

Impacto de los instrumentos de promoción de la innovación orientada al sector productivo: El caso de ANII en Uruguay*

Assesing the impacts of the innovation promotion programs aimed at the productive sectors: The case of ANII in Uruguay

DANIEL BUKSTEIN**
ELISA HERNÁNDEZ***
XIMENA USHER****

Resumen

El objetivo de esta investigación es evaluar los impactos de los instrumentos de promoción de la innovación orientada al sector productivo implementados por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación. Se aplicó una combinación de técnicas no experimentales para cuantificar los efectos en tres características de las empresas: utilización de recursos propios para la innovación, resultados en actividades de innovación y desempeño económico. Los resultados muestran evidencia de apalancamiento o crowding-in de las empresas a los fondos públicos recibidos. Además, se encuentra que la participación en estos instrumentos es significativa para mejorar la conducta innovadora de estas firmas, en cuanto a la introducción de nuevos productos y procesos. No se encuentran resultados en los indicadores de desempeño económico.

Palabras clave: *Evaluación de impacto, innovación, ANII, Uruguay.*

Clasificación JEL: *D22, O38, C21, H43, H54.*

* Agradecemos a un árbitro anónimo, los editores de esta edición especial y a Gustavo Crespi por valiosos comentarios que mejoraron significativamente la calidad del documento. Las visiones expresadas en el trabajo son personales de los autores y no reflejan la posición de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación. Errores y limitaciones son responsabilidad de los autores.

** Agencia Nacional de Investigación e Innovación y Universidad ORT Uruguay. E-mail: dbukstein@anii.org.uy

*** Agencia Nacional de Investigación e Innovación. E-mail: hernandez@anii.org.uy

**** Agencia Nacional de Investigación e Innovación. E-mail: xusher@anii.org.uy

Abstract

The goal of this paper is to evaluate the impact of the innovation promotion programs carried by the National Research and Innovation Agency (ANII). A combination of non-experimental methods was used to quantify the effects of public support to innovation in three dimensions of the firms' behavior: innovation investment, innovation results and economic performance. The results show evidence of crowding-in of public support to innovation. Also, beneficiaries of the programs show larger probability of successfully introducing new products and processes. We do not find impact in the economic performance indicators of the firms.

Key words: *Impact evaluation, innovation, ANII, Uruguay.*

JEL Classification: *D22, O38, C21, H43, H54.*

1. INTRODUCCIÓN

Desde el siglo anterior, los economistas han reconocido a la innovación como uno de los principales motores del crecimiento económico (Romer, 1990; Rivera-Batiz y Romer, 1991; Aghion y Howitt, 1992). En particular, en los países desarrollados la preocupación por entender la relación entre el crecimiento económico e inversiones en innovación (principalmente respecto de investigación y desarrollo o I+D) se remontan por lo menos a los trabajos pioneros de Griliches (1958). Desde entonces se han acumulado investigaciones que intentan no solo explicar, sino también cuantificar esta relación. En la actualidad existe evidencia empírica lo suficientemente robusta que muestra una relación estable y duradera entre las inversiones en innovación y el crecimiento de la productividad de los países. Existe además evidencia clara de que la relación de causalidad va desde la innovación hacia una mayor productividad y crecimiento y no al revés.

A raíz de esta evidencia, en las últimas dos décadas se ha puesto en marcha un gran número de programas de apoyo a la innovación en diversos países de América Latina (Crespi y Dutrénit, 2014). Ello se debe al reconocimiento, tanto por parte de la academia como de las políticas públicas, de que la innovación es un factor crucial desde el punto de vista del desempeño competitivo de las empresas.

En particular para Uruguay, desde el 2008, la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) ha diseñado y ejecutado un conjunto de instrumentos con el objetivo de “incrementar la competitividad de los sectores productivos en el escenario de la globalización”, previsto en el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI). Desde entonces, la ANII ha desplegado alrededor de veinte instrumentos, abarcando diferentes mecanismos de financiamiento (crédito, subsidio y una combinación de ellos) y diversos escalones del proceso de innovación (mejoras de gestión, prototipos,

innovación individual, innovación asociativa, etc.). A su vez, en los últimos años la ANII se ha enfocado en los instrumentos de transferencia de tecnología al sector productivo, constituyendo un eslabón muy importante en la articulación del Sistema Nacional de Innovación.

El objetivo de este trabajo es cuantificar el impacto de las políticas de apoyo público a la innovación mediante los instrumentos de ANII en el conjunto de firmas beneficiarias utilizando técnicas de evaluación de impacto cuasiexperimentales. Las tres hipótesis que se pretenden contrastar son: 1) el financiamiento público incrementa la inversión en actividades de innovación (se verifica la existencia de adicionalidad); 2) las firmas que reciben financiamiento ANII obtienen mayores resultados en sus actividades de innovación; y 3) las empresas financiadas obtienen mejores resultados en el desempeño económico que las no financiadas.

Al compararse con estudios similares en metodología y objetivos en Uruguay, el presente trabajo posee tres ventajas fundamentales. En primer lugar, esta investigación se basa en la construcción de un panel de mayor extensión temporal que los trabajos existentes, al utilizarse las Encuestas de Actividades de Innovación (EAI) correspondientes a los períodos 2007-2009, 2010-2012 y 2013-2015. El seguimiento de las empresas por períodos prolongados no es un tema trivial, sobre todo cuando se pretende estudiar el impacto del apoyo a la innovación en el desempeño económico (Hall y Maffioli, 2008; Crespi *et al.* 2011). En este sentido, la mayor extensión temporal del panel permitió estimar un modelo de efectos fijos con entrada variable al tratamiento, el que permite estimar el impacto diferencial del programa a lo largo del tiempo. En segundo lugar, los datos de la EAI se combinaron con los registros administrativos de la Agencia, lo que permite contar con información de quién recibió apoyo, a qué instrumento, fecha en que lo recibió, monto recibido así como el flujo exacto en que lo recibió a lo largo del proyecto. Ello favorece la calidad de la estimación en dos niveles: la medición de variables de resultado (por ejemplo: el gasto en innovación neto del subsidio) y la adecuada conformación del grupo de control y la no contaminación del mismo. En tercer lugar, mediante esta investigación se logra distinguir los impactos particulares de los programas de ANII en un período que no ha sido evaluado.

Los resultados muestran evidencia de apalancamiento o *crowding-in* de las empresas a los fondos públicos recibidos, aunque los efectos se diluyen luego del tercer año de participación en el programa. Además, se encuentra que la participación en estos instrumentos es significativa para mejorar la conducta innovadora de estas firmas, en cuanto a la introducción de nuevos productos al mercado. Sin embargo, no se encuentran efectos en el desempeño económico de la firma.

El artículo continúa organizado de la siguiente manera. La sección 2 realiza un breve repaso de la literatura teórica y empírica respecto de los subsidios estatales a la innovación. La sección 3 explica el marco institucional de funcionamiento de la ANII y sus instrumentos de promoción de la innovación. La sección 4 presenta las variables de impacto en las que se estudiarán los efectos de los instrumentos de la ANII, la estrategia de identificación, la metodología

econométrica y la descripción de la base de datos utilizada. La sección 5 muestra los resultados. Finalmente, la sección 6 concluye.

2. APOYO ESTATAL A LA INNOVACIÓN: JUSTIFICACIÓN TEÓRICA Y EVIDENCIA EMPÍRICA

Existe un creciente grado de consenso entre responsables de políticas y académicos de que la tecnología y la innovación son clave para incrementar la productividad y, con ello, mejorar el crecimiento y bienestar económico (Crespi *et al.* 2011). Contar con empresas innovadoras favorece no solamente una mayor productividad de la economía en su conjunto, sino también la generación de empleo y “derrames” tecnológicos hacia los restantes agentes económicos, lo que incide notoriamente en el sendero de desarrollo adoptado por el país (Jaramillo, Lugones y Salazar, 2001). A partir de los trabajos de Griliches (1958), la relación entre productividad e innovación ha sido analizada por muchos investigadores, que han demostrado el papel central que tiene la I+D como motor del crecimiento de la productividad (Rouvinen, 2002; Cohen y Levinthal, 1989; Griffith *et al.* 2004, Griliches, 1995). Sin embargo, el mercado por sí mismo no es capaz de proveer niveles óptimos de innovación.

