



Evaluación del Impacto de Corto Plazo de SENACYT en la Innovación de las Empresas Panameñas

**Gustavo Crespi
Galileo Solís
Ezequiel Tacsir**

**Banco
Interamericano de
Desarrollo**

División de Ciencia y
Tecnología, Sector
Social.

NOTAS TÉCNICAS
IDB-TN-263

Abril 2011

Evaluación del Impacto de Corto Plazo de SENACYT en la Innovación de las Empresas Panameñas

Gustavo Crespi
Galileo Solís
Ezequiel Tacsir



Banco Interamericano de Desarrollo

2011

<http://www.iadb.org>

Las “Notas técnicas” abarcan una amplia gama de prácticas óptimas, evaluaciones de proyectos, lecciones aprendidas, estudios de caso, notas metodológicas y otros documentos de carácter técnico, que no son documentos oficiales del Banco. La información y las opiniones que se presentan en estas publicaciones son exclusivamente de los autores y no expresan ni implican el aval del Banco Interamericano de Desarrollo, de su Directorio Ejecutivo ni de los países que representan.

Este documento puede reproducirse libremente.

Evaluación del Impacto de Corto Plazo de SENACYT en la Innovación de las Empresas Panameñas

Gustavo Crespi¹, Galileo Solis², Ezequiel Tacsir³

Abstract

El presente documento presenta una evaluación preliminar del impacto que el programa de subvenciones a la investigación y desarrollo tiene en la dinámica innovadora de las firmas panameñas. Dentro de las limitaciones de los escasos datos disponibles, la metodología resuelve el problema de la atribución mediante el empleo de métodos cuasi-experimentales. El ejercicio hace uso de información nueva contenida en la reciente encuesta de innovación de Panamá, conjuntamente con información de registro de las firmas beneficiadas. Lamentablemente, dado el corto horizonte temporal disponible para la evaluación, solamente resultados de corto plazo han podido ser monitoreados. Dentro de estas limitaciones, se encuentra que las empresas beneficiarias han sistemáticamente incrementado su esfuerzo innovador y que ello se ha visto reflejado en un aumento en la incidencia de invención tecnológica a un nivel precompetitivo.

JEL Classification: O32, O38, O31, H43

Keywords: SENACYT, Panamá, Research and Development, Matching Grants, Policy Evaluation

¹ Inter-American Development Bank, Science and Technology Division, gcespi@iadb.org

² Inter-American Development Bank, Science and Technology Division, galileos@iadb.org

³ Inter-American Development Bank, Science and Technology Division, ezequielt@iadb.org

1. Introducción

El presente documento presenta una evaluación preliminar del impacto que el programa de subvenciones a la investigación y desarrollo tiene en la dinámica innovadora de las firmas panameñas. Dentro de las limitaciones de los escasos datos disponibles, la metodología resuelve el problema de la atribución mediante el empleo de métodos cuasi-experimentales que permiten comparar la performance post-tratamiento de un conjunto de empresas beneficiadas con la performance de un grupo de comparación o de control que son idénticas en un conjunto de características pre-tratamiento o de línea de base. El ejercicio hace uso de información nueva contenida en la reciente encuesta de innovación de Panamá, conjuntamente con información de registro de las firmas beneficiadas. Lamentablemente, dado el corto horizonte temporal disponible para la evaluación, solamente resultados de corto plazo han podido ser monitoreados. Dentro de estas limitaciones, se encuentra que las empresas beneficiarias han sistemáticamente incrementados su esfuerzo innovador y que ello se ha visto reflejado en un aumento en la incidencia de invención tecnológica a un nivel precompetitivo.

El documento está organizado en seis secciones. En la segunda sección, luego de esta introducción, se discute la importancia de la ciencia, tecnología y la innovación en el crecimiento económico. En particular se discuten los diversos aspectos teóricos que justifican la participación activa del estado en la promoción y financiamiento de actividades de CTI. La tercera sección presenta la metodología de evaluación. Las secciones cuarta y quinta describen las líneas de acción de SENACYT y los principales resultados. En base a estos resultados, en la sección sexta se discuten una serie de recomendaciones y sugerencias de políticas, en particular con respecto a los procesos de recolección de información y producción de indicadores.

2. Sobre la relación entre ciencia, tecnología e innovación y desarrollo

Existe un creciente grado de consenso entre economistas y responsables de políticas en el mundo desarrollado de que junto con la acumulación de capital físico y humano, las actividades de innovación tecnológica explican en buena parte las trayectorias de desarrollo seguidas por los países a lo largo del tiempo. En particular, en estos países la preocupación por entender la relación entre el crecimiento económico e inversiones en innovación (en

particular con respecto a investigación y desarrollo o I+D) se remontan por lo menos a los trabajos pioneros de Griliches (1958). Desde entonces, se ha acumulado un monto significativo de investigación que intenta no solo explicar, sino también cuantificar esta relación. Por ejemplo, los modelos recientes de crecimiento económico “endógeno” han asignado un papel central a la I+D como motor del crecimiento de la productividad y por ende del crecimiento económico (Romer, 1990; Rivera-Batiz y Romer, 1991; Aghion y Howitt, 1992). Estos modelos enfatizan en la I+D como si se tratase de una decisión de inversión la que resulta afectada por las condiciones institucionales y de los mercados de cada economía en particular. Estos modelos sugieren entonces que mediante la alteración de estos factores los gobiernos pueden afectar las decisiones de inversión en I+D y por ende sus posibilidades de crecimiento a largo plazo.

Desde un punto de vista empírico, la evidencia muestra que casi la mitad de las diferencias en los niveles y tasas de crecimiento del ingreso per cápita entre países se debe a diferencias en lo que se ha dado en llamar productividad total de los factores (o PTF) (Hall and Jones, 1999), mientras que se ha reportado que las actividades de I+D podrían llegar a explicar hasta un 75% de las diferencias en las tasas de crecimiento de la PTF, una vez que las externalidades se toman en consideración (Griliches, 1995).

Por otro lado, Rouvinen (2002) muestra que el gasto en I+D explica en buena medida los cambios en la PTF de un grupo de 15 países de la OECD. En particular este autor encuentra que un aumento del 10% en la inversión nacional en I+D se transforma en un incremento del 0.7% en la PTF. Sin embargo un aspecto de fundamental interés de este estudio es el hallazgo de que sería el gasto en I+D el que causa cambios en la PTF y no al revés⁴. Este resultado elimina por lo tanto la posibilidad de que para aquellos países que han crecido más vigorosamente sea este ultimo hecho el que explique tasas de inversión más altas en I+D, es decir la causalidad inversa. En otras palabras, Rouvinen (2002) muestra que las inversiones en I+D son un insumo crítico para el crecimiento a largo plazo y no un lujo que pueden darse solamente los países más ricos. Otro resultado importante de este trabajo es que no es posible esperar resultados de las inversiones en I+D en el corto plazo, sino que en muchos casos los impactos transcurren dentro de varios años de haber acontecido la inversión inicial (ver también Crespi (2008) para el Reino Unido y Benavente (2006) para Chile).

Cohen y Levinthal (1989) y Griffith, Redding and Van Reenen (2004) enfatizan en la idea que el esfuerzo en I+D por parte de un determinado país tiene dos caras. La primera de

⁴ Esto se demuestra mediante la denominada prueba de causalidad de Granger, mediante la cual, se determina la forma en que una variable causa en el sentido estadístico a la otra.

estas caras es el estímulo a la innovación y es la que ha recibido la mayor parte de la atención en la literatura empírica existente. La segunda cara es facilitar la imitación de los descubrimientos llevados a cabo por otros países. Esta cara enfatiza en la idea de que el conocimiento siempre tiene componentes tácitos, que resultan difíciles de codificar en manuales y libros de textos, y aún más difíciles de adquirir sin haber llevado a cabo cierto nivel mínimo de investigación directa previa. Es a través de la participación activa en I+D en un particular campo intelectual o tecnológico que un país puede adquirir este conocimiento tácito y puede más fácilmente asimilar y entender los descubrimientos de aquellos países que están en la frontera tecnológica⁵. En otras palabras la I+D no solamente permite la generación de conocimiento nuevo, sino que también provee la “capacidad de absorción” necesaria mediante la cual el conocimiento tácito existente puede ser adoptado y utilizado eficientemente (Gerscherkron, 1962). La importancia de estos estudios es enfatizar que ningún país del mundo puede darse el lujo de no invertir en innovación (e Investigación y Desarrollo) bajo el supuesto de que el conocimiento tecnológico es libre y fácilmente accesible para todos.

