

Impactos de los instrumentos de promoción de la innovación empresarial

La experiencia de la ANII en Uruguay

Daniel Bukstein
Elisa Hernández
Ximena Usher

**Instituciones para el
Desarrollo**

**División de Competitividad
e Innovación**

**DOCUMENTO PARA
DISCUSIÓN N°
IDB-DP-431**

Impactos de los instrumentos de promoción de la innovación empresarial

La experiencia de la ANII en Uruguay

Daniel Bukstein
Elisa Hernández
Ximena Usher

Enero de 2016

<http://www.iadb.org>

Copyright © 2016 Banco Interamericano de Desarrollo. Esta obra se encuentra sujeta a una licencia Creative Commons IGO 3.0 Reconocimiento-NoComercial-SinObrasDerivadas (CC-IGO 3.0 BY-NC-ND) (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/igo/legalcode>) y puede ser reproducida para cualquier uso no-comercial otorgando el reconocimiento respectivo al BID. No se permiten obras derivadas.

Cualquier disputa relacionada con el uso de las obras del BID que no pueda resolverse amistosamente se someterá a arbitraje de conformidad con las reglas de la CNUDMI (UNCITRAL). El uso del nombre del BID para cualquier fin distinto al reconocimiento respectivo y el uso del logotipo del BID, no están autorizados por esta licencia CC-IGO y requieren de un acuerdo de licencia adicional.

Note que el enlace URL incluye términos y condiciones adicionales de esta licencia.

Las opiniones expresadas en esta publicación son de los autores y no necesariamente reflejan el punto de vista del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representa.



Contacto: Gustavo Crespi, gccrespi@iadb.org.

Resumen^{*}

Esta investigación tiene como objetivo evaluar los impactos de los instrumentos de promoción de la innovación empresarial implementados por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII). Si bien la ANII implementa múltiples instrumentos, este trabajo se enfoca en aquellos que proveen incentivos financieros a las empresas de manera individual para apoyar la innovación y la mejora de su competitividad. Una característica a destacar de la presente investigación es la construcción de un panel con empresas postulantes a la ANII (beneficiarias y no beneficiarias) a las cuales se aplicó la Encuesta de Actividades de Innovación, en los períodos 2007-2009 y 2010-2012, de modo de seguir el desempeño innovador y económico de las mismas a lo largo del tiempo. Dado el horizonte temporal disponible para la evaluación, los impactos encontrados se han centrado en el corto plazo. Los resultados muestran que los instrumentos de la ANII han sido efectivos en incrementar las inversiones en investigación y desarrollo (I+D) y las actividades de innovación de las empresas beneficiarias. Además, la participación en el programa de la ANII es significativa para mejorar el desempeño innovador de estas firmas, en cuanto a la introducción de nuevos productos al mercado.

Clasificaciones JEL: C21, D22, L25, O12, O54

Palabras clave: innovación empresarial; evaluación de impacto; instrumentos públicos.

^{*} Daniel Bukstein es Experto de la Unidad de Evaluación y Monitoreo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (dbukstein@anii.org.uy); Elisa Hernández es Experta de la Unidad de Evaluación y Monitoreo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (hernandez@anii.org.uy); Ximena Usher es Responsable de la Unidad de Evaluación y Monitoreo de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (xusher@anii.org.uy).

INTRODUCCIÓN

Desde el año 2008 la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) ha diseñado y puesto en operación 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).¹

El presente informe se centra en la evaluación de impacto de un **conjunto de estos instrumentos**, los cuales se presentan a continuación agrupados según su finalidad:²

1. **Apoyar a la innovación empresarial:** Proyectos de Innovación de Amplia Cobertura (Pequeños y Mayores), Proyectos de Innovación de Alto Impacto, Proyectos de Apoyo a Prototipos de Potencial Innovador, y Fondo Sectorial Innovagro.
2. **Mejorar de competitividad (mejoras de gestión, certificación):** Proyectos de Certificación y nuevos Mercados de Exportación, Expertos en el Exterior y Recursos Humanos Calificados.

El objetivo es reportar una medida cuantitativa del impacto de estos instrumentos considerados globalmente (en adelante, programa ANII), en tres variables de las empresas: utilización de recursos propios para la innovación, resultados de las actividades de innovación y desempeño económico.

Las preguntas que guiarán el trabajo son las siguientes: el financiamiento a las actividades de innovación ¿alienta o desplaza la inversión privada? ¿Cuál es el impacto que tiene el financiamiento de la ANII en el desempeño innovador de las empresas beneficiarias? ¿Cómo impacta ser beneficiaria de la ANII en el desempeño productivo de las mismas?

Cabe destacar que esta es la primera evaluación de impacto realizada en el marco de una estrategia global de evaluación de instrumentos orientados al sector productivo. La misma ha sido posible a partir de la construcción de un panel de empresas postulantes a la ANII (beneficiarias y no beneficiarias), al cual se aplicó la Encuesta de Actividades de Innovación, en los períodos 2007-2009 y 2010-2012, de modo de seguir el desempeño innovador y económico de las mismas a lo largo del tiempo.

El documento está organizado de la siguiente forma: la primera sección plantea el marco conceptual del trabajo. En particular se discuten los diversos aspectos teóricos que

¹ Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (PENCTI), 2010, Decreto del Poder Ejecutivo de fecha 25 de febrero de 2010.

² Por no contar con suficiente cantidad de casos para los requerimientos de la metodología aplicada, la evaluación no considera los siguientes instrumentos: Jóvenes Emprendedores, Orestes Fiandra, Fondos Sectoriales con excepción de Innovagro, Mejoras de Gestión y Certificación, ni aquellos orientados a la articulación con el Sistema Nacional de Innovación.

justifican la participación activa del Estado en la promoción y financiamiento de actividades de ciencia, tecnología e innovación (CTI). La segunda sección describe las principales líneas de acción de la ANII en materia de innovación. La tercera y la cuarta secciones presentan la metodología de evaluación y los principales resultados, respectivamente. Finalmente, la última sección propone las principales conclusiones surgidas a partir del estudio.

1. MARCO CONCEPTUAL: LA RACIONALIDAD DE LOS PROGRAMAS DE INNOVACIÓN

Justificación de la intervención pública en actividades privadas de innovación³

Los esfuerzos públicos por promover actividades de innovación encuentran su justificación en la teoría tradicional de *fallas de mercado*. 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 a través 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.

El problema de la ***incompleta apropiabilidad*** de los beneficios derivados de las actividades de innovación es tal vez una de las justificaciones más citadas de por qué el nivel de inversiones privadas en dichas actividades puede no alcanzar el óptimo social. La falta de apropiabilidad total o parcial deriva del carácter de bien público del conocimiento (no rival y parcialmente excluible), lo que genera un desincentivo a invertir por parte de los agentes privados. Un bien es no rival cuando no existen restricciones físicas en su uso y por lo tanto varias empresas pueden utilizarlo simultáneamente. Por su parte, la exclusividad parcial refiere al hecho de que muchas veces no es posible cobrar por ciertos bienes aun cuando estos sean valorados por la sociedad. El problema que generan estas características del conocimiento es el fenómeno de “*free rider*” en el cual las empresas esperan que otras inviertan para poder beneficiarse de los resultados sin haber incurrido en

³ Esta sección se basa en el trabajo realizado por Crespi, Solis y Tacsir (2011).

costo alguno; de esta manera capturan para sí parte del mercado que le correspondería a la firma innovadora, lo cual provoca un desincentivo a innovar.

Las **asimetrías de información** se producen cuando las partes involucradas en una transacción no tienen acceso a la misma información para la toma de decisiones, lo que da origen a problemas de selección adversa y riesgo moral. Esto afecta particularmente a las inversiones en innovación donde la misma novedad del objeto de estudio hace que sea difícil valorar ex ante sus impactos. El resultado es que la transacción no se lleva a cabo o se hace en condiciones subóptimas.

En el caso de la inversión en innovación tecnológica es probable que esto se materialice en forma particularmente grave en el mercado financiero, donde existe una brecha de información importante entre lo que el innovador sabe y espera de su proyecto de innovación y lo que el oficial del crédito de un banco conoce. La diferencia puede ser tan grande que no exista precio (tasa de interés) que compense al banco por el riesgo esperado de esta inversión. La solución tradicional a este problema es la exigencia de mayores garantías y avales, que puede exacerbar aún más el problema dada la naturaleza intangible del conocimiento.