La literatura respecto de economía de la innovación reconoce la existencia de fallas de mercado, proporcionando diversos argumentos acerca de por qué es necesaria la implementación de programas públicos especializados. Según Aghion, David y Foray (2009), las fallas de mercado surgen a partir de cuatro razones principales: (i) incompleta apropiabilidad de los beneficios de la innovación; (ii) información asimétrica y riesgo moral, que limitan el acceso a fondos externos –cuestión exacerbada por la naturaleza intangible de los activos acumulados por medio de las inversiones en innovación–; (iii) incertidumbres tecnológicas y comerciales asociadas con la innovación de la empresa; y (iv) externalidades de red y fallas de coordinación, principalmente relacionadas con la difusión de tecnologías de uso general (ver Crespi *et al.* 2011, para una descripción detallada). Estas fallas de mercado llevan a que el sector privado no logre proveer la cantidad socialmente óptima de inversión en innovación, lo que abre lugar para la intervención estatal. En Uruguay buena parte de los programas abocados a resolver estas fallas de mercado son implementados por la ANII.

Respecto de la evidencia empírica, la misma abarca mayormente estudios para los países desarrollados que utilizan como variable principal la inversión en I+D. Zúñiga-Vicente *et al.* (2014) realizan una revisión extensiva de trabajos de este tipo y concluyen que la evidencia empírica de la efectividad de los subsidios públicos es mixta y, por tanto, no concluyente. Aunque prevalecen los resultados que respaldan la hipótesis de la adicionalidad, hay valiosas contribuciones en favor de la hipótesis de sustitución y otros que demuestran un efecto no significativo. Además de las diferencias metodológicas, el marco teórico de análisis, la población bajo estudio (por ejemplo, el país y el período

de la muestra, el tipo de empresas) y las características de los programas de apoyos pueden determinar si se observa adicionalidad o efecto de sustitución.

Para Latinoamérica la evidencia es más reducida, aunque es posible nombrar algunas referencias relevantes. Benavente *et al.* (2007) estudian el impacto de programas públicos de apoyo a la innovación en Chile y encuentran impactos significativos en la innovación de procesos y acceso al financiamiento, aunque no encuentran efectos significativos en la innovación en producto ni en la productividad. A su vez, encuentran efectos de *crowding-in* parcial. Crespi *et al.* (2011) evalúan los incentivos financieros a la I+D en Colombia por medio de COLCIENCIAS. Los autores encuentran que el apoyo público tiene un efecto significativo en el desempeño de la firma y la conducta innovadora de la firma medidas por la productividad y la introducción de nuevos productos al mercado, respectivamente. Finalmente, se destaca el trabajo de Hall y Maffioli (2008). Los autores resumen los resultados de evaluaciones de impacto de Fondos de Desarrollo Tecnológico, realizadas por el Banco Interamericano de Desarrollo con datos de Argentina, Brasil, Chile y Panamá. La evidencia encontrada por los autores muestra que no existe desplazamiento de gastos privados en innovación y desarrollo y por el contrario estos aumentan su intensidad, a su vez, estos fondos aumentan la propensión innovadora de los beneficiarios. Por otra parte, la evidencia es mixta respecto de medidas de desempeño: afectaría positivamente el tamaño de la firma pero no su productividad.

Para Uruguay, si bien son escasos los antecedentes de evaluaciones de impacto se pueden identificar dos estudios recientes. Aboal y Garda (2015) estiman el impacto del financiamiento público a la innovación entre 2004 y 2009 mediante Propensity Score Matching. Sus resultados indican que existe un efecto de adicionalidad del gasto privado en actividades de innovación y el gasto en I+D. Respecto del desempeño de la firma, muestran evidencia de efectos en las ventas de productos innovadores. Bukstein *et al.* (2015) realizan una evaluación de impacto solo para los programas implementados por ANII para el periodo 2007-2012, utilizando métodos no experimentales. El trabajo muestra que existe cierto efecto de 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 en el desempeño productivo, aunque con la salvedad de que gran parte de los proyectos aprobados tienen una fecha de finalización posterior al 2012.

3. MARCO INSTITUCIONAL: LA ANII Y SUS INSTRUMENTOS PARA LA PROMOCIÓN DE LA INNOVACIÓN

En la última década tanto la institucionalidad como la oferta de instrumentos del ecosistema innovador han variado notablemente. En cuanto a la institucionalidad, en el 2005 Uruguay inicia un proceso de reforma del sistema de innovación, mediante la creación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación

en dicho año, que inicia su funcionamiento en 2007, a la vez que se empiezan a destinar esfuerzos para la elaboración de una estrategia clara en materia de innovación para el país. Estos esfuerzos se concretarían con la elaboración del Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI) en 2010. En consonancia con los lineamientos estratégicos proporcionados por el Gabinete Ministerial para la Innovación¹, la ANII para cumplir con sus fines diseña e implementa un conjunto de instrumentos asociados a la promoción de la investigación, formación de recursos humanos calificados, apoyo al ecosistema emprendedor y apoyo a la innovación en el sector productivo².

En relación con la innovación, los instrumentos desplegados por la ANII han evolucionado en los últimos 10 años, con un período inicial de oferta clásica de subsidios horizontales, un segundo impulso donde se amplía la oferta hacia instrumentos verticales así como nichos no cubiertos, hasta la situación actual, donde los instrumentos fueron ajustados sobre la base de una óptica sistémica del proceso de innovación donde se apoya a las empresas a lo largo del camino de la innovación, ya sea por medio de subsidios como de créditos.

De este modo en los últimos años se dispone de un conjunto de líneas de apoyo a las empresas, diseñadas de manera secuencial, con la finalidad que las empresas incorporen las actividades de innovación como un elemento cotidiano y permanente de su gestión (herramientas para la innovación), que desarrollen, implementen y pongan en valor sus innovaciones (implementación de la innovación), y que puedan acceder a sus mercados de destino (potenciar la innovación). En “Herramientas para la Innovación” se financian proyectos que apuntan a mejorar la competitividad y apoyar a las empresas para que incrementen y fortalezcan sus capacidades internas para innovar (por ejemplo, la traída de un experto del exterior para asesorar a las empresas en la búsqueda de soluciones a problemas específicos o la contratación de recursos humanos altamente calificados en las empresas, entre otros). En la fase de “Implementación de la Innovación”, la Agencia apoya a las empresas para que implementen proyectos de innovación, ya sea en productos, procesos, organización o comercialización, y de esa manera puedan aumentar su productividad. Durante la fase de “Potenciar la Innovación” se busca apoyar a las empresas para que fortalezcan comercialmente sus proyectos de innovación que hayan resultado técnicamente exitosos. Mayor detalle de los instrumentos pueden encontrarse en el Anexo 1.

Los montos de financiamiento crecen de manera secuencial, de acuerdo con los objetivos de los instrumentos. Por ejemplo, el instrumento destinado a fortalecer las capacidades de innovación de las empresas financia propuestas con un promedio de USD 20.000, mientras que el instrumento enfocado en la

¹ Conformado por los Ministros de Educación y Cultura –que también dirige el Gabinete–; Economía y Finanzas; Industria, Minería y Energía; Agricultura, Ganadería y Pesca; y por el director de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

² Actualmente la institucionalidad pública del Sistema Nacional de Innovación se vio modificada con la creación del Sistema Nacional de Transformación Productiva y Competitividad en 2017 bajo la Ley 19.472.

introducción en el mercado del nuevo producto o proceso financia hasta USD 450.000.

La Figura 1 presenta la teoría de cambio de los instrumentos de promoción a la innovación de ANII. Desde su diseño los instrumentos apuntan a abordar diferentes restricciones que podrían obstaculizar las actividades de innovación de las empresas uruguayas.

