



Departamento Administrativo de
Ciencia, Tecnología e Innovación
Colciencias
República de Colombia

Indicadores y Metodologías Utilizadas en Evaluaciones de Impacto

OFICINA ASESORA DE PLANEACIÓN
Colciencias

2012

Identificación y Descripción de Indicadores y Metodologías utilizadas en Evaluaciones de Impacto: Estado del Arte en América Latina y Países de la OECD

Realizado por: Paola Marcela Roldán Vásquez

Introducción

Durante los últimos años, los países de la OECD y los latinoamericanos han llevado a cabo programas públicos para incentivar y fortalecer la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Si bien hay evidencias generalizadas sobre los efectos positivos que la innovación tecnológica tiene sobre el crecimiento económico, conocer el efecto real de los proyectos sobre los beneficiarios es importante ya que el incremento de las ayudas públicas para incentivar la ciencia y la tecnología implica también aumentar el uso de recursos públicos para este fin. Teniendo en cuenta que dichos recursos son escasos, se hace necesario saber si los programas están cumpliendo con los objetivos trazados y además utilizar los resultados de las evaluaciones para mejorar la implementación y/o rediseñar aquellos programas que no están cumpliendo con los propósitos esperados.

En este sentido si se quiere establecer los lineamientos para las futuras evaluaciones de impacto de Colciencias, un importante punto de partida es conocer las metodologías e indicadores utilizados en las evaluaciones realizadas en otros países, para de esta manera conocer los requerimientos de información e identificar las metodologías que más se adecuarán a las evaluaciones a realizar.

En este documento se presenta una revisión bibliográfica de algunas de las evaluaciones de impacto realizadas en países de la OECD y latinoamericanos con el objetivo de identificar y describir los principales indicadores y metodologías utilizadas en dichas evaluaciones. El documento se compone de dos partes, la primera se enfoca en Innovación Tecnológica y la segunda en Ciencia y Tecnología; ambas se desarrollan de la siguiente manera: Primero se presenta el marco conceptual, el cual incluye una sección teórica sobre qué se evalúa y otra que presenta las distintas metodologías. Luego se realiza una revisión del estado del arte de las evaluaciones de impacto de los distintos programas, enfocada hacia la identificación de las principales variables de resultado y de control utilizadas en los distintos estudios. Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones para avanzar en las futuras evaluaciones de impacto de los instrumentos de Colciencias.

I. Innovación Tecnológica

1. Generalidades Teóricas: Qué evaluar y Cómo hacerlo

1.1. Qué evaluar

La literatura señala que existen dos enfoques teóricos a través de los cuales es posible evaluar un subsidio público para incentivar la innovación tecnológica: Enfoque de equilibrio parcial y enfoque de equilibrio general.

1.1.1 Enfoque de equilibrio parcial

El enfoque de equilibrio parcial toma en cuenta los efectos directos que las políticas evaluadas tienen sobre los beneficiarios y sobre otros agentes que pueden verse afectados positiva o negativamente por la política, dichas repercusiones son medidas a través del criterio de adicionalidad. López (2009)

En este sentido, son varios los canales a través de los cuales una empresa puede verse afectada por la recepción de un subsidio, esto ha hecho que, existan distintas aproximaciones al concepto de adicionalidad, dependiendo del efecto que se esté interesado en analizar. En una revisión sobre los distintos enfoques utilizados en la evaluación de políticas públicas adoptadas en la promoción de ciencia y tecnología, Georghiou (2002) mencionan cuatro grandes criterios de adicionalidad: i) adicionalidad de insumos (input); ii) adicionalidad de producto (output); iii) adicionalidad de comportamiento (behavior); y iv) adicionalidad de capacidad cognitiva.

i) Adicionalidad de insumos

A partir de este criterio se analiza si los recursos proporcionados a la empresa generan adicionalidad en los insumos necesarios para la producción de innovaciones; expresado en palabras de Afcha (2011), la adicionalidad de insumos mide si por cada unidad monetaria (UM) provista por el sector público, la empresa gasta al menos una UM adicional en el desarrollo de actividades de I+D o si por el contrario hay una sustitución de fondos privados por fondos públicos (crowding out effect).

Como se verá más adelante, en la práctica la principal variable utilizada en el cálculo de este tipo de adicionalidad es el gasto en I+D. El uso de este criterio implica asumir en cierta forma que un mayor gasto en I+D genera como efecto un aumento en la capacidad innovadora de los agentes económicos.

ii) Adicionalidad de producto

Este criterio se basa en la estimación de la efectividad de la empresa para obtener innovaciones como registro de nuevas patentes, artículos o prototipos, entre otros. Este

criterio también contempla indicadores de desempeño de la empresa como nivel de ventas, productividad de los trabajadores, generación de beneficios y otros indicadores generales del funcionamiento de la organización.

iii) Adicionalidad de comportamiento

El comportamiento de largo plazo de la firma, también denominado adicionalidad de comportamiento es un criterio alternativo que ha sido poco utilizado en la literatura empírica. Este enfoque evalúa las consecuencias de la política sobre la conducta empresarial en materia de actividades tecnológicas. Es decir, lo que se relaciona con la institucionalización de las actividades de I+D en la empresa, la aceleración del proceso innovativo (reducción del tiempo necesario para llegar con una innovación al mercado), el mejor acceso a fuentes externas de conocimiento o financiamiento, el aumento del alcance o calidad de las actividades innovativas, la adquisición de nuevas competencias en gerencia o mercadeo, el reforzamiento o inicio de vínculos con otros agentes del sistema de innovación, entre otras. Castillo *et al.*(2010)

iv) Adicionalidad de capacidad cognitiva

Debido a la dificultad de elaborar medidas concretas que permitan dar cuenta de temas tan complejos como la codificación de los distintos tipos de conocimiento, este enfoque ha permanecido en el plano teórico. Georghiou (2002)

Los criterios de adicionalidad de insumos y de producto, han servido de base para la mayoría de estudios econométricos que se encuentran en la literatura empírica. (Georghiou and Clarysse, 2009; Falk, 2007). Mientras que los criterios de adicionalidad de comportamiento y adicionalidad de capacidad cognitiva han sido criterios poco utilizados.

1.1.2 Enfoque de equilibrio general

El enfoque de equilibrio general se interesa principalmente en los beneficios sociales, por lo que sugiere que la evaluación de programas públicos debería captar no sólo los rendimientos económicos de las empresas beneficiarias, sino también los efectos externos que hacen que, la tasa de retorno social del proyecto sea superior a la tasa de retorno privada. Impactos de este tipo son los que suceden sobre el capital humano, por ejemplo, los investigadores y técnicos que trabajan en los proyectos pueden aprender cosas nuevas o generar conocimiento útil para otros proyectos o para las actividades rutinarias de la firma. Estos efectos no solamente son apropiados por las firmas beneficiarias directas de un programa, sino también por otras empresas en la medida que exista suficiente movilidad de personal. Castillo *et al.* (2010).

Una exhaustiva evaluación de impacto sobre programas públicos de apoyo a la innovación en el sector productivo debería tener en cuenta los enfoques de equilibrio parcial y general.