La **alta incertidumbre** es una de las principales características de los proyectos de innovación en el sentido de que es muy difícil predecir ex ante el nivel de éxito en el esfuerzo realizado. Sin embargo, el grado de incertidumbre no es el mismo para cualquier tipo de proyecto, sino que probablemente sea mayor en el caso de proyectos con una orientación más básica. Este tipo de proyectos tienen un mayor período de gestación que los de investigación aplicada y, casi por definición, no se sabe si se alcanzará un resultado que tenga potencial de desarrollo comercial. Obviamente esta incertidumbre desincentiva cualquier esfuerzo privado de financiamiento.

Finalmente, los **problemas de coordinación** se originan en la incapacidad de los agentes privados para combinar sus planes de inversión de forma tal de crear externalidades positivas mutuas y por ende, incrementar tanto la rentabilidad privada como la social de sus respectivas innovaciones. La creación de grupos de investigación o consorcios –incluyendo empresas, usuarios y proveedores de tecnología– permite, por ejemplo, internalizar algunas externalidades de los resultados de investigación, reduciendo así la duplicación potencial de la inversión en el desarrollo de conocimiento con una aplicación comercial directa baja. En este sentido, la intervención pública es usualmente requerida para reducir los costos de transacción que pueden obstaculizar la formación de estos grupos y para regular sus actividades en pos de alcanzar el balance deseado entre cooperación y competencia.

Estos argumentos, entre otros, pueden justificar la adopción de diferentes tipos de políticas de ciencia, tecnología e innovación que apuntan a resolver las mencionadas fallas

de mercado. Claramente, para poner en marcha políticas se requiere de fondos, que suelen ser escasos en la región de América Latina y el Caribe. En la medida en que se ponen en juego recursos públicos para financiar, se hace necesario analizar su efectividad, evaluando el resultado concreto de las políticas implementadas.

Tanto los países desarrollados como en desarrollo han estado experimentando con diferentes enfoques e instrumentos que apuntan a corregir las fallas de mercado que inhiben la innovación. Dentro de este conjunto de instrumentos, y bajo la influencia teórica de los modelos de crecimiento económico endógeno, los subsidios a la innovación se han constituido en una de las herramientas más importantes de las políticas de CTI.

Siguiendo a Toivanen (2009), una característica importante de los subsidios a la innovación es que se trata de un instrumento de política que en la práctica requiere procesos decisorios activos por parte de la autoridad de aplicación. Es decir, una vez que se ha recibido una propuesta, la agencia administradora tiene que tomar una decisión acerca de aceptar o rechazar la aplicación y sobre el monto del subsidio a entregar. Esto difiere de otros instrumentos como los incentivos fiscales donde el proceso se basa en la autoselección de las empresas, y la asignación de recursos es normalmente más automática y se realiza a posteriori.

Es precisamente esta característica “activa” de los subsidios como instrumento de política lo que genera no solo un gran potencial para poder identificar y generar externalidades, sino también grandes riesgos dado que el set de información para la toma de decisiones de las agencias públicas no necesariamente es mejor que el de los actores privados. En este sentido, evaluaciones de impacto sistemáticas de los instrumentos que implementan las agencias son clave como herramienta de aprendizaje institucional.

Variables de impacto y sus determinantes

Se distinguen al menos tres impactos que sería deseable medir a fin de evaluar los efectos del financiamiento público de los instrumentos de innovación.

En primer lugar, es necesario reconocer que aunque la intervención esté bien justificada ex ante, no existe ninguna garantía de que el financiamiento de las actividades de innovación arroje los resultados que se esperan. Es decir, la intervención puede tanto salir bien como salir mal.

La intervención puede salir bien cuando el financiamiento otorgado reduce el costo privado de la innovación, lo que convierte en beneficioso un proyecto que de otra forma no lo sería. Esto se potencia cuando el financiamiento involucra infraestructura tecnológica, que reduce los costos fijos de emprender otros proyectos de innovación tanto presentes

como futuros. O también cuando el aprendizaje ganado durante la ejecución del proyecto financiado se “derrama” sobre otros proyectos corrientes y futuros.

Sin embargo, los resultados de las intervenciones pueden salir mal si se tiene en cuenta que en el caso de subsidios, las empresas se autoseleccionan para acceder al beneficio. Es posible que dentro del grupo de empresas beneficiarias algunas hubieran llevado a cabo el proyecto de todas formas, ya sea porque lograron apropiarse de sus retornos o bien porque no presentan problemas de restricciones de liquidez. A priori resulta muy difícil para las agencias ejecutoras discriminar entre empresas restringidas por liquidez y las que no lo están. Esta situación se complica aún más por la tendencia natural de las agencias a financiar “buenos” proyectos, sin tener en cuenta que los mismos pueden tener también una alta tasa de retorno privada y que por ende es más que probable que el sector privado pueda llevarlos adelante en forma independiente. En otras palabras, el desafío de la política pública es identificar proyectos donde la brecha entre los retornos privados y los sociales es importante. Finalmente, las empresas normalmente tienen una cartera de proyectos de innovación en diferentes estadios de maduración. En condiciones de escasez de activos complementarios –por ejemplo, capital humano– los empresarios pueden decidir encarar el proyecto apoyado, y al mismo tiempo discontinuar otros proyectos en proceso, en cuyo caso el resultado neto sobre la “cantidad” de innovación es ambiguo (Lach, 2002).

Estos argumentos plantean el tradicional análisis de adición/desplazamiento (*crowding in/crowding out*) de la inversión privada en innovación. Esto es: si el acceso a fondos públicos genera un efecto de complementariedad o adición en la inversión privada (lo que se llama *crowding in*) o si ese efecto es más bien de sustitución (lo que se denomina *crowding out*). Para testearlo, generalmente se utiliza como variable dependiente o de impacto la inversión (total y privada) en actividades de innovación de la firma.

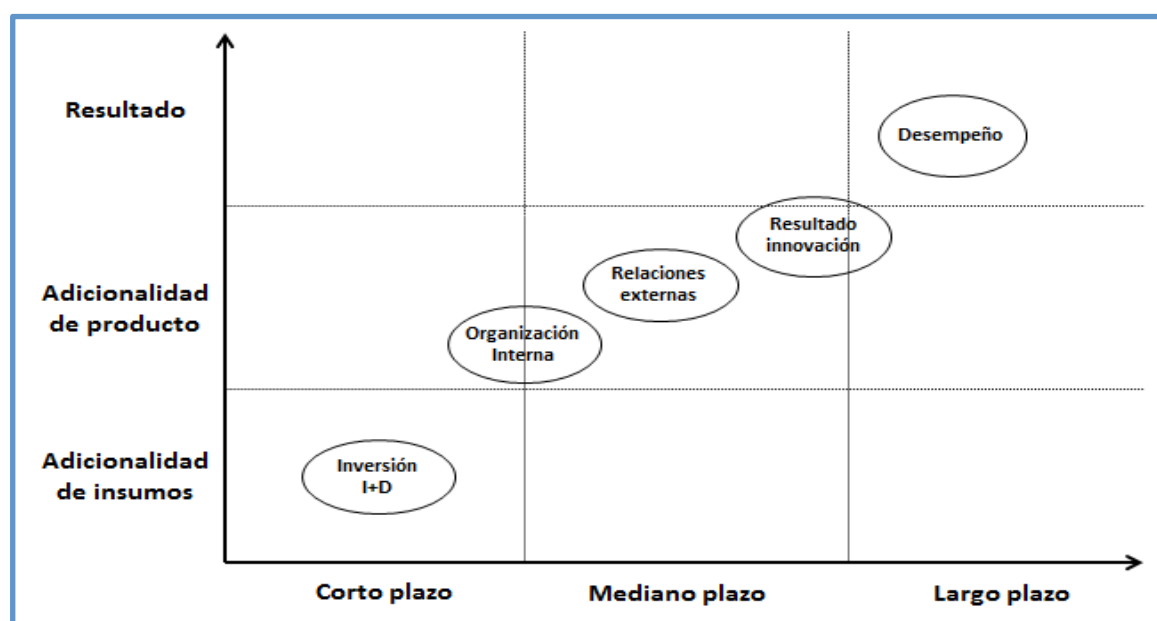
En segundo lugar, la discusión *crowding in/crowding out* no es la única dimensión que debería abordar una evaluación de políticas de apoyo al desarrollo tecnológico del sector privado. En efecto, se ha argumentado que no existe una dependencia lineal entre inversión y resultados innovativos. Es decir, las inversiones en actividades de innovación no garantizan el éxito de las mismas. En consecuencia, también es preciso evaluar si las políticas de apoyo permiten a las empresas ser más innovadoras, esto es: obtener innovaciones de producto, proceso, organizacionales, etc. que no hubieran podido lograr o que hubieran tardado más tiempo en lograr sin el apoyo público.