En resumen 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 que la relación de causalidad va desde innovación hacia mayor productividad y crecimiento y no al revés. Por ende, es esperable que las tasas de retorno de la inversión en innovación debieran ser particularmente altas. En efecto estimaciones diversas indican que las tasas de retorno sociales a la I+D en países desarrollados pueden llegar a valores del 40% o más (Hall, Mairesse and Mohnen, 2009), muy por encima de la tasa de retorno al capital en estos países. Sin embargo, estimaciones recientes que incorporan a países de diversos grados de desarrollo en sus análisis indican que las tasas de retorno pueden ser sustancialmente mayores cuando la “segunda cara” de la I+D también es tenida en cuenta. En otras palabras cuando se incorpora la posibilidad de que los países pueden hacer I+D para absorber, adaptar e imitar tecnologías existentes en la frontera tecnológica, las tasas de retornos a la I+D pueden subir fácilmente a valores superiores al 50% (Lederman y Maloney, 2003).

Ahora bien, dada las elevadas tasas de retorno a la inversión en innovación presentadas más arriba se podría preguntar por qué la innovación (y en particular la

⁵ Un ejemplo de esto, citado en Arrow (1969) es que luego que los ingleses les subministraran a los norteamericanos los planos para la fabricación de motores a reacción durante la Segunda Guerra Mundial, les tomo a estos últimos a lo menos 10 meses rediseñarlos para las características de sus aviones.

investigación y desarrollo) debiera importar desde un punto de vista de las políticas públicas. ¿Dados los elevados impactos de la I+D en el crecimiento económico y las consecuentemente elevadas tasas de retorno por qué los países y en particular su sector privado no invierten lo suficiente en esta materia? Como en cualquier otra inversión la participación del sector privado en actividades de innovación requiere de que se cumplan ciertos supuestos sobre el funcionamiento de los mercados que cuando no se dan se aduce la presencia de fallas de mercado. En relación a las actividades de innovación tecnológica y en particular con relación a la I+D la literatura económica a través de sus varias vertientes reconoce la existencia de diversas fallas de mercado. En forma esquemática es posible agrupar las mencionadas fallas en cuatro categorías dependiendo del problema de que se trate (Aghion, et.al, 2009), a saber: (i) insuficiente apropiabilidad de los beneficios, (ii) asimetrías de información, (iii) alta incertidumbre y (iv) problemas de coordinación. A continuación abordaremos cada uno de estos problemas con cierto detalle.

El problema de la *insuficiente apropiabilidad* es tal vez una de las justificaciones más citadas de por qué privadamente el nivel de gasto en actividades de I+D puede no alcanzar el óptimo social. Particularmente la falta de apropiabilidad total o parcial de los beneficios derivados de la actividad innovadora genera un desincentivo a invertir en este tipo de actividades por parte de los agentes privados. Lo anterior proviene del carácter de bien público del conocimiento – no rival y solo parcialmente excluible. Por no rivalidad se refiere a la idea de que el uso de conocimientos nuevos puede efectuarse simultáneamente por varias empresas pues la “receta nueva” no viene unida a restricciones físicas de uso. Por otro lado, con exclusividad parcial se refiere al hecho que muchas veces nos es posible cobrar por ciertos bienes aun cuando estos sean valorados por la sociedad. Esto puede deberse a excesivos costos de implementar un sistema de cobro eficiente. El problema que generan estas características del conocimiento es el conocido fenómeno de “*free rider*” en el cual las firmas esperan que otras inviertan para poder beneficiarse de los resultados sin haber incurrido en costos alguno capturando para sí parte del mercado que le correspondería a la firma innovadora, lo cual provoca un profundo desincentivo a innovar⁶.

⁶ Esto no implica que la firma imitadora pueda imitar a costo cero. Si bien la firma imitadora puede ahorrarse los costos de I+D para la generación de la innovación, igualmente el componente tácito del nuevo conocimiento hace que la firma imitadora tendrá que llevar a cabo cierto grado de I+D para adoptar y absorber la nueva tecnología (la segunda cara de la I+D a la que se hace referencia más arriba). Sin embargo, estos costos son normalmente menores en relación a los costos de generación, mientras que los beneficios esperados pueden llegar a ser igualmente importantes. Por ende el incentivo es a imitar y no a generar conocimiento nuevo original.

El establecimiento de derechos de propiedad intelectual (el instrumento de política de innovación más antiguo que se conoce con más de 400 años de uso) tales como patentes o marcas comerciales, tratan de generar exclusión para que de esta forma el innovador pueda cobrar por el nuevo conocimiento generado. Sin embargo, estos mecanismos, aunque importantes, normalmente operan solamente en forma parcial (mejor en algunos sectores que otros o mejor para cierto tipo de empresas) además de que tienen costos no menores de implementación. Es por esto que los países intentan corregir este problema mediante instrumentos de políticas adicionales tales como subsidios a la I+D, incentivos fiscales a la I+D e inclusive la provisión directa de conocimiento (a través de centros o institutos públicos de I+D).

Las *asimetrías de información* se producen cuando las partes involucradas en una transacción no tienen acceso al mismo set de información para la toma de decisiones dando origen a problemas de selección adversa y riesgo moral. Esto afecta particularmente a las inversiones en innovación tecnológica donde la misma novedad del objeto de estudio hace que sea difícil valorar ex ante sus impactos. El resultado es que la transacción o bien no se lleva a cabo o bien lo hace en condiciones sub-óptimas. 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 conoce el oficial del crédito de un banco. La diferencia puede ser tan grande que no exista un precio (tasa de interés) que compense al banco por el riesgo esperado de esta inversión (sin generar problemas de selección adversa). La solución tradicional a este problema, la exigencia de una garantía o colateral, puede exacerbar aun más el problema dada la naturaleza intangible del conocimiento. En los países más desarrollados este problema ha sido abordado mediante el establecimiento de sistemas de garantías, líneas de préstamos de fondeo compartido entre bancos y agencias públicas de fomento y el establecimiento de agencias especializadas en el monitoreo y evaluación de ideas de innovación y/o segmentos del mercado financiero especializados en este tipo de proyectos tales como los fondos de capital de riesgo.

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 lo más probable es que sea mayor en el caso de proyectos con una orientación más básica. Este tipo de proyectos tienen un mayor periodo de gestación que proyectos de investigación aplicada y, casi por definición, no se sabe si se alcanzará un

resultado que tenga potencial de desarrollo comercial. Obviamente este grado de alta incertidumbre desincentiva cualquier esfuerzo privado de financiamiento. En efecto, es probable que tanto empresas como individuos tengan una mayor aversión al riesgo cuando actúan individualmente, que cuando lo hacen colectivamente a través del estado y por lo tanto puede que sean más propensos a evitar llevar a cabo este tipo de proyectos. No obstante lo anterior, la ejecución misma del proyecto puede generar externalidades fruto de la adquisición de capacidades técnicas y experiencias de investigación en aquellos que realizan el trabajo, conocimiento que luego puede ser reproducible y útil socialmente. Este conocimiento generado si bien puede no tener una aplicación práctica directa, puede servir de base para esfuerzos futuros de innovación. Estos argumentos se han tomado como base para justificar una mayor tasa de subsidio para proyectos de investigación básica por sobre los más aplicados y de desarrollo, como así el uso del poder de compra del estado como mecanismos de reducción de incertidumbre.

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. Un caso donde este problema se pone claramente de manifiesto es el de aquellas tecnologías que poseen fuertes “externalidades de red” (como por ejemplo el caso de las tecnologías de información) pero cuya realización depende de alcanzar ciertos acuerdos en materia de estándares de compatibilidad operacional. La falla en acordar el estándar técnico puede llevar a la difusión de múltiples estándares, cada uno de ellos con bajos niveles de adopción y por ende a la proliferación de equipos y sistemas con bajos niveles de conectividad entre ellos con la consecuente pérdida de las externalidades de red. Sin embargo, en caso de tecnologías dinámicas, acelerar la coordinación del estándar no siempre es la mejor solución. Si se induce una coordinación de estándares “demasiado temprano” en el ciclo de desarrollo de una cierta tecnología se puede terminar incitando la adopción y difusión de una tecnología inferior la que luego no puede ser reemplazada por una alternativa tecnológicamente superior que pudiese surgir posteriormente (fenómeno conocido como de “encierre tecnológico” o “*technology lock in*”).