Sin embargo, la estimación de las externalidades mencionadas es compleja y, como lo afirma López (2009), aunque hay algunos trabajos que intentan aproximarse a su importancia, las evaluaciones de política tecnológica en general no los incluyen y cuando lo hacen evalúan las externalidades de mercado debido a que son las más fáciles de cuantificar.

1.2 Cómo hacerlo: Metodologías

La evaluación del impacto de programas públicos que incentivan la ciencia y la tecnología puede realizarse a través estudios cualitativos, cuantitativos o una combinación de estos. Las metodologías cuantitativas son rigurosas metodológicamente pues estiman un escenario contrafactual o alternativo simulado, es decir, lo que habría ocurrido si el proyecto no se hubiera realizado. Los métodos cualitativos aportan información importante sobre las perspectivas de los beneficiarios, el valor que éstos asignan al proyecto y ayudan a realizar una interpretación más profunda de los resultados encontrados en el análisis cuantitativo Baker (2000), esto último hace pensar que la combinación de los dos tipos de análisis podría llevar a una mejor evaluación.

i) Estudios de caso: Análisis cualitativo

Como afirman Castillo *et al.* (2010), los estudios de caso son útiles para generar información cualitativa que permita entender qué tipo de actividades son desarrolladas gracias a los proyectos financiados, y los objetivos perseguidos por las empresas a través de dichas actividades. También pueden ayudar a saber en qué medida la población objetivo los conoce y participa de ellos, así como las dificultades que pueden encontrar las empresas para acceder a los mismos. Un aporte adicional e importante que ofrece la información cualitativa está relacionado con el diseño de las evaluaciones y la interpretación de los resultados, así como con la realización de comparaciones entre programas similares en su diseño, pero diferentes en su instrumentación, institucionalidad y procedimientos. López (2009)

ii) Análisis Cuantitativo

La mayor parte de evaluaciones de política de ciencia y tecnología llevadas a cabo en países desarrollados involucran fundamentalmente métodos cuantitativos, los cuales en su mayoría tienen un enfoque econométrico. Esto es así debido a que, aparentemente, estos últimos tienen una mayor capacidad de determinar rigurosamente el efecto de las políticas públicas a través de la construcción de un contrafactual (grupo de control), es decir un grupo de no beneficiarios lo más similar posible al grupo que recibió los beneficios del programa. Esto permite evaluar el efecto de la política a través de las diferencias en las variables de resultado (por ejemplo: gasto en I+D) de estos dos grupos, simulando que se tiene al mismo al conjunto de individuos en dos situaciones distintas: con y sin programa.

Existen diversas metodologías¹ que permiten construir dicho contrafactual, una de ellas denominada experimental la cual construye el grupo de control a partir de la selección aleatoria de los beneficiarios y no beneficiarios, dicha aleatoriedad permite que los grupos sean estadísticamente similares tanto en características observables (tamaño de las firmas, sector productivo, productividad, etc.) como no observables (habilidades gerenciales para I+D entre otras.). Sin embargo, para los responsables de la toma de decisiones y diseño de política pública no es muy atractiva la idea de entregar subsidios sin un proceso de selección previa, debido a que los programas públicos por lo general están focalizados a poblaciones que cumplen con determinadas características, lo cual dificulta la evaluación ex post. Cuando el programa ya está en ejecución y no ha sido asignado de manera aleatoria, las metodologías cuasi-experimentales son las apropiadas para evaluar su impacto. Entre estas metodologías se tiene: Regresión con controles, Efectos Fijos, Modelos diferencias en diferencias, Modelo de variables instrumentales, Métodos Matching y Método de regresión discontinua.

Al no haber selección aleatoria de los grupos tratamiento y control, el desempeño del grupo de control puede diferir del desempeño que los candidatos seleccionados hubieran tenido si no hubiesen sido seleccionados (sesgo de selección). Estas diferencias pueden surgir por alguno de los siguientes problemas de autoselección: i) las firmas que son los mejores candidatos para recibir financiamiento también pueden ser aquellas que tendrían mejor desempeño esperado en ausencia de financiamiento; ii) las empresas pueden decidir participar en el programa tras recibir un shock negativo en su desempeño; si estos shocks son transitorios, la evaluación mostraría un aumento en la productividad de las firmas beneficiarias que no sería atribuible al programa per se. Las metodologías cuasi-experimentales permiten reducir este sesgo, unas en mayor medida que otras, construyendo grupos de control lo más parecidos posibles al grupo de beneficiarios al menos en características observables.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que la selección de una u otra metodología dependerá no sólo de las características concretas del programa bajo análisis y los objetivos del programa, sino también de la información disponible.

En cuanto a las metodologías que buscan estimar retornos económicos, las más utilizadas son las tasas internas de retorno y valores actuales netos, los cuales permiten estimar el rendimiento esperado de la inversión de los fondos involucrados en la política bajo evaluación.

¹ Ver anexo 1 para una revisión un poco más detallada de las distintas metodologías

1.2 Evaluación de impacto sobre programas de Innovación Tecnológica: Estado del Arte

La tabla 1 (matriz de información) resume los resultados de 20 evaluaciones de impacto de programas públicos para incentivar la innovación, si bien se trató de incorporar en la revisión los tres tipos de adicionalidad, la mayoría de estudios encontrados se enfoca en la adicionalidad de insumos.

Como se observa en la tabla 1, de los 20 trabajos revisados hay dos que utilizan metodologías cualitativas para evaluar los programas; tres utilizan la metodología de retornos económicos y los 15 restantes utilizan métodos econométricos. Se observa también que de las metodologías econométricas (cuantitativas), las más utilizadas son las de efectos fijos o primeras diferencias (11), seguidas por la metodología de emparejamiento (Propensity Score Matching) (8) y Mínimos cuadrados o mínimos cuadrados en dos etapas (Variables Instrumentales). En cuanto a las fuentes de información, se observa que las encuestas de innovación y las encuestas a beneficiarios y no beneficiarios son las más utilizadas, seguidas por los datos suministrados por las entidades ejecutoras de los programas y las encuestas oficiales.

A continuación se hace una descripción de algunos trabajos que evalúan econométricamente los efectos de apoyos públicos sobre la innovación tecnológica de las empresas, la descripción se hace diferenciando por los distintos tipos de adicionalidad y se usan no solamente los trabajos incorporados en la matriz de información, sino también otros encontrados en la revisión de literatura realizada, que por no evaluar explícitamente un programa no fueron incluidos en la matriz de información.

i) Adicionalidad de Insumos

Desde comienzos de los años noventa se han publicado diversos estudios que evalúan la efectividad de las diferentes herramientas de política dirigidas a incentivar la innovación a nivel de firmas. Como lo señalan Kette Möen y Griliches, (2000) y Andrés López, (2009) la mayoría de estudios se ha enfocado en el llamado efecto sustitución (crowding out), es decir, si las ayudas públicas otorgadas a las firmas han sustituido los recursos privados en lugar de inducir alguna inversión adicional.

