling by observable characteristics. In fact, we found that public support significantly improved the performance of financed firms compared to those who did not receive public support. In particular, the impact was greater on exogenous innovation activities.

However, these results must be nuanced by the fact that between the period 2007-2009 and 2010-2012 the number of companies that carried out innovation activities declined, which may indicate a selection bias. Finally, we note that the heterogeneity of public financing instruments analyzed can affect the results obtained with respect to the scope of innovation policies and results obtained, as some instruments do not primarily aim to promote innovation.

---

Keywords: innovation, public support, impact evaluation

JEL Classification: O31, O38, C21

---

## 1. Introducción

En los últimos años en nuestro país se ha desarrollado una serie de políticas públicas y programas que tienen como objetivo incentivar la innovación de las firmas. Entre las principales políticas de innovación orientadas al sector industrial, la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), ha asumido un rol muy importante implementando diversos programas de apoyo con variadas modalidades y otorgando financiación a empresas desde el año 2008.<sup>1</sup>

Asimismo, desde la órbita de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto (OPP) en conjunto con el Ministerio de Industria, Energía y Minería (MIEM), desde 2006 se han llevado adelante distintos programas con el objeto de promocionar la formación de clusters y cadenas intensivas en innovación, con especial foco en las pequeñas y medianas empresas. Entre ellos se destacan el Programa de Competitividad de Conglomerados y Cadenas Productivas (PACC), el Programa de Creación, Asistencia Técnica y Redes para la Profesionalización Empresarial (CARPE), el Programa de Apoyo a la Competitividad y Promoción de Exportaciones de la Pequeña y Mediana Empresa (PACPYMES) y el Fondo Industrial de la Dirección Nacional de Industrias (DNI).

Por último, algunas políticas promueven la actividad innovadora en forma indirecta, si bien ésta no forma parte de sus objetivos principales. Entre ellas se encuentran los programas de Uruguay XXI, que otorgan financiamiento para la promoción y diversificación de exportaciones, y principalmente la ley 16.906 denominada Ley de inversiones<sup>2</sup>, con importantes modificaciones en los últimos años. En particular, el decreto 455/007 produjo un cambio en el marco regulatorio de la inversión en general<sup>3</sup>, configurándose en un Régimen de Promoción de Inversiones. A su vez, la existencia relativamente reciente de encuestas de innovación, constituye una gran herramienta que ha permitido darle seguimiento a dichas políticas. En ese sentido, se han realizado estudios a nivel nacional sobre los impactos del financiamiento público en el global de la innovación y otras variables relevantes. Puede afirmarse que la literatura empírica ha realizado esfuerzos para mejorar la comprensión pública del fenómeno de la innovación en nuestro país, así como colaborar en la formulación de nuevas políticas y mejora de las ya existentes. En ese sentido, la evaluación de las políticas públicas constituye un aporte fundamental ya que al tratarse de recursos públicos, el diseño de las mismas afecta el bienestar social y el no cumplimiento de los objetivos puede implicar despilfarro de recursos.

La presente investigación intenta evaluar particularmente si el financiamiento público ha generado un impacto significativo en la inversión en innovación endógena, entendiéndose ésta como un factor determinante para el cambio estructural de la economía. Concretamente, el estudio se centra en el sector industrial por su importancia para la transformación productiva e intenta responder a la pregunta general de si las políticas de financiamiento a la innovación tuvieron un impacto positivo sobre la generación de innovación endógena, sin generar efectos de desplazamiento. Para ello, se utiliza el parámetro average treatment effect on the treated (ATT) en conjunto con la metodología de propensity score matching (PSM).

---

<sup>1</sup> Para una revisión sistemática de las políticas aplicadas por ANII tanto para el sector servicios como independientes al sector de actividad, véase Aboal, D., Garda, P. y Vairo, M. (2012). *Políticas de Apoyo a la Innovación en el Sector Servicios en Uruguay*. CINVE

<sup>2</sup> <http://www.parlamento.gub.uy/leyes/TextoLey.asp?Ley=16906&Anchor=>

<sup>3</sup> <http://www.mef.gub.uy/comap/decreto455007.pdf>

El artículo se divide de la siguiente forma, en la segunda parte se define el marco teórico, en la tercera se presentan los antecedentes de investigación, tanto nacionales como internacionales, en la cuarta parte se explicita la hipótesis de investigación, en el quinto apartado se define la estrategia empírica, en el sexto se muestran los resultados obtenidos y finalmente en el séptimo se realizan las conclusiones finales.

## 2. Marco Teórico

El fenómeno de la innovación como proceso económico es ampliamente considerado como un factor estratégico para el desempeño competitivo de las firmas. Las actividades de innovación en general tienen efectos positivos sobre variables clave como la productividad del trabajo, así como efectos derrame sobre el resto de la economía. Por otro lado, a partir de la experiencia de los países desarrollados, puede identificarse a este fenómeno como un factor fundamental en el proceso de desarrollo, con un gran dinamismo del sector industrial.

En la presente investigación se utiliza la definición de innovación del Manual de Bogotá (2001) que adapta dicho concepto a la realidad de los países latinoamericanos. En efecto, se entiende que las actividades de innovación incluyen a todas aquellas acciones tendientes a poner en práctica conceptos, ideas y métodos necesarios para la generación, adquisición, asimilación e incorporación de nuevos conocimientos y que tienen como resultado un cambio técnico en la empresa.<sup>4</sup> De esta forma, quedan comprendidas en el concepto de innovación las actividades de Innovación Tecnológica en Productos y Procesos (TPP), las de innovación organizacional y en comercialización, las de Investigación y Desarrollo (I+D), la adquisición de tecnologías, la capacitación y la gestión, constituyendo una definición más amplia que la del Manual de Oslo utilizada en los países desarrollados.<sup>5</sup>

La provisión de innovación en la economía puede no ser la óptima desde el punto de vista social, en el sentido de que presenta fallas de mercado tales como las externalidades y las fallas de coordinación. En lo que refiere a las externalidades, dado que el valor social de la innovación puede ser superior al privado, el inversor recibe solo una parte de los beneficios derivados de su inversión, por lo que la provisión no será la socialmente óptima<sup>6</sup>. En cuanto a las fallas de coordinación, la interdependencia entre las decisiones de innovación y la falta de incentivos a adoptar una conducta cooperativa afecta negativamente la rentabilidad de la innovación.<sup>7</sup> Por otra parte, Crespi et al. (2011) presenta dos grandes perspectivas de la economía de la información para entender las posibles razones de ello. Por un lado, desde la teoría de la inversión se afirma que los proyectos de innovación tienen especificidades que motivan un alto costo de oportunidad respecto a los proyectos de inversión tradicionales. En efecto, los proyectos de innovación son más riesgosos por lo que los inversores externos precisan de mayores primas para financiarlos. A su vez, por problemas de apropiación del conocimiento, los innovadores tienen incentivos a mantener información privada de sus proyectos frente a los inversores. Por último, la dificultad que existe al intentar utilizar activos intangibles como garantía, hace que se encarezca el costo del capital externo, es decir también aumenta la prima de riesgo.

La segunda perspectiva, sostiene que los agentes no tienen información perfecta sobre la tecnología y las posibilidades de producción. En ese sentido, Crespi et al. (2011) encuentra que dicha afirmación es consistente con la evidencia empírica que demuestra la existencia de diferencias tecnológicas entre los países y con el hecho estilizado de que en donde la difusión del

---

<sup>4</sup> Ricyt. (2001). *Manual de Bogotá: Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*. Elaborado por Lugones, G, Jaramillo, A; Salazar, M y editado por RICYT / OEA / CYTED

<sup>5</sup> *Ibíd.*

<sup>6</sup> Goya, E. y Vayá, E. (2011). *Productividad, Innovación y Externalidades sectoriales. Evidencia para España y Cataluña*. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Estadística i Investigació Operativa.

<sup>7</sup> Rodríguez-Clare, A. (2005). *Fallas de coordinación, conglomerados e intervenciones microeconómicas*. Banco Interamericano de Desarrollo (BID) Working Paper No. 544

proceso tecnológico sea más lento, se encuentran persistentes heterogeneidades en el desempeño productivo de las firmas.<sup>8</sup>

Estas características de la innovación justifican la intervención pública, ya que el mercado no es eficiente en la provisión de dicho bien. Se trata de una discriminación positiva hacia un tipo de inversión que se considera de interés nacional, ya que puede generar empleos de calidad, incremento de valor agregado en el producto y las exportaciones, atracción de inversión extranjera, etc.