En los instrumentos de promoción a la innovación, la Agencia busca abordar las diversas fallas de mercado presentadas en la sección 2 de este trabajo. Las principales fallas tienen directa relación con la falta de apropiabilidad de las inversiones en innovación y las asimetrías de información que afectan el acceso al mercado financiero, y es por esta razón que los instrumentos ANII actúan tanto por medio de subsidios como de créditos dependiendo de la naturaleza del proyecto y de la cercanía del mismo respecto del mercado. Si bien estos instrumentos pueden no ser suficientes, la evidencia sugiere que sí son necesarios. Un estudio del BID (2016) encuentra que la probabilidad de invertir en innovación por parte de las empresas uruguayas se encuentra negativamente correlacionada con la presencia de firmas imitadoras en el mercado, es decir, firmas que introducen innovaciones nuevas para la empresa, pero ya existentes en el mercado. Al mismo tiempo, un estudio econométrico reciente respecto de las barreras a la innovación que enfrentan las empresas uruguayas (Bukstein *et al.* 2017) indica una relación negativa y significativa entre la existencia de costos financieros y la probabilidad de que una firma innove.

También se cuenta con instrumentos destinados a la articulación entre la academia y empresa y la transferencia de conocimientos, así como fondos sectoriales implementados en conjunto con diversas instituciones del Sistema Nacional de Innovación. En estos se abordan principalmente las fallas de coordinación, fomentando el proceso de aprendizaje interactivo entre los beneficiarios.

Finalmente, es posible destacar que el mecanismo de financiamiento de la ANII a sus beneficiarios es mediante subsidios y créditos sobre la base de selección de proyectos que cumplen con ciertos criterios en relación con su novedad y mérito innovador. Esto difiere de otros instrumentos como los incentivos fiscales donde el proceso se basa en la autoselección de las firmas y la asignación de recursos es normalmente más automática y *a posteriori*. La selección directa de proyectos de innovación por parte de un agente público especializado tiene tres justificaciones. En primer lugar, el agente público actúa como un evaluador,

FIGURA 1
TEORÍA DE CAMBIO DE LOS PROGRAMAS DE FOMENTO
A LA INNOVACIÓN DE ANII



transmitiendo los conocimientos técnicos que los mercados financieros carecen o no están dispuestos a desarrollar. Este proceso podría contribuir a reducir la asimetría de información entre el sector financiero y la empresa innovadora y permitir llenar la brecha de conocimiento entre el prestatario y el prestamista. En segundo lugar, debido a que el agente público tiene la posibilidad y la autoridad de desempeñar un rol de supervisión disminuye el riesgo moral para la empresa. En tercer lugar, el agente público tiene como objetivo seleccionar aquellos proyectos que sean rentables para la empresa con los mejores rendimientos sociales. Bajo estos supuestos, la agencia selecciona proyectos que difícilmente hubieran sido financiados, ya sea por la alta incertidumbre tecnológica y comercial de los proyectos o por altas externalidades sociales. Por tanto, el beneficio de este proceso debería reflejarse en inversiones crecientes en I+D o en cambios en el comportamiento innovador que a su vez conducen a aumentos de productividad a nivel de empresa (que eventualmente generan externalidades y efectos de derrame en la economía en general).

4. ESTRATEGIA EMPÍRICA

4.1. Los impactos esperados de los programas de promoción a la innovación de ANII

Como se puede desprender de la teoría de cambio de los programas ANII, en primer lugar, se espera que las políticas de apoyo a la innovación generen un impacto positivo respecto de los esfuerzos que las empresas realizan en materia de I+D o en actividades de innovación. Este es el tradicional análisis *crowding-in / crowding-out* del gasto privado en innovación y la pregunta clave es si el acceso a fondos públicos genera un efecto de complementariedad o adicionalidad (*crowding-in*) en el gasto privado o si ese efecto es más bien de sustitución (*crowding-out*). De acuerdo con Hall y Maffioli (2008), la adicionalidad debe medirse neta de subsidio.

La llamada “adicionalidad de insumos” (la discusión acerca de adicionalidad o sustitución mencionada en el párrafo anterior) no es la única dimensión que debe ser abordada en una evaluación de políticas de apoyo a la innovación del sector privado. En primer lugar, no hay una dependencia lineal entre la inversión y los resultados de la innovación. En consecuencia, es preciso evaluar si las políticas de apoyo les permiten a las empresas ser más innovadoras, esto es, obtener innovaciones de productos, procesos organizacionales, etc., que no hubieran podido lograr (o que hubieran tardado más tiempo en hacerlo) sin el apoyo público. Es aquí donde surge, entonces, el interés por una segunda dimensión a explorar: el desempeño innovador de la firma beneficiaria. Las variables más utilizadas de acuerdo con la literatura específica para capturar el desempeño en innovación de las empresas son las ventas de nuevos productos, la introducción de innovaciones en productos o procesos y el grado de alcance de la innovación.

En tercer lugar, las actividades de innovación (AI) no son un fin en sí mismo, sino que adquieren relevancia por su calidad de medio para el desarrollo económico. Es preciso analizar, entonces, si las empresas que reciben apoyo público efectivamente tienen mejor desempeño que las no beneficiarias en términos de indicadores como productividad, empleo, rentabilidad, etcétera.

Se propone un modelo de tres etapas, en el que primeramente el financiamiento público debería tener un impacto respecto de los esfuerzos en realizar actividades de innovación, luego el incremento de las inversiones debería estimular la obtención de resultados en términos de innovaciones comercializables y finalmente estas innovaciones deberían generar impactos en el desempeño productivo de la firma.

En consecuencia, las tres hipótesis que se pretenden contrastar son: 1) el financiamiento público incrementa la inversión en actividades de innovación (se verifica la existencia de adicionalidad); 2) las firmas que reciben financiamiento ANII obtienen mayores resultados en sus actividades de innovación; y 3) las empresas financiadas obtienen mejores resultados en el desempeño económico que las no financiadas.

4.2. Estrategia de identificación

El objetivo de este trabajo consiste en estimar el efecto causal del apoyo de los instrumentos de la ANII en la conducta innovadora y el desempeño económico de las empresas. En cualquier evaluación de impacto, tanto la construcción del contrafactual como la elección del grupo de control y de la metodología a utilizar son fundamentales en la correcta identificación del impacto del programa y deben realizarse en función de las características del programa y de los datos disponibles, y este caso no es la excepción. En el caso de los instrumentos de apoyo a la innovación de ANII, se cuenta con información de todas las empresas postulantes al programa. Las empresas beneficiarias de los instrumentos

TABLA 1
HIPÓTESIS A TESTEAR Y VARIABLES DE RESULTADO DE LA EVALUACIÓN
DE IMPACTO DE LOS INSTRUMENTOS DE INNOVACIÓN EMPRESARIAL

Hipótesis a testear	VARIABLES DE RESULTADO DE LA EVALUACIÓN
1) Adicionalidad de insumos (<i>crowding in/crowding out</i>)	Propensión a invertir en AI Inversión en Actividades de Innovación Inversión neta de subsidios
2) Comportamiento innovador (Resultado de las Actividades de Innovación)	Innovadora Innovadora tecnológica Innovadora no tecnológica
3) Desempeño económico	Productividad Ingresos Empleo Propensión a exportar

ANII son utilizadas como grupo de tratamiento, mientras que las empresas que fueron rechazadas y no fueron beneficiarias de fondos públicos son utilizadas como grupo de control asumiendo *a priori* que tienen características similares a las postulantes que sí recibieron apoyo. La utilización de los individuos no seleccionados para la construcción del contrafactual es una práctica común en evaluación de impacto, ya que –entre otras ventajas– permite eliminar el efecto de diferencias no observables como la motivación, ya que ambos subgrupos expresaron su interés en participar al postular al programa (Ravallion, 2007).