Más tarde, Crespi *et. al.* (2011), confirman que la evaluación de impacto sobre la adicionalidad de insumos ha sido la aproximación preferida para evaluar los efectos de las ayudas públicas tanto en países desarrollados como en América Latina y el Caribe. En su estudio incluyen los resultados empíricos de trece evaluaciones de impacto hechas en la región, en las cuales se evalúa el impacto de dichos incentivos sobre la adicionalidad de insumos. Los resultados de dichas investigaciones muestran que los incentivos fiscales han estimulado la inversión en I+D en América Latina. En otras palabras, las firmas que recibieron algún tipo de incentivo fiscal incrementaron su inversión en innovación. Cuando

comparan los resultados para América Latina con la evidencia internacional, encuentran que en países de la OECD la adicionalidad de insumos también ha sido ampliamente evaluada y se muestra la ausencia de efectos sustitución y en algunos casos evidencia de efecto multiplicador sobre la inversión privada en innovación.

Con respecto a los indicadores utilizados para evaluar los efectos de las ayudas públicas sobre la adicionalidad de insumos, como lo muestran Castillo *et. al.* (2010) y la matriz de variables de la tabla 1, la variable dependiente más usada ha sido el gasto anual en I+D, adicionalmente y para evitar que ésta variable se vea distorsionada por efectos vinculados al tamaño de la empresa hay estudios que utilizan el gasto en I+D dividido por el número de empleados o la facturación de la empresa como variable dependiente.

Un indicador importante para medir el impacto de los apoyos públicos sobre el desempeño económico de las empresas es la rentabilidad, esta información es difícil de obtener, por lo que los indicadores usualmente utilizados son ventas, empleo, exportaciones y productividad. Otro indicador utilizado es el porcentaje de las ventas de las firmas que corresponde a productos mejorados.

ii) Adicionalidad de Producto

La literatura señala que son pocos los estudios que analizan los efectos de la financiación pública sobre la producción innovativa (patentes, número de nuevos productos). Aunque algunos estudios han encontrado un efecto positivo, los resultados son menos concluyentes que en el caso de adicionalidad de insumos. La principal dificultad en este caso es que la evaluación de la adicionalidad de producción requiere una ventana de tiempo para que sus efectos sean detectados. De hecho, mientras los efectos complementariedad o sustitución pueden observarse casi junto con la recepción de la financiación, otros efectos se detectan solamente después de que la innovación, el proceso de aprendizaje y la difusión al interior de la firma se ha llevado a cabo.

En algunas evaluaciones para América Latina realizadas por Banco Interamericano de Desarrollo entre los años 2000 y 2005 (IBD, 2007) y recopiladas por Hall y Maffioli (2008), los estudios no encuentran efectos consistentes sobre patentes o ventas de nuevos productos, lo cual podría ser debido a que en muchas de estas evaluaciones la adicionalidad de producción se pregunta con referencia al mismo periodo durante el cual el proyecto innovador se está llevando a cabo, por lo tanto, el tiempo para evaluarla fue muy corto. Esto implica que evaluar adicionalidad de producto requiere datos de panel para un período de al menos cinco años después de la recepción de la financiación pública. Crespi *et. al.* (2011).

Como se observa en la tabla 1, los principales indicadores usados como variable dependiente para las evaluaciones de impacto de los programas son: número de nuevos

productos, número de nuevos procesos, número de patentes, dummy de si se ha aplicado o no a patentes y número de solicitudes de patentamiento.

iii) Adicionalidad de comportamiento

Los trabajos sobre adicionalidad de comportamiento han aumentado en el debate de la evaluación de política tecnológica en la última década. Hasta ahora la mayoría de los estudios en este campo han sido realizados por agencias públicas de apoyo a la innovación empresarial, para ello han obtenido datos mediante la aplicación de encuestas especialmente diseñadas para la medición de adicionalidad de comportamiento. (David *et. al.*, 2000; García-Quevedo, 2009)

Algunos trabajos, han utilizado técnicas cuasi experimentales con el objetivo de evaluar el efecto de ayudas públicas sobre el comportamiento cooperador de las empresas (Afcha, 2011; Benavente *et. al.*, 2007; Fier *et. al.*, 2006; Busom y Fernandez Ribas, 2008; y Falk, 2007). Los autores encuentran que las empresas que recibieron subsidios directos para realizar actividades de I+D tienen una actitud cooperadora más intensa en el ámbito tecnológico y que esto ocurre principalmente en universidades y centros tecnológicos. Como sugiere Afcha (2011), esto evidencia el alcance que pueden tener los incentivos a la innovación tecnológica en contextos poco evaluados.

La literatura revisada plantea que uno de los principales problemas encontrados a la hora de implementar estudios orientados a evaluar la adicionalidad de comportamiento, es el elevado costo de la recolección de información, debido a la dificultad de medir cambios sobre dimensiones intangibles, y en muchos casos indirectas.

En cuanto a los indicadores, se observa en la tabla 1 que se utilizaron los siguientes indicadores como variables dependientes para las distintas evaluaciones de impacto: personal en I+D, relevancia de las innovaciones de productos y procesos, acceso a financiamiento y conocimiento externo, actividades de capacitación y relación entre personal en I+D y empleados que no trabajan en I+D.

Algunos de los indicadores utilizados en los estudios señalados en la tabla 1, corresponden a los mencionados por OECD (2006): acceso a financiamiento externo, incorporación de nuevos socios estratégicos, mejoras en la calidad de productos, reducción de los tiempos de desarrollo de nuevos productos, realización de proyectos innovativos más ambiciosos o riesgosos, cambios en las estrategias competitivas o de patentamiento, mejora en los procesos productivos, ingreso a nuevas áreas tecnológicas, formalización de los procesos innovativos, mejora de los equipos de investigación, mejora en las capacidades de gestión de los proyectos de I+D, entre otros.

Como lo señala Afcha (2011) la mayoría de evaluaciones realizadas en países de la OECD utilizan información proveniente de entrevistas y pequeñas encuestas que preguntan

directamente por lo que hubiera sido la actuación de la empresa en ausencia de la intervención pública, de esta manera los investigadores construyen directamente un estado contrafactual, lo cual podría representar una ventaja importante respecto a la estimación de estados contrafactuales realizadas con base en grupos de control. En cuanto al tipo de comportamiento que se intentan medir, Afcha (2011) señala las siguientes preguntas: i) Lanzamiento del proyecto: se hubiera cancelado el proyecto en ausencia de la ayuda pública o la empresa hubiera buscado fondos alternativos?; ii) Adicionalidad de Aceleración (Cronograma de lanzamiento): Se hubiera cancelado, alargado, o pospuesto la implementación del proyecto en ausencia de la ayuda pública?; iii) Adicionalidad de Escala y Alcance: Se hubiera reducido la escala del proyecto en ausencia del programa?; iv) Adicionalidad de Resto: La empresa habría sido menos ambiciosa en ausencia del programa?, hubiese reducido el reto tecnológico en ausencia del programa?.

Si bien la adicionalidad de comportamiento constituye una base más amplia para la valoración de los resultados de la intervención gubernamental, el seguimiento de las dimensiones propuestas por este tipo de adicionalidad resulta complejo, pues se trata de cambios sobre aspectos intangibles y algunas veces indirectos, lo cual dificulta su medición y generalmente requiere que los datos se obtengan mediante la aplicación de encuestas especialmente diseñadas para la medición de adicionalidad de comportamiento, elevando el costo asociado a la recolección de datos.