Dentro de las actividades de innovación, la presente investigación adopta un criterio de demarcación. Si bien en ciertos casos la tecnología extranjera es incorporada en el marco de procesos de aprendizaje activos, a partir de la existencia de capacidades de adopción y adaptación de los conocimientos transferidos, puede suceder que cuando la firma depende exclusivamente de las fuentes externas y carece de las capacidades acumuladas y de un proyecto de maduración tecnológica autónomo, el proceso resulte nocivo.<sup>9</sup> En ese sentido, siguiendo a Arza y López (2010) se clasifican las actividades de innovación en *In-house innovation activities* y en *External Source*.<sup>10</sup> En la referida investigación, los autores encuentran que las actividades de innovación, cualquiera sea el tipo, mejoran el desempeño económico de las firmas y en particular, si las *In-house activities* son emprendidas sistemáticamente, es esperable encontrar efectos positivos sobre la productividad del trabajo.

En esa línea de análisis, la presente investigación hace especial énfasis en las actividades de innovación endógena y se las define como aquellas actividades de innovación desarrolladas al interior de la empresa. Por consiguiente, en base a nuestro universo de estudio, consideraremos que la innovación endógena se compone de las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) Interna y las de Ingeniería y Diseño Industrial. En particular, las actividades de I+D interna se definen como el trabajo creativo destinado a la generación y aplicación de conocimiento para el desarrollo interno de prototipos y pruebas piloto de innovaciones tecnológicas de productos y/o procesos; y las de ingeniería y diseño industrial como las actividades de diseño y otras preparaciones técnicas para la producción y distribución de nuevos bienes y/o servicios y la implementación de nuevos procesos no incluidas en actividades de I+D.<sup>11</sup> En cambio, las actividades de innovación exógena se componen por I+D externa, adquisición de bienes de capital, adquisición de tecnologías de la información y la comunicación, transferencias de tecnología y consultorías, diseño organizacional y gestión y capacitación.

Por otro lado, como resultado del apoyo público surge la necesidad de realizar esfuerzos por medir el impacto de las políticas. En ese sentido, López (2009) clasifica tres tipos de evaluación de política. La primera de ellas y más abundante, son las aproximaciones econométricas -que será la utilizada en este trabajo- por la cual a través de métodos de Diferencia en Diferencias (DID) y/o *Propensity Score Matching* (PSM) se intenta medir el impacto sobre las variables relevantes antes y después del programa. La segunda de ellas, son las aproximaciones a través

<sup>8</sup> Basado en Crespi, G., Maffioli, A., Mohnen, P & Vázquez, G. (2011). Evaluating the impact of science, technology and innovation programs: A methodological toolkit. pp 7. Inter-American Development Bank - Technical Notes No. 333

<sup>9</sup> Ricyt. (2001). Manual de Bogotá: Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Elaborado por Lugones, G, Jaramillo, A; Salazar, M y editado por RICYT / OEA / CYTED

<sup>10</sup> En el citado artículo, el primer tipo de actividad innovadora, incluye I+D y Diseño e Ingeniería, mientras que el segundo se corresponde con incorporación de Hardware y Software, I+D externa, Licencias y Consultorías y Tecnología Incorporada. Al respecto véase Arza, V. & López, A. (2010). Innovation and Productivity in the Argentine Manufacturing Sector. IDB Working Paper Series No. IDB-WP-187. pp. 6

<sup>11</sup> Ricyt. (2001). Manual de Bogotá: Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Elaborado por Lugones, G, Jaramillo, A; Salazar, M y editado por RICYT / OEA / CYTED

de retornos económicos en el que se intentan medir el costo oportunidad de los fondos públicos asociados a la financiación de la innovación respecto de otros posibles destinos. Para ello, se pueden calcular tanto la tasa interna de retorno como el valor actualizado neto de los proyectos. Por último y utilizada en menor medida, existen las aproximaciones de casos particulares que consisten en evaluar los resultados e impactos de la política a nivel microeconómico. La presente investigación se clasificaría por tanto en la primera categoría.

En la literatura empírica con frecuencia se analiza si la financiación pública genera o no efectos desplazamiento, es decir si genera *crowding in* o *crowding out* de fondos públicos por privados. A ese respecto se sigue a David; Hall; Toole (2000), en tanto definen tres efectos posibles. El primero de ellos se da cuando una empresa con restricciones de financiamiento propias y sin acceso al crédito externo no puede alcanzar su nivel óptimo de innovación. Por tanto el financiamiento público incrementa el gasto en actividades de innovación en esa medida, generando un efecto de complementariedad. El segundo, se da cuando una empresa puede financiar parte de sus actividades de innovación a través de fondos propios, pero también tiene acceso a financiamiento externo, por tanto el apoyo público incrementa el gasto en innovación pero en menos del monto recibido, generando un proceso de adicionalidad. El tercer caso, se da cuando una empresa sin restricciones de financiamiento propio, accede a financiamiento público y no genera gasto en innovación adicional, por tanto genera un efecto sustitución. En resumen, los primeros dos casos, corresponden al fenómeno de *crowding in* y el tercero a uno de *crowding out* e indudablemente, el fenómeno deseado sería generar un *crowding in* complementario en las firmas beneficiarias. Este fenómeno también constituye el objeto de estudio de la presente investigación.

### 3. Antecedentes

---

Las evaluaciones de impacto de los fondos públicos a la innovación de las empresas son abundantes a nivel internacional. En un análisis para la industria manufacturera italiana, Carboni (2008) encuentra que el apoyo público tuvo un impacto positivo sobre los gastos privados en Investigación y Desarrollo (I+D). Por otro lado, Aerts y Czarnitzki (2004) no encuentran efectos significativos sobre la generación de patentes para las empresas que fueron apoyadas con fondos públicos en la región flamenca de Bélgica.

A nivel regional, Benavente et al. (2007) encuentran para Chile efectos *crowding out* dado que los fondos públicos no incrementaron los fondos privados adicionales en actividades de innovación. Como evaluación de *output*, concluyen que los fondos no alentaron la generación de patentes ni la generación y adopción de nuevos productos. No obstante, sí encuentran que el apoyo público ha promovido cambios en la conducta de los agentes, puesto que ha inducido cambios en las estrategias de innovación de las empresas. Para el caso de la industria brasileña, Avellar y Alvez (2008) en una primera aproximación empírica encuentran que los apoyos fiscales a la innovación cumplen un primer objetivo al fomentar un fenómeno de *crowding in* en las empresas que accedieron al beneficio. Asimismo, Castillo et al. (2011) para Argentina encuentran que la política de apoyo al co-financiamiento en asistencia técnica para el proceso de innovación o la innovación en productos en las pequeñas y medianas empresas generó, pese a no tenerlo como objetivo, más empleos y de mejor calidad. Particularmente, encuentran que dicho efecto es mayor en el caso de apoyo a las actividades de innovación en productos.

A nivel nacional, Bianchi y Gras (2006) obtienen como resultado que la mayoría de las empresas se caracterizan por una baja intensidad innovadora, en tanto que entre las que tienen mayor intensidad innovadora predominan aquellas que basan sus procesos de innovación en la incorporación de conocimiento exógeno, en detrimento de las que realizan innovación endógena. A su vez, muestra que esta caracterización está fuertemente influida por el tamaño de la firma.

Por otro lado, en base a un análisis descriptivo comparado para el período 2007-2009 Bittencourt (2012) concluye que las elevadas tasas de crecimiento de la economía -6% promedio anual en el período 2003 a 2011- que a su vez fueron acompañadas de un crecimiento en el sector industrial, no se vieron reflejadas en un aumento de la propensión a la innovación endógena respecto al guarismo del año 2000. No obstante, encuentra que el gasto total en innovación aumenta considerablemente si se lo mira desde una perspectiva de mediano plazo, así como también encuentra que las empresas que han liderado la realización de actividades de innovación han sido las nacionales con menos de 20 empleados y las nacionales con más de 100 empleados, lo que resulta un tanto sorprendente si se tiene en cuenta que en países en desarrollo dichos procesos son liderados por empresas grandes y de capitales extranjeros. Por otro lado, a nivel de gasto el rubro predominante en 2009 son las incorporaciones de bienes de capital, desplazando por tanto el gasto en innovaciones generadas en el territorio nacional.