Es aquí donde surge, entonces, el interés por una segunda variable de impacto: el desempeño innovador de la firma beneficiaria. De acuerdo a la literatura específica, las variables más utilizadas para capturar el desempeño en innovación de las empresas son: la obtención de patentes, las ventas de nuevos productos y la introducción de innovaciones. Las últimas dos variables son las más relevantes para el caso de los países en desarrollo.

En tercer lugar, las actividades de innovación no son un fin en sí mismo sino que adquieren relevancia como un medio para mejorar el desempeño económico. Es preciso analizar entonces si las empresas que reciben apoyo público efectivamente tienen un desempeño mejor que las no beneficiarias, en términos de indicadores como productividad, empleo, rentabilidad, etc. Con este propósito, se usa la productividad del trabajo como indicador clave del desempeño de la firma.⁴

En consecuencia, se considera un modelo en tres etapas, donde los diferentes indicadores de impacto son sensibles al horizonte de la evaluación. En este sentido es común diferenciar entre indicadores: (i) de corto plazo, (ii) de mediano plazo y (iii) de largo plazo. Mientras los indicadores de corto plazo se focalizan en los impactos del esfuerzo innovador de las empresas (por ejemplo: la inversión en actividades de innovación), los indicadores de mediano plazo se concentran en los resultados de las actividades llevadas a cabo para innovar (por ejemplo: nuevos productos y procesos). Finalmente, los indicadores de largo plazo se concentran en la performance de las empresas (por ejemplo, productividad, empleo, etc.).

Gráfico 1. Horizonte temporal de la evaluación de programas de innovación empresarial



Fuente: Benavente, Crespi y Maffioli. (2007).

⁴ Si bien es cierto que un mejor indicador podría ser el de productividad total de los factores (PTF), su cálculo requiere imponer ciertos supuestos sobre el modelo de función de producción y también de datos de calidad sobre existencias de capital e inversión en capital fijo. Esto implica un mayor nivel de complejidad, debido a la necesidad de trabajar con datos contaminados con errores de medición, por lo cual se prefiere trabajar con una medida limpia de productividad: la productividad del trabajo.

La mayoría de estos estudios se focalizan en los efectos de corto plazo, es decir, en el problema del *crowding-in/crowding out*. David, Hall y Toole (2000) y Klette, Moen y Griliches (2000) proporcionan una revisión exhaustiva de los principales estudios empíricos que miden el impacto de fondos públicos en la inversión en innovación de las firmas, en economías desarrolladas durante los años noventa. De acuerdo con David, Hall y Toole (2000), dos tercios de los estudios reportan que en materia de investigación y desarrollo (I+D) los fondos públicos no sustituyen a las inversiones privadas.

Sin embargo, pocos estudios analizan el efecto del apoyo público en el desempeño innovador y en el desempeño productivo de la firma. Al respecto, a pesar de que se detectan algunos efectos positivos, dichos resultados son en general inconclusos. La mayor dificultad en este caso es la necesidad de un horizonte temporal largo para poder detectarlos. Esto implica que evaluaciones de impacto que intenten medir tales efectos pueden requerir datos en panel, con un período mínimo de cinco años luego de la recepción del financiamiento público (Crespi, Maffioli y Melendez, 2011).

El presente trabajo toma como antecedente inmediato la evaluación del Programa de Desarrollo Tecnológico I (López et al. 2011) implementado por la Dirección de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Educación y Cultura, en el cual se estiman efectos de corto, mediano y largo plazo.

2. LA ANII Y SUS INSTRUMENTOS PARA LA PROMOCIÓN DE LA INNOVACIÓN

En 2005 Uruguay inicia un proceso de reforma del sistema de innovación, a través de la creación de la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII), 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

Los principales objetivos de la ANII –explicitados en la ley N° 18.084– son los siguientes:

1. Preparar, organizar y administrar instrumentos y programas para la promoción y el fomento del desarrollo científico-tecnológico y de la innovación;
2. Promover la coordinación y articulación de actores públicos y privados involucrados en la creación y utilización de conocimientos, de modo de potenciar las sinergias entre ellos y aprovechar al máximo los recursos disponibles;
3. Contribuir, de forma coordinada con otros organismos del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, al desarrollo de mecanismos efectivos de

evaluación y seguimiento de programas y demás instrumentos de promoción en la materia.

En consonancia con los lineamientos estratégicos proporcionados por el Gabinete Ministerial de Innovación (GMI)⁵ y a fin de cumplir con sus objetivos la ANII diseña e implementa un conjunto de instrumentos asociados a:

1. Promover la investigación.
2. Formar recursos humanos.
3. Apoyar la innovación en el sector productivo.

En cuanto a los instrumentos de apoyo a la innovación, estos buscan incrementar la productividad y competitividad de las empresas, y desde 2008 se han desplegado alrededor de 20 instrumentos, que abarcan diferentes mecanismos de financiamiento (crédito, subsidio y una combinación de ellos) y diversos escalones del proceso de innovación (mejoras de gestión, prototipos, innovación individual, alianzas de empresas para la innovación, etc.). A su vez, en los últimos años la ANII se ha enfocado en los instrumentos de transferencia de tecnología al sector productivo, por lo que se ha constituido en un eslabón muy importante en la articulación del Sistema Nacional de Innovación.

En general, la mayor parte de los instrumentos desarrollados son transversales a todos los sectores de actividad, aunque se observan esfuerzos incipientes destinados al desarrollo de fondos sectoriales. En el cuadro 1 se resumen las características de los instrumentos considerados en el trabajo.

⁵ El GMI está conformado por el Ministro de Educación y Cultura –que también dirige el Gabinete–; por los Ministros de Economía y Finanzas; Industria, Minería y Energía; y Agricultura, Ganadería y Pesca; y por el Director de la Oficina de Planeamiento y Presupuesto.

Cuadro 1. Características de los instrumentos analizados

			Descripción	Población objetivo	Subsidio máximo	Porcentaje de subsidio máximo	Porcentaje de subsidio extra	Plazo de ejecución	Modo de postulación
Apoyo a la innovación empresarial	Innovación de Amplia Cobertura	Pequeños (ACP)	Apoyo a proyectos de innovación para mejorar la competitividad, productividad y rentabilidad de las empresas.	MPyME	U\$S24.000	60% del costo total del proyecto	5% si el proyecto se presenta con una institución de I+D en una asociación pertinente	24 meses	Proyecto
		Mayores (ACM)		Empresas	U\$S400.000			36 meses	Perfil y proyecto
	Proyectos de Innovación de Alto Impacto (IAI)		Apoyo a proyectos de innovación que impacten positivamente a nivel económico, medioambiental y/o social priorizando proyectos que impliquen alto riesgo tecnológico.	Empresas	US\$400.000	70% del costo total del proyecto		36 meses	Perfil y proyecto
	Proyectos de Apoyo a Prototipos de Potencial Innovador (PPI)		Apoyo a empresas en proceso de conversión de nuevas ideas en prototipos o creación de <i>spin off</i> .	Empresas	U\$S70.000			24 meses	Proyecto
	Fondo Sectorial Innovagro (FSA)		Fondo para la promoción de investigación, desarrollo e innovación en el Área Agropecuaria y Agroindustrial, a través de la financiación de Proyectos de I+D+i.	Instituciones varias (M2)	U\$S250.000	70% del costo del proyecto		No	36 meses

Mejora de competitividad	Capital Humano Avanzado en la Empresa (CHA)	Subsidio a empresas en la solución de problemas específicos, a través de la contratación de expertos de nivel internacional cuyos conocimientos y capacidades no se encuentran disponibles en el país.	Empresas	U\$S20.000	75% del costo total para empresas MPyME y hasta 50% para empresas mayores.	No	12 meses	Perfil del experto y proyecto
	Recursos Humanos Calificados en la Empresa (RCE)	Subsidio para incorporar recursos humanos calificados en la empresa a los efectos de contribuir a la solución de problemas tecnológicos que fomenten las actividades de I+D y ayuden a la mejora de la competitividad de la empresa.	Empresas	Monto mensual máximo de \$30.000	80% del costo	No	24 meses	Perfil del experto y proyecto
	Proyectos de Certificación y nuevos Mercados de Exportación (CME)	Subsidio a proyectos de certificación que muestren impacto directo sobre la apertura de mercados de exportación nuevos, o para el mantenimiento de mercados relevantes para la empresa.	Empresas	U\$S70.000	50% del costo del proyecto	No	24 meses	Proyecto

3. METODOLOGÍA DE EVALUACIÓN

En esta sección se presenta la metodología de evaluación de impacto del conjunto de instrumentos de apoyo a la innovación empresarial realizada mediante técnicas econométricas. Su finalidad es medir el efecto del financiamiento de la ANII sobre una variable de resultado en un conjunto de beneficiarios, que conforman lo que se llama el grupo de tratamiento.