Los indicadores que se incluyen en la matriz de información (tabla 1), corresponden a las variables de resultado o variables dependientes en las estimaciones de las ecuaciones planteadas en los estudios. Sin embargo, dichas ecuaciones requieren variables de control que mejoren las estimaciones, es por esto que además de los indicadores mencionados, es necesario recolectar información sobre las características de las empresas, tales como tamaño de la firma, perfil de su personal en términos del nivel de calificación, tipo de empresa (pública o privada; nacional o extranjera), actividad económica, sector económico entre otras.

Por lo tanto, un cuestionario de encuesta que busque medir el impacto de programas públicos sobre la innovación de las empresas beneficiarias debe incluir al menos lo siguiente: i) Una sesión de identificación que incluya preguntas que den cuenta de la organización legal de las firmas, su localización y sector productivo; ii) sesión de desempeño económico y financiero que incluya datos de ventas, empleo, salarios, inversión en I+D, inversión en activos fijos y exportaciones durante el periodo estudiado; iii) una sesión de administración de negocios e innovación que incorpore preguntas acerca de cambios en procesos y productos desarrollados por la firma durante el periodo analizado. Benavente *et. al.*(2007)

II. Ciencia y Tecnología

2. Generalidades Teóricas: Qué evaluar y Cómo hacerlo

2.1 Qué evaluar

Después de los artículos seminales de Nelson (1959) y Arrow (1962) ha habido un amplio consenso sobre la necesidad de financiación pública para compensar la incertidumbre y la dificultad en la apropiación de los resultados de la investigación científica. Las agencias gubernamentales de los países desarrollados tienen una larga historia financiando producción y difusión de conocimiento científico y en las últimas décadas este apoyo también se ha dirigido a incentivar la colaboración en la investigación y la formación de redes de investigación. Katz y Martin (1997); Lee y Bozeman (2005); Chudnovsky *et al.* (2008). Sin embargo, el análisis de los mecanismos de financiación de la actividad científica es disperso y la evidencia empírica de la efectividad de la financiación pública para incrementar la producción investigativa es escasa e inconclusa. Chudnovsky *et al.* (2006).

2.2 Cómo hacerlo: Metodologías

Al igual que para evaluar el impacto de las ayudas públicas sobre la Innovación Tecnológica, los efectos de los instrumentos públicos sobre la Ciencia y la Tecnología pueden ser evaluados mediante metodologías cualitativas, cuantitativas o ambas. La tendencia es utilizar metodologías cuantitativas con algún análisis cualitativo. En este sentido, uno de los indicadores más usados es la producción bibliométrica pues es generalmente aceptado que el número de publicaciones puede ser una buena medida de la producción de conocimiento y la posibilidad de acceder a dicho conocimiento.

Una forma usual de medir la importancia de la contribución científica es a través de la calidad de los artículos publicados. La estrategia usada para controlar por calidad es usar el factor de impacto de las revistas relacionadas por el Instituto de Información Científica (ISI), lo cual es una medida de la frecuencia con la cual el artículo promedio en una revista fue mencionado en un cierto año. Chudnovsky *et al.* (2006).

2.2 Evaluación de Impacto sobre programas de Ciencia y Tecnología: Estado del Arte

Son pocos los trabajos que estudian el efecto causal de un programa de financiación pública sobre la producción científica (número de publicaciones). Entre los estudios que tienen este objetivo se encuentran Arora y Gambardella (1998); Arora *et al.* (1998), y Goldfarb (2001). Arora *et al.* (1998), estudian el efecto de un programa de gobierno Italiano que financia investigación en biotecnología, encontrando baja elasticidad promedio de la producción en investigación con respecto a la financiación. Para países en desarrollo, antes de la investigación de Chudnovsky *et al.* (2006) no se había evaluado el impacto de un programa de apoyos públicos para proyectos de investigación científica.

La literatura se ha enfocado más en la evaluación de la actividad de patentes científicas sobre el número y la calidad de las publicaciones. Los estudios se han realizado principalmente en Estados Unidos: Thursby *et. al.* (2001); Agrawal y Henderson (2002), y en Europa: Breshi *et. al.* (2005); Geuna y Nesta (2006). Encontrando que, al menos para los académicos más reconocidos no hay evidencia de efecto sustitución entre las dos actividades. Los investigadores exitosos publican y patentan, por lo cual una alta producción de patentes no parece afectar negativamente la producción de publicación de los más prolíficos investigadores.

Crespi *et. al.*(2009) mencionan que la literatura se ha concentrado principalmente en la relación producción de patentes y producción académica y que muy poca atención se ha prestado al potencial efecto que un incremento en las patentes puede tener sobre los otros canales de transferencia del conocimiento entre universidad e industria. Por este motivo su trabajo se centra en la respuesta a la siguiente pregunta: enfocarse en las patentes afecta negativamente los otros canales de comunicación entre academia y negocios?. Sus resultados sugieren que el patentamiento académico puede ser complementario con la investigación al menos hasta un nivel de producción de patentes, después del cual se evidencia un efecto sustitución.

Otra variable de resultado utilizada en la literatura es la colaboración, la cual ha sido medida principalmente por la variable coautoría en artículos publicados. Como lo afirman Ubfal. D y Maffioli A. (2010), la principal ventaja de este indicador es su objetividad y especificidad para actividades de investigación. Sin embargo, la coautoría puede ser solamente un indicador parcial ya que no refleja los casos cuando dos investigadores trabajan juntos y deciden publicar artículos separados o muchas circunstancias en las que los coautores no producen un artículo conjunto. A pesar de esto, la coautoría ha sido el indicador más usado para medir colaboración.

Otros indicadores para medir colaboración han sido desarrollados por el análisis de redes sociales (Social Network Analysis), Ubfal. D y Maffioli A. (2010), utilizan en su estudio dos de las medidas desarrolladas por el análisis de redes sociales: i) el grado de centralidad (ego network²) el cual mide la coautoría directa y captura el prestigio o posición central del investigador dentro de la comunidad académica; ii) 2-Steps links, la cual mide el número total de científicos que tienen coautoría directa e indirecta con un científico específico y captura el nivel de integración de un investigador dentro de una comunidad científica³. Los autores encuentran un impacto positivo y significativo de las ayudas públicas sobre el indicador de colaboración utilizado.

La matriz de información de la tabla 2 muestra que los indicadores de resultado (variables dependientes) más utilizadas en las evaluaciones de impacto de los programas de

² Desarrollada por Defazio *et al.* (2009)

³ Para un análisis más detallado de los indicadores ver Ubfal. D y Maffioli A. (2010) pág. 15

financiación pública sobre la producción científica son los resultados académicos del investigador: número de publicaciones, promedio de citas, índice de impacto de las publicaciones, número de citas del investigador en patentes, porcentaje de las publicaciones del investigador con investigadores de otros centros y porcentaje de publicaciones con investigadores de otras disciplinas.