El hecho de contar con información de las empresas postulantes, los instrumentos de la Agencia a lo largo del tiempo otorga la posibilidad de combinar distintas metodologías con el objetivo de eliminar el sesgo de selección y así estimar el efecto tratamiento de la intervención de manera correcta. En el presente estudio se pretende combinar dos metodologías para estimar el impacto de los instrumentos ANII: diferencias en diferencias y *propensity score matching* (PSM). La primera de estas metodologías consiste en calcular en una primera instancia la variación en la variable de resultado de interés entre el período pre y postratamiento para cada grupo, para luego calcular la diferencia entre el cambio observado entre los dos períodos en el grupo de tratamiento respecto del cambio observado entre ambos períodos en el grupo de control. Esta metodología permite controlar por heterogeneidad inobservable que es constante en el tiempo, así como a efectos macroeconómicos comunes a tratados y controles. La correcta identificación del efecto causal del programa bajo el método de diferencias en diferencias descansa en el supuesto de que no existen factores inobservables variables en el tiempo afectando de manera diferencial a ambos grupos. En la práctica, debido a que este supuesto no se puede testear directamente, en general se estudia la tendencia de las variables de resultado en el período previo al tratamiento, ya que si las tendencias observadas a lo largo de este período para ambos grupos son similares, es posible afirmar que el grupo utilizado como control es un correcto contrafactual³. Lamentablemente, en nuestro trabajo nos resulta imposible realizar dicha comparación debido a que, si bien contamos con varios años de período postratamiento, solo observamos un año anterior al mismo. Por este motivo y para controlar por el potencial incumplimiento de este supuesto, combinamos el método de diferencias en diferencias con el de PSM. Mediante esta metodología se utiliza un conjunto de variables observables para construir la probabilidad de acceder tal tratamiento. El supuesto fundamental en este caso es que una vez tenida en cuenta la probabilidad de participación (conocida como *propensity score*), tratados y controles son comparables en todas las dimensiones observadas. Al combinar diferencias en diferencias con PSM se supone que una vez tenidas en cuentas la probabilidad de participación, la evolución de las características inobservables de ambos grupos es similar y el impacto estimado es insesgado (Blundell y Costa Días, 2002). En nuestro caso se destaca el hecho de contar con información de la variable de resultado en

³ Por este motivo el supuesto de identificación en el método de diferencias en diferencias se conoce como “tendencias paralelas”.

el periodo pre tratamiento, lo que ayuda a reducir el sesgo en las estimaciones (Caliendo, 2008), así como problemas de endogeneidad. Varios trabajos señalan que la combinación de ambos métodos permite obtener mejores resultados que al utilizarlos por separado (Heckman, Ichimura y Todd, 1998; Dehejia y Wahba, 1999, 2002; Smith y Todd, 2005). En la práctica, el *propensity score* es utilizado para construir un grupo de empresas –tratados y controles– que sean similares en términos de probabilidad de participación en el programa. Dicho grupo es conocido como soporte común. Se eliminan del soporte común aquellas empresas tratadas con mayor probabilidad de participación que el máximo observado para los controles y aquellas firmas en el grupo de control con menor probabilidad que la mínima de las empresas tratadas.

En suma, nuestra estrategia para estimar sin sesgos el efecto causal del programa se basa en la combinación de ambas metodologías mencionadas junto con la utilización de las empresas rechazadas. Sin embargo, es factible destacar que la metodología elegida no está exenta de limitaciones. Si bien la combinación con PSM vuelve la estimación más robusta, el impacto estimado puede estar sesgado si el conjunto de variables utilizadas para construir el *propensity score* no es lo suficientemente rica en información o no logra eliminar totalmente el efecto de inobservables variables en el tiempo. A su vez, otra limitación radica en que si bien se cuenta con el panel de mayor extensión temporal para estudios de este tipo en Uruguay, la misma podría no ser suficiente para captar efectos de largo plazo en el desempeño económico de las empresas.

4.3. Metodología econométrica

Formalmente, el efecto tratamiento mediante el método de diferencias en diferencias suele calcularse mediante métodos de regresión. En este caso, suponiendo la situación más simple donde solamente existen dos períodos (pre y postratamiento), la regresión utilizada para medir el efecto del programa es la siguiente:

$$(1) \quad y_{it} = \alpha + \beta_1 T_i + \beta_2 t_t + \beta_3 T_i t_t + \varepsilon_{it}$$

donde y_{it} es la variable de resultado de la empresa i en el momento t ; T_i es una variable binaria que toma el valor 1 si la empresa se encuentra en el grupo de tratamiento y 0 en caso contrario; t_t es una variable binaria que tiene valor 0 en el período anterior al otorgamiento del beneficio y toma el valor 1 en el período posterior, y ε_{it} es un término de perturbación que en promedio es 0 y contiene elementos que pueden afectar y_{it} , pero no están captados en la regresión. Los elementos inobservados se suponen que no están correlacionados con T . El parámetro de interés, es decir, el que mide el impacto del programa es β_3 . Los parámetros β_1 y β_2 miden respectivamente las diferencias de base que existen en la variable de resultado entre tratados y no tratados y el cambio temporal entre los períodos de pre y postratamiento común a todos los individuos.

La regresión anterior puede plantearse también incluyendo variables adicionales que reflejen características de los individuos y que estén afectando la variable de resultado. Dichas variables se incluyen en la estimación de manera de tener en cuenta otros factores que pueden estar afectando la variable de resultado además de la participación en el instrumento. Al incluir dichas variables en la regresión, su efecto es controlado y el coeficiente asociado a la variable de impacto del programa queda “depurado” de los efectos de las demás variables, es decir, mide de una manera más acertada el efecto del programa.

La ecuación (1) con variables adicionales, en su conjunto denominadas por X_{it} , quedaría de la siguiente forma:

$$(2) \quad y_{it} = \alpha + \beta_1 T_i + \beta_2 t + \beta_3 T_i t + \beta_4 X_{it} + \varepsilon_{it}$$

La ecuación (1) puede generalizarse para el caso de múltiples períodos y plantearse como una regresión conocida como de *efectos fijos* de la siguiente forma:

$$(3) \quad y_{it} = \alpha_i + \mu_t + \beta_1 t T_i + \varepsilon_{it}$$

En este caso, el parámetro de interés que capta el impacto del programa es β_1 , el término α_i representa la heterogeneidad individual de los postulantes, es decir, las características propias de cada individuo que son fijas en el tiempo. Por su parte, μ_t es un efecto temporal común a todos los individuos que toma el valor 1 para cada año t que controla por cambios en el entorno macroeconómico que son comunes a tratados y controles.

La ecuación (3) provee una estimación del impacto promedio del programa en todo el período de tratamiento. Sin embargo, es posible obtener información relevante estudiando el efecto de la intervención a lo largo del tiempo. Para ello, siguiendo a Crespi, Maffioli y Meléndez (2011), introducidos una serie de variables binarias en la especificación que indican el año de entrada al tratamiento. La ecuación para medir el efecto de los programas a lo largo del tiempo queda definida por:

$$(4) \quad y_{it} = \alpha_i + \mu_t + \sum_{j=0}^k \beta_j D_{it}^j + \varepsilon_{it}$$

donde D_{it}^j es igual a 1 para el año j desde la entrada al tratamiento y 0 en caso contrario. Por ejemplo, D_{it}^{0j} equivale a 1 en el año de entrada al tratamiento y cero en caso contrario, D_{it}^{1j} es igual a 1 en el primer año siguiente a la entrada, etc. De acuerdo con lo planteado, se utilizará el método de diferencias en diferencias en tres variantes: con regresores adicionales, efectos fijos y controlando por año de entrada al tratamiento.

4.4. Base de datos y estadísticos descriptivos

La ANII viene desarrollando una estrategia de evaluación de los instrumentos de promoción a la innovación que consiste en aplicar a todas las empresas postulantes la Encuesta de Actividades de Innovación (EAI) cada tres años; momento que coincide con el relevamiento de dicha encuesta a nivel nacional.

La base de datos utilizada está conformada por 143 empresas a las que se le aplicó la EAI en tres olas (2007-2009, 2010-2012 y 2013-2015). De estas empresas, 83 recibieron financiamiento por medio de la ANII en algún momento entre el 2010 y 2015, y las restantes 60 postularon, pero no recibieron financiamiento. La cantidad total de observaciones válidas supera esta cifra, ya que para cada firma se dispone de información de las variables de resultado para varios años. Debido a que para las últimas dos encuestas los datos se anualizan, contamos en total con 7 años y 1.001 observaciones totales, 581 correspondientes al grupo de control y 420 al grupo de tratamiento.