En tanto, Aboal y Garda (2013) en un análisis para el sector manufacturero y de servicios a través de la metodología de PSM, muestran que entre el año 2004 y 2009 en términos globales no hubo un efecto *crowding out* entre fondos públicos y privados, así como tampoco si se lo mira entre sector manufacturero o de servicios. A su vez, encuentran que se produjo un aumento en el esfuerzo privado en innovación. Otro resultado de la investigación es que el apoyo financiero estatal aumenta el gasto en I+D como proporción del gasto en innovación, aunque dicho resultado se debe matizar dado que se encuentra que los fondos públicos no estimulan significativamente el gasto privado en empresas que de todas formas innovarían ante la falta de

apoyo financiero. Por último, el estudio alerta sobre un posible sesgo de selección de la política de apoyos con fondos públicos a la innovación hacia el sector manufacturero en particular, lo que sumado al hecho de que sería el sector servicios en el que se observan los mayores impactos, daría muestras de que la política de programas se debería rediscutir.

Por último, en un panel construido para el período 2007 - 2012 utilizando similares técnicas econométricas tanto para la industria manufacturera como para servicios, Bernheim et al. (2014) realizan una evaluación de impacto solo para los programas aplicados por ANII. En ese sentido, muestran que existe cierto efecto complementariedad entre inversión privada y financiamiento público (*crowding in*) así como un resultado positivo en variables *output* como es la introducción de nuevos productos. No obstante, no encuentran efectos significativos sobre el desempeño productivo, aunque con la salvedad de que gran parte de los proyectos aprobados tienen una fecha de finalización posterior al año 2012. Finalmente, a través de un análisis de las nuevas preguntas incluidas en la Encuesta de Innovación Industria y Servicios (2010-2012), encuentran que gran parte de las empresas desconoce los programas aplicados por ANII, aun cuando gran parte de ellas ha realizado actividades de innovación en el período considerado.

## 5. Estrategia Empírica

---

La principal hipótesis que se someterá a prueba en la presente investigación afirma que el financiamiento público a las actividades de innovación de las empresas del sector industrial uruguayo del período 2007-2012 tuvo el impacto esperado sobre las mismas, es decir, generó aumentos en variables de interés tales como gasto en innovación, productividad, exportaciones y el esfuerzo privado en innovación. En ese sentido, se intenta probar que hubo un efecto *crowding in* del financiamiento público sobre la innovación de las empresas, es decir, que si bien puede haber un desplazamiento de financiamiento privado por financiamiento público, el efecto neto sobre la inversión en estas actividades es positivo.

En un segundo nivel de análisis, se propone la hipótesis de que la innovación generada a través del financiamiento público es exógena, es decir, que se trata mayormente de actividades de innovación provenientes de fuentes externas tales como la adquisición de tecnologías o de I+D externa. Esto no significa que el esfuerzo endógeno de innovación sea inexistente, pero conceptualmente, se intenta probar que la innovación promovida por el financiamiento público constituye más un proceso de difusión de innovación que de creación de la misma.

La utilización de encuestas de innovación ha permitido que tanto en el país como en la región se multipliquen los análisis econométricos de evaluación de impacto, ya sea sobre un set de políticas al fomento de la innovación como desde un análisis más pormenorizado sobre una política en particular. Para Uruguay se realizaron cuatro encuestas trianuales para el sector industrial (2000 a 2009) y desde 2010 se realizó una encuesta que engloba tanto al sector servicios como industrial para el trienio 2010-2012.

En la presente investigación se utilizan fuentes de datos secundarias, como son la IV Encuesta de Actividades de Innovación en la Industria Uruguaya (2007-2009) y la Encuesta de Innovación Industria y Servicios (2010-2012) de la ANII, cuya unidad de análisis son las empresas. El universo de estudio son todas aquellas empresas del sector formal con igual o más de 5 empleados ocupados en promedio en el año y/o ingresos por ventas superiores a \$120 millones y en particular para nuestro estudio tomamos a todas aquellas cuya clase de actividad económica corresponde a las divisiones 10 a 33 (Industria Manufacturera) de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme Revisión 4 adaptada a Uruguay. A su vez, la muestra utilizada en las mencionadas encuestas coincide con la de la Encuesta de Actividad Económica (EAE) del Instituto Nacional de Estadística (INE), que se basa en un método mixto combinando una aproximación censataria con muestreo aleatorio estratificado.

Estas encuestas recaban importantes datos acerca del fenómeno de la innovación y otras características de la empresa. Si bien al no contar con la EAE, perdemos información relevante tal como origen de la materia prima y stock de capital, se considera que las microvariables incluidas en las encuestas de innovación son suficientes para realizar el análisis que se propone abordar.

En ese sentido, para las estadísticas descriptivas se considera la base expandida, esto es, los datos de la muestra ponderados de manera que representen la estructura de la población objeto de estudio, obteniéndose unas 3948 firmas en el período 2010-2012 y unas 4027 en el período 2007-2009. Para el análisis econométrico, se utilizan las observaciones sin ponderar por sus pesos muestrales<sup>12</sup> y se utilizan sólo las observaciones para aquellas firmas que hayan sido

---

<sup>12</sup> En el anexo se presenta un modelo *probit* con pesos muestrales y los distintos resultados de ATT, cuyos resultados son similares al modelo sin ponderar. Más información acerca de la utilización de pesos muestrales en *Propensity Score Matching* en <http://repec.org/bocode/p/psmatch2.html>

encuestadas en ambos períodos, por tanto la base está compuesta por 727 firmas, 1454 observaciones.

En tanto, la estrategia empírica se divide en dos partes, en primer lugar se realiza un análisis descriptivo que permite no solo obtener una aproximación al fenómeno de la innovación, sino también determinar cuáles son las variables a utilizar en la aproximación econométrica del impacto del financiamiento de los fondos públicos. Por otra parte, se obtiene información específica acerca de los resultados de la innovación, tales como el tipo de innovación realizado por las empresas beneficiarias y las no beneficiarias.

En segundo lugar, se busca determinar si los distintos instrumentos de financiamiento público modificaron significativamente las decisiones de innovación de las firmas y para ello existen distintas aproximaciones econométricas a aplicar. Un primer parámetro de evaluación de impacto, es el conocido *average treatment effect* (ATE) que mide la diferencia esperada en una serie de variables resultado entre los participantes (grupo de tratamiento) y no participantes de la política (grupo de control). Formalmente el parámetro puede ser escrito como:

$$\tau_{ATE} = E(\tau) = E[Y_i(1) - Y_i(0)]$$

Donde  $\tau$  es el parámetro a estimar,  $Y(1)$  la variable resultado para la empresa  $i$  en presencia de tratamiento y  $Y(0)$  la variable en ausencia de este para la empresa  $i$ . No obstante, dicho parámetro no discrimina el efecto entre las empresas objetivo de la política, ya que intenta medir la diferencia en determinadas variables resultado, sin tener en cuenta los efectos sobre las empresas tratadas. Por ello, el parámetro *average treatment effect on the treated* (ATT) tiene especial foco en las empresas objetivo. En términos algebraicos, el parámetro es:

$$\tau_{ATT} = E(\tau|D = 1) = E[Y_i(1)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 1]$$

Por tanto el parámetro ATT indica la diferencia en una o una serie de variables resultado entre las empresas tratadas y no tratadas respecto de las tratadas. No obstante, si bien en el lado derecho de la ecuación el primer término es observable, el segundo, es decir la situación contrafactual, no lo es. Una primera aproximación para resolver esta dificultad es utilizar el efecto esperado en las empresas no tratadas, es decir  $E[Y_i(0)|D_i = 0]$ , pero dado que es presumible que la selección de los tratados no se realice de forma aleatoria, no es recomendable utilizarlo en los estudios no experimentales. En otras palabras, debido a que los beneficiarios de la política analizada pueden diferir del grupo de no beneficiarios tanto en características observables como no observables correlacionadas con la variable de resultado de interés, una comparación simple de resultados entre estos grupos probablemente adolecería de sesgo de selección. Formalmente y recordando la ecuación anterior, dicho sesgo se puede modelar como:

$$E[Y_i(1)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0] = \tau_{ATT} + E[Y_i(0)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0]$$

En donde el sesgo de selección es  $E[Y_i(0)|D_i = 1] - E[Y_i(0)|D_i = 0]$  y por tanto para estar ante el verdadero valor del parámetro ATT utilizando el efecto esperado en las empresas no tratadas, dicho sesgo debería ser igual a 0, lo cual como se ha dicho anteriormente, no se cumple en los estudios no experimentales. No obstante, existen diversas técnicas en el campo de los estudios no experimentales para abordar esta dificultad y entre ellas destaca la metodología de *propensity score matching* (PSM) que es la que se utiliza en este trabajo.