En cuanto a los programas de formación de capital humano, se observa en la tabla 2 que cuando se quiere medir el impacto de los programas de becas, las variables de resultado tienen que ver con su posterior inserción laboral y a su actividad académica: indicador de actividad, formalidad del empleo, nivel salarial, participación en el sector público, producción académica y proporción de postulantes que siguen una carrera académica. Para medir el impacto de los programas de apoyo a la realización de tesis doctorales los indicadores utilizados tienen que ver con la duración del doctorado y la probabilidad de recibir el título.

Dentro de las variables de control más utilizadas se encuentran las características de los investigadores como género, edad, el tipo de institución en el cual él o ella trabaja y variables de educación (dummy de si tiene PhD, el prestigio de la institución en la cual obtuvo el título, entre otras). Adicionalmente algunos estudios incorporan otras características como el puntaje obtenido en sus propuestas de aplicación al programa, la disponibilidad de otras fuentes de ingreso y el número de publicaciones previas.

Al igual que con los programas de innovación, el tiempo juega un papel importante a la hora de encontrar resultados en las evaluaciones de impacto, por ejemplo el indicador número de publicaciones requiere una ventana de tiempo de 5 ó 6 años aproximadamente, mientras que el promedio de citas requiere una ventana de al menos 10 años.

Cuando las ayudas públicas tienen el objetivo de incentivar la articulación ciencia empresa, los indicadores están relacionados con los vínculos creados: número de instituciones con las cuales se presentan vínculos, número de convenios de colaboración público privado, formalidad de los convenios, nivel de los convenios (personal o institucional).

En cuanto a las metodologías de evaluación, las más utilizadas son diferencias en diferencias, variables instrumentales y regresión en discontinuidad; ésta última debido a que para la selección de los beneficiarios de programas como becas y concursos de proyectos de investigación se utiliza índices, los cuales son indispensables para el desarrollo de la metodología de regresión discontinua. En lo que se refiere a las fuentes de información, la tabla 2 muestra que las encuestas y las fuentes que reportan información académica sobre los beneficiarios y no beneficiarios son las más utilizadas.

Tabla 1. Matriz de Información: Principales Indicadores y Metodologías utilizadas en la evaluación de impacto de los programas públicos que incentivan la Innovación y la Tecnología en Países de Latinoamérica y la OECD

Trabajo	Programa Evaluado	Metodología de Evaluación	Indicadores de Impacto (Impacto evaluado)	Fuentes de Información
Gerens (1996) Tomado de López, Andrés(2009)	Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y productivo (FONTEC). Chile Financia proyectos que promueven desarrollos y mejoras en productos y procesos. El programa subsidia hasta la mitad del costo total de cada proyecto	Retorno económico de los Proyectos (VAN-TIR)	Firmas Beneficiarias: * Incremento en los beneficios o ahorro de costos (desempeño económico) Clientes: *Ahorro de Costos (desempeño económico) * Incremento en los beneficios (desempeño económico)	Entrevistas y cuestionario cuantitativo a empresas beneficiarias
Angelelli y Gligo (2002)	Fondo para la Modernización tecnológica y empresarial (FOMOTEC) Panamá Aportes no reembolsables para proyectos de innovación y transferencia de tecnología e infraestructura institucional.	Estudio de caso	* Número de Empresas Atendidas (Alcance) * Relación entre recursos recibidos por las empresas beneficiadas y el gasto del fondo (Eficiencia) *Grado de satisfacción de las empresas con respecto al mecanismo de entrega de los subsidios	Encuestas a Beneficiarios y bases de datos del programa.
Carullo et. al. (2003)	Programa de Consejerías tecnológicas	Estudio de caso	Diversas, fundamentalmente de naturaleza cualitativa	Entrevistas a empresas y encuesta a beneficiarios
Streicher et. Al. (2004)	Fondo para la promoción de la Investigación Industrial Australiana (FFF) *Aportes no reembolsables *Aportes reembolsables: préstamos subsidiados del fondo o de bancos privados (el fondo sirve de garante) Los dos instrumentos financian el 50% de los costes del proyecto	Efectos Fijos	* Gasto en I+D (adicionalidad de insumos) *Personal en I+D (adicionalidad de comportamiento)	Datos provistos por el Fondo de promoción de Investigación Industrial Australiana (FFF)
Harrison et. al. (2005)	Estudia el impacto de procesos y productos innovativos introducidos por las firmas sobre su crecimiento en el empleo. Francia, Alemania, España y Reino Unido	Mínimos Cuadrados Ordinarios, mínimos cuadrados en dos etapas	Aumento del empleo Nuevos productos crecimiento de las ventas debido a nuevos productos	Third Community Innovation Survey (CIS3)
Chudnovsky et al. (2006 a) Argentina	Programa de aportes no reembolsables (ANR) del Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR). Argentina.	Diferencias en Diferencias	* Gasto de Firmas en I&D por empleado (crowding in/out) * Porcentaje de ventas correspondiente a innovación de nuevos productos , productividad del trabajo (Desempeño Económico)	Encuesta a Beneficiarios y a grupo de control
Chudnovsky et al (2006 b) Argentina Tomado de López, Andrés (2009)	Idem	Retorno económico de los Proyectos (VAN-TIR) Comparando situación con y sin ARN	Firmas Beneficiarias: Beneficios Incrementales o ahorro de costos Clientes: ahorro de costos Proveedores Beneficios Incrementales	Entrevistas y cuestionario cuantitativo a 10 empresas beneficiarias
De Negri a et al. (2006 a) Brasil Tomado de López, Andrés (2009)	Fondo para el Desarrollo científico y Tecnológico (FNDCT). Brasil Aportes no reembolsables para proyectos de dilo tecnológico cooperativos entre firmas y universidades	*Propensity score Matching *Diferencias en Diferencias *Modelo de selección en dos etapas	* Gasto de Firmas en I&D (adicionalidad de insumos: crowding in/out) * Patentes (desempeño Innovativo) * Facturación, productividad laboral, número de empleados (Desempeño Económico)	Base de datos integrada, del Instituto de Investigación economía Aplicada (IPEA)