La información consultada para realizar la evaluación proviene de dos fuentes. La primera, que ya ha sido mencionada, es la Encuesta de Actividades de Innovación (EAI). La encuesta se divide en dos partes: la primera recoge información acerca de las características generales de las empresas y, la segunda, respecto de sus actividades de innovación. A partir de esta fuente de información es que se obtienen las observaciones de las variables de impacto a medir y de la mayoría de sus determinantes. La segunda fuente de información consiste en una base de datos de empresas que se obtiene del Sistema de Gestión de Proyectos de la ANII. De esta fuente de información surgen las variables que indican la existencia de tratamiento para cada firma contenida en la muestra y el monto de subsidio para ser **neteado**, que constituyen la variable causal cuyo efecto en los impactos se desea medir. A su vez, esta información administrativa sirve para depurar los grupos de tratamiento y control, de manera de asegurar que ninguna empresa observada haya sido tratada en períodos previos a ser encuestada por la EAI.

Finalmente, las variables de control agregadas en las regresiones para la medición de impacto son: el número de profesionales, si la empresa tiene capital extranjero, otros apoyos públicos a la innovación, vínculos con el sistema nacional de innovación, región, variable indicadora del sector TIC.

La Tabla 2 presenta los principales estadísticos descriptivos de las variables utilizadas en la presente evaluación.

5. RESULTADOS

A continuación se presenta un resumen de los coeficientes resultantes de las regresiones del método de diferencias en diferencias aplicado al soporte común de empresas. El número de observaciones finales es de 924, ya que al aplicar el soporte común se pierden 10 empresas (70 observaciones) del grupo de control y 1 empresa (7 observaciones) del grupo de tratamiento. La estimación del

TABLA 2
ESTADÍSTICAS DESCRIPTIVAS

	Pretratamiento (2007-2009)						Postratamiento (2010-2015)					
	Controles			Tratamiento			Controles			Tratamiento		
	N	Media	SD	N	Media	SD	N	Media	SD	N	Media	SD
Adicionalidad de Insumos	83	0,855	0,354	60	0,916	0,278	498	0,6	0,492	360	0,717	0,451
	83	309267	1728239	60	279636	680771	498	54019	294120	360	120455	300889
	83	309267	1728239	60	279636	680771	498	54019	294120	360	108832	295794
Comportamiento Innovador	83	0,855	0,354	60	0,916	0,278	498	0,590	0,492	360	0,700	0,459
	83	0,723	0,451	60	0,883	0,323	498	0,482	0,500	360	0,617	0,487
	83	0,431	0,502	60	0,383	0,492	498	0,304	0,362	360	0,365	0,477
Desempeño económico	83	113109	268911	55	83389	146607	468	142676	394814	330	108181	196112
	83	6114341	27000000	55	6996774	22100000	468	9142641	38700000	330	7571298	19700000
	83	37	74	60	45	69	498	43	104	360	49	85
	83	0,349	0,479	60	0,466	0,503	498	0,323	0,468	360	0,464	0,499

	Pretratamiento (2007-2009)						Postratamiento (2010-2015)					
	Controles			Tratamiento			Controles			Tratamiento		
	N	Media	SD	N	Media	SD	N	Media	SD	N	Media	SD
Edad	83	12,277	14,411	60	18,700	20,526	498	15,765	14,451	360	22,183	20,469
Capital extranjero (porcentaje)	83	0,09	0,297	60	0,05	0,219	498	0,072	0,259	360	0,116	0,321
Otros apoyos (porcentaje)	83	0,168	0,376	60	0,266	0,446	498	0,096	0,295	360	0,233	0,423
Vínculos con el SNI (porcentaje)	83	0,554	0,501	60	0,9	0,303	498	0,361	0,481	360	0,466	0,499
Montevideo (porcentaje)	83	0,759	0,430	60	0,8	0,403	498	0,759	0,428	360	0,8	0,400
Sector TIC (porcentaje)	83	0,144	0,354	60	0,133	0,3428	498	0,144	0,352	360	0,133	0,340

Variables de control

propensity score para el cálculo del soporte común y los *test* de diagnóstico del emparejamiento se presentan en el Anexo 2.

5.1. Impacto en el esfuerzo en actividades de innovación: adicionalidad vs. desplazamiento

La Tabla 3 muestra los resultados para la adicionalidad de insumos. La primera fila en las primeras dos columnas muestra el valor estimado para el efecto tratamiento mientras que la tercera columna para cada variable muestra el efecto del programa a lo largo del tiempo. Respecto de la probabilidad de invertir en actividades de innovación se observa que las firmas tratadas tienen una probabilidad entre 22% y 24% mayor de invertir que las no tratadas. A su vez, se observa que el impacto es significativo para los períodos más cercanos a la implementación del tratamiento, diluyéndose luego del tercer año. Por su parte, los coeficientes positivos y estadísticamente significativos confirman nuestra primera hipótesis de existencia de adicionalidad en la inversión total y neta de subsidios en actividades de innovación respecto del financiamiento público. De esta forma, si se considera la inversión total en innovación, la evidencia sugiere que las empresas beneficiarias responden a los incentivos públicos incrementando sus inversiones entre 248% y 272% respecto de las no beneficiarias. La magnitud del efecto es un poco menor al considerar la inversión privada neta del financiamiento (lo que es lógico, porque se está restando parte del monto), para ello se observa que la ANII apalanca el financiamiento de la innovación entre 232% y 255%. Al igual que con la propensión a invertir, para los efectos en el monto invertido también se observa que el mismo resulta estadísticamente significativo hasta el tercer año.

5.2. Impacto en los resultados de la innovación

La evidencia presentada anteriormente sugiere que el programa de la ANII genera aumentos en la inversión en innovación por parte de las firmas beneficiarias. El próximo paso es testear si este aumento en la inversión en innovación es efectivo para producir innovaciones.

Las estimaciones de la Tabla 4 muestran que aquellas empresas que resultan financiadas por la ANII poseen entre 18% y 20% más de probabilidades de introducir exitosamente una innovación, lo que confirma la segunda hipótesis de nuestro trabajo. Al distinguir por tipo de innovación, se observa que el impacto se basa fundamentalmente en la introducción de productos o procesos al mercado (innovación tecnológica). En este caso, el impacto se encuentra entre 12% y 15%. Por su parte, no se encuentran efectos significativos robustos para la introducción de innovaciones no tecnológicas. Al igual que en el caso de la adicionalidad de insumos, los efectos temporales en los resultados de la innovación se concentran en los primeros tres años.

TABLA 3
ADICIONALIDAD DE INSUMOS

	Propensión a invertir en AI		Log Inversión AI		Log Inversión neta	
Efecto tratamiento	0,239*** (0,064)	0,217*** (0,063)	2,722*** (0,726)	2,483*** (0,722)	2,554*** (0,719)	2,325*** (0,717)
1er año		0,195** (0,081)			2,418*** (0,936)	2,215** (0,929)
2do año		0,267*** (0,085)			3,918*** (1,023)	3,667*** (1,016)
3er año		0,236*** (0,085)			2,400** (1,015)	2,186** (1,008)
4to año		0,048 (0,086)			0,581 (1,020)	0,585 (1,013)
5to año		0,015 (0,087)			0,036 (0,988)	0,019 (0,981)
Efectos Fijos	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ
Variables adicionales	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
Soporte común	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Observaciones	924	924	924	924	924	924

Notas: Errores estándar robustos entre paréntesis. *Significativa al 10%. **Significativa al 5%. ***Significativa al 1%.

TABLA 4
IMPACTO SOBRE EL COMPORTAMIENTO INNOVADOR DE LAS EMPRESAS

	Innovadora		Innovadora tecnológica		Innovadora no tecnológica	
Efecto tratamiento	0,197*** (0,065)	0,177*** (0,065)	0,147** (0,063)	0,124** (0,062)	0,128* (0,073)	0,114 (0,073)
1er año		0,172** (0,083)		0,208*** (0,079)		0,163* (0,093)
2do año		0,229*** (0,087)		0,254*** (0,083)		-0,155 (0,098)
3er año		0,203** (0,087)		0,182** (0,084)		-0,144 (0,098)
4to año		0,041 (0,088)		0,020 (0,085)		-0,044 (0,099)
5to año		0,014 (0,088)		-0,014 (0,085)		-0,019 (0,099)
Efectos Fijos	NO	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ
Variables adicionales	SÍ	NO	SÍ	NO	SÍ	NO
Soporte común	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Observaciones	924	924	924	924	924	924

Nota: Errores estándar robustos entre paréntesis. *Significativa al 10%. **Significativa al 5%. ***Significativa al 1%.