El PSM consiste en asignar probabilidades de que una empresa sea tratada con la política de acuerdo a un set de características observables  $X$ , tanto para el grupo de tratamiento como para

el de control. Dicho set de características observables  $X$  deben satisfacer la condición de no ser afectadas por el tratamiento, por lo que se debe asumir independencia condicional, esto es:

$$Y(0), Y(1) \perp\!\!\!\perp D | X, \quad \forall X$$

Una vez calculadas las probabilidades o *scores*, se determina el soporte común de forma que ante mismos valores en el set de variables  $X$ , la empresa tenga una probabilidad positiva de ser seleccionada, siendo independiente de si es una empresa perteneciente al grupo de tratamiento o de control. Determinado el soporte común, se generan emparejamientos a través de un algoritmo de *matching* a definir tal que cada empresa del grupo de tratamiento tenga una situación contrafactual similar en términos de *propensity*<sup>13</sup>, independientemente de la variable de resultado que se considere medir el efecto. Esto se debe al supuesto de que el set de variables  $X$  observables han sido correctamente elegidas para estimar la probabilidad de ser apoyadas por la política pública. Finalmente, el estimador PSM para el parámetro ATT se define como la diferencia de medias de la variable objetivo entre las empresas tratadas y no tratadas en el soporte común, ponderadas por la probabilidad de ser tratadas. En términos algebraicos, esto es:

$$\tau_{ATT}^{PSM} = E_{P(X)|D=1}\{E[Y_i(1)|D_i = 1, P(X)] - E[Y_i(0)|D_i = 0, P(X)]\}$$

En nuestro estudio, se utiliza el algoritmo de vecino más cercano con un *caliper* del 20% de la desviación estándar tal como es usual en la literatura, con 100 remplazamientos y 5 vecinos más cercanos dado el gran número de empresas potenciales de control.

<sup>13</sup> Al respecto, puede verse Caliendo, M. & Kopeinig, S. (2008) para la metodología de PSM o Khandker, S., Koolwal, G. & Samad, H. (2010) para las diferentes técnicas de evaluación de impacto.

## 6. Resultados

### 6.1. Estadísticas descriptivas

A los efectos de las estadísticas descriptivas, se generan dos variables con tres cohortes cada una. La primera de ellas es *Destino Producción* y sus cohortes son: i) *Mercado local*, cuando el porcentaje de exportaciones de la firma representan menos del 10% de las ventas, ii) *Medianamente exportadora*, cuando la firma exporta entre un 10% y 50%, y iii) *Exportadora* cuando sus exportaciones representan por lo menos la mitad de su ventas.

La elección de dicha variable se encuentra justificada en el sentido de que se considera que el mercado destino de los productos que comercializa cada firma es relevante a la hora de explicar su búsqueda de financiamiento a los efectos de realizar actividades de innovación. En efecto, dado que los mercados internacionales son más competitivos que el mercado local, las empresas exportadoras deben buscar mayores niveles de productividad o generar diferenciaciones en sus productos. Por tanto, cuanto más dependa la producción de la firma de sus exportaciones, mayor será la necesidad de aplicar a fondos públicos para solventar sus gastos en innovación y ser más competitivas.

La segunda variable es *Tamaño*, medida por la cantidad de personal ocupado total de la firma. Las razones de incluir esta variable son por un lado, que es presumible que una empresa grande esté más informada de los diferentes planes de financiación y por tanto pueda aplicar a ellos. Por otro, es intuitivo pensar que una firma de gran porte, al contar con mayor solvencia para contratar servicios profesionales o contar con un equipo técnico que elabore sus proyectos, tiene mayores probabilidades de postularse a fondos de financiamiento público y acceder a ellos. En ese sentido, la variable *Tamaño* toma tres posibles valores, tal que si la empresa tiene menos de 20 empleados, se considera como *Pequeña*, si su personal está entre 20 y 100, es *Mediana* y si tiene más de 100 empleados en el período se considera *Grande*.

En el cuadro 1 se presenta la cantidad de empresas que realizaron actividades de innovación en ambos períodos así como el porcentaje a la interna de cada cohorte que realizó tales actividades. En ese sentido, el resultado más notorio es que la cantidad de empresas que realizó actividades de innovación cayó de un 32% del total de empresas en el trienio 2007-2009 a un 26% en 2010-2012. Este es un resultado importante teniendo en cuenta los esfuerzos gubernamentales llevados adelante en el período, sin embargo no necesariamente se trata de un fracaso de las políticas, cuya eficacia se analiza más adelante. Por el contrario, puede deberse a cuestiones como la rentabilidad de la innovación y cabe preguntarse si el resultado en ausencia de la política pública sería aún peor. A su vez, analizando por cohorte se observa que las empresas más pequeñas son las que presentan la mayor disminución relativa pasando de un 24% a un 18%, siendo las medianas las menos afectadas.

Cuadro 1. Empresas que realizaron actividades de innovación

<i>Tamaño</i>	<i>2007-2009</i>		<i>2010-2012</i>	
Pequeña	663	24,4%	508	18,4%
Mediana	456	42,3%	371	39,2%
Grande	149	65,5%	151	60,7%
Total	1268	31,5%	1030	26%

Fuente: elaboración propia.

Analizando la realización de I+D interna y externa por parte de las firmas en el cohorte por tamaños (cuadros 2 y 3) se obtiene que dicha actividad de innovación también se redujo a nivel general para la industria. No obstante a diferencia del cuadro anterior, se observa que las empresas medianas aumentan su propensión a realizar I+D en 1,4%. Es decir que si bien en el global de la industria la cantidad de firmas que realizaron I+D ha disminuido, los resultados no son homogéneos. Por otro lado, para el caso de la I+D externa se tiene que la cantidad de empresas que realizan este tipo de innovación es mínima pero a diferencia de la I+D interna han aumentado. En particular, se observa que fue la cantidad de empresas pequeñas la que más aumentó la realización de I+D externa. En cuanto a las empresas grandes, cabe destacar que tanto para I+D interna como externa fueron las que tuvieron mayor disminución respecto al período anterior, cayendo en un 7% las que realizan I+D interna y en un 0,7% las que realizan I+D externa. Esto, podría estar relacionado con una tendencia a la primarización de la industria, en el sentido de que las empresas se concentran cada vez más en sectores de transformación de bienes primarios respecto al período anterior<sup>14</sup>, lo cual implica a priori una menor necesidad de inversión en I+D, pero dicho análisis excede el objeto de este trabajo.

Cuadro 2. Empresas que realizaron actividades de innovación interna

<i>Tamaño</i>	<i>2007-2009</i>		<i>2010-2012</i>	
Pequeña	252	9,3%	157	5,7%
Mediana	126	11,7%	121	12,8%
Grande	68	29,8%	56	22,6%
Total	446	11,1%	334	8,5%

Fuente: elaboración propia.

<sup>14</sup> Véase cuadro B.1 en anexo. Se observa por ejemplo que en el período más reciente aumentó la cantidad de empresas dedicadas a la elaboración de productos alimenticios, a la fabricación de cueros y productos conexos, al tiempo que disminuye la cantidad de empresas dedicadas a la fabricación de sustancias y productos químicos o a la fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y de productos botánicos, que a priori involucran mayor realización de actividades de innovación.

Cuadro 3. Empresas que realizaron actividades de innovación externa

<i>Tamaño</i>	<i>2007-2009</i>		<i>2010-2012</i>	
Pequeña	1	0,0%	28	1,0%
Mediana	27	2,5%	25	2,6%
Grande	21	9,2%	22	9,0%
Total	49	1,2%	75	1,9%

Fuente: elaboración propia.