Para esto, la situación ideal consiste en comparar la dimensión sobre la cual se desea evaluar el impacto del programa –llamada variable de resultado de la empresa participante–, luego de la implementación del programa, con la variable de resultado que se hubiera generado en los mismos participantes si el programa no se hubiese implementado. Dicha diferencia se conoce como efecto tratamiento del programa. El problema fundamental para realizar esta tarea radica en que para un mismo caso es imposible observar ambos resultados simultáneamente. El valor de la variable de resultado en los participantes si el programa no se hubiese implementado es un resultado hipotético, conocido como contrafactual. Dado que este no es observado, el desafío consiste en crear un grupo de empresas no participantes del programa, llamado grupo de control, que sirva de punto de comparación con los beneficiarios, para que cumpla la función del contrafactual.

La elección del grupo de control, la construcción del contrafactual y, por lo tanto, de la metodología a utilizar deben realizarse en función de las características del programa y los datos disponibles. En este caso se cuenta con información de las empresas postulantes al programa. Las empresas que no recibieron financiamiento⁶ son utilizadas como grupo de control asumiendo a priori que tienen características similares a las postulantes que sí recibieron apoyo de la ANII. 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.

De acuerdo con el marco conceptual propuesto, la evaluación de impacto plantea tres objetivos:

1. Estudiar el efecto del financiamiento público para una firma beneficiaria en su inversión privada en actividades de innovación. En este estudio, se considera

⁶ Se trata de empresas con proyectos rechazados, que abandonan en el proceso de firma del contrato, que desisten, o que cancelan sin haber recibido financiamiento de la ANII.

la inversión total y privada de la empresa en actividades de innovación como variable de impacto para testear las hipótesis de adicionalidad o desplazamiento de la inversión en I+D. A su vez se analiza el impacto en la propensión a innovar.⁷

2. Analizar cómo cambia el comportamiento innovador de la firma beneficiaria cuando pasa de no recibir el subsidio a recibir el subsidio. En este informe, y de acuerdo a la disponibilidad de datos, se toman como variables de impacto de interés: (i) si la empresa realizó actividades de innovación, (ii) si obtuvo resultados en productos, (iii) si innovó en procesos, y (iv) el valor por ventas de productos novedosos lanzados al mercado por la firma.
3. Cuantificar cómo impacta el financiamiento público a la innovación en el desempeño productivo de la firma. En este caso, las variables de impacto son cuatro medidas de desempeño empresarial: logaritmo natural de la productividad del trabajo, los ingresos por ventas, el empleo y la propensión a exportar.⁸

En la evaluación de impacto, los métodos utilizados son funcionales a los datos disponibles y este caso no es la excepción. Para la presente evaluación, el hecho de contar con información a lo largo del tiempo de las empresas participantes de los instrumentos de la Agencia permite utilizar un método conocido como de **diferencias en diferencias**.

Este método compara la evolución de la variable de resultado del grupo de tratamiento y del grupo de control en el período posterior a la exposición al instrumento respecto del período anterior. La lógica es que existe un impacto si se encuentra una diferencia estadísticamente significativa entre la variación de la variable de resultado en el grupo de tratamiento respecto de la variación observada en el grupo de control, entre los dos períodos de referencia. El nombre del método surge de tratar de calcular en una primera instancia la diferencia en la variable de resultado entre ambos períodos en cada grupo, para luego calcular la diferencia en el cambio observado entre los dos períodos en el grupo de tratamiento respecto del mismo cambio en el grupo de control. Otra de las metodologías utilizadas es la conocida como de **emparejamiento (matching) o Propensity Score Matching (PSM)**.

El método de emparejamiento o *matching* consiste en emparentar cada unidad tratada con una no tratada similar en características observables, bajo el supuesto de

⁷ Esta variable se incluye de manera de capturar no solo el efecto del subsidio en la intensidad del gasto sino en la decisión de realizar un desembolso mayor que cero en actividades de innovación.

⁸ Esta variable permite medir el impacto del subsidio en la conducta exportadora de la empresa sin caer en el problema de la endogeneidad de exportaciones-innovación.

que si dos unidades son muy similares en características observables, podría esperarse que también lo fueran en características no observables. De esta manera, al comparar dos unidades apareadas (una tratada y una no tratada) se puede asumir que toda diferencia entre ambas unidades se debe a los efectos del programa bajo evaluación.

Finalmente, en algunos casos se observan valores de la variable de resultado que valen cero para una proporción considerable de la muestra, pero se distribuye de forma aproximadamente continua para los valores positivos. En estos casos es conveniente utilizar un modelo de regresión de datos censurados o **modelo Tobit**.⁹ Este tipo de modelo tiene la ventaja de incorporar en el análisis el hecho de que hay cierta proporción de observaciones de la variable dependiente que contienen el valor cero. Los métodos usuales de regresión no tienen en cuenta este tipo de situaciones y por lo tanto las estimaciones se pueden ver afectadas. De acuerdo a lo anterior, se evaluará el impacto del programa utilizando diversos métodos econométricos, a fin de tener resultados robustos.

Cuadro 2. Métodos econométricos empleados en función de cada objetivo

Método econométrico utilizado	
Objetivo 1	Diferencias en diferencias: modelo general y modelo de efectos fijos Modelo Tobit <i>Propensity Score Matching</i>
Objetivo 2	<i>Propensity Score Matching</i>
Objetivo 3	Diferencias en diferencias: modelo general y modelo de efectos fijos <i>Propensity Score Matching</i>

Se consideró que el año pretratamiento es 2009 y para cada firma beneficiaria se tomó como fecha de inicio del tratamiento la de la firma del contrato. En este sentido, resulta razonable asumir que las empresas reaccionan al tratamiento una vez que saben con seguridad que serán beneficiadas por el mismo. Otra decisión consistió en cómo considerar a las empresas recurrentes, particularmente a las que tienen proyectos aprobados y rechazados en el mismo u otro instrumento. En estos casos se las consideró tratadas a partir de la firma del contrato por el proyecto en el cual fueron aprobadas. Finalmente, se realizaron los ejercicios econométricos incluyendo una

⁹ Las variables de resultados a las que se les aplicará el modelo Tobit son: logaritmo natural de inversión total y privada en actividades de innovación y venta de productos novedosos.

variable indicativa del instrumento en el cual la firma es beneficiaria; sin embargo, los resultados no se consideraron suficientemente robustos, puesto que el número de casos en cada uno de ellos resulta insuficiente para ese tipo de análisis, y se opta por no presentar los resultados por instrumento.

Base de datos y estadísticos descriptivos

La base de datos utilizada para esta evaluación está conformada por 155 empresas a las que se les aplicó la Encuesta de Actividades de Innovación, realizada por el Instituto Nacional de Estadística (INE) en los períodos 2007-2009 y 2010-2012. De estas empresas, 63 recibieron financiamiento a través de la ANII en algún momento durante el período 2010-2012, y las restantes 92 empresas no recibieron financiamiento. No obstante, 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.

El cuadro 3 presenta la distribución de las observaciones de la base de datos por instrumento. Como puede notarse, las empresas se concentran en los instrumentos dirigidos principalmente a apoyar la innovación empresarial.