En términos más generales, y siguiendo a Aghion, et. al. (2009), el caso típico donde la coordinación entre actores es importante tiene que ver con los procesos de difusión de “tecnologías multipropósito” (tales como las tecnologías de información, biotecnología o nanotecnología), donde la dinámica del desarrollo y difusión de estas tecnologías depende de la existencia de fuerte complementariedades entre el desarrollo tecnológico por parte de la

oferta y la “co- invención de aplicaciones parte de la demanda”. La emergencia de redes de computo (basadas en la convergencia entre los campos tecnológicos de la computación y de las tecnologías de telecomunicación) y la bio-informática donde las tecnologías de información son aplicadas a la biología molecular son ejemplos claros de complementariedad entre la oferta tecnológica y aplicaciones desarrolladas por sus usuarios. Sin embargo, diversos problemas de coordinación (en presencia de externalidades) pueden afectar negativamente la dinámica privada de estos procesos. Por ejemplo, la experiencia generada por los primeros adoptantes de una tecnología puede proveer externalidades de información al resto de los posibles usuarios quienes ante la posibilidad de aprender y beneficiarse de la experiencia riesgosa de los pioneros pueden seguir una estrategia de “esperar y ver” retrasando la adopción. De la misma forma las posibilidades de difusión de una nueva tecnología pueden depender crucialmente de la disponibilidad de una oferta de trabajo con destrezas técnicas y conocimiento especializado en la nueva tecnología. Sin embargo dado que la generación de esta oferta es en buena parte endógena al proceso mismo de difusión, los beneficios de la difusión pueden no llegar a materializarse o retrasarse considerablemente si la mejor estrategia por parte de las empresas rivales es esperar hasta que un adoptante pionero forme la fuerza de trabajo con las destrezas necesarias sin tener que financiar los costos de búsqueda y entrenamiento de la misma (Acemoglu, 1997)

Los ejemplos anteriores sugieren que pueden existir importantes “bienes públicos” de cuya presencia depende la adopción y difusión de nuevas tecnologías. Esto “bienes públicos” se reflejan en aspectos tales como estándares, información, infraestructura y formación de recursos humanos especializados cuyo suministro depende de la coordinación de diversos actores privados. Sin embargo, aun cuando las firmas reconocieran que la coordinación entre ellas es eficiente, el desarrollo de actividades conjuntas que involucre a varios agentes económicos puede generar altos *costos de transacción* que incluso pueden contrarrestar los beneficios que se generen mediante la cooperación por lo menos en el corto plazo, esto puede ser particularmente aun más complicado en los casos donde las empresas rivalizan fuertemente en el mercado del producto (Katz, 1986).

Tal como se puede inferir de los párrafos anteriores, es altamente esperable que diferentes fallas de mercado conduzcan a un nivel de inversión en innovación que resulta ser sub-óptimo desde un punto de vista social. Esta situación crea un espacio importante para la formulación de políticas públicas específicas. Ahora bien, innovación es mucho más que I+D. Dado que innovación se refiere a la introducción de un producto o proceso nuevo en el mercado, esto conlleva la necesidad por parte de las firmas de contar con múltiples insumos

adicionales desde capital para el escalamiento del prototipo y el montaje de la cadena de distribución, como también el entrenamiento de la fuerza de trabajo y el cumplimiento de las regulaciones correspondientes. Esto ha dado pie al surgimiento del concepto de que el conjunto de políticas que apoyan la innovación es mucho más extenso que las *políticas explícitas* convencionales (tales como protección a la propiedad intelectual, incentivos fiscales a la I+D o subsidios a la colaboración universidad-empresa) sino que se extiende también a la *políticas implícitas* que incluyen herramientas tales como las políticas de entrenamiento y de educación (técnica y superior), estándares y control de calidad, políticas de telecomunicaciones, regulación ambiental, regulación bioética, regulación de la competencia, protección del consumidor, regulación de los mercados financieros entre otras (Borras y Lundvall, 2006).

3. El caso de los subsidios a la I+D: Desafíos para la evaluación de impacto

Desde hace por lo menos 50 años tanto países desarrollados como en desarrollo han estado experimentando con diferentes enfoques e instrumentos que apuntan a corregir las fallas de mercados 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 investigación y desarrollo se han constituido en una de las herramientas más importantes de las políticas de innovación. Resulta entonces importante revisar con mayor detalle los desafíos que este tipo de instrumentos tienen para la evaluación de impacto

Siguiendo a Toivanen (2009), una característica importante de los subsidios a la I+D 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 firmas y la asignación de recursos es normalmente más automática y a posteriori⁷. Es precisamente esta características “activa” de los subsidios a la I+D como instrumento de

⁷ Algunos países de la región también están experimentando con los incentivos fiscales y en algunos casos con cierta intensidad (como Argentina, Brasil, Chile, Colombia y México). Sin embargo su uso es menos masivo y en algunos de ellos su implementación es relativamente reciente (caso de Brasil) o la cobertura es limitada (Chile).

política lo que genera tanto un gran potencial para poder identificar (y generar) externalidades, pero también grandes riesgos en función 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 del instrumento son claves como herramienta de aprendizaje institucional.

Los subsidios a la I+D empresarial, más conocidos en la región como Fondos de Desarrollo Tecnológico (FDTs) se empiezan a difundir desde comienzos de los 90. En términos más específicos, los FDTs apuntan a corregir las fallas de mercado enunciadas anteriormente mediante dos tipos de herramientas: (a) subsidios horizontales a la demanda y (b) apoyo a acuerdos colaborativos entre firmas y entre universidad-empresas. A veces ambas herramientas aparecen en conjunto, otras veces los FDTs implementan solamente una de ellas. Aunque con variaciones según países y programas, los FDTs en general comparten las siguientes principales características asociadas a su diseño: (i) son accionados por la demanda, en el sentido que los proyectos se financian a partir de propuestas presentadas por los beneficiarios ya sea en forma individual o en grupo, (ii) tienen un componente de subsidio ya sea mediante subvenciones y/o préstamos subsidiados, (iii) los procesos de selección y gestión del instrumento son llevados a cabo por una agencia especializada normalmente pública, (iv) los fondos son asignados normalmente mediante competición y selección basada en excelencia y potencial técnico, a veces acompañada con un análisis costo – beneficio, (v) normalmente incluyen cofinanciamiento para alinear los objetivos entre el beneficiario y la agencia y (vi) algunos de ellos incluyen líneas con financiamiento diferencial para PYMEs, proyectos asociativos y/o conglomerados.

La evaluación del impacto de este tipo de instrumentos requiere anticipar y corregir una serie de dilemas metodológicos. En *primer lugar*, es necesario reconocer que aunque ex ante estén bien justificados, no existe ninguna garantía de que este tipo de intervenciones arrojen los resultados que se esperan. Es decir, la intervención puede salir bien, como puede salir mal. La intervención puede salir bien, cuando el subsidio reduce el costo privado de la innovación convirtiendo en beneficioso a un proyecto que de otra forma no lo sería. Esto se potencia cuando el subsidio involucra el financiamiento de infraestructura tecnológica lo que reduce los costos fijos de emprender *otros* proyectos de innovación, tanto presentes como futuros. O cuando el aprendizaje ganado durante la ejecución del proyecto subsidiado 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 a la demanda, las firmas se autoseleccionan para acceder al

beneficio y es posible que dentro del grupo de firmas beneficiarias existan aquellas que hubieran llevado a cabo el proyecto de todas formas ya que sea porque lograron apropiarse de sus retornos o bien porque no presentan problemas de restricciones de liquidez. A priori resulta ser muy difícil para la agencia ejecutora discriminar entre empresas restringidas por liquidez y de 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 estos proyectos pueden tener también una alta tasa de retorno privada y por ende es más que probable que puedan llevarse adelante por el sector privado 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, uno tiene que pensar que las firmas normalmente tienen una cartera de proyectos de innovación en diferentes estadios de maduración, en condiciones de escasez de activos complementarios (por ejemplo, capital humano) la firma puede 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, 1998).

El segundo dilema que hay que resolver tiene que ver con que la evaluación debe no solamente identificar si existieron cambios en la dirección correcta, sino también si la causa de estos cambios es atribuible a la intervención generada por el programa dejando de lado cualquier otra fuente de cambio alternativa (por ejemplo, una intervención podrían haber empezado en medio de una recesión pasajera, en este sentido cualquier crecimiento posterior en las empresas puede deberse tanto a la intervención como a una reactivación de la demanda). El aspecto central para poder atribuir los impactos es establecer una línea de base que permita controlar por cualquier otra explicación alternativa, es decir se requiere de un escenario contra-factual. Dado que cualquier individuo no puede estar en dos estados al mismo tiempo, la solución a este problema requiere la elaboración de grupos de control. El problema es que las empresas participantes puede ser diferentes de las empresas del control antes de la participación, diferencia que se debe a factores tanto observables como no observables, generando el problema de sesgo de selección que es común en la literatura de evaluación de impacto (Griliches, et.al., 1999).