5.3. Impacto en el desempeño económico de la firma

Como se discutió previamente, la innovación no constituye un fin en sí misma. Por ello, resulta importante indagar cómo impacta el financiamiento ANII en el desempeño general de las firmas beneficiarias.

Los resultados indican que en las cuatro variables de resultado, los estimadores del tratamiento no resultan significativos para explicar efectos en el desempeño productivo (Tabla 5). En este caso, la tercera hipótesis planteada *a priori* no se verifica en los datos. A causa de estos resultados se pueden establecer dos preguntas relevantes: ¿por qué si el programa es exitoso en promover la innovación, no se registran impactos a nivel de resultado final de las firmas? Como se mencionó en la sección metodológica, lo que puede estar ocurriendo es que la extensión temporal de la base de datos no sea suficiente para observar efectos en estas variables. En este sentido, se debe mencionar que la evidencia en este punto es mixta. Por ejemplo, en el caso de Colciencias en Colombia se encontraron impactos en la productividad y el empleo trabajando con un panel de 12 años de duración (Crespi *et al.* 2011). Sin embargo, Álvarez *et al.* (2013) no encuentran efectos en las ventas y la productividad al utilizar datos para un período de 6 años utilizando datos de encuestas de innovación en Chile.

5.4. Chequeo de robustez

A continuación se presentan algunas pruebas para determinar la robustez de los resultados encontrados. En primer lugar se realiza una prueba de diferencia de medias para las variables de impacto en el período pretratamiento, de manera de asegurar que el grupo de tratamiento y su grupo de comparación no difieren en sus características previas al tratamiento (Tabla 6). La segunda prueba se relaciona con la verificación de los supuestos detrás del modelo de diferencias en diferencias. Puede ocurrir que las características inobservables de las firmas no sean constantes a lo largo del tiempo. En ese caso, para la identificación del efecto causal se debe correr un modelo de mínimos cuadrados utilizando la variable dependiente rezagada como control en la estimación. De acuerdo con Angrist y Pischke (2009), la estimación con variable dependiente rezagada indicaría una cota inferior del impacto, mientras que la de efectos fijos representa la cota superior. Las Tablas 7, 8 y 9 muestran los resultados para los tres grupos de variables analizadas, respectivamente, comparando la estimación con variable dependiente rezagada con la de efectos fijos. Los resultados indican que el impacto de baja significación sobre la probabilidad de introducir innovaciones no tecnológicas se diluye al agregar el rezago como variable explicativa. El resto de los coeficientes estimados que resultan significativos no muestran grandes diferencias al modificar el método de estimación. Finalmente, testeamos el impacto del programa en variables que teóricamente no deberían haber estado influidas por el mismo⁴. En caso de

⁴ Existen diversas formas de implementar esta prueba para el método de diferencias en diferencias. En caso de contar con múltiples períodos pretratamiento, un chequeo de

TABLA 5
IMPACTO SOBRE EL DESEMPEÑO EMPRESARIAL

	Ln productividad por trabajador	Ln ocupados	Ln ingresos	Propensión a exportar
Efecto tratamiento	-0,067 (0,137)	0,007 (0,070)	-0,312 (0,286)	0,006 (0,048)
1er año	-0,030 (0,135)	0,027 (0,070)	-0,411 (0,281)	0,006 (0,048)
2do año	-0,180 (0,173)	-0,141 (0,089)	0,422 (0,364)	0,106* (0,061)
3er año	-0,395 (0,482)	-0,131 (0,094)	0,045 (0,384)	0,024 (0,065)
4to año	-0,385 (0,382)	-0,053 (0,095)	-0,028 (0,385)	0,083 (0,065)
5to año	-0,348 (0,585)	-0,075 (0,096)	0,097 (0,389)	0,048 (0,065)
Efectos fijos	-0,454 (0,685)	-0,038 (0,096)	0,134 (0,391)	0,063 (0,066)
Variables adicionales	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Soporte común	NO	NO	NO	NO
Observaciones	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
	924	924	924	924

Nota: Desvío estándar entre paréntesis *Significativa al 10%. **Significativa al 5%. ***Significativa al 1%.

TABLA 6
TEST DE DIFERENCIA DE MEDIAS DE LAS CARACTERÍSTICAS PREVIAS
AL TRATAMIENTO EN EL SOPORTE COMÚN

Variables	Controles	Mean	Tratados	Mean	Mean Diff
Propensión a invertir en AI	74	0,91	58	0,93	-0,03
Inversión AI	74	344317	58	206173	138144,29
Inversión neta	74	344317	58	206173	138144,29
Innova	74	0,91	58	0,93	-0,03
Innovadora tecnológica	74	0,76	58	0,90	-0,14
Innova no tecnológica	74	0,47	58	0,40	0,08
Productividad	74	93341	58	77534	15806,24
Ingresos	74	6060300	58	5513495	546804,43
Número de ocupados	74	35,97	58	39,12	-3,15
Propensión a exportar	74	0,36	58	0,47	-0,10

Nota: * Significativa al 10%. **Significativa al 5%. ***Significativa al 1%.

TABLA 7
ESTIMACIÓN CON VARIABLE DEPENDIENTE REZAGADA:
ADICIONALIDAD DE INSUMOS

	Propensión a invertir en AI		Log Inversión AI		Log Inversión Neta	
Efecto tratamiento	0,207*** (0,074)	0,217*** (0,063)	2,382*** (0,816)	2,483*** (0,722)	2,209*** (0,811)	2,325*** (0,717)
Estimación	Variable dependiente rezagada	Efectos fijos	Variable dependiente rezagada	Efectos fijos	Variable dependiente rezagada	Efectos fijos
Observaciones	924	924	924	924	924	924

Nota: Desvío estándar entre paréntesis *Significativa al 10%. **Significativa al 5%. ***Significativa al 1%.

encontrar un impacto estadísticamente significativo en estas variables entonces debería desconfiar de los resultados encontrados en las variables de interés, ya que seguramente lo que esté detrás de estos efectos sea el sesgo de selección. Las variables utilizadas para esta prueba son la probabilidad de que la empresa pertenezca a un grupo económico, la probabilidad de que la empresa haya

robustez posible consiste en considerar que el tratamiento comenzó uno o dos períodos antes de lo que realmente lo hizo. Si el modelo estimado está midiendo correctamente el efecto del programa, no se debería encontrar ningún efecto, ya que supuestamente todavía no se había aplicado ningún tratamiento. Sin embargo, en nuestro caso no podemos aplicar dicha prueba debido a que solamente contamos con un año previo al tratamiento.

TABLA 8
ESTIMACIÓN CON VARIABLE DEPENDIENTE REZAGADA: IMPACTO SOBRE
EL COMPORTAMIENTO INNOVADOR DE LAS EMPRESAS

	Innovadora		Innovadora tecnológica		Innovadora no tecnológica	
Efecto tratamiento	0,170** (0,076)	0,177*** (0,065)	0,115* (0,067)	0,124** (0,062)	0,112 (0,086)	0,114 (0,073)
Estimación	Variable depen- diente rezagada	Efectos fijos	Variable depen- diente rezagada	Efectos fijos	Variable depen- diente rezagada	Efectos fijos
Observaciones	924	924	924	924	924	924

Nota: Desvío estándar entre paréntesis *Significativa al 10%. **Significativa al 5%. ***Significativa al 1%.

TABLA 9
ESTIMACIÓN CON VARIABLE DEPENDIENTE REZAGADA: IMPACTO SOBRE
EL DESEMPEÑO EMPRESARIAL

	Ln productividad por trabajador		Ln ocupados		Ln ingresos		Propensión a exportar	
Efecto tratamiento	-0,063 (0,175)	-0,030 (0,135)	-0,011 (0,106)	0,027 (0,070)	-0,576 (0,350)	-0,411 (0,281)	0,001 (0,062)	0,006 (0,048)
Estimación	Variable dep, rezaga- da	Efectos fijos	Variable dep, rezaga- da	Efectos fijos	Variable dep, rezaga- da	Efectos fijos	Variable dep, rezaga- da	Efectos fijos
Observaciones	924	924	924	924	924	924	924	924

Nota: * Significativa al 10%. **Significativa al 5%. ***Significativa al 1%. Desvíos estándar entre paréntesis.

introducido medios de comunicación permanentes en los acontecimientos de la empresa y la probabilidad de implementación de mecanismos sistemáticos para obtener la opinión de los empleados. Los resultados se presentan en la Tabla 10. Como se puede apreciar, ninguna especificación encuentra efectos estadísticamente significativos, lo que arroja evidencia acerca de la robustez de los resultados estimados en la sección anterior.