Trabajo	Programa Evaluado	Metodología de Evaluación	Indicadores de Impacto (Impacto evaluado)	Fuentes de Información
López y Svarzman -2007 Tomado de López, Andrés (2009)	Subprograma de apoyo a la Innovación y mejora de la competitividad de las empresas, del programa de dlo tecnológico (PDT) Uruguay Aportes no reembolsables por hasta la mitad del costo total de proyectos de dlo de nuevos productos o procesos	Retorno económico de los Proyectos (VAN-TIR) Comparando situación con y sin subsidios	Firmas Beneficiarias: Beneficios Incrementales o ahorro de costos Clientes: ahorro de costos Proveedores Beneficios Incrementales	Entrevistas y cuestionario cuantitativo a 10 empresas beneficiarias
Murcia Linares et al. (2007) Tomado de López, Andrés (2009)	Programa nacional de dlo científico tecnológico. Componente de apoyo para el dlo tecnológico y la innovación en el sector productivo (PNDCyT-BID-III) Colombia Realiza aportes reembolsables y no reembolsables y otorga créditos a proyectos de innovación y dlo tecnológico, y co-financia proyectos de investigación conjuntos entre empresas y universidades	*Propensity score Matching *Diferencias en Diferencias *variables instrumentales etapas	* Productividad por trabajador * Inversión en I+D	Encuesta Annual Manufacturera (EAM)
IDB (2007) Tomado de López, Andrés (2009)	Fondo para la Modernización Tecnológica y Empresarial (FOMOTEC) Panamá Aportes no reembolsables para proyectos de innovación, transferencia de tecnología e infraestructura institucional	*Efectos Fijos *Diferencias en Diferencias * Propensity Score Matching	* Gastos en I&D (Adicionalidad de insumos) * Relevancia innovaciones producto y proceso, acceso a financiamiento y conocimiento externo, actividades de capacitación (Adicionalidad en comportamiento) * Venta de nuevos productos (Resultados innovativos) * Ventas, productividad y exportaciones (Desempeño económico)	Encuesta de la OVE (BID)
Binelli y Maffioli -2007 Tomado de López, Andrés (2009)	Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR) Argentina Da apoyo a proyectos privados de Inversión I&D y en actividades innovativas, a través de diversas líneas de subsidios y créditos.	* Modelo de Efectos Fijos	* Gasto Anual de las Firmas en I&D (adicionalidad de insumos)	Primera y Segunda Encuesta Nacional de innovación (INDEC)
Falk(2007)	Ayudas públicas en Austria (subsidios directos)	Regresión Lineal Efectos Fijos	Número de trabajadores empleados en I+D (Adicionalidad de comportamiento)	Encuestas a 1200 firmas
Benavente et al -2007	Fondo Nacional de Desarrollo Tecnológico y productivo (FONTEC). Chile	Propensity Score Matching Diferencias en diferencias	Inversión en I+D (Adicionalidad de Insumos) Número de patentes (Producción innovativa) Número de nuevos productos(Producción innovativa) Productividad del trabajo, ventas y exportaciones(desempeño económico) Número de nuevos procesos, relevancia de los procesos de innovación adoptados por la empresa, relevancia de los cambios en las prácticas de gerencia de recursos humanos adoptados por la empresa, acceso a recursos externos (Adicionalidad de comportamiento)	Encuesta de innovación a grupo de beneficiarios y de control Siguiendo los lineamientos del Manual de OSLO
Busom y Fernandez Ribas (2008)	Subsidios de R&D	Variables Instrumentales Propensity Score Matching	Número de empleados en I+D, relación entre número de empleados en I+D y empleados que no trabajan en I+D (Adicionalidad de comportamiento) Dummy: si ha aplicado o no para patentes (producción innovativa) Propensión a exportar (Desempeño económico)	Encuesta Española de Innovación

<i>Trabajo</i>	<i>Programa Evaluado</i>	<i>Metodología de Evaluación</i>	<i>Indicadores de Impacto (Impacto evaluado)</i>	<i>Fuentes de Información</i>
Aschhoff Birgit (2009) Tomado de López, Andrés (2009)	Direct R&D Project Funding (DPF)	* Propensity Score Matching	* Gasto Anual de las Firmas en I&D (adición de insumos) * Ventas de nuevos productos (Desempeño empresarial) *Adicionalidad de Comportamiento: (i) (Cantidad de nuevos procesos productivos adoptados); (ii) relevancia de los procesos productivos introducidos; (iii) relevancia de los cambios en las prácticas de gestión de RRHH; mejor acceso a fuentes externas de conocimiento; (v) acceso mejorado a fuentes externas de financiamiento. *Resultados Innovativos: (i) Cantidad de Nuevos productos fabricados por la firma; (ii) número de patentes registradas. *Desempeño empresarial: ventas, empleo, exportaciones, productividad.	Encuesta Anual de Innovación Alemana La cual hace parte de Community Innovation Survey (CIS) de control
Castillo et al (2010)	Programa de Apoyo a la Reestructuración empresarial Cofinancia hasta el 50% de los servicios de asistencia técnica	* Propensity Score Matching * Diferencias en Diferencias	Desempeño Empresarial: * Empleo * Salarios Reales * Exportaciones	Datos del Observatorio de empleo y dinámica empresarial (OEDE) Datos Administrativos del Programa
Conicyt	*Inserción de personal altamente calificado en la industria *Realización de tesis de postgrado en la industria	Diferencias en Diferencias	*Número de nuevos productos y servicios introducidos *Porcentaje de ventas totales asociadas a nuevos productos *Solicitudes de patentamiento *Inversión de I+D	Encuestas realizadas a los beneficiarios y no beneficiarios
Crespi et. al. (2011)	* Cofinanciación: Cofinancia hasta el 50% del valor total del proyecto para empresas grandes y hasta el 70% para las pequeñas y medianas * Línea de Crédito: reembolso obligado : Provee a las firmas financiación parcial para proyectos de innovación Colciencias (Colombia)	* Efectos Fijos *Propensity Score Matching	Desempeño Empresarial: * Productividad laboral Adicionalidad de Comportamiento: *Eficiencia en la producción - ahorro trabajo *Incremento en la intensidad del capital Desempeño innovativo *Nuevos productos y diversificación	*Base de datos Colciencias * Encuesta Anual Manufacturera * Encuesta Nacional de Innovación
Crespi y Tacsir (2011)	Evaluaron el impacto de procesos y productos de innovación sobre el crecimiento del empleo a través de cuatro países latinoamericanos: Argentina, Chile, Costa Rica y Uruguay	* Efectos Fijos * Variables Instrumentales	Crecimiento del Empleo Crecimiento nominal de las ventas Crecimiento de la productividad Crecimiento de los precios	* Argentina: Segunda Encuesta Nacional de Innovación *Chile: Encuesta de Innovación y Encuesta Anual Manufacturera * Costa Rica: Encuesta de Innovación: Representativa para firmas de los sectores manufactura, energía y telecomunicaciones Datos oficiales del sistema de Seguridad social Datos del Banco Central * Uruguay: Encuestas de Innovación para firmas manufactureras. Encuesta Anual de Actividad Económica

Tabla 2. Matriz de Información: Principales Indicadores y Metodologías utilizadas en la evaluación de impacto de los programas públicos que incentivan la Ciencia y la Tecnología en Países de Latino América y la OECD

<i>Trabajo</i>	<i>Programa Evaluado</i>	<i>Metodología de Evaluación</i>	<i>Indicadores de Impacto (Impacto evaluado)</i>	<i>Fuentes de Información</i>
	Eventos de difusión sobre política y gestión de la ciencia, la tecnología y la innovación	Evaluación Cualitativa	* Indicadores de resultado que los beneficiarios consideren relevantes * Conocimientos de ciencia y tecnología *Utilidad del evento en su vida profesional	Encuestas realizadas a los beneficiarios y no beneficiarios
	Formación en Gestión de la ciencia, tecnología e innovación	Diseño Experimental Variables Instrumentales	*Indicadores Académicos: Pruebas	Encuestas realizadas a los beneficiarios y no beneficiarios
	Anillos y centros de investigación en ciencia y tecno. Formación de Redes internacionales	Regresión Discontinua Diferencias en Diferencias Variables Instrumentales Antes y Después	*Número de publicaciones (Incremento en la producción científica, requiere ventana de 5 a 6 años). *Promedio de Citas (alcance de las publicaciones, requiere ventana de 10 años). *Índice de impacto de las publicaciones *Número de citas del investigador en Patentes *Porcentaje de las publicaciones del investigador con investigadores de otros centros * Porcentaje de publicaciones con investigadores de otras disciplinas	Encuestas realizadas a los beneficiarios y no beneficiarios
Documento Conicyt	Centros de Excelencia en Investigación Apoyo a la investigación en Centros de Excelencia			
	Talleres de Articulación Ciencia empresa	Diseño experimental Antes y Después	* Número de instituciones con las cuales se presentan vínculos * Número de convenios de colaboración público-privado * Formalidad de los convenios * Nivel de los convenios(personal o institucional)	Encuestas realizadas a los beneficiarios y no beneficiarios
	Programas de formación de Capital Humano	Regresión Discontinua	Indicadores para programas de becas: * Indicador de Actividad * Formalidad del empleo * Salarios *Participación en el sector público *Producción Académica *Proporción de postulantes que siguen una carrera académica Indicadores de apoyo a la realización de tesis doctorales: *Probabilidad de recibir el título de doctorado *Duración del doctorado	