Más específicamente, definiendo Y_i^T como el resultado de la firma “i” en el momento t como consecuencia de participar en el programa y definiendo Y_i^C como el resultado de la misma firma en el mismo momento pero en un estado sin programa. El impacto del programa sobre la firma “i” entonces viene dado por $Y_i^T - Y_i^C$. El problema fundamental de la

evaluación ocurre porque para poder calcular esta diferencia se requiere conocer el resultado contrafactual Y_{it}^C el cual no es directamente observable. Sin embargo aunque la evaluación no pueda computar el impacto al nivel de firma individual, es posible computar el impacto promedio sobre una muestra de firmas participantes y una muestra de control, es decir $E[Y_{it}^T - Y_{it}^C]$. Definiendo D_i como una variable dicotómica que determina si una empresa participa o no el programa (es decir si pertenece al grupo de beneficiarios), el impacto promedio del programa se puede estimar como:

$$\Delta = E[Y_{it}^T | D_i = 1] - E[Y_{it}^C | D_i = 0] \quad (1)$$

Definiendo el contrafactual real del grupo de participantes (no observable) en términos esperado como $E[Y_{it}^C | D_i = 1]$ y sumando y restando esta expresión a (1) se tiene que:

$$\begin{aligned} \Delta &= E[Y_{it}^T | D_i = 1] - E[Y_{it}^C | D_i = 0] + E[Y_{it}^C | D_i = 1] - E[Y_{it}^C | D_i = 1] \\ \Delta &= E[Y_{it}^T - Y_{it}^C | D_i = 1] + E[Y_{it}^C | D_i = 1] - E[Y_{it}^C | D_i = 0] \end{aligned} \quad (2)$$

El primer término de (2) representa el impacto promedio sobre los participantes, es lo que se quiere asilar, sin embargo los otros dos términos de (2) representan cualquier diferencia entre el grupo contrafactual real del grupo de participantes y el contrafactual estimado generado por el grupo de control. Es decir además del impacto la comparación entre un grupo de participantes y un grupo de control arroja el término $E[Y_{it}^C | D_i = 1] - E[Y_{it}^C | D_i = 0]$ que representa cualquier diferencia sistemática entre el grupo de participantes y el grupo de control que queda erróneamente atribuida al tratamiento, esto es lo que se conoce como sesgo de selección. La simple comparación de un grupo de participantes y un grupo de control producirá el resultado deseado solamente cuando este sesgo de selección no existe, esto solamente se puede garantizar mediante experimentos controlados. Sin embargo, ante la falta de estos experimentos, se pueden recurrir a diversas metodologías cuasi-experimentales para minimizar (aunque no eliminar) el sesgo.

En el caso de la presente evaluación, la reducción del sesgo se llevo a cabo mediante la metodología de emparejamiento estadístico. La misma se basa en que existen un conjunto de características observadas de las empresas que afectan su decisión de participar en el programa. El supuesto es que lo que uno observa de cada empresa antes de que participen es

suficiente para controlar por todas las características relevantes y de esta manera balancear la muestra de participantes y de control para que resulten lo mas idénticas posibles, este supuesto que se conoce como independencia condicional (CIA). Es posible explicar cómo funciona el método con un ejemplo simple. Supongamos que todas las empresas empiezan a participar en t, pero que en t-1 uno observa una variable X fuertemente correlacionada con la decisión de la empresa de participar, por ejemplo el tamaño. El algoritmo del emparejamiento estadístico (o *propensity score matching* como se conoce en inglés) consiste en asignar a cada firma participante de tamaño X en t-1, una firma de comparación no participante que en t-1 tiene un tamaño lo más parecido posible, a esta firma de comparación se le llama el vecino más próximo (en este caso según tamaño). El efecto tratamiento puede ser calculado simplemente como la diferencia j periodos luego del tratamiento (o t+j) en la variable de resultado de interés (por ejemplo inversión en innovación) entre esta firma participante y su vecino de control.

La situación se complica, sin embargo, cuando existe más de una variable que caracteriza a las empresas en t-1, en este caso empresas participantes y las de control pueden ser diferentes o similares a lo largo de diferentes dimensiones. Es decir hay muchas Xs para hacer el pareo. Rosembaum y Rubin (1983) muestran que este problema de múltiple dimensiones, puede resolverse mediante el cómputo de un índice que es función de estas múltiples dimensiones y luego hacer el pareo en base a este índice. Un índice natural en este caso es la probabilidad de participación en el programa o propensity score:

$$p(X) = P(D = 1 | X) \quad (3)$$

Donde (3) indica la probabilidad de participar en el programa para valores dados del conjunto de características X medidas antes del tratamiento o bien invariantes al tratamiento. En la práctica el método de emparejamientos estadísticos, se basa en tres etapas:

1. Estimar la probabilidad de participar en el programa o propensity score dado en (3), usando un modelo probit o logit.
2. Emparejar cada empresa participante con una o más empresas de la muestra de control con probabilidades de participación lo mas similares posibles y construir un soporte común eliminando de la muestra empresas que no tienen comparación.

3. Usar la muestra resultante para estimar el efecto del programa como un promedio de las diferencias entre cada empresa participante y su(s) vecino(s) más cercanos.

En la práctica hay varios métodos sobre como el emparejamiento puede ser llevado a cabo. El método más simple, que es el usado en este estudio, es el del vecino más próximo, el cual consiste en emparejar cada unidad participante, con aquella empresa del grupo de control con la probabilidad de participación más similar. Es decir, si hay T empresas participantes y C empresas de comparación, se puede definir a C(i) como el par para la empresa participante i. En este caso, dada la probabilidad de participación de cada empresa en cada grupo, para la empresa i en el grupo de participación es posible obtener la empresa más próxima en el grupo de control de forma que se cumpla la siguiente condición:

$$C(i) = \min_k \|p_i - p_k\| \quad (4)$$

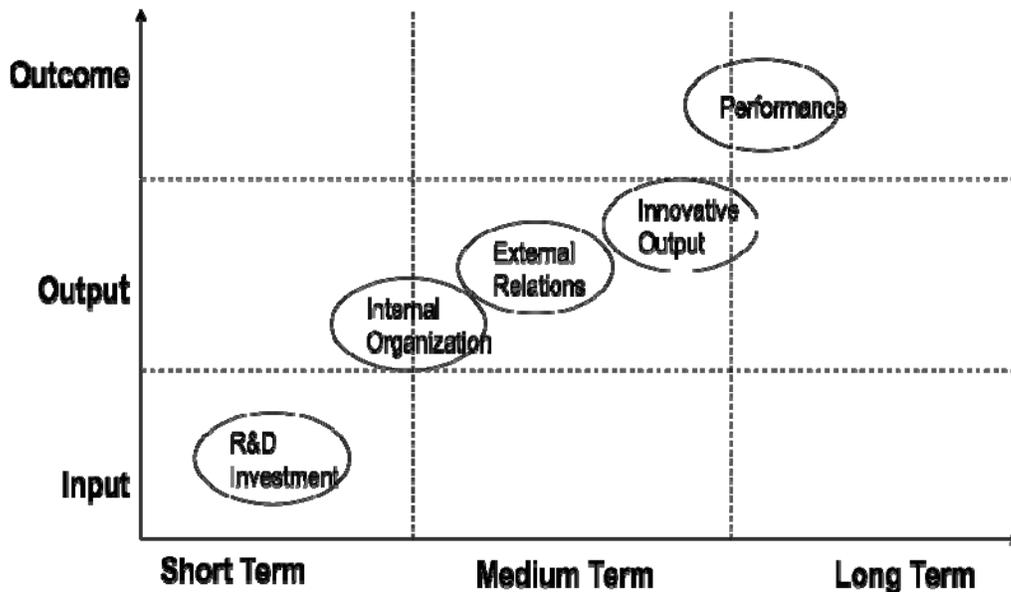
Luego del emparejamiento, si existen T empresas participantes o beneficiarias y para cada una de ellas se obtiene su control más próximo, denominando Y_{i+j}^T como el resultado de la firma “i” en el momento t+j como consecuencia de participar en el programa y definiendo como el resultado de la empresa de comparación k que es par para i en j (Y_{k+j}^C), el resultado del programa es:

$$\Delta = \frac{1}{N^T} \left(\sum_{i \in T} Y_{i+j}^T - \sum_{k \in C} Y_{k+j}^C \right) \quad (5)$$

El tercer dilema tiene que ver con los indicadores de impacto y su dimensión temporal. Los diferentes indicadores de impacto son sensibles al horizonte de la evaluación. En este sentido es común diferenciar entre indicadores de: (i) corto plazo, (ii) mediano plazo y (iii) largo plazo. Mientras los indicadores de corto plazo se focalizan en los impactos en el esfuerzo innovador de las empresas (por ejemplo: la inversión en I+D), los indicadores de mediano plazo se concentran en los resultados de estos esfuerzos en la innovación (por ejemplo: patentes, nuevos productos y procesos); finalmente los indicadores de largo plazo se concentran en la performance de las empresas (por ejemplo, productividad, exportaciones, empleo, etc.) (ver Figura 1). La mayoría de las evaluaciones de impacto llevadas a cabo hasta ahora se han concentrado en los impactos de corto plazo, es decir sobre el esfuerzo, este

es el caso también de la presente evaluación. En este sentido la pregunta de investigación clave es si la participación en algunos de los instrumentos que brindan apoyo financiero a la innovación empresarial hay inducido a un aumento no solo en la tasa de inversión de la firma, sino también en financiamiento privado de este esfuerzo, lo que se conoce como hipótesis de “*crowding-in*”. Evidencia de impacto positivo en el esfuerzo total de la empresas, como también en el componente privado del mismo, normalmente se toman como indicadores de que los programas están relativamente bien focalizados en el sentido de que resuelven algunas de las fallas de mercado que inhiben la innovación al nivel empresarial.