6. CONCLUSIONES

Tanto para nutrir el actual debate respecto del rol del Estado en materia de fomento productivo como para contribuir a una cultura de evaluaciones de impacto en Latinoamérica, este trabajo aporta evidencia respecto de los efectos

TABLA 10
TEST DE ROBUSTEZ DE LOS MODELOS

	Empresa pertenece a grupo económico			Cambios en comunicación interna de acontecimientos de la empresa			Implementación de mecanismos sistemáticos para obtener la opinión de los empleados.		
Efecto tratamiento	-0,028 (0,037)	-0,019 (0,038)		0,046 (0,065)	0,048 (0,063)		-0,090 (0,066)	-0,091 (0,066)	
1er año			0,100 (0,087)				-0,041 (0,081)		0,101 (0,083)
2do año			0,148 (0,078)				-0,057 (0,085)		0,059 (0,088)
3er año			0,126 (0,090)				-0,106 (0,085)		0,117 (0,088)
4to año			0,053 (0,051)				-0,049 (0,086)		0,073 (0,089)
5to año			0,010 (0,051)				-0,035 (0,086)		0,047 (0,089)
Efectos Fijos	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ	NO	SÍ	SÍ
Variables adicionales	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO	SÍ	NO	NO
Soporte Común	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ
Observaciones	924	924	924	924	924	924	924	924	924

Nota: * Significativa al 10%. **Significativa al 5%. ***Significativa al 1%. Desvíos estándar entre paréntesis.

de la participación de firmas en los instrumentos de fomento a la innovación llevados a cabo por la ANII.

Los resultados obtenidos indican que los instrumentos de la ANII dirigidos a promover la innovación tienen impactos significativos y positivos para apalancar la inversión en actividades de innovación (total y neta de subsidio) e inducir a las empresas beneficiarias a una actitud proactiva hacia la innovación (resultados de desempeño innovador). A su vez, los impactos encontrados se concentran en los primeros tres años a partir de recibido el proyecto. Sin embargo, no se encuentran efectos a nivel de variables de desempeño económico empresarial. El análisis de estos resultados conjuntamente permite inferir que los efectos de los subsidios otorgados por la ANII tienen una vida útil acotada al período en el que las firmas reciben el financiamiento. Esta situación conlleva algunos desafíos para el diseño de los nuevos programas de innovación.

Finalmente, esta evaluación de impacto deja algunas líneas de trabajo para desarrollar a futuro. Sería interesante poder diferenciar los efectos de los distintos tipos de instrumentos y determinar qué factores pueden estar asociados con su mayor o menor éxito. También el hecho de que las evaluaciones capten el impacto promedio de los instrumentos, cuando podría esperarse que dicho impacto fuera heterogéneo entre diferentes grupos de empresas, constituye un importante desafío. Con la acumulación de casos en los paneles de empresas se podrá avanzar en esta dirección.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Aboal, D. and Garda, P. (2015). "Does public financial support stimulate innovation and productivity? An impact evaluation". *CEPAL Review*, Vol. 115; 42-62.
- Aghion, P. and Howitt, P. (1992). "A Model of Growth through Creative Destruction". *Econometrica*, Vol. 60 (2); 323-51.
- Aghion, P., David, P. and Foray, D. (2009). "Science, Technology and Innovation for Economic Growth: Linking Policy Research and Practice in STIG Systems". *Research Policy*, Vol. 38 (4); 681-693.
- Angrist, J. and Pischke, J. (2008). "Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion". Princeton University Press.
- Álvarez, R., Bravo, C. and Zahler, A. (2013). "Impact Evaluation of Innovation Programs in the Chilean Services Sector", *CINVE Working Paper*. No. 2013.
- Benavente, J., Crespi, G. and y Maffioli, A. (2007). "Public Support to Firm Innovation: The Chilean FONTEC Experience". Working Paper: OVE/WP-05/07. Washington D.C.: Oficina de Evaluación y Supervisión, Banco Interamericano de Desarrollo.
- Blundell, R. and Dias, M. (2002). "Alternative approaches to evaluation in empirical microeconomics". *Portuguese Economic Journal*, Vol. 1(2); 91-115.
- Bukstein, D., Hernández, E. and Usher, X. (2015). "Impacto de los instrumentos de promoción de la innovación empresarial". Documento para discusión N° IDB-DP-431. Washington D. C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bukstein, D., Hernández, E. and Usher, X. (2017). "Assessing the impacts of market failures on innovation investment in lac: the case of Uruguay". Próximo a publicarse.
- Caliendo, M. and Kopeinig, S. (2008). "Some practical guidance for the implementation of propensity score matching". *Journal of Economic Surveys*, Vol. 22(1); 31-72.
- Cohen, W., y Levinthal, D. (1989). "Innovation and Learning: Two Faces of R&D". *Economic Journal*, Vol. 99(397); 569-596.
- Crespi, G. and Dutrénit, G. (2014) "Science, Technology and Innovation Policies for Development: The Latin American Experience". Springer International Publishing.
- Crespi, G., Maffioli, A. and Meléndez Arjona, M. (2011). Public Support to Innovation: The Colombian COLCIENCIAS' Experience. Inter-American Development Bank.
- Crespi, G., Solís, G., y Tacsir, E. (2011). Evaluación del Impacto de Corto Plazo de SENACYT en la Innovación de las Empresas Panameñas. Notas técnicas IDB-TN-263, Washington D. C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Dehejia, R. and Wahba, S. (1999). "Causal effects in nonexperimental studies: Reevaluating the evaluation of training programs". *Journal of the American Statistical Association*, Vol. 94(448); 1053-1062.
- Dehejia, R. and Wahba, S. (2002). "Propensity score-matching methods for nonexperimental causal studies". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 84(1); 151-161.

- Griffith, R., Redding, S. and Van Reenen, J. (2004). "Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries". *Review of Economics and Statistics*, Vol. 86 (4); 883-895.
- Griliches, Z. (1958). "Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations". *Journal of Political Economy*, Vol. 66 (5); 419-431.
- Griliches, Z. (1995). "R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues". *En Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Basil Blackwell, Oxford.
- Hall, B. and Maffioli, A. (2008). "Evaluating the Impact of Technology Development Funds in Emerging Economies. Evidence from Latin America". *The European Journal of Development Research*. Vol. 20(2); 172-198.
- Heckman, J., Ichimura, H., Smith, J. and Todd, P. (1998). "Characterizing selection bias using experimental data". *Econometrica*, Vol. 66(5); 1017-1098.
- Jaramillo, H., Lugones, G., y Salazar, M. (2000). Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe, Manual de Bogotá. (OEA/ RICYT/ COLCIENCIAS/ CYTED/ OCT); Bogotá, Colombia.
- Ravallion, M. (2007). "Evaluating anti-poverty programs". *En Handbook of Development Economics*, Elsevier, pp. 3787-3846.
- Rivera-Batiz, L. and Romer, P. (1991). "International Trade with Endogenous Technological Change". *European Economic Review*, Vol. 35 (4); 971-1001.
- Romer, P. (1990). "Endogenous Technological Change". *Journal of Political Economy*, Vol. 98 (5); 71-102.
- Rouvinen, P. (2002). R&D-Productivity Dynamics: Causality, Lags and "Dry Holes". *Journal of Applied Economics*, Vol. 5; 123-156.
- Smith, J. and Todd, P. (2005). "Does matching overcome LaLonde's critique of nonexperimental estimators?" *Journal of Econometrics*, Vol. 125(1); 305-353.
- Zúñiga-Vicente, J., Alonso-Borrego, C., Forcadell, F. & Galán-Zazo, J. (2014). "Assessing the Effect of Public Subsidies on Firm R&D Investment: A Survey". *Journal of Economic Surveys*, Vol. 28(1); 36-67.