Cuadro 3. Observaciones por instrumento

	Total		Tratadas		Control	
	N°	%	N°	%	N°	%
Amplia Cobertura Mayores	55	36%	17	27%	38	41%
Amplia Cobertura Pequeños	27	17%	5	8%	22	24%
Innovación de Alto Impacto	15	10%	5	8%	10	11%
Prototipos de Potencial Innovador	24	16%	16	25%	8	9%
Certificación y Mercados de Exportación	27	17%	13	21%	14	15%
Capital Humano Avanzado	3	2%	3	5%	0	0%
Fondo Sectorial Agro	2	1%	2	3%	0	0%
Recursos Humanos Calificados	2	1%	2	3%	0	0%
Total	155	100%	63	100%	92	100%

Nota: Hay una observación en el control y una en el tratamiento que postularon, además de los instrumentos arriba mencionados, a *Alianza para la Innovación* y al *Programa de estímulo a la demanda tecnológica*. En el tratamiento hay dos empresas que recibieron financiamiento en uno de los instrumentos arriba mencionado y en el *Fondo Orestes Fiandra*.

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

(operativos 2007-2009 y 2010-2012). La encuesta se divide en dos partes: la primera recoge información sobre las características generales de las empresas, y la segunda sobre sus actividades de innovación. A partir de esta fuente de información se obtienen las observaciones muestrales de las variables de impacto relevantes 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 constituyen la variable causal cuyo efecto sobre los impactos se desea medir.

Los resultados de la Encuesta de Actividades de Innovación en la industria manufacturera y en sectores de servicios muestran un descenso de los principales indicadores de la conducta innovadora de las empresas uruguayas, entre el período 2007-2009 y el período 2010-2012.

Cuadro 4. Principales indicadores de la Encuesta de Actividades de Innovación

		Industria manufacturera	Servicios
Inversión en I+D (dólares)	2009	20.818	35.746
	2010	21.888	34.184
	2011	27.260	40.633
	2012	23.115	47.611
Inversión en actividades de innovación (AI) (dólares)	2009	436.714	514.250
	2010	316.320	102.562
	2011	260.459	183.541
	2012	255.816	178.163
Realiza AI (% de empresas)	2007-2009	31,5%	25,5%
	2010-2012	26,1%	22,4%
Innova en productos (% de empresas)	2007-2009	17,2%	10,0%
	2010-2012	13,0%	11,1%
Innova en procesos (% de empresas)	2007-2009	24,5%	16,7%
	2010-2012	15,8%	9,5%
Innovadoras (% de empresas)	2007-2009	31,5%	25,5%
	2010-2012	23,7%	21,7%

Fuente: ANII. Encuestas de actividades de Innovación, periodos 2007-2009 y 2010-2012.

Las empresas postulantes a la ANII no están ajenas al comportamiento constatado para las empresas de la industria y servicios del Uruguay. Como se puede apreciar en

el cuadro 5, las medias de las variables utilizadas en la presente evaluación también presentan caídas, las cuales son mayores en el grupo de control.

Cuadro 5. Estadísticas descriptivas

Variables			Total			Tratadas			Control		
			Obs.	Media	Desvío	Obs.	Media	Desvío	Obs.	Media	Desvío
Inversión I+D (dólares, 2009)			155	43.112	119.892	63	78.055	172.768	92	19.184	50.642
Inversión I+D (dólares, 2010)			155	23.242	60.876	63	40.202	73.388	92	11.628	47.611
Inversión I+D (dólares, 2011)			155	26.149	63.784	63	40.511	74.993	92	16.314	53.035
Inversión I+D (dólares, 2012)			155	25.266	61.729	63	37.552	73.248	92	16.853	51.156
Inversión en actividades de innovación (dólares, 2009)			155	266.685	1.329.761	63	491.939	2.012.526	92	112.436	416.832
Inversión en actividades de innovación (dólares, 2010)			155	72.927	244.922	63	94.732	143.820	92	57.996	294.735
Inversión en actividades de innovación (dólares, 2011)			155	68.193	161.172	63	111.967	201.017	92	38.217	119.140
Inversión en actividades de innovación (dólares, 2012)			155	69.088	173.169	63	99.690	193.955	92	48.133	155.002
Inversión privada en actividades de innovación (dólares, 2009)			155	266.685	1.329.761	63	491.939	2.012.526	92	112.436	416.832
Inversión privada en actividades de innovación (dólares, 2010)			141	74.237	254.335	49	104.731	150.081	92	57.996	294.735
Inversión privada en actividades de innovación (dólares, 2011)			136	70.649	161.921	44	138.462	212.881	92	38.217	119.140
Inversión privada en actividades de innovación (dólares, 2012)			145	69.398	172.463	53	106.310	195.275	92	48.133	155.002
Propensión a innovar 2009			155	83,87%	36,90%	63	88,89%	31,68%	92	80,43%	39,89%
Propensión a innovar 2010			155	50,32%	50,16%	63	71,43%	45,54%	92	35,87%	48,22%
Propensión a innovar 2011			155	57,42%	49,61%	63	80,95%	39,58%	92	41,30%	49,51%
Propensión a innovar 2012			155	60,65%	49,01%	63	77,78%	41,91%	92	48,91%	50,26%
Realiza actividades de innovación (porcentaje, 2007-2009)			155	84,52%	36,29%	63	88,89%	31,68%	92	81,52%	39,02%
Realiza actividades de innovación (porcentaje, 2010-2012)			155	68,39%	46,65%	63	90,48%	29,59%	92	53,26%	50,17%
Innova en procesos (porcentaje, 2007-2009)			155	52,26%	50,11%	63	58,73%	49,63%	92	47,83%	50,23%
Innova en procesos (porcentaje, 2010-2012)			155	35,48%	48,00%	63	44,44%	50,09%	92	29,35%	45,79%
Innova en productos (porcentaje, 2007-2009)			155	57,42%	49,61%	63	66,67%	47,52%	92	51,09%	50,26%
Innova en productos			155	41,94%	49,51%	63	61,90%	48,95%	92	28,26%	45,27%

(porcentaje, 2010-2012)									
Ventas de nuevos productos (dólares, 2007-2009)	155	3.944.515	25.385.977	63	4.086.674	17.513.374	92	3.847.167	29.691.878
Ventas de nuevos productos (dólares 2010-2012)	155	572.954	1.970.080	63	833.688	2.488.137	92	394.408	1.506.980
Productividad laboral (2009)	155	92.006	215.141	63	76.027	139.448	92	102.948	254.525
Productividad laboral (2010)	154	107.021	297.225	62	90.190	145.965	92	118.364	365.960
Productividad laboral (2011)	153	117.337	307.350	63	90.923	145.606	90	135.827	381.737
Productividad laboral (2012)	152	131.447	360.209	63	109.245	195.235	89	147.164	441.794
Ocupados (2009)	155	36,29	67,31	63	47,90	90,57	92	28,34	43,82
Ocupados (2010)	155	38,47	96,39	63	55,17	139,90	92	27,04	45,43
Ocupados (2011)	155	39,21	90,96	63	55,33	129,88	92	28,17	46,98
Ocupados (2012)	155	41,43	95,67	63	58,30	136,86	92	29,88	48,94
Propensión a exportar 2009	155	37,42%	48,55%	63	33,70%	47,53%	92	42,86%	49,88%
Propensión a exportar 2010	155	32,26%	46,90%	63	27,17%	44,73%	92	39,68%	49,32%
Propensión a exportar 2011	155	34,19%	47,59%	63	31,52%	46,71%	92	38,10%	48,95%
Propensión a exportar 2012	155	38,71%	48,87%	63	35,87%	48,22%	92	42,86%	49,88%
Ingresos ventas (dólares, 2009)	155	5.452.872	20.798.266	63	7.119.137	22.863.385	92	4.311.843	19.304.166
Ingresos ventas (dólares, 2010)	155	5.996.444	26.897.769	63	5.878.427	16.867.729	92	6.077.260	32.101.440
Ingresos ventas (dólares, 2011)	155	7.139.581	31.670.584	63	6.938.645	20.282.269	92	7.277.179	37.644.481
Ingresos ventas (dólares, 2012)	155	7.941.462	36.587.914	63	7.533.527	21.291.067	92	8.220.809	44.231.306

Las variables de resultado/impacto utilizadas para testear la **hipótesis desplazamiento o adición del financiamiento ANII a la innovación** (objetivo 1) son: (i) logaritmo natural de la inversión en I+D; (ii) logaritmo natural de la inversión en actividades de innovación; (iii) logaritmo natural de la inversión privada en actividades de innovación. La primera variable recoge los desembolsos totales por año en actividades de innovación. Las actividades consideradas de innovación incluyen: I+D interna, I+D externa, adquisición de bienes de capital, adquisición de tecnologías de la información y la comunicación (TIC), transferencia de tecnología y consultoría, ingeniería y diseño industrial, diseño organizacional y gestión, capacitación y estudios de mercados. La propensión a innovar es una variable dicotómica que vale uno si la empresa realizó un gasto mayor que cero en un año determinado y cero en caso contrario.