Figura 1 Horizonte Temporal de la Evaluación de Programas de Innovación Empresarial



4. SENACYT

SENACYT fue creada en 1992 como un organismo adjunto a la Presidencia de la República de Panamá y en 2005 se transformó en una entidad con autonomía propia, con el renovado objetivo de convertir a la ciencia, la tecnología y la innovación en instrumentos de desarrollo económico del país. Desde estos cambios, SENACYT ha implementado políticas concretas y acciones enfocadas que incluyen instrumentos de oferta (becas, incentivos a investigadores destacados, fortalecimiento de infraestructura científica, apoyo a proyectos de I+D en centros

de investigación, colaboración internacional y repatriación de talento científico) y otros de demanda (fondos de innovación para las empresas mediante matching grants y promoción de proyectos consorciados en el sector privado).

El accionar de SENACYT se rige por el Plan Estratégico Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2006-2010, actualizado en la nueva versión 2011-2015. Ambas estrategias fueron formuladas mediante un proceso de consulta a los principales sectores, mediante comisiones sectoriales que discutieron e identificaron los principales retos y propusieron las acciones necesarias.

Las convocatorias públicas que dos veces al año llama SENACYT para que potenciales beneficiarios accedan a fondos para innovación empresarial, investigación y desarrollo, aprendizaje de ciencia, becas para estudios en el extranjero y apoyo a actividades específicas de ciencia y tecnología, son el pilar central sobre el cual se ejecuta el plan. Estas convocatorias públicas siguen un proceso transparente y competitivo en el cual se publica ampliamente la disponibilidad de los fondos, se reciben propuestas hasta una fecha y hora de cierre, son sometidas a un proceso de evaluación por pares externos a SENACYT, en su mayoría internacionales, y se adjudican dependiendo de la disponibilidad presupuestaria. Igualmente SENACYT hace un seguimiento y acompañamiento durante la ejecución de cada proyecto hasta su culminación y desembolso final.

El accionar de SENACYT cuenta también con el apoyo del Programa Multifase de Transformación Tecnológica Fase I, por el Banco Inter-Americano de Desarrollo (BID). El Gobierno de Panamá se ha asegurado de mantener estas acciones de forma sostenida por seis años continuos, lo que ha resultado en un claro cambio de cultura de la comunidad científica, académica y empresarial sobre las oportunidades de la ciencia, tecnología y la innovación en el desarrollo.

5. Resultados del programa de SENACYT

Los resultados que se presentan en esta sección se basan en la información suministrada en la Encuesta de Investigación, Desarrollo e Innovación al Sector Privado, 2009, recogida por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) dependiente de la Contraloría General de la República. La encuesta sigue la metodología del Manual de Bogotá, cubriendo una muestra representativa del sector productivo de panameño. Adicionalmente, la muestra fue expandida con información de empresas beneficiarias de SENACYT a las que se le aplicó la misma

encuesta siempre por parte del INEC. En total existen 751 empresas en la muestra, de las cuales 41 corresponden a las firmas beneficiarias. Dada la información disponible, el foco de la evaluación está en la identificación de los cambios en el esfuerzo innovador de las firmas, capturado tanto por la inversión en I+D como innovación. Las principales variables usadas en el análisis se describen en la Tabla 1:

Tabla 1: Variables Utilizadas y Definición

Variable	Descripción
Región	Variable dicotómica. Toma el valor 1 si ubicado en la región capital
Innovación (t-1)	logaritmo natural de los gastos en actividades de innovación (2006)
I+D (t-1)	logaritmo natural de los gastos en I+D (2006)
% I+D (t-1)	Porcentaje que representa la I+D en los gastos totales de innovación (2006)
D(Innovación) (t-1)	Variable dicotómica. Toma el valor 1 si declara valores positivos en actividades de innovación (2006)
D(I+D) (t-1)	Variable dicotómica. Toma el valor 1 si declara valores positivos en I+D (2006)
Primario	Variable dicotómica. Toma 1 si la firma está en actividades primarias
Manufactura	Variable dicotómica. Toma 1 si la firma es parte de la industria manufacturera
Servicios Públicos,	Variable dicotómica. Toma 1 si la firma es activa en servicios públicos, comercio o transporte
Servicios Profesionales	Variable dicotómica. Toma 1 si la firma es activa en servicios profesionales o de servicios personales
D(Innovación) (t+2)	Variable dicotómica. Toma el valor 1 si declara valores positivos en actividades de innovación (2008)
Innovación (t+2)	logaritmo natural de los gastos en actividades de innovación (2008)
D(I+D) (t+2)	Variable dicotómica. Toma el valor 1 si declara valores positivos en I+D (2008)
I+D (t+2)	logaritmo natural de los gastos en I+D (2008)
% I+D (t+2)	Porcentaje que representa la I+D en los gastos totales de innovación (2008)
ΔInnovación	Crecimiento en los gastos en actividades de innovación entre 2008 y 2006
ΔI+D	Crecimiento de los gastos en I+D entre 2008 y 2006
Δ%I+D	Dif. entre los porcentajes de gasto en I+D en relación a los gastos en actividades de innovación entre 2008 y 2006
ΔAI (nueva)	Variable dicotómica. Toma 1 si la firma reporta en 2008 actividades de innovación y no las reportaba en 2006
ΔI+D (nueva)	Variable dicotómica. Toma 1 si la firma reporta en 2008 actividades de I+D y no las reportaba en 2006

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 2 resume las estadísticas descriptivas de toda la muestra, tanto para las variables que caracterizan a las empresas antes del 2006, como las variables de resultados. Se

encuentra que un 62% de las empresas están en la región capital, un 18% invierte en innovación, pero menos del 5% invierte en I+D. La inversión en I+D es solamente un 3% de la inversión total en innovación y la inmensa mayoría de las empresas opera en sectores de servicios, replicando la estructura productiva del país. Durante el periodo 2006-2008 se observa una dinámica importante, el porcentaje de empresas que invierten en innovación crece a cerca de un 30%, mientras que las empresas que invierten en I+D lo hacen hasta llegar al 10% de la muestra. La inversión en I+D como % de la inversión innovación crece hasta alcanzar casi un 5%. Finalmente, un 14% de firmas que en el 2006 no invertían en innovación comienzan a hacerlo en el 2008, los valores para I+D son del 5%. A pesar de esta dinámica importante, es clave determinar si es posible de alguna forma atribuir parte de la misma a la intervención de la SENACYT.

Tabla 2: Estadísticas Descriptivas de las Variables Utilizadas para Construir el *Propensity Score* y Evaluar las Diferencias entre los Grupos (Control y Tratamiento)

Variables	N	Media	Standard Deviation	Min	Max
1. Usadas para caracterizar a las empresas en la línea de base.					
Región	751	0.688	0.463	0	1
	751	1.954	4.193	0	16.8
Innovación (t-1)	751	0.473	2.143	0	13.7
I+D (t-1)	751	0.028	0.143	0	1
% I+D (t-1)	751	0.186	0.390	0	1
D(Innovación) (t-1)	751	0.048	0.214	0	1
D(I+D) (t-1)	751	0.023	0.149	0	1
Primario	751	0.368	0.482	0	1
Manufactura	751	0.270	0.444	0	1
Serv Públicos, Transporte y Comercio	751	0.340	0.474	0	1
Serv.Profesionales					
2. Usadas para medir los impactos dos años más tarde					
D(Innovación) (t+2)	751	0.308	0.462	0	1
	751	3.368	5.227	0	18.2

Innovación (t+2)					
D(I+D) (t+2)	751	0.103	0.304	0	1
	751	1.034	3.133	0	17
I+D (t+2)					
	751	0.048	0.178	0	1
% I+D (t+2)					
	751	0.561	2.375	-9.2	16.6
ΔInnovación					
	751	1.414	4.139	-13.1	18.2
ΔI+D					
Δ%I+D	751	0.021	0.157		1
	751	0.140	0.347	0	1
ΔAI (nueva)					
	751	0.056	0.230	0	1
ΔI+D (nueva)					

Fuente: Elaboración propia.