ANEXO 1
AMPLIACIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE LOS INSTRUMENTOS ANII EVALUADOS

Herramientas para la innovación (HPI)	Finalidad	Objetivo	Subsidio máximo	%Subsidio máximo	Plazo ejecución (en meses)
	Apoyar a las empresas para que incrementen y fortalezcan sus capacidades internas para innovar, y de esa forma que den mejor preparadas para diseñar e implementar sus proyectos de innovación. Tipos de proyectos:	Empresas de derecho privado de todos los tamaños, radicadas en el país, con la exclusión de aquellas que poseen de forma permanente fondos de presupuestos nacionales, fondos públicos o impuestos directos así como aquellas instaladas en zonas francas, puerto libre, aeropuerto libre, puerto franco, depósitos aduaneros, tránsito, zonas económicas especiales, zonas temáticas de servicios o similares. Dentro de los beneficiarios de estos instrumentos se incluye a las cooperativas productoras de bienes y servicios cuya producción tiene como destino el mercado.	USD 14.000	70	12
	Gestión de la innovación		USD 10.000	70	6
	Circulación de Talentos		\$ 640.000	70	12
	Contratación de expertos internacionales		\$ 640.000	70	6
	Validación de ideas tecnológicas Recursos Humanos Altamente Calificados				24

a) Se financiará la contratación de profesionales por un plazo máximo de 24 meses y hasta el 65% del costo mensual de un máximo de 3 recursos humanos, por una dedicación de hasta 40 horas semanales.
b) Profesionales que hayan completado sus estudios de posgrado en el exterior, y que no hayan retornado al país o lo hayan realizado en un plazo no mayor a 12 meses, el porcentaje de financiamiento será de 80% del costo mensual por una dedicación de hasta 40 horas semanales.

Finalidad	Población objetivo	Subsidio máximo	% Subsidio máximo	Plazo ejecución (en meses)
Implementación de la innovación (IDI)	Apoyar a las empresas para que implementen proyectos de innovación, ya sea en productos (bienes y servicios), en procesos, en organización o en comercialización, y de esa manera puedan aumentar su productividad y su competitividad. Este instrumento incluye los antiguos: Prototipos de Potencial Innovador (PPI) y Amplia Cobertura Pequeños (ACP)	\$ 3.840.000	70	24
Potenciar la Innovación (PLI)	Apoyar a las empresas para que desarrollen y fortalezcan sus proyectos de innovación que hayan resultado técnicamente exitosos, incluyendo la realización de pruebas piloto, la protección intelectual y la profundización de sus vinculaciones con los mercados de destino. Este instrumento incluye los antiguos: Amplia Cobertura Mayores (ACM) e Innovación Tecnológica de Alto Impacto (IAI).	\$ 12.800.000	50	36
Certificación y Nuevos Mercados de Exportación (CME)	Apoyar proyectos de certificación que demuestren que tienen impacto directo sobre la apertura de nuevos mercados de exportación, o para el mantenimiento de mercados de relevancia para la empresa.	\$ 2.240.000	70	24
Fondo Orestes Fiandra (FOF)	Otorgar préstamos para la implementación de planes de crecimiento de empresas innovadoras o intensivas en conocimiento	US\$ 1.000.000 (préstamo)	NA	NA

Empresas privadas radicadas en el país, de perfil innovador o intensivo en conocimiento, cuyo desarrollo empresarial y perspectivas resulten favorables para un proceso de expansión apalancado por el acceso a capital. Las empresas deberán encontrarse en una etapa de desarrollo adecuada para ser apoyadas en forma integral y muestren un liderazgo acorde.

ANEXO 2
ANÁLISIS DEL SOPORTE COMÚN

En primer lugar se analizan las variables que influyen en la probabilidad de recibir financiamiento ANII. La Tabla A2.1 muestra los efectos marginales de la estimación *probit*.

TABLA A2.1
ESTIMACIÓN DEL MODELO DE REGRESIÓN PARA EL *PROPENSITY SCORE*

Log inversión neta 2009	0,059** (0,028)
Log ocupados 2009	0,011 (0,123)
Log ingresos 2009	-0,027 (0,051)
Edad	0,013* (0,008)
Montevideo	0,126 (0,272)
TIC	-0,084 (0,327)
Capital extranjero	-0,686 (0,463)
Vinculación SIN	0,315 (0,749)
Observaciones	143

Nota: Desvíos estándares se muestran entre paréntesis. * Significativa al 10%. **Significativa al 5%. ***Significativa al 1%.

Acorde a la metodología expuesta, posteriormente se restringe la muestra al soporte común. La Figura A2.1 que se presenta a continuación muestra una estimación no paramétrica del *propensity score* para ambos grupos de firmas. Las distribuciones son similares para ambos grupos.

Finalmente se ha de comprobar si el procedimiento de emparejamiento es capaz de equilibrar la distribución de las variables relevantes en el grupo de control y tratamiento. Las Tablas A2.2 muestran que el método de emparejamiento ha permitido eliminar las diferencias de base existentes entre las empresas del grupo de tratamiento y las del grupo control para las variables utilizadas.

FIGURA A2.1
ESTIMACIÓN NO PARAMÉTRICA DE LA DISTRIBUCIÓN DEL *PROPENSITY SCORE*
PARA EMPRESAS TRATADAS Y NO TRATADAS

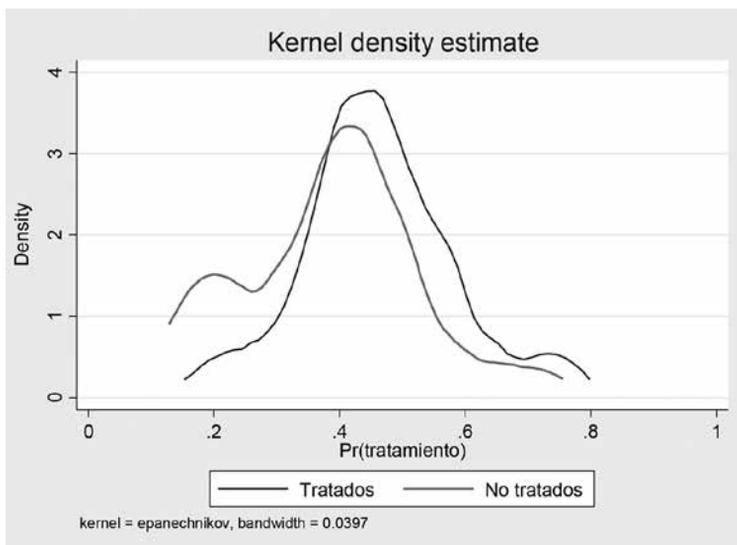


TABLA A2.2
TEST DE BALANCE Y SESGO DE BALANCE PARA EL *PROPENSITY SCORE*

Variable	Unmatched Matched	Mean		%reduct		t-test	
		Treated	Control	%bias	bias	t	p> t
Edad	U	22517	16238	35,30		2,11	0,04
	M	20931	17864	17,30	51,20	1,02	0,31
Montevideo	U	0,80	0,76	8,20		0,47	0,64
	M	0,79	0,73	15,80	-93,00	0,82	0,42
TIC	U	0,14	0,15	-4,10		-0,24	0,81
	M	0,14	0,09	13,80	-237,70	0,81	0,42
Vinculación SNI	U	0,98	0,95	18,30		1,03	0,30
	M	0,98	0,98	0,30	98,10	0,02	0,98
Capital extranjero	U	0,05	0,10	-18,60		-1,06	0,29
	M	0,03	0,02	6,30	66,20	0,55	0,58
Log inversión neta 2009	U	10349	89606	37,90		2,18	0,03
	M	10263	9925	9,20	75,70	0,63	0,53
Log ocupados 2009	U	29703	27477	17,00		0,99	0,32
	M	29179	27592	12,10	28,70	0,70	0,49
Log ingresos 2009	U	13437	13188	11,50		0,67	0,50
	M	13359	12943	19,10	-66,70	1,14	0,26

Sample	PsR2	LR chi2	p>chi2	MeanBias	MedBias	B	R	%Var
Unmatched	0.063	11.98	0.152	17.7	17.7	60.6*	0.68	25
Matched	0.024	3.87	0.869	11.3	13.0	36.7*	1.17	25