La inversión privada en actividades de innovación es la inversión neta del valor pagado por la ANII.¹⁰ Esta variable se construye con la intención de capturar la parte

¹⁰ La información del monto pagado por la ANII por año se encuentra en dólares. Para eso, se convierten las inversiones totales en pesos uruguayos a dólares tomando como tipo de cambio el promedio anual

de los desembolsos destinados a innovación por cada empresa que se realizan con fondos no provenientes de la ANII. Estos fondos alternativos pueden provenir de recursos propios (reinversión de utilidades, aportes societarios, etc.) o de financiamiento externo (sistema financiero, otras empresas, clientes, etc.). El cuadro 5 sugiere que el promedio de inversión en I+D e innovación (privada y total) es considerablemente mayor para el grupo tratado en todos los años considerados.

En cuanto a las variables de resultado utilizadas para evaluar el impacto de los instrumentos sobre los **resultados de la innovación** (objetivo 2), las mismas son las siguientes: (i) si la empresa realizó actividades de innovación, (ii) si innovó en producto, (iii) si innovó en procesos y (iv) ventas de nuevos productos.

Las tres primeras variables son *dummys* y toman valor uno si la firma declaró haber realizado las actividades de innovación de interés en el período 2007-2009 y 2010-2012, y cero si la firma reportó lo contrario. Según el cuadro 5, la proporción de empresas que realizó actividades de innovaciones, innovó en productos y en procesos, disminuye entre los períodos considerados para toda la muestra, situación explicada principalmente por la tendencia que experimenta el grupo control.

La cuarta variable se calcula a partir del porcentaje de ventas que corresponde a productos novedosos para la empresa. La tendencia es decreciente para toda la muestra, pero esta disminución es más pronunciada para el grupo de empresas no beneficiarias (cuadro 5).

Por su parte, las variables de resultado utilizadas para evaluar el impacto de los instrumentos sobre el **desempeño productivo de las empresas** (objetivo 3) son: (i) logaritmo natural de la productividad del trabajo (calculada como el cociente entre ingresos por ventas y la cantidad total de trabajadores de la empresa); (ii) logaritmo natural de los ingresos por ventas (en pesos uruguayos); (iii) ocupados; y (iv) propensión a exportar: esta es una variable dicotómica que vale uno si el porcentaje de exportaciones del total de ventas de la empresa es mayor que cero en un año determinado y vale cero en caso contrario.

Los resultados del cuadro 5 muestran que el promedio de ventas por trabajador incrementa en el período, lo que evidencia un aumento mayor en el grupo de las no beneficiarias. Los ingresos aumentan para el conjunto total de empresas, pero el aumento es más pronunciado para el grupo control, en tanto el promedio de ocupados en la empresa se incrementa en el grupo de tratamiento.

del año correspondiente al dato.

Finalmente, las variables adicionales agregadas en las regresiones para la medición de impacto son:

1. Tamaño: pequeña empresa (si la firma tiene hasta 19 empleados), mediana empresa (si tiene entre 20 y 99 empleados) y gran empresa (si la firma tiene más de 100 empleados).
2. Capital extranjero: si la empresa tiene capital extranjero.
3. Porcentaje de exportaciones.
4. Edad: joven (si la firma tiene hasta 10 años desde el inicio de sus actividades), mediana empresa (si tiene entre 11 y 19 años) y madura (si tiene más de 20 años).
5. Otros apoyos públicos a la innovación: si la empresa recibió financiamiento de otros programas públicos para la realización de actividades de innovación.

4. RESULTADOS

A continuación se presenta un resumen de los impactos estimados mediante las técnicas econométricas enunciadas en la sección anterior para las distintas variables de resultado analizadas.

Resultados del objetivo 1: adicionalidad vs desplazamiento

El cuadro 6 muestra los resultados de la regresión de la variable dependiente inversión en I+D, mientras que los cuadros 7 y 8 repiten los ejercicios para las variables dependientes inversión total e inversión privada en innovación (neta del monto pagado por la ANII), respectivamente. El cuadro 9 muestra los resultados para la variable de propensión a innovar, cuyo impacto se calcula utilizando únicamente el método de *Propensity Score Matching* (PSM) por tratarse de una variable binaria.

En los tres primeros cuadros, las columnas (1) y (2) reportan el estimador de diferencias en diferencias calculado sobre el panel total de empresas, con regresores adicionales y efectos fijos respectivamente. La columna (3) muestra los efectos marginales del modelo Tobit. Las columnas (4), (5) y (6) presentan los estimadores calculados utilizando PSM, bajo diferentes métodos de emparejamiento: (4) vecino más cercano, (5) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos y (6) emparejamiento kernel gaussiano. El cuadro 9 muestra los resultados para cada tipo de método de emparejamiento utilizado.

Cuadro 6. Adicionalidad vs desplazamiento

Variable dependiente: logaritmo natural de la Inversión en I+D

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	1,300 (0,863)	1,162* (0,639)	6,315*** (0,471)	7,387** (1,049)	7,387*** (0,872)	7,387*** (1,105)
Efectos fijos	No	Sí	No	N/C	N/C	N/C
Variables adicionales	Sí	No	No	N/C	N/C	N/C
Observaciones	620	620	620			
Número de empresas		155		No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		

Notas: Las regresiones 1 y 2 fueron realizadas con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. El modelo Tobit de la columna (3) muestra los efectos marginales. Los modelos de las columnas (4), (5) y (6) fueron estimados por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (4) vecino más cercano, (5) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (6) emparejamiento kernel gaussiano. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el caso de PSM Kernel el error estándar es calculado con el método de Bootstrap (50 réplicas) entre paréntesis. *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

Cuadro 7. Adicionalidad vs desplazamiento

Variable dependiente: logaritmo natural de la inversión en AI

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	2,418*** (0,884)	2,353*** (0,684)	7,983*** (0,453)	3,056*** (1,011)	3,653*** (1,175)	3,904*** (0,959)
Efectos fijos	No	Sí	No	N/C	N/C	N/C
Variables adicionales	Sí	No	No	N/C	N/C	N/C
Observaciones	620	620	620			
Número de empresas		155		No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		

Notas: Las regresiones 1 y 2 fueron realizadas con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. El modelo Tobit de la columna (3) muestra los efectos marginales. Los modelos de las columnas (4), (5) y (6) fueron estimados por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (4) vecino más cercano, (5) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (6) emparejamiento kernel gaussiano. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el caso de PSM Kernel el error estándar es calculado con el método de Bootstrap (50 réplicas) entre paréntesis. *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

Cuadro 8. Adicionalidad vs desplazamiento

Variable dependiente: logaritmo natural de la inversión privada en AI

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	3,502*** (0,855)	3,058*** (0,672)	9,311*** (0,508)	2,610** (1,102)	3,207*** (0,884)	3,457*** (1,126)
Efectos fijos	No	Sí	No	N/C	N/C	N/C
Variables adicionales	Sí	No	No	N/C	N/C	N/C
Observaciones	577	577	577			
Número de empresas		155		No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		

Notas: Las regresiones 1 y 2 fueron realizadas con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. El modelo Tobit de la columna (3) muestra los efectos marginales. Los modelos de las columnas (4), (5) y (6) fueron estimados por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (4) vecino más cercano, (5) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (6) emparejamiento kernel gaussiano. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el caso de PSM Kernel el error estándar es calculado con el método de Bootstrap (50 réplicas) entre paréntesis. *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

Cuadro 9. Adicionalidad vs desplazamiento

Variable dependiente: propensión a innovar

	(1)	(2)	(3)
Impacto programa ANII (Efecto tratamiento)	0,168*** (0,075)	0,214*** (0,066)	0,237*** (0,082)
Número de empresas	No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		

Notas: Los modelos de las columnas (1), (2) y (3) fueron estimados por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (1) vecino más cercano, (2) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (3) emparejamiento kernel gaussiano. Errores estándar entre paréntesis. En el caso de PSM Kernel los errores estándar fueron calculados con el método de Bootstrap (50 réplicas). *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

La evidencia empírica sugiere que las empresas responden a los incentivos públicos de una manera positiva, incrementando sus inversiones en I+D e innovación tras recibir financiamiento por parte de la ANII. Las empresas apoyadas por la ANII invierten en I+D dos veces más que las empresas del grupo de control. Si se considera la inversión total en innovación, las empresas beneficiarias invierten casi un 235% más en innovación que las empresas no beneficiarias. Cuando se consideran las inversiones netas del valor pagado por la ANII este resultado es aún mayor: las empresas beneficiarias invierten 345% más en innovación que las no beneficiarias.