El primer paso para la implementación de la metodología consiste en analizar si las empresas que son beneficiarias de los programas de SENACYT son diferentes del resto de las empresas de la muestra. De no serlo una simple comparación de medias entre los dos grupos es suficiente para la evaluación. Para ello se estudia primero que variables influyen la probabilidad de que las firmas postulen y reciben apoyo de SENACYT. Si algunas de las variables de la línea de base en el 2006 explican la probabilidad de obtener apoyo, entonces esto quiere decir que las firmas de SENACYT tienen ciertas características “especiales” y no pueden considerarse una muestra aleatoria del total de la población. En otras palabras, una simple comparación de promedios entre empresas apoyadas por SENACYT y empresas no apoyadas del resto de la población de firmas arrojaría resultados incorrectos o sesgados. La Tabla 3, a continuación muestra los determinantes de la probabilidad de recibir beneficio. Los resultados en principio sugieren que las empresas fuera de la capital y en sectores primarios tienen una mayor probabilidad de ser seleccionadas. Adicionalmente se encuentra que firmas que ya eran innovadoras en el 2006 y que mostraban cierto nivel de inversión en I+D, también tienen una mayor probabilidad de ser seleccionadas, aunque estos últimos resultados no son significativos. Es importante decir que idealmente otras variables deberían haber sido usadas para este ejercicio, en particular tamaño inicial (capturado por ventas y/o empleo) y productividad. Lamentablemente esta información no se solicitó en la encuesta, por ende la caracterización de la línea de base solamente se hizo en forma parcial.

Tabla 3: Modelo de Regresión Logística para Estimar el *Propensity Score*

Variable	Coefficiente	Error Standard
Constante	0.07	0.56
Región	-0.42	0.36
Innovación (t-1)	-0.53	0.37
I+D (t-1)	0.47	0.45
% I+D (t-1)	0.38	1.68
D(Innovación)(t-1)	4.34	3.33
D(I+D) (t-1)	-1.28	3.67
Manufactura	-3.51	0.66
Servicios Públicos	-3.59	0.71
Serv. Profesionales	-2.39	0.58
Numero de observaciones		751
Log likelihood		-135.52
Prob > chi2 =	0.0000	

Fuente: Elaboración propia.

Los resultados de la Tabla 3 pueden usarse para predecir la probabilidad de participación de las empresas participantes y del resto de la muestra y luego buscar para cada empresa participante, una empresa del resto de la muestra con la probabilidad de participación más parecida (es decir su vecino más cercano), de forma de que se cumpla la condición de que tanto las empresas participantes como las de control sean idénticas en sus características en la línea de base, es decir en 2006. La Tabla 4 compara las empresas beneficiarias según sus características en la línea de base con el resto de la muestra de empresas no beneficiarias y con aquellas empresas no beneficiarias “vecinas” o más “próximas”. Esta doble comparación permite estudiar con mayor detalle si las empresas de SENACYT son diferentes del resto de las empresas en la línea de base y si el método de emparejamiento con el vecino más similar permite eliminar estas diferencias, es decir si podemos hacer la evaluación comparando empresas similares.

Para cada una de las variables de la Tabla 4 la primera fila captura simplemente la diferencia entre las empresas apoyadas por SENACYT y el resto de las firmas en la muestra. Confirmando los resultados anteriores se encuentra que mientras un 58% de las firmas de SENACYT están Ciudad de Panamá, el 70% de las firmas panameñas está en la Ciudad de Panamá, confirmando el sesgo de la SENACYT a operar hacia fuera de la capital. Otra característica importante es la referida al gasto inicial en I+D. En promedio las empresas apoyadas por SENACYT tenían en la línea de base presupuestos en I+D más del doble



superiores al resto de las empresas. Es decir SENACYT está seleccionando empresas con un nivel inicial de capacidades por encima del promedio de las firmas de Panamá. Esto se ve también reflejado en la composición del gasto en innovación. De nuevo en la línea de base se tiene que mientras las empresas seleccionadas por apoyo ya destinaban un 12% de esta inversión a I+D, mientras que la empresa típica panameña solo destina un 2%. Igualmente se tiene que ex-ante a participar el 17% de las empresas participantes ya invertía en I+D mientras que en solamente un 4% de la firma panameña típica lo hace. Finalmente se tiene, que solo un 12% de las firmas de SENACYT está en el sector de servicios, cuando casi un 30% de las firmas panameñas esta en este sector. En síntesis, al momento de elegir a sus beneficiarios, SENACYT selecciona firmas con atributos especiales o características iniciales que las hace diferente a la firma panameña representativa. En particular SENACYT selecciona firmas con capacidades iniciales más elevadas, con menor concentración en la capital y, consistente con esto, de sectores diferentes a servicios. Todo esto hace que la firma “SENACYT” sea diferente a la firma panameña “típica” y por ende una simple comparación entre ambas no permitirá una evaluación correcta de los impactos.

La segunda fila correspondiente a cada variable en la Tabla 4, indica en qué medida la metodología de evaluación propuesta en este ejercicio ha hecho posible reducir las diferencias entre empresas de SENACYT y las empresas de control. O dicho de otra manera, en qué medida las empresas de SENACYT y sus “vecinos” resultan ser comparables. Por ejemplo, se obtiene que solamente un 62% de las empresas de control vecinas se localiza en la Ciudad de Panamá (contra el 70% del resto de las firmas). Se ha logrado reducir la brecha inicial de gasto en I+D de más de un 120% a solo un 15%. Adicionalmente, se ha logrado reducir la brecha de composición del gasto de 10 puntos porcentuales a un punto porcentual. Se ha logrado reducir la brecha de servicios desde 15 puntos porcentuales a menos de 6. En síntesis la metodología ha sido claramente efectiva en encontrar empresas vecinas comparables a las empresas beneficiarias en la línea de base de esta evaluación. En efecto la selección del grupo de control de esta forma nos ha permitido eliminar cualquier diferencia observable ex-ante entre este grupo y las empresas beneficiarias. Es más un simple test colectivo de esto nos dice que mientras estas variables son en su conjunto significativas para explicar la recepción del beneficio en toda la muestra, cuando se aplica a la muestras de empresas vecinas el modelo pierde su poder explicativo (fila final de la Tabla 4), esto implica en términos concretos que comparando las empresas de SENACYT con las empresas de control “vecinas” seleccionadas replica en cierto modo lo que estaría pasando si uno estuviera llevando a cabo un experimento controlado (con base a las variables que uno observa que

caracterizan a las empresas). Si se comparan los dos grupos de empresas dos años después se puede estar mucho más confiado de que los resultados obtenidos pueden ser atribuidos a la intervención.

Tabla 4: Resultados para los Tests de Balance y Sesgo de Balance para el Propensity Score y las Variables Utilizadas en su Construcción

	n	Mean	Std. Dev	Min	Max		
Propensity score	751	0.0546	0.0740	0.0002	0.5185		
ps test		Mean		% Reduction		t-test	
Variable	Sample	Treated	Control	% bias	 bias 	t	p> t
Region	Unmatched	0.585	0.694	-22.7		-1.470	0.143
	Matched	0.585	0.624	-8.1	64.3	-0.360	0.723
Innovacion (t-1)	Unmatched	2.160	1.942	5.2		0.320	0.746
	Matched	2.160	2.276	-2.8	47.1	-0.120	0.902
I+D (t-1)	Unmatched	1.656	0.404	41.7		3.670	0.000
	Matched	1.656	1.516	4.7	88.8	0.170	0.863
% I+D (t-1)	Unmatched	0.122	0.022	44.3		4.430	0.000
	Matched	0.122	0.125	-1.2	97.3	-0.040	0.967
D(Innovacion)(t-1)	Unmatched	0.220	0.185	8.7		0.560	0.576
	Matched	0.220	0.232	-3.1	63.8	-0.140	0.892
D(I+D)(t-1)	Unmatched	0.171	0.041	42.8		3.820	0.000
	Matched	0.171	0.161	3.3	92.3	0.120	0.904
Manufactura	Unmatched	0.268	0.373	-22.5		-1.360	0.176
	Matched	0.268	0.361	-19.8	11.9	-0.890	0.374
Servicios Publicos	Unmatched	0.122	0.279	-39.8		-2.200	0.028
	Matched	0.122	0.184	-15.8	60.3	-0.780	0.440
Serv. Profesionales	Unmatched	0.439	0.334	21.6		1.380	0.167
	Matched	0.439	0.286	31.4	-45.2	1.440	0.154
Sample	Pseudo R2	LR chi2	p>chi2				
Unmatched	0.149	47.5	0.000				
Matched	0.040	4.52	0.874				

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 5, muestra los resultados de impacto de los dos grupos dos años después de la línea de base. Los resultados son los siguientes. En primer lugar se obtiene que el número de empresas que realizan actividades de innovación de la muestra de SENACYT es de un 63%, este número en el grupo de control es 30%, es decir **SENACYT habría contribuido con prácticamente la mitad de este crecimiento** (recordar en la Tabla 4 se tiene que la diferencia entre ambos grupos antes de participar era solamente de 4 puntos porcentuales). Además se encuentra que las empresas beneficiarias están invirtiendo en innovación cuatro veces más que sus vecinos. En términos de performance en I+D, hay 30 puntos porcentuales de

diferencia entre las empresas de SENACYT y las empresas de control con relación a empresas que invierten en I+D, mientras que las empresas de SENACYT están invirtiendo en I+D alrededor de 3 veces más que las empresas de control. Es más la composición del gasto en innovación indica que la intervención de SENACYT ha llevado el mismo a casi un cuarto de todo el gasto en innovación. En síntesis, todos estos resultados – que estadísticamente resultan ser significativos a los niveles usuales de confianza – indican que SENACYT ha sido tremendamente efectiva en aumentar el número de empresas innovadoras, el número de empresas innovadoras que hacen I+D y los volúmenes de inversión. Pero ¿son estos resultados robustos?