El cuadro 4 por su parte es idéntico al cuadro 1 pero con cohortes por destino de la producción. Como se puede observar, las empresas medianamente exportadoras y las exportadoras son las que experimentan la mayor reducción frente al período anterior. La posible explicación detrás de este resultado es análoga a la del resultado anterior, ya que las empresas más exportadoras basan su producción en la transformación de bienes primarios, y han aumentado su participación relativa en el sector industrial, por lo que no realizan tantas actividades de innovación para mejorar la competitividad de sus productos.

Cuadro 4. Empresas que realizaron actividades de innovación

<i>Destino producción</i>	<i>2007-2009</i>		<i>2010-2012</i>	
Mercado local	1008	28,4%	815	23,6%
Medianamente exportadora	128	56,5%	79	43,9%
Exportadora	132	53,8%	136	42,4%
Total	1268	31,5%	1030	26,1%

Fuente: elaboración propia.

En los cuadros siguientes, se toman las cohortes de destino de producción y se denota que las empresas medianamente exportadoras son las únicas que aumentaron en cuanto a realización de actividades de I+D. La mayor caída se da para las empresas exportadoras en línea con el presunto fenómeno de primarización.

Cuadro 5. Empresas que realizaron actividades de innovación interna

<i>Destino producción</i>	<i>2007-2009</i>		<i>2010-2012</i>	
Mercado local	344	9,7%	247	7,2%
Medianamente exportadora	47	20,9%	42	23,2%
Exportadora	55	22,4%	45	13,9%
Total	446	11,1%	334	8,5%

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 6. Empresas que realizaron actividades de innovación externa

<i>Destino producción</i>	<i>2007-2009</i>		<i>2010-2012</i>	
Mercado local	19	0,0%	52	1,5%
Medianamente exportadora	12	5,2%	14	7,6%
Exportadora	18	7,2%	9	2,9%
Total	49	1,2%	75	1,9%

Fuente: elaboración propia.

En los cuadros 7 y 8, se observa que de las firmas que realizaron innovación, el número de empresas que obtuvo algún tipo de financiamiento público para ello ha aumentado notoriamente, sobre todo para aquellas empresas de gran porte. Cabe destacar que este aumento de la cantidad total de empresas que obtuvieron financiamiento público contrasta con la disminución de la cantidad de empresas que realizaron actividades de innovación. No obstante, debe señalarse que los programas incluidos en las encuestas no necesariamente tienen como objetivo principal la generación de innovación, por lo que sería apresurado sacar conclusiones respecto de la eficacia de la política. De acuerdo al tamaño de la empresa, se observa que la cantidad de empresas grandes beneficiarias es más del doble que las pequeñas en ambos períodos, si bien con respecto al período anterior ambas tuvieron un crecimiento similar. Según el destino de la producción podemos ver que en ambos períodos las empresas medianamente exportadoras fueron las más beneficiadas por las políticas de financiamiento público, tengan éstas o no a la innovación como principal objetivo, seguidas por las empresas exportadoras. Sin embargo, si se analiza el crecimiento con respecto al período anterior, en 2010-2012 la cantidad de empresas con destino de producción en el mercado local que recibió financiamiento público aumentó más del doble que la de empresas exportadoras beneficiarias. Esto, también podría indicar que las empresas exportadoras no solicitaron apoyo público para la innovación, debido a la tendencia a la primarización de la industria antes mencionada.

Cuadro 7. Empresas innovadoras que financiaron las actividades de innovación con fondos públicos

<i>Tamaño</i>	<i>2007-2009</i>		<i>2010-2012</i>	
Pequeña	49	7,3%	97	19,2%
Mediana	64	14,0%	103	27,8%
Grande	24	15,9%	64	42,2%
Total	137	10,7%	264	25,7%

Fuente: elaboración propia.

Cuadro 8. Empresas innovadoras que financiaron las actividades de innovación con fondos públicos

<i>Destino producción</i>	<i>2007-2009</i>		<i>2010-2012</i>	
Mercado local	69	6,8%	188	23,0%
Medianamente exportadora	43	33,6%	35	44,9%
Exportadora	25	19,0%	41	30,4%
Total	137	10,7%	264	25,7%

Fuente: elaboración propia.

Por último, en el cuadro 9 se muestran las fuentes de financiamiento de las actividades de innovación en ambos períodos. Se denota una disminución relativa del financiamiento propio y un aumento del financiamiento público ya que el financiamiento privado baja del 78,3% al 71,9% y el financiamiento público sube del 4,1% al 10%, manteniéndose las demás fuentes relativamente constantes.

Cuadro 9. Fuentes de financiamiento de las actividades de innovación

<i>Tamaño</i>	<i>2007-2009</i>	<i>2010-2012</i>
Recursos propios	78,3%	71,9%
Sector empresarial	2,2%	1,5%
Sector público	4,1%	10,0%
Banca Comercial	14,9%	14,4%
Exterior	0,1%	1,4%
Otra	0,4%	0,6%
<b>Total</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

Fuente: elaboración propia.

## 6.2 Análisis econométrico

A los efectos de realizar un primer balance de la base de datos, se eliminaron aquellas observaciones que no se encontraban en ambas encuestas producto de que se descartó realizar un método de imputación por las pocas variables que postulaban como regresores. Una vez realizado el primer balance, se estimó un modelo probit para la variable dependiente D que vale 1 si la empresa fue financiada con fondos públicos y 0 en caso contrario.

Para realizar la estimación probit para el cálculo de las probabilidades de tratamiento, hemos tomado las variables tamaño, medida por el logaritmo del número de empleados totales de la firma, retardada un período para reducir la endogeneidad y su cuadrado. También se incluyen la edad de la firma y su forma cuadrática, y la productividad, medida como el logaritmo de las ventas sobre el personal ocupado retardada un período por la misma razón. A su vez, se incluyeron variables dummies como capital extranjero que vale 1 si por lo menos el 10% del capital de la firma es de propiedad extranjera, redes que vale 1 si la empresa participa en alguna red con otros agentes y acuerdos cooperación que toma valor 1 si la empresa realizó acuerdos de cooperación con otras empresas. No fueron incluidas variables sectoriales porque no permitían obtener un buen balance. Las variables significativas en el modelo probit son acuerdos cooperación, tamaño y su forma cuadrática.

Tabla 1. Modelo probit para probabilidad de tratamiento

VARIABLES	(1) D
Capital Extranjero	-0.235 (0.159)
Grupo Económico	0.0239 (0.150)
Acuerdos Cooperación	0.494*** (0.146)
Redes	-0.00277 (0.155)
Edad	0.00605 (0.00674)
Edad^2	-9.65e-06 (6.79e-05)
Tamaño	1.129*** (0.260)
Tamaño^2	-0.114*** (0.0301)
Productividad	0.0687 (0.0521)
Constante	-4.282*** (0.620)
Observations	1,022

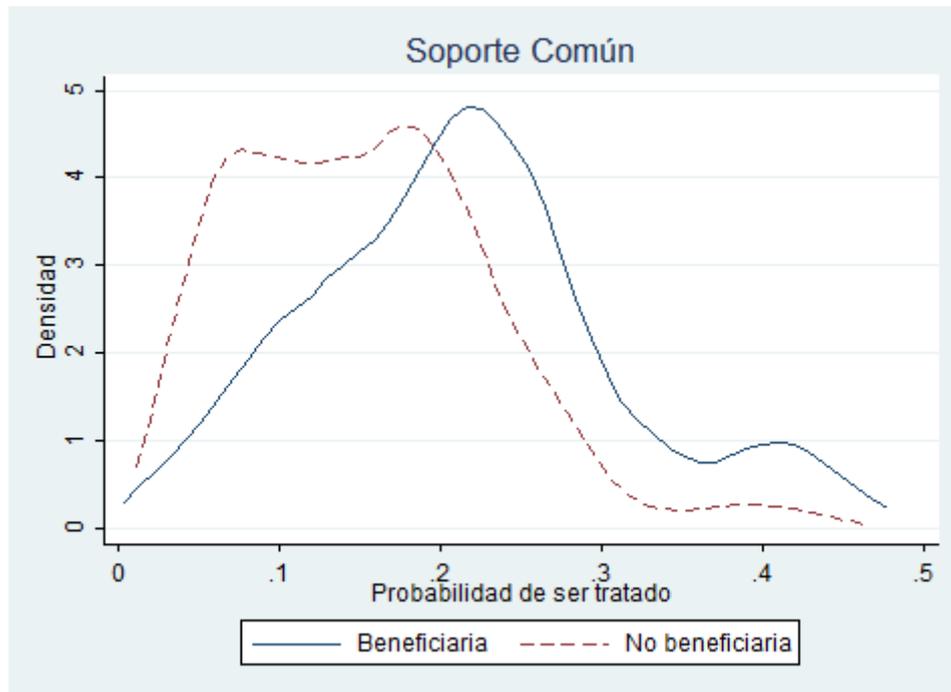
Standard errors in parentheses  
 \*\*\* p<0.01, \*\* p<0.05, \* p<0.1