No obstante al incluir dummies por año en las regresiones, las variables temporales resultan estadísticamente significativas y negativas, lo que indica que a medida que pasa el tiempo, disminuye la inversión (total y privada) en innovación, lo cual resulta consistente con un contexto nacional de caída en la inversión en innovación.

También en el modelo Tobit, que censura los valores cero de las respectivas variables de resultados, es posible observar efectos marginales positivos y significativos. Estos resultados van en línea con los anteriores y los hace más robustos al encontrar un resultado similar.

Finalmente, cuando los ejercicios se repiten bajo la metodología PSM se encuentra que los resultados son superiores a los encontrados en la regresión con controles y efectos fijos. En este modelo, las empresas beneficiarias están invirtiendo en total en actividades de innovación entre tres y casi cuatro veces más que las no beneficiarias.

Asimismo, en términos de inversión privada en actividades de innovación, las empresas financiadas por la ANII están invirtiendo alrededor de 2,6 y 3,4 veces más que las empresas de control. Resultados similares se encuentran en la evaluación de impacto de Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT) en las empresas panameñas, en la cual los resultados muestran que las beneficiarias están invirtiendo en innovación cuatro veces más que sus vecinos (Crespi, Solis y Tacsir, 2011).

En términos de la propensión a innovar, los resultados muestran que aquellas empresas que resultan financiadas por la ANII poseen entre un 17% y un 24% más de probabilidades de realizar inversiones en actividades de innovación que las no financiadas.

En síntesis, los resultados encontrados –que estadísticamente resultan ser significativos– indican que la ANII ha sido efectiva para incrementar tanto los volúmenes de inversión en actividades de innovación por parte de las empresas, como la proporción de empresas decididas a realizar dicha inversión. Estos resultados apoyarían la hipótesis de la adicionalidad o complementariedad en detrimento del desplazamiento.

Resultados del objetivo 2: impacto del financiamiento ANII 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. Entonces resulta interesante testear si este aumento en la inversión en innovación es efectivo para producir innovaciones.

El cuadro 10 presenta las estimaciones para las variables de resultado: realización de actividades de innovación, introducción de nuevos productos e innovación en procesos, bajo el método PSM: (1) emparejamiento vecino más cercano, (2) emparejamiento cinco vecinos más cercanos, (3) emparejamiento kernel gaussiano.

Cuadro 10. Impacto del financiamiento ANII en los resultados de la innovación

Variable dependiente: realiza actividades de innovación			
	(1)	(2)	(3)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	0,262*** (0,975)	0,325*** (0,846)	0,349*** (0,993)
Número de empresas	No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		
Variable dependiente: innova en productos			
	(1)	(2)	(3)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	0,180 (0,113)	0,206** (0,948)	0,236** (0,112)
Número de empresas	No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		
Variable dependiente: innova en procesos			
	(1)	(2)	(3)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	0,492 (0,112)	0,101 (0,945)	0,106 (0,969)
Número de empresas	No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		

Notas: Los modelos de las columnas (1), (2) y (3) fueron estimados por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (1) vecino más cercano, (2) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (3) emparejamiento kernel gaussiano. Errores estándar entre paréntesis. En el caso de PSM Kernel los errores estándares fueron calculados con el método de Bootstrap (50 réplicas). *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

Las estimaciones del cuadro 10 muestran consistentemente un impacto positivo y estadísticamente significativo, para niveles estándares de confianza, del efecto del financiamiento de la ANII en la realización de actividades de innovación en los beneficiarios. En todos los modelos considerados, los beneficiarios realizan un 26% más actividades de innovación que aquellos no beneficiados por el programa.

Cuando se analizan los resultados de la innovación, es decir el impacto sobre la innovación en productos y procesos, se observa que el recibir apoyo de la ANII incrementa la realización de innovaciones en productos entre un 20% y un 23% para las empresas beneficiarias, pero no resulta significativa la introducción de innovaciones en procesos.

Finalmente cuando se considera como variable de impacto el logaritmo de las ventas de nuevos productos, la evidencia estadística resulta no concluyente (cuadro 11). Por ese motivo, no se puede descartar ni afirmar un impacto positivo del programa sobre esta variable.

Cuadro 11. Impacto del financiamiento ANII en los resultados de la innovación

Variable dependiente: logaritmo natural venta de productos novedosos

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	1,779 (1,387)	1,779 (1,270)	7,562** (1,004)	0,968 (1,483)	2,007 (1,246)	2,273* (1,251)
Efectos fijos	No	Sí	No	N/C	N/C	N/C
Variables adicionales	Sí	No	No	N/C	N/C	N/C
Observaciones	310	310	310			
Número de empresas		155		No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		

Notas: Las regresiones 1 y 2 se realizaron con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. El modelo Tobit de la columna (3) muestra los efectos marginales. Los modelos de las columnas (4), (5) y (6) se estiman por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (4) vecino más cercano, (5) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (6) emparejamiento kernel gaussiano. Errores estándar robustos entre paréntesis. En el caso de PSM Kernel los errores estándares fueron calculados con el método de Bootstrap (50 réplicas). *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

En suma, existe evidencia suficiente para argumentar que las empresas beneficiarias no solo incrementan sus gastos en I+D y en actividades de innovación, sino que logran realizar actividades de innovación en mayor proporción que las no beneficiarias. Además, la participación en el programa de la ANII sería significativa para mejorar el desempeño innovador de las firmas beneficiarias, en cuanto a la introducción de nuevos productos al mercado.

Resultados del objetivo 3: impacto del financiamiento ANII en el desempeño productivo de la firma

Como se discutió previamente la innovación en sí misma no constituye un fin. Por ello, resulta interesante indagar cómo impacta el financiamiento ANII en el desempeño general de las firmas beneficiarias, con el objeto de evaluar la magnitud de las externalidades que el apoyo público a la innovación tiene sobre otras características de la función de producción de las firmas beneficiarias.

Los cuadros 12, 13, 14 y 15 exponen los resultados de los modelos que toman como variables de impacto la productividad del trabajo, ingresos por ventas, empleo y propensión a exportar, respectivamente. En los primeros tres cuadros, las columnas (1) y (2) reportan el estimador de diferencias en diferencias calculado sobre el panel total de empresas, con regresores adicionales y efectos fijos respectivamente. Las columnas (3), (4) y (5) presentan el estimador calculado utilizando PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (3) emparejamiento vecino más cercano, (4) emparejamiento cinco vecinos más cercanos, (5) emparejamiento kernel gaussiano. Para la variable de propensión a exportar, se utilizó únicamente el método de PSM, que se trata de una variable binaria, por lo que el cuadro 15 muestra los resultados para cada tipo de método de emparejamiento utilizado.