Tabla 5: Resultados del Programa en Dimensiones Seleccionadas para el Caso sin Matching y con el Matching (Propensity Score)

Variable	Sample	Treated	Controls	Difference	S.E.	T-stat
D(Innovacion) (t+2)	Unmatched	0.634	0.289	0.345	0.073	4.72
	ATT	0.634	0.301	0.333	0.084	3.95
Innovacion (t+2)	Unmatched	7.215	3.146	4.069	0.827	4.92
	ATT	7.215	3.147	4.068	0.979	4.15
D(I+D)(t+2)	Unmatched	0.463	0.082	0.382	0.047	8.16
	ATT	0.463	0.176	0.287	0.082	3.51
I+D (t+2)	Unmatched	4.874	0.812	4.061	0.481	8.44
	ATT	4.874	1.698	3.176	0.887	3.58
%I+D(t+2)	Unmatched	0.238	0.037	0.201	0.028	7.25
	ATT	0.238	0.100	0.138	0.054	2.57
ΔI+D	Unmatched	3.218	0.408	2.810	0.368	7.64
	ATT	3.218	0.183	3.035	0.780	3.89
ΔInnovación	Unmatched	5.055	1.204	3.851	0.650	5.92
	ATT	5.055	0.872	4.183	0.942	4.44
Δ% I+D	Unmatched	0.116	0.015	0.101	0.025	4.04
	ATT	0.116	-0.025	0.141	0.055	2.57
ΔAI (nueva)	Unmatched	0.415	0.124	0.291	0.055	5.31
	ATT	0.415	0.097	0.318	0.082	3.87
ΔI+D (nueva)	Unmatched	0.293	0.042	0.250	0.036	6.99
	ATT	0.293	0.026	0.267	0.074	3.62

Fuente: Elaboración propia.

Una forma de revisar cuan robustos son estos resultados es mediante estimar los impactos no solamente en los niveles de las variables de resultados, sino también en las tasas de crecimiento desde la línea de base. De esta forma la influencia de cualquier otra variable relevante omitida por no ser observada quedaría eliminada, en la medida que estas variables no cambien mucho a lo largo del tiempo. Los resultados para las tasas de crecimiento del

gasto en I+D, en innovación y en la composición del gasto permanecen positivos y altamente significativos. Es más se encuentra que alrededor de un 30% de empresas que antes de recibir el apoyo de SENACYT no invertían en innovación, ni en I+D comenzaron a hacerlo luego de este apoyo.

6. Conclusiones

Se espera que esta evaluación de impacto sirva como insumo a la evaluación de medio término de la operación de SENACYT. En general se obtienen dos resultados importantes y una serie de recomendaciones metodológicas en materias de indicadores. En relación a los resultados sustantivos, se obtiene que SENACYT tiende a ser muy selectiva en materia de la selección de firmas a ser sujetas de apoyo. En efecto, en promedio la firma típica beneficiaria es aquella que ya puede mostrar una cierta historia de inversión en innovación y en particular en I+D. El segundo resultado es que cuando se compara estas firmas beneficiarias con firmas de control comparables ex-ante, se tiene que SENACYT ha tenido impactos muy significativos en materia de aumento de las inversiones en innovación y, en particular, en I+D. Esto no significa que SENACYT no tenga impacto en empresas sin capacidades iniciales, ya que también se observa que aun cuando se trabaja con empresas que no invertían estas empezaron a hacerlo. La combinación de estos resultados deja una importante implicancia de política. En la medida de que SENACYT mantenga sus criterios de selección actual, seguirá seleccionando firmas con buenas capacidades iniciales, estas firmas luego tendrán mejoras adicionales significativas, lo que hará más probable que reciban beneficios futuros. Esto puede generar una suerte de dinámica de “Efecto Mateo” donde éxito presente lleva más éxito futuro y donde las empresas beneficiarias se fortalezcan aun mas. El riesgo que esto implica es que se genere una situación “endogámica” donde SENACYT termina siempre trabajando con un mismo y reducido grupo de empresas de excelencia. Si existen rendimientos decrecientes, esto puede terminar afectando la efectividad futura de los programas. Si no existen estos rendimientos, esto puede terminar aumentando la brecha interna de productividad dentro de Panamá, con efectos potencialmente negativos sobre la competencia y la equidad. En términos futuros las principales recomendaciones para SENACYT serian:

- Continuar con ejercicios similares de monitoreo para identificar si se están produciendo estos efectos “endogámicos” y, en el caso de existir evidencia de rendimiento decrecientes, plantear una estrategia de salida (por ejemplo, limitando el número de subsidios a que una empresa puede postular).
- Generar nuevos instrumentos complementarios que permitan que lleguen a SENACYT empresas “potencialmente” de excelencia o de alta productividad, ayudando por ejemplo en los procesos de postulación o con la construcción de una primera etapa de grants para notas conceptuales. Esto permitirá identificar emprendedores potenciales, los que se podrían fortalecer primero, induciendo luego más competencia y diversidad.
- Es necesario extender esta evaluación para determinar si la intervención de SENACYT ha sido no solamente efectiva, pero sino también eficiente. Esto solamente puede lograrse mediante un seguimiento sobre cómo esta mayor inversión termina impactando en la productividad de las firmas. Si bien estos son procesos cuyos resultados solamente se puede mirar más a largo plazo, una preocupación actual es que SENACYT no está recogiendo la información necesaria para hacerlo. Para ello es necesario también incorporar información de performance (por lo menos empleo y ventas) de un par de años antes de recibir los beneficios y seguir las empresas varios años después. Esto puede lograrse con acuerdos institucionales entre SENACYT y el INEC.
- Relacionado a lo anterior, el instrumento de recolección de información de innovación es sumamente complejo y existe un gran grupo de preguntas que solamente un grupo muy reducido de empresas parece estar en condiciones de contestar adecuadamente. En este caso se recomienda simplificar el instrumento de recolección de información sobre innovación para aplicarlo a la mayoría de las firmas, preparando un instrumento más específico y focalizado en I+D para el reducido grupo de empresas que están involucradas en esta actividad. La encuesta de innovación (aplicada a toda la muestra) permitirá identificar las empresas para la muestra de I+D. En el mismo sentido, debe atenderse a cuestiones de consistencia. En algunas secciones de la encuesta los totales no coinciden con los montos indicados en subtotales o ítems particulares de la sección.

En síntesis, todos estos resultados – que estadísticamente resultan ser significativos a los niveles usuales de confianza – indican que SENACYT ha sido tremendamente efectiva en

aumentar el número de empresas innovadoras, el número de empresas innovadoras que hacen I+D y los volúmenes de inversión y que estos resultados son robustos, sin embargo más análisis y, sobretodo, información complementaria es necesaria para evaluar impactos en performance y determinar si SENACYT ha sido además “eficiente”. Con la información disponible y en términos de la Figura 1 solamente hemos sido capaces de medir impactos en el corto plazo.

Terminamos con una breve reflexión sobre el camino futuro en materia de evaluación de impacto de programas de CTI como los de SENACYT. El mismo aprendizaje ganado en materia de evaluaciones de impacto está generando nuevas preguntas de investigación sobre metodologías y que definen el estado del arte en esta materia, a modo de resumen los desafíos más urgentes se focalizan en los siguientes aspectos: (i) hasta ahora la mayoría de las evaluaciones llevadas a cabo miden los impactos de las intervenciones sobre los beneficiarios directos de los programas, esto permite evaluar tasas de retornos privadas, sin embargo una correcta apreciación de los impactos de programas como los de SENACYT requiere de medir sus tasas de retornos sociales también; esto a su vez implica considerar las externalidades (o impactos sobre-beneficiarios indirectos) como también los efectos sobre los usuarios de las tecnologías desarrolladas, sean estas firmas u hogares. (ii) Resulta importante considerar que normalmente diferentes programas están en operación y que tanto beneficiarios como empresas de control puede también acceder a estos otros programas. Esto genera un importante desafío al momento de poder atribuir cambios a una determinada intervención de política. Es importante reconocer esta multiplicidad de programas no solamente para mejorar la calidad de las evaluaciones de impactos de programas específicos, sino también para la identificación de sinergias o efectos sustitución entre diferentes tipos de programas. Conceptualmente esto implica migrar hacia un marco multitratamiento de evaluación de impacto, lo cual en términos prácticos implica un ejercicio intenso de sistematización de la información y la confección de registros únicos de beneficiarios y, finalmente, (iii) dado que los resultados de los procesos de innovación son naturalmente sesgados en el sentido de que normalmente se observan un conjunto de resultados menores de naturaleza incremental, con un conjunto reducido de resultados extraordinarios de naturaleza radical, es posible cuestionar la utilidad de metodologías de evaluación de impacto que entregan simples promedios. Es necesario mirar más a otros momentos de la distribución de impactos también, aunque más no sea para evaluar el riesgo implícito en estos programas.