<i>Trabajo</i>	<i>Programa Evaluado</i>	<i>Metodología de Evaluación</i>	<i>Indicadores de Impacto (Impacto evaluado)</i>	<i>Fuentes de Información</i>
	Congresos Escolares de Ciencia y Tecnología	*Regresión en discontinuidad Si no existe un ranking para la selección de trabajos que participan en el instrumento, generarlo para los próximos congresos	* Conocimiento en ciencia y tecnología * Carrera Universitaria * Carrera científica	Encuestas realizadas a los beneficiarios y no beneficiarios
	Concursos Anuales de proyectos de investigación	*Regresión en discontinuidad *Diferencias en diferencias	*Número de publicaciones (Incremento en la producción científica, requiere ventana de 5 a 6 años). *Promedio de Citas (alcance de las publicaciones, requiere ventana de 10 años). *Índice de impacto de las publicaciones *Número de citas del investigador en Patentes *Porcentaje de las publicaciones del investigador con investigadores de otros centros * Porcentaje de publicaciones con investigadores de otras disciplinas	Encuestas realizadas a los beneficiarios y no beneficiarios
Documento Conicyt	Fondo Nacional de Investigación y Desarrollo en salud	Análisis Cualitativo: Entrevistas a trabajadores pertenecientes al ministerio de salud	Utilización de los resultados del programa financiado, como insumo para el diseño de políticas sanitarias o normas técnicas	Encuestas realizadas a los beneficiarios y no beneficiarios
	Inserción de personal altamente calificado en la academia	Diferencias en diferencias	Resultado académico del investigador: publicaciones, citas, índice de impacto, citas en patentes, etc.	Encuestas realizadas a los beneficiarios y no beneficiarios
	Atracción de capital humano del extranjero			
Crespi et al -2009	Impacto de las patentes académicas sobre la investigación universitaria y su transferencia (universidad-industria) Investigadores que recibieron ayuda financiera del consejo de investigación en ingeniería y ciencias físicas desde 1995 hasta el 2003	* Datos de panel(Regresión binomial negativa)	Resultados de investigación Resultados en cuanto a patentes	*Información sobre la carrera (CV) y dos encuestas separadas para 157 investigadores en los campos de la química y la física (desde la culminación de su doctorado)
Ubfal. D. y Maffioli A. (2010)	El impacto de los subsidios del Fondo para la Investigación científica y tecnológica (FONCYT)	*Diferencias en Diferencias *Propensity Score Matching *Estimador diferencias en diferencias no paramétrico	* Ego network (grado de centralidad) *2 -step links	Encuesta a 323 investigadores que aplicaron al FONCYT en 1998 y 1999 218 financiados y 105 no financiados
Chudnovsky et al -2006	Proyectos de investigación de ciencia y tecnología financiados por el fondo de investigación científica y tecnológica (FONCYT) Subsidios no reembolsables para proyectos tecnológicos y científicos	*Regresión con controles * Diferencias en Diferencias *Propensity Score Matching *Matching Dif en Dif	* Publicaciones: Número de publicaciones con una ventana de cuatro años después de recibido el subsidio * Factor de Impacto	Encuesta a 323 investigadores que aplicaron al FONCYT en 1998 y 1999 218 financiados y 105 no financiados Los datos sobre publicaciones y factores de impacto fueron tomados del índice de citación Science (SCI), el cual es desarrollado por el Instituto de Información científica (ISI)

III. Conclusiones

La mayoría de las evaluaciones de impacto de los programas que incentivan la innovación tecnológica se ha realizado utilizando los enfoques teóricos de la adicionalidad y pocas han utilizado el enfoque de beneficios sociales debido a que éstos son difíciles de cuantificar. Los criterios de adicionalidad de insumos y de producto, han servido de base para la mayoría de estudios econométricos que se encuentran en la literatura empírica, mientras que los criterios de adicionalidad de comportamiento y adicionalidad de capacidad cognitiva han sido criterios poco utilizados.

La mayor parte de evaluaciones de política de ciencia y tecnología llevadas a cabo involucran fundamentalmente métodos cuantitativos, los cuales en su mayoría son de naturaleza econométrica. Dentro de estos los más utilizadas son datos de panel (diferencias en diferencias) y propensity score matching. El indicador más utilizado para evaluar la adicionalidad de insumos es el gasto anual en I+D mientras que los principales indicadores en la evaluación de la adicionalidad de producto son: número de nuevos productos, número de nuevos procesos, y aquellas relacionadas con la producción de patentes.

En cuanto a la adicionalidad de comportamiento se observó que las principales variables de resultado utilizadas son personal en I+D, relevancia de las innovaciones de productos y procesos, acceso a financiamiento y conocimiento externo, actividades de capacitación y relación entre personal en I+D y empleados que no trabajan en I+D. También fue reiterativo en las evaluaciones de impacto analizadas que la principal razón por la cual la adicionalidad de comportamiento ha sido poco estudiada es la dificultad de medir cambios sobre dimensiones difíciles de cuantificar, lo cual requiere la elaboración de encuestas específicas aumentando los costos de la evaluación.

Las evaluaciones de impacto de los programas públicos que incentivan el fortalecimiento de la ciencia y la tecnología se han enfocado en evaluar la producción investigativa, la colaboración en la investigación y la formación de redes de investigación. Para evaluar la producción investigativa, uno de los indicadores más usados es el número de artículos publicados. Una forma usual de medir la importancia de la contribución científica a través de la calidad de los artículos publicados es usar el factor de impacto de las revistas relacionadas por el instituto de información científica (ISI).

Las principales variables de resultado utilizadas para medir el impacto sobre la producción científica son los resultados académicos del investigador: número de publicaciones, promedio de citas, índice de impacto de las publicaciones, número de citas del investigador en patentes, porcentaje de las publicaciones del investigador con investigadores de otros centros y porcentaje de publicaciones con investigadores de otras disciplinas.

El indicador más utilizado para medir la colaboración es la coautoría en artículos publicados, también han sido desarrollados otros indicadores: grado de centralidad (ego network) el cual mide la coautoría directa y captura el prestigio o posición central del investigador dentro de la comunidad académica; y 2-Steps links, el cual mide el número total de científicos que tienen coautoría directa e indirecta con un científico específico y captura el nivel de integración de un investigador dentro de una comunidad científica.