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenida la probabilidad de que la empresa sea financiada, las observaciones son divididas en un número óptimo de bloques —en nuestro caso 5 bloques— tal que la probabilidad media del grupo de control no sea estadísticamente diferente de la probabilidad media del grupo de tratamiento. Luego, por cada bloque se analiza si para cada variable incluida como regresor existen diferencias significativas entre el grupo de control y el de tratamiento. Culminado este proceso y de no existir diferencias significativas, se considera el balance satisfecho y se determina el soporte común.

En nuestro caso, el soporte común -segundo balance de la muestra- es el comprendido por aquellas observaciones tales que su probabilidad se encuentra en el intervalo [0.03012213; 0.44993938], por tanto serán consideradas en el average treatment effect on the treated (ATT) sólo las empresas cuya probabilidad de selección esté dentro de dicho intervalo. A continuación, se presenta el gráfico de soporte común de la función de distribución estimada para el grupo de control y de tratamiento.

Gráfico 1. Soporte común de las empresas beneficiarias y no beneficiarias



Fuente: elaboración propia.

Con la base balanceada, se procede a estimar los impactos a través del estadístico ATT mediante un algoritmo a definir. En el presente trabajo, el algoritmo utilizado para realizar el emparejamiento es el usual en la bibliografía empírica, esto es emparejar con un caliper del 20% de la desviación estándar. Dado el alto número de potenciales controles, se compara a las tratadas con los 5 vecinos más cercanos utilizando bootstrapping con 100 reposiciones.

Las variables de interés a los efectos de evaluar el impacto del financiamiento público son el gasto total en innovación, el gasto total en innovación sobre ingresos por ventas, la productividad, las exportaciones y el esfuerzo privado (gasto privado en innovación), todas tomadas en logaritmos.

Los valores esperados de los coeficientes ATT para cada una de las variables output deberían ser positivos y significativos. Esto se debe a que si las políticas de financiamiento público a la innovación tuvieron los efectos deseados, el cambio esperado en las variables de resultado debería mostrar un mejor comportamiento para aquellas empresas tratadas en comparación con las que no lo fueron. Aún más, este signo y significación es esperado tanto para las variables directamente relacionadas con la innovación (gasto en innovación y ratio sobre ventas) como para la productividad y las exportaciones ya que se asume que un mayor nivel de gastos en innovación puede implicar un impacto positivo en la inserción internacional así como en la productividad media de la empresa. Por otro lado, se espera que el esfuerzo privado de las empresas tratadas sea mayor respecto a las no tratadas, lo que indicaría que el financiamiento público tiende a aumentar el gasto privado en innovación y por tanto se descartarían efectos *crowding out*.

Tabla 2. Estimación de impacto para variables de interés

VARIABLES	(1) Gasto en innovación	(2) Gasto en innovación sobre ingresos por ventas	(3) Productividad	(4) Exportaciones	(5) Esfuerzo privado
ATT	2.928*** (0.337)	0.0116*** (0.00265)	0.311*** (0.0691)	1.978*** (0.477)	2.370*** (0.342)
Observations	1,022	1,022	1,022	1,022	1,022

Standard errors in parentheses

\*\*\* p&lt;0.01, \*\* p&lt;0.05, \* p&lt;0.1

Fuente: elaboración propia.

Como se observa en la tabla que precede, podemos deducir de la estimación del parámetro ATT que el financiamiento público tuvo un efecto positivo y significativo sobre el gasto en innovación, la productividad y el desempeño exportador. Cabe destacar que si se evalúa el gasto en innovación sobre ingresos por ventas, el efecto es positivo pero visiblemente menor, lo cual puede explicarse por factores como la inflación o el crecimiento del sector. Además, se deduce que no hubo un efecto desplazamiento en las decisiones de gasto privado en innovación, puesto que el gasto en innovación financiado por las empresas que fueron tratadas aumentó pese al financiamiento público recibido, por tanto se deduce la inexistencia –por lo menos en cuanto al gasto- de efectos desplazamiento entre gasto privado por gasto público en innovación.

Por otro lado, se obtienen los siguientes resultados sobre la innovación exógena y endógena a los efectos de testear la segunda hipótesis. Nuevamente, se espera que los coeficientes ATT asociados a ambas variables de salida sean significativos, positivos y a los efectos de validar la hipótesis, que el coeficiente asociado a la innovación exógena sea mayor. Lo anterior, indicaría un mayor resultado en el gasto en innovación exógena respecto al gasto en innovación endógena, para aquellas empresas tratadas respecto a las no tratadas por la política de financiamiento público.

Tabla 3. Estimación de impacto para variables de interés

VARIABLES	(1) Innovación Endógena	(2) Innovación Exógena
ATT	1.765*** (0.288)	3.140*** (0.269)
Observations	1,022	1,022

Standard errors in parentheses

\*\*\* p&lt;0.01, \*\* p&lt;0.05, \* p&lt;0.1

Fuente: elaboración propia.

Los coeficientes muestran nuevamente efectos significativos y positivos sobre los dos tipos de innovación. A su vez, se valida la hipótesis de que el financiamiento público presenta un efecto mayor en la innovación exógena que en la endógena. Este resultado es coincidente con las

características del proceso de innovación en los países en desarrollo, que en general se orienta más a la incorporación de innovación que a la creación de la misma, sin embargo no es el mejor resultado desde el punto de vista de un proceso de cambio estructural.

Por último, en el anexo (tablas B.3, B.4 y B.5, gráfico B.1) se presenta un modelo alternativo, con variantes en el conjunto de variables que determinan la probabilidad de tratamiento y con ponderación por pesos muestrales, donde se observan resultados similares.

## 7. Conclusiones

---

En primer lugar los resultados validan las hipótesis planteadas de que el financiamiento público tuvo los efectos esperados sobre el set elegido de variables clave. Es decir, tuvo efectos positivos sobre el gasto en innovación, el gasto en innovación sobre ventas, la productividad, las exportaciones y el esfuerzo privado. Por otro lado, se valida la segunda hipótesis planteada ya que si bien el financiamiento tuvo impactos positivos sobre la innovación endógena y exógena, el impacto de mayor cuantía se produjo en esta última.

En cuanto a los efectos sobre innovación endógena y exógena, cabe aclarar que mayores impactos en la innovación exógena producto del financiamiento público, no implica que no sean deseables para la economía. En efecto, la innovación exógena puede generar procesos de difusión de la tecnología y de los sistemas de producción, facilitando el *catching-up* de las economías en desarrollo. No obstante, entendemos que sería preferible un proceso de innovación endógena porque genera capacidades propias en la economía y disminuye el grado de dependencia de los procesos innovadores foráneos, que en ciertos casos puede ser nociva.

Por otro lado, hay resultados interesantes en el análisis descriptivo que aportan elementos a las conclusiones y matizan los resultados antes mencionados. A modo de síntesis se concluye que las políticas de incentivo a la innovación son efectivas, si bien ciertas características de la economía local pueden generar efectos contrapuestos. Sería interesante por tanto, ampliar la investigación realizando un análisis sectorial para poder observar la posible existencia de algunos fenómenos localizados en sectores puntuales, como por ejemplo determinar si los sectores exportadores solicitan o no apoyo público, si la innovación es poco rentable en el sector industrial, etc. Con ello, el análisis tendría más elementos para generar conclusiones acertadas acerca del financiamiento público a la generación de innovación por parte de las firmas.