Referencias

- Acemoglu, D. 1997. "Training and Innovation in an Imperfect Labour Market". *Review of Economic Studies*. 64 (3): 445-64.
- Aghion, P. y Howitt, P. 1992. "A Model of Growth through Creative Destruction". *Econometrica*. 60 (2): 323-51.
- Aghion, P., David, D. y Foray, D. 2009. "Science, Technology and Innovation for Economic Growth: Linking Policy Research and Practice in "STIG Systems". *Research Policy*. 38, 681-693.
- Anllo, G y Suarez, D. 2009. "Innovación: Algo más que I+D. Evidencias Ibero-Americanas a partir de las encuestas de innovación: Construyendo estrategias empresariales competitivas". CEPAL-REDES, Buenos Aires. Unpublished.
- Arrow, K. 1969. "Classificatory Notes on the Production and Transmission of Technological Knowledge," *American Economic Review: Papers and Proceedings*. 59(2): 29-35
- Benavente, J.M. y Crespi, G. 2003. "The Impact of an Associative Strategy (the PROFO Program) on Small and Medium Enterprises in Chile". SPRU Electronic Working Paper Series 88, University of Sussex, SPRU - Science and Technology Policy Research
- Benavente, J.M y Bravo, C. 2009. "The Emergence of New Successful Export Activities in Latin America: The Case of Chile." Latin American Research Network Working Paper R-552, Inter-American Development Bank.
- Benavente, J.M. 2005. "Investigación y Desarrollo, Innovación y Productividad: Un Análisis Econométrico a nivel de la Firma." *Estudios de Economía*. 32(1): 39-67
- Benavente, J.M., De Gregorio, J. y Núñez, M. 2006. "Rates of Return for Industrial R&D in Chile". Working Papers WP220, University of Chile, Department of Economics
- Benavente, J.M., De Gregorio, J. y Nuñez, M. 2006. " Rates of Return for Industrial R&D in Chile." Serie Documento de Trabajo 220, Departamento de Economía, Universidad de Chile.
- Borras S. y Lundvall, B.A. 2006. "Science, Technology and Innovation Policy", en Fagerberg, J., Mowery, C. y Nelson, R., editores, *The Oxford Handbook of Innovation*, Oxford University Press.

- CEPAL. 2008. *La Transformación Productiva 20 años después: Viejos Problemas, Nuevas Oportunidades*. Santiago, Chile.
- Chudnovsky, C, Lopez, A., Rossi, M. y Ubfal, D. 2008. “Money for Science? The Impact of Research Grants on Academic Output”. *Fiscal Studies*, 29(1): 75-87.
- Cimoli, M. 2005. “Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina, MPRA paper 3832, University Library of Munich, Germany.
- Cohen, W., y Levinthal. D. 1989. “Innovation and Learning: Two Faces of R&D”. *Economic Journal* 99(397): 569–596.
- Crespi, G. 2007. “The UK Knowledge Production Function” en A. Bonaccorsi y C. Daraio, editors, *Universities and Strategic Knowledge Creation. Specialization and Performance in Europe*, Prime Series on Research and Innovation Policy in Europe, Edward Elgar, Cheltenham, UK – Northampton, MA, USA
- Crespi, G A. y Geuna, A. 2008. “An empirical study of scientific production: A cross country analysis, 1981-2002”. *Research Policy*, 37(4): 565-579.
- Freeman, C. 1987. *Technology Policy and Economic Performance: Lessons from Japan*. London, Pinter.
- Gerschenkron, A. 1962. *Economic Backwardness in Historical Perspective*, Harvard University Press.
- González, M., Maffioli, A., Salazar, L. y Winters, P. 2010. “Assessing the Effectiveness of Agricultural Interventions”. SPD Working Papers 1001, Inter-American Development Bank, Office of Strategic Planning and Development Effectiveness (SPD).
- González, V., Ibararán, P., Maffioli, A. y Roza, S. 2009. “The Impact of Technology Adoption on Agricultural Productivity: The Case of the Dominican Republic”, OVE Working Papers 0509, Inter-American Development Bank, Office of Evaluation and Oversight (OVE).
- Griffith, R, Redding, S. y Van Reenen, J. 2004. “Mapping the Two Faces of R&D: Productivity Growth in a Panel of OECD Industries”. *Review of Economics and Statistics*, 86 (4): 883-895.
- Griliches, Z. 1958. “Research Costs and Social Returns: Hybrid Corn and Related Innovations.” *Journal of Political Economy*, 66(5): 419-431.
- Griliches, Z. 1995. “R&D and Productivity: Econometric Results and Measurement Issues.” En P. Stoneman. Editor. *Handbook of the Economics of Innovation and Technological Change*. Basil Blackwell, Oxford.

- Klette, T. J., Moen, J. y Griliches, Z. 1999. "Do Subsidies to Commercial R&D Reduce Market Failures - Microeconomic Evaluation Studies?". Harvard Institute of Economic Research Working Papers 1861, Harvard - Institute of Economic Research
- Hall, R., y Jones, C. 1999. "Why do Some Countries Produce so much more Output per Worker than Others?". *Quarterly Journal of Economics* 114 (1): 83–116.
- Hall, B., Mairesse J. y Mohnen, P. 2009. "Measuring the Returns to R&D", NBER Working Paper Series 15622.
- Hall, B. y Maffioli, A. 2008. "Evaluating the Impact of Technology Development Funds in Emerging Economies. Evidence from Latin America". NBER Working Papers Series 13835.
- IDB. 2010a. *The Imperative of Innovation, Creating Prosperity in Latin America and the Caribbean*, Washington, DC.
- IDB. 2010b. *Ciencia, Tecnología e Innovación en América Latina y el Caribe. Un Compendio de Indicadores*, Washington, DC.
- Katz, M. L. 1986. "An Analysis of Cooperative Research and Development". *RAND Journal of Economics*, 17(4): 527-543.
- Irwin, D. y Klenow, P. 1996. "High-Tech R&D Subsidies. Estimating the Effects of Sematech", *Journal of International Economics* 40, 323-344.
- Lach, S. 2000. "Do R&D Subsidies Stimulate or Displace Private R&D? Evidence from Israel," NBER Working Papers 7943, National Bureau of Economic Research.
- Lederman, D. y Maloney, W. 2003. "R&D and Development". World Bank Policy Research Working Paper 3024.
- Lerner, J.1999. "The Government as Venture Capitalist: The Long-Run Impact of the SBIR Program". *Journal of Business, University of Chicago Press* 72(3): 285-318.
- 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, Dialogo Regional de Política, Red de Innovación, Ciencia y Tecnología, BID.
- Maloney, W. y Rodriguez-Clare, A. 2007. "Innovation shortfalls". Policy Research Working Paper Series 4283, The World Bank.
- Mullin, J., Abeledo, C, Rivas, G. y Jaramillo, L.J. 2008. *Revisión del Plan Estratégico Nacional de Ciencia y Tecnológica de Panamá (2005-2009) y Propuestas para el Quinquenio (2010-2015)*. Mullin Consulting Limited, Ottawa, Canadá.

- Navarro, J.C., Llisterri, J. y Zuniga, P. 2010. "The Importance of Ideas: Innovation and Productivity in Latin America". En C. Pages (ed.), *The Age of Productivity: Transforming Economies from the Bottom Up*. Development in the Americas, Washington DC, Inter-American Development Bank-Palgrave-McMillan.
- OECD.2005. *Oslo Manual. Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition, Paris.
- Rivera-Batiz, L.A. y Romer, P. 1991. "International Trade with Endogenous Technological Change". *European Economic Review* 35 (4): 971-1001.
- Romer, P. 1990. "Endogenous Technological Change." *Journal of Political Economy* 98 (5): 71-102.
- Rouvinen, P. 2002. "R&D-Productivity Dynamics: Causality, Lags and "Dry Holes", *Journal of Applied Economics*, Universidad del CEMA, 123-156.
- Sagasti, F. 2010 "Conocimiento y Desarrollo en América Latina: Antecedentes, evolución y perspectivas de las políticas de ciencia, tecnología e innovación". FORO Nacional/Internacional, Lima, Perú.
- Solow, R. M. 1956. "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *Quarterly Journal of Economics*, 70(1): 65-94.
- Teubal, M. 1997. "A catalytic and evolutionary approach to horizontal technology policies (HTPs)". *Research Policy*, 25(8): 1161-1188.
- Toivanen, O. 2009. "Innovation Policy, Entrepreneurship and Development: A Finnish View". UNU-MERIT, Working Paper Series #2009-50.