Cuadro 12. Impacto del financiamiento ANII en el desempeño productivo de la firma
Variable dependiente: logaritmo natural de productividad

	(1)	(2)	(4)	(5)	(6)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	0,061 (0,277)	0,007 (0,132)	0,484 (0,556)	0,278 (0,573)	0,226 (0,328)
Efectos fijos	No	Sí	N/C	N/C	N/C
Variables adicionales	Sí	No	N/C	N/C	N/C
Observaciones	595	595			
Número de empresas		153	No tratadas: 91 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		

Notas: Las regresiones 1 y 2 fueron realizadas con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Errores estándar robustos entre paréntesis. Los modelos de las columnas (3), (4) y (5) fueron estimados por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (3) vecino más cercano, (4) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (5) emparejamiento kernel gaussiano. En el caso de PSM Kernel los errores estándar fueron calculados con el método de Bootstrap (50 réplicas). *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

Cuadro 13. Impacto del financiamiento ANII en el desempeño productivo de la firma
Variable dependiente: logaritmo natural de ingresos por ventas

	(1)	(2)	(4)	(5)	(6)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	0,180 (0,348)	0,05 (0,135)	0,771 (0,706)	0,523 (0,688)	0,420 (0,418)
Efectos fijos	No	Sí	N/C	N/C	N/C
Variables adicionales	Sí	No	N/C	N/C	N/C
Observaciones	597	297			
Número de empresas		155	No tratadas: 91 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		

Notas: Las regresiones 1 y 2 fueron realizadas con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Errores estándar robustos entre paréntesis. Los modelos de las columnas (3), (4) y (5) fueron estimados por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (3) vecino más cercano, (4) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (5) emparejamiento kernel gaussiano. En el caso de PSM Kernel los errores estándares fueron calculados con el método de Bootstrap (50 réplicas). *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

Cuadro 14. Impacto del financiamiento ANII en el desempeño productivo de la firma
Variable dependiente: logaritmo natural de empleo

	(1)	(2)	(4)	(5)	(6)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	0,035 (0,147)	0,047 (0,067)	0,276 (0,291)	0,247 (0,268)	0,215 (0,189)
Efectos fijos	No	Sí	N/C	N/C	N/C
Variables adicionales	Sí	No	N/C	N/C	N/C
Observaciones	614	614			
Número de empresas		155	No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 3)		

Notas: Las regresiones 1 y 2 fueron realizadas con el método de Mínimos Cuadrados Ordinarios. Errores estándar robustos entre paréntesis. Los modelos de las columnas (3), (4) y (5) fueron estimados por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (3) vecino más cercano, (4) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (5) emparejamiento kernel gaussiano. En el caso de PSM Kernel los errores estándares fueron calculados con el método de Bootstrap (50 réplicas). *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

Cuadro 15. Impacto del financiamiento ANII en el desempeño productivo de la firma
Variable dependiente: propensión a exportar

	(1)	(2)	(3)
Impacto programa ANII (efecto tratamiento)	-0,086 (0,104)	-0,025 (0,088)	-0,013 (0,060)
Número de empresas	No tratadas: 92 (fuera del soporte 0) Tratadas: 63 (fuera del soporte 2)		

Notas: Los modelos de las columnas (1), (2) y (3) fueron estimados por PSM bajo diferentes métodos de emparejamiento: (1) vecino más cercano, (2) emparejamiento con cinco vecinos más cercanos, (3) emparejamiento kernel gaussiano. Errores estándar entre paréntesis. En el caso de PSM Kernel los errores estándares fueron calculados con el método de Bootstrap (50 réplicas). *Significativa al 10%; **Significativa al 5%; ***Significativa al 1%.

En las cuatro variables de resultado los estimadores del tratamiento no son significativos para explicar las variables de desempeño productivo (la ausencia de asteriscos junto a los coeficientes indica que los efectos encontrados no resultan estadísticamente significativos).

Una posible explicación a este resultado es que el programa de incentivo a la innovación podría generar impactos positivos sobre el desempeño productivo de la empresa en el largo plazo. En este sentido, debe tenerse en cuenta que el 71% de los proyectos incluidos en la base de empresas beneficiarias concluyen con posterioridad a 2012, que es el último año de información disponible. Es posible que los efectos indirectos o de largo plazo no se hayan materializado en el horizonte temporal de esta evaluación.

La falta de evidencia sobre impactos en el desempeño empresarial se observa en varios estudios, incluyendo el Programa de Desarrollo Tecnológico I (PDT I) (López et al., 2011) y el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) en Argentina (Chudnovsky et al., 2006), que tiene características muy similares a los instrumentos de la ANII.

En suma, no existe evidencia estadística suficiente para argumentar que las empresas beneficiarias lograron mejorar su desempeño económico. No obstante, esta variable constituye un impacto indirecto o de largo plazo del programa ANII, y por ello debe considerarse que el tiempo de maduración de tal efecto podría ser mayor que el de maduración de los impactos directos.

Por tanto, evaluar los impactos de largo plazo del programa es una tarea pendiente que podría llevarse a cabo aplicando la Encuesta de Actividades de Innovación a las empresas del panel en el próximo período (2013-2015).

5. CONCLUSIONES GENERALES

Los resultados obtenidos a partir de esta evaluación indican que los instrumentos de la ANII dirigidos a promover la innovación empresarial tienen un impacto positivo en el desarrollo tecnológico de las firmas beneficiarias. En efecto, la evidencia empírica muestra que la existencia de financiamiento de la ANII incentiva la inversión en I+D y en actividades de innovación de las firmas beneficiarias y que este mayor esfuerzo privado redundará en el éxito innovador de las firmas tratadas. Por un lado, tanto la inversión total en innovación como la inversión en innovación neta del valor pagado por la ANII aumentan en presencia del financiamiento por parte de la misma. Por otro lado, las firmas beneficiarias realizan más actividades de innovación e introducen al mercado más innovaciones en productos en comparación con las no beneficiarias.

Sin embargo, el financiamiento de la ANII parecería no tener impacto en el desempeño productivo de las firmas beneficiarias. No obstante, debe tenerse en cuenta que el 71% de los proyectos financiados a través de la ANII tiene previsto finalizar con posterioridad a 2012, de manera que el período disponible para esta evaluación podría resultar insuficiente para que se materialicen ciertos impactos. Después de todo, el desempeño productivo constituiría un impacto indirecto del financiamiento de la ANII, y por ello debe considerarse que el tiempo de maduración de tal efecto podría ser mayor que el de maduración de los impactos directos.

Finalmente, cabe mencionar que los resultados obtenidos se alinean con la evidencia encontrada en otras evaluaciones de programas similares en América Latina (López, 2009), particularmente en lo que hace al impacto positivo del financiamiento de programas de CTI sobre el gasto en innovación. En tanto, la falta de evidencia sobre impactos en el desempeño empresarial se observa en varios estudios, incluyendo el PDT I y el FONTAR en Argentina, que tiene características muy similares a los instrumentos de la ANII.

REFERENCIAS

- Aghion, P., P. David y D. Foray. 2009. "Science, Technology and Innovation for Economic Growth: Linking Policy Research and Practice in STIG Systems." *Research Policy*, 681-693.
- Benavente J. M., G. Crespi y A. Maffioli. 2007. "Public Support to Firm Innovation: The Chilean FONTEC Experience." Documento de trabajo de la Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE) núm. 0407. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Chudnovsky D., A. López, M. Rossi y D. Ubfal. 2006. "Evaluating a Program of Public Funding of Private Innovation Activities. An Econometric Study of FONTAR in Argentina." Documento de trabajo de la Oficina de Evaluación y Supervisión (OVE) núm. 1606. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Crespi, G., A. Maffioli y M. Melendez. 2011. "Public Support to Innovation: the Colombian COLCIENCIAS' Experience." Nota técnica. IDB-TN-264. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Crespi, G., G. Solis y E. Tacsir. 2011. "Evaluación del Impacto de Corto Plazo de SENACYT en la Innovación de las Empresas Panameñas". Nota técnica. IDB-TN-263, División de Ciencia y Tecnología, Sector Social. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- David, P., B. Hall, y A. Toole. 2000. "Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence." *Research Policy*, 29, 497-529.
- Klette, T. J., J. Moen y Z. Griliches. 2000. "Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconomic evaluation studies." *Research Policy*, 29(4-5): 471-495, Elsevier, abril.
- Lach, S. 2002. "Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel." *Journal of Industrial Economics* 50(4), 369-390.
- López, A. 2009. "Las evaluaciones de programas públicos de apoyo al fomento y desarrollo de la tecnología y la innovación en el sector productivo en América Latina. Una revisión crítica". Nota técnica. Washington, D.C.: Banco Interamericano de Desarrollo.
- López, A., M. Rossi, D. Codner y G. Icasuriaga. 2011. "Evaluación de Impacto del Programa de Desarrollo Tecnológico I, DICyT (MEC)". Consorcio Consultor. CENIT/CPA Ferrere.
- Toivanen, O. 2009. "Innovation Policy, Entrepreneurship and Development: A Finnish View." UNU-MERIT, Serie Documentos de trabajo 2009-50.