Por último, los resultados anteriores pueden no ser concluyentes dado que el número de empresas que realizó actividades de innovación cayó en 2010-2012 respecto a 2007-2009. Esto podría indicarnos o bien que muchos proyectos tienen tiempos de ejecución luego del financiamiento público y por tanto no entraron en el relevamiento de las presentes encuestas (recibieron el fondo pero no lo ejecutaron en el período de referencia) o bien que existe cierto grado de autoselección de las firmas y/o de las entidades gubernamentales hacia determinados sectores que hace que los programas de financiamiento no sean generales a cualquier sector de actividad y tipo de firma, en el sentido de que dado que el sector industrial uruguayo se concentra más en actividades de transformación de bienes primarios respecto al período anterior, es posible que dichas empresas no realicen innovación y en consecuencia no soliciten apoyo. De todas formas se observa que el financiamiento público tiene un mayor alcance en el último período considerado, por lo que puede plantearse la hipótesis de que el porcentaje de empresas que realizan de actividades de innovación habría disminuido aún más en ausencia de intervención estatal, en tanto que responde a la especialización productiva y las demandas de los mercados internacionales. Por último, cabe destacar la heterogeneidad de los instrumentos de financiamiento público analizados, la cual puede incidir en los resultados obtenidos en cuanto a alcance de las políticas y resultados de innovación obtenidos, ya que algunos no apuntan como primer objetivo a la promoción de innovación.<sup>15</sup>

---

<sup>15</sup> En ese sentido, en la tabla B.1 del anexo se muestran los diversos instrumentos de financiamiento utilizados por las empresas en el período 2010-2012

## Bibliografía

---

- Aerts, K. & Czarnitzki, D. (2004). Using innovation survey data to evaluate R&D policy: The case of Belgium. EW-Centre for European Economic Research Discussion Paper
- Aboal, D. & Garda, P. (2013). Does public financial support to innovation increase innovation and productivity? An Impact Evaluation. CINVE. Documento de trabajo 03/2013
- Aboal, D., Garda, P y Vairo, M. (2012). Políticas de Apoyo a la Innovación en el Sector Servicios en Uruguay. CINVE
- Arza, V. & López, A. (2010). Innovation and Productivity in the Argentine Manufacturing Sector. Inter-American Development Bank, Working Paper Series No. 187
- Avellar, A y Alvez, P. (2008). Avaliacao de Impacto de Programas de Incentivos Fiscais a Inovacao: Um Estudo sobre os Efeitos do PDTI no Brasil. *Economia*, Brasilia (DF), v.9, n.1, p.143-164
- Benavente, J., Crespi, G., & Maffioli, A. (2007). Public Support to Firm-Level Innovation: An Evaluation of The FONTEC Program. Office of Evaluation and Oversight (OVE), Inter-American Development Bank, OVE Working Papers 05/07
- Bernheim, R., Bukstein, D. y Hernandez, E. (2014). Impacto de los instrumentos de promoción de la innovación orientada al sector productivo. Unidad de análisis y monitoreo- ANII
- Bianchi, C. & Gras, N. (2006). Innovative behavior and economic performance in the Uruguayan Manufacturing Industry 2001-2003. Innovation Pressure Conference. Tampere, Finlandia.
- Bittencourt, G. (2012). IV Encuesta de Actividades de Innovación en la Industria Uruguaya (2007-2009). Principales resultados. Colección de indicadores y estudios N° 6 ANII
- Caliendo, M. & Kopeinig, S. (2008). Some practical guidance for the implementation of propensity score matching. *Journal of Economic Surveys* Volume 22(1), 31–72.
- Carboni, O. (2008). The effect of R&D subsidies on private R&D: evidence from italian manufacturing data. CRENoS Working Papers 2008/15
- Castillo, V., Maffioli, A., Rojo, S. & Stucchi, R. (2011). Innovation policy and employment. Evidence from an impact evaluation in Argentina. Inter-American Development Bank - Technical Notes No. 341
- Crespi, G., Maffioli, A., Mohnen, P. & Vázquez, G. (2011). Evaluating the impact of science, technology and innovation programs: A methodological toolkit. Inter-American Development Bank - Technical Notes No. 333 GOYA
- David, P., Hall, B. & Toole, A. (2000). Is public R&D a Complement or Substitute for Private R&D A Review of the Econometric Evidence. *Research Policy*, 29, pp. 497-529
- Goya, E. y Vayá, E. (2011). Productividad, Innovación y Externalidades sectoriales. Evidencia para España y Cataluña. Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Estadística i Investigació Operativa

- Khandker, S., Koolwal, G. & Samad, H. (2010). Handbook on Impact Evaluation. Quantitative Methods and Practices. The International Bank for Reconstruction and Development / The World Bank
- López, A. (2009). Las evaluaciones de programas públicos de apoyo al fenómeno y desarrollo de la tecnología y la innovación en el sector productivo en América Latina. Una revisión crítica. BID
- Rodríguez-Clare, A. (2005). Fallas de coordinación, conglomerados e intervenciones microeconómicas. Inter-American Development Bank Working Paper No. 544
- Ricyt. (2001). Manual de Bogotá: Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe. Elaborado por Lugones; Jaramillo; Salazar y editado por RICYT / OEA / CYTED.

## Anexos

### Anexo A. Variables utilizadas en las estimaciones Cuadro A.1. Definición de variables

Variable	Definición
<i>Mercado local</i>	Empresa cuyo porcentaje de exportaciones es menor al 10% de sus ventas
<i>Medianamente exportadora</i>	Empresa cuyo porcentaje de exportaciones se encuentra entre 10% y 50% inclusive de sus ventas
<i>Exportadora</i>	Empresa cuyo porcentaje de exportaciones es mayor al 50% de sus ventas
<i>Pequeña</i>	Empresa de menos de 20 empleados
<i>Mediana</i>	Empresa de entre 20 y 100 empleados inclusive
<i>Grande</i>	Empresa de más de 100 empleados
<i>Capital extranjero</i>	Variable binaria igual a 1 si por lo menos el 10% del capital es de propiedad extranjera
<i>Grupo económico</i>	Variable binario igual a 1 si la empresa pertenece a un grupo económico
<i>Redes</i>	Variable binaria igual a 1 si la empresa participa en alguna red con otras empresas
<i>Edad</i>	Cantidad de años de la empresa
<i>Edad<sup>2</sup></i>	Cuadrado de cantidad de años de la empresa
<i>Tamaño</i>	Logaritmo de personal ocupado de la empresa
<i>Tamaño<sup>2</sup></i>	Cuadrado del logaritmo de personal ocupado de la empresa
<i>Productividad</i>	Logaritmo de ingresos por ventas sobre personal ocupado de la empresa.
<i>Gasto en innovación</i>	Logaritmo del gasto total en innovación de la empresa.
<i>Gasto en innovación sobre ingresos por ventas</i>	Logaritmo del cociente del gasto total en innovación sobre los ingresos por ventas de la empresa.
<i>Exportaciones</i>	Logaritmo del producto entre porcentaje de exportaciones sobre ingresos por ventas e ingresos por ventas.
<i>Esfuerzo privado</i>	Logaritmo del producto entre porcentaje de financiamiento de innovación mediante fondos propios y gasto en innovación total.
<i>Innovación endógena</i>	Logaritmo del gasto en innovación en actividades de I+D internas y de diseño industrial.
<i>Innovación exógena</i>	Logaritmo del gasto en innovación en actividades de I+D externa, adquisición de bienes de capital, adquisición de tecnologías de la información y la comunicación, transferencias de tecnología y consultorías, diseño organizacional y gestión y capacitación.
<i>Utilizó patentes</i>	Variable binaria igual a 1 si la empresa utilizó patentes
<i>Cantidad de profesionales</i>	Cantidad de profesionales de la empresa

## Anexo B. Estadísticas descriptivas y estimaciones

Cuadro B1. Evolución de empresas por división de actividad en total de la industria

División	2007-2009	2010-2012
Elaboración de productos alimenticios	33,70%	37,38%
Elaboración de bebidas	3,53%	2,59%
Elaboración de productos de tabaco	0,09%	0,06%
Fabricación de productos textiles	2,76%	2,61%
Fabricación de prendas de vestir	7,73%	6,38%
Fabricación de cueros y productos conexos	2,26%	2,74%
Producción de madera y fabricación de productos de madera y corcho, excepto muebles; fabricación de artículos de paja y de materiales trenzables.	4,84%	4,25%
Fabricación de papel y de los productos de papel	1,01%	1,01%
Actividades de impresión y reproducción de grabaciones	6,88%	7,62%
Fabricación de coque y de productos de la refinación del petróleo	0,04%	0,03%
Fabricación de sustancias y productos químicos	4,22%	3,91%
Fabricación de productos farmacéuticos, sustancias químicas medicinales y de productos botánicos.	2,17%	1,53%
Fabricación de productos de caucho y plástico	6,15%	4,28%
Fabricación de otros productos minerales no metálicos	4,77%	3,07%
Fabricación de metales comunes	0,40%	1,49%
Fabricación de productos derivados del metal, excepto maquinaria y equipo	6,70%	7,67%
Fabricación de los productos informáticos, electrónicos y ópticos	1,80%	1,38%
Fabricación de equipo eléctrico	1,70%	1,18%
Fabricación de la maquinaria y equipo n.c.p.	1,54%	2,08%
Fabricación de vehículos automotores, remolques y semiremolques	0,64%	1,12%
Fabricación de otros tipos de equipo de transporte	0,13%	0,19%
Fabricación de muebles	2,17%	3,56%
Otras industrias manufactureras	2,27%	1,40%
Reparación e instalación de la maquinaria y equipo	2,51%	2,48%
TOTAL	100,0%	100,0%

Fuente: elaboración propia.

Tabla B1. Número de empresas que realizaron innovación por tipo de programa 2010-2012

	ANII	CARPE	COMAP	Pacc-Pacpymes	Uruguay XXI	Fondo Industrial	Otro
No solicitó apoyo	237	291	112	278	254	247	163
Solicitó y no obtuvo apoyo	20	0	17	1	0	2	1
Obtuvo apoyo	34	0	161	11	37	41	20

Tabla B2. Comparación de medias entre las firmas tratadas y de control<sup>16</sup>

Variable		Mean		%reduct		t-test	t p>t
		Treated	Control	%bias	bias		
Capital Extranjero	Unmatched	.15432	.14419	2.8		0.34	0.738
	Matched	.15432	.17901	-6.9	-143.6	-0.59	0.552
Grupo Económico	Unmatched	.21605	.15349	16.1		1.98	0.048
	Matched	.21605	.18519	8.0	50.7	0.69	0.489
Edad	Unmatched	39.846	32.477	34.8		4.21	0.000
	Matched	39.846	41.148	-6.1	82.3	-0.57	0.570
Edad^2	Unmatched	2079.2	1457.2	28.9		3.82	0.000
	Matched	2079.2	2045	1.6	94.5	0.14	0.887
Tamaño	Unmatched	4.3314	3.7856	46.9		5.16	0.000
	Matched	4.3314	4.2959	3.0	93.5	0.30	0.761
Tamaño^2	Unmatched	19.861	15.933	39.5		4.45	0.000
	Matched	19.861	19.544	3.2	91.9	0.31	0.758
Productividad	Unmatched	7.357	7.0434	30.3		3.30	0.001
	Matched	7.357	7.4771	-11.6	61.7	-1.14	0.257
Acuerdos Cooperación	Unmatched	.22222	.1	33.6		4.44	0.000
	Matched	.22222	.20988	3.4	89.9	0.27	0.788
Redes	Unmatched	.16049	.11512	13.2		1.62	0.106
	Matched	.16049	.1358	7.2	45.6	0.62	0.533

Fuente: elaboración propia.

<sup>16</sup> Prueba de diferencia de medias entre las firmas tratadas y no tratadas antes y después del emparejamiento. Como se puede observar, los p-valores para las distintas variables después del tratamiento son mayores a los niveles de significación usuales.

Tabla B.3. Modelo probit para probabilidad de tratamiento utilizando pesos muestrales<sup>17</sup>

VARIABLES	(1) D
Capital Extranjero	-0.584*** (0.147)
Grupo Económico	0.128 (0.121)
Utilizó patentes	0.782*** (0.192)
Cantidad de profesionales	0.00400* (0.00240)
Edad	-2.32e-05 (0.00489)
Edad^2	2.62e-05 (5.39e-05)
Tamaño	1.433*** (0.187)
Tamaño^2	-0.151*** (0.0244)
Productividad	0.222*** (0.0373)
Constante	-5.829*** (0.401)
Observations	3,281

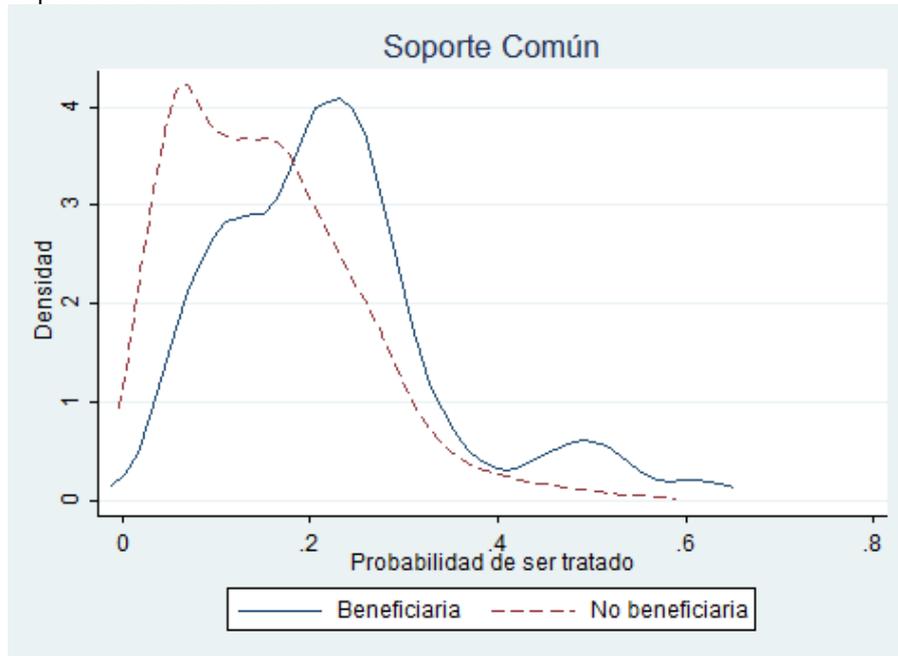
Standard errors in parentheses

\*\*\* p&lt;0.01, \*\* p&lt;0.05, \* p&lt;0.1

Fuente: elaboración propia.

<sup>17</sup> Se utilizan pesos muestrales. Se trata de una modelización diferente puesto que con la especificación sin pesos muestrales no fue posible dar con un buen balance. En efecto, para lograr el balance entre el grupo de control y de tratamiento se modificaron las variables independientes, lo que implicó la salida de la variable *Acuerdos de cooperación* y la inclusión de *Utilizó patentes* y *Cantidad de profesionales*. Además, *Capital extranjero* pasa a ser significativa y con signo negativo, coincidentemente con uno de los antecedentes de investigación. No obstante, los resultados del parámetro ATT son similares a los mostrados anteriormente, lo que le da un mayor grado de robustez a las conclusiones obtenidas.

Gráfico B.1. Soporte común de las empresas beneficiarias y no beneficiarias utilizando pesos muestrales



Fuente: elaboración propia.

Tabla B.4. Estimación de impacto para variables seleccionadas utilizando pesos muestrales

VARIABLES	(1) Gasto en innovación	(2) Gasto en innovación sobre ingresos por ventas	(3) Productividad	(4) Exportaciones	(5) Esfuerzo privado
ATT	2.985*** (0.328)	0.0110*** (0.00252)	0.324*** (0.0676)	1.887*** (0.379)	2.465*** (0.319)
Observations	961	961	961	961	961

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

Fuente: elaboración propia.

Tabla B.5. Estimación de impacto para variables seleccionadas utilizando pesos muestrales

VARIABLES	(1) Innovación Endógena	(2) Innovación Exógena
ATT	1.719*** (0.319)	3.155*** (0.337)
Observations	961	961

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

Fuente: elaboración propia.

**INSTITUTO DE ECONOMÍA**

---

Serie Documentos de investigación  
estudiantil

Setiembre, 2015  
DIE 02/2015



**Instituto de Economía**

Facultad de Ciencias Económicas y de Administración  
Universidad de la República - Uruguay