En cuanto a las metodologías de evaluación, las más utilizadas son diferencias en diferencias, variables instrumentales y regresión en discontinuidad; ésta última debido a que para la selección de los beneficiarios de programas como becas y concursos de proyectos de investigación se utiliza índices, los cuales son indispensables para el desarrollo de la metodología de regresión discontinua. En lo que se refiere a las fuentes de información, la tabla 2 muestra que las encuestas y las fuentes que reportan información académica sobre los beneficiarios y no beneficiarios son las más utilizadas.

Cuando las ayudas públicas tienen el objetivo de incentivar la articulación ciencia empresa, los indicadores están relacionados con los vínculos creados: número de instituciones con las cuales se presentan vínculos, número de convenios de colaboración público privado, formalidad de los convenios, nivel de los convenios (personal o institucional).

IV. Recomendaciones

Si bien las metodologías han sido utilizadas para evaluar distintos tipos de programas, hay que tener en cuenta que cada evaluación de impacto es única y que la selección de una u otra metodología depende del programa a evaluar, sus objetivos y la información disponible. Lo que sí es claro es que la combinación del enfoque cuantitativo con al menos algún análisis cualitativo hace más enriquecedor el análisis.

Un aspecto importante a tener en cuenta es que algunos efectos requieren tiempo para ser capturados, por lo tanto hay efectos que deben evaluarse en el largo plazo preferiblemente contando con datos de panel. En este sentido deben tenerse claros los objetivos de corto, mediano y largo plazo de los programas para a partir de ellos determinar las variables de resultado y los tiempos necesarios para realizar una rigurosa evaluación.

De la revisión de literatura se desprende que para innovación tecnológica debe evaluarse el impacto de los programas al menos sobre adicionalidad de insumos y de producto. Si se quiere ir un poco más allá se debe evaluar adicionalidad de comportamiento. Para ello sería bueno seguir la estrategia de la OECD, es decir, realizar encuestas cuyas preguntas lleven a construir directamente el contrafactual. Estas encuestas también podrían utilizarse para hacer preguntas que permitan hacer algún tipo de análisis cualitativo, pues tanto la adicionalidad de comportamiento como el enfoque cualitativo constituyen una base más amplia para valorar los efectos de los programas.

Las evaluaciones de impacto de los programas de ciencia y tecnología deben evaluar al menos la producción investigativa, la colaboración en la investigación y la formación de redes de investigación.

Por último, hay que tener en cuenta que las evaluaciones de impacto no sólo deben tener el rigor metodológico que permita obtener los reales efectos de los instrumentos sobre los propósitos que éstos se han trazado, sino también los resultados de las evaluaciones deben ser utilizadas para mejorar la implementación y/o rediseñar aquellos instrumentos que no están cumpliendo con los propósitos esperados.

Referencias Bibliográficas

Afcha, S. (2011): “El impacto de los subsidios a la I+D en la empresa: Evidencia empírica sobre enfoques alternativos de evaluación, Revista CTS, vol.13, no.17. pp.139-159

Aschoff, B. (2009): “ The effect of subsidies on R&D investment and success: do subsidy history and size matter ?” ZEW discussion papers 09-032, ZEW –Zentrum für Europäische Wirtschaftsforschung/ Center for European Economic Research

Angelelli, P. y N. Gligo (2002), “Apoyo a la innovación tecnológica en América Central: La experiencia del fondo para la Modernización Tecnológica y Empresarial de Panamá,” BID, Informe de Trabajo.

Agrawal, A. and R. Henderson (2002): “Putting patents in context: exploring knowledge transfer from MIT”, *Management Science*, 48 (1): 44-60.

Arora, A. and Gambardella, A. (1998) “The Impact of NSF Support for Basic Research in Economics”, Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=163309>.

Arora, A., David, A. and Gambardella, A. (1998) “Reputation and Competence in Publicly Funded Science”. *Les Annales d’Economie et de Statistiques*, 49/50, pp. 163-198.

Arrow, K. 1962. “Economic Welfare and the Allocation of Resources for Invention”. In R. Nelson, editor. *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press.

Baker July (2000) “Evaluación del impacto de los proyectos de desarrollo en la pobreza. Manual para profesionales” Banco Mundial. Washington DC. pp 1

Benavente, J.M., Crespi, G. y Maffioli, A. (2007): “Public Support to Firm Level Innovation: An Evaluation on the FONTEC program”, OVE/WO-05/07, Banco Interamericano de Desarrollo.

Breshi, S.; Malerba, F. (eds.) (2005): *Clusters, Networks and Innovation*. Oxford.

Busom, I. y Fernández-Ribas, A.(2008):”An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies”, *Economics, Innov. New Techn.*, vol.9, no 2, pp.11-148

Carullo, J. C, F. Peirano, G. Lugones, M. Lugones y A. Di Franco (2003), “Programa de consejerías tecnológicas. Evaluación y recomendaciones. Informe final,” Trabajo preparado para la Secretaría de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva, Grupo Redes, Buenos Aires.

Castillo, V., Maffioli, A., Monsalvo, A.P., Rojo, S, and Stucchi, R. (2010). ‘Can SME Policies Improve Firm Performance? Evidence from an Impact Evaluation in Argentina’, Working Paper OVE/WP-07/10. Office of Evaluation and Oversight, Inter-American Development Bank.

Chudnovsky, D., López, A., Rossi, M. y Ubfal, D.(2006): “Evaluating a Program of Public Funding of Scientific Activity. A case of Study of FONCYT in Argentina”, OVE/WP-12/06, Banco Interamericano de Desarrollo.

Chudnovsky, D., A. López, V. Gutman y D. Ubfal (2006b), “Programa de aportes no reembolsables del FONTAR: una evaluación de sus beneficios sociales a través de estudios de casos,” informe preparado para el Banco Interamericano de Desarrollo, Marzo.

Clarysse B, Wright M and Mustar P (2009), Behavioural additionality of R&D subsidies: A learning perspective. *Research Policy* 38(10), 1517-1533

Conicyt (2010), Diseño de Metodologías de Evaluación de Programas e Instrumentos del CONICYT.

Crespi, G. y J. M. Benavente (2003), “The Impact of an Associative Strategy (the PROFO Program) on Small and Medium Enterprises in Chile,” SPRU Electronic Working Paper Series N° 88.

Crespi, G., D’Este,P., Fontana, R. y Geuna, A. (2006): “The impact of academic patenting research and its transfer”. Working Paper No. 01/2009

Crespi, G., Maffioli, A., Melendez, M. (2011): “ Public Support to Innovation: the Colombian COLCIENCIAS’ Experience. Banco Interamericano de Desarrollo.

Crespi, G., y Tacsir, E. (2011) Effects of Innovation on Employment in Latin America.

David, P., Hall, B. y Toole, A. (2000) “Is Public R&D a Complement or Substitute for Private R&D? A Review of the Econometric Evidence,” *Research Policy*, 29, pp. 497–529.

Defazio, D., A. Lockett and M. Wright. 2009. “Funding Incentives, Collaborative Dynamics andScientific Productivity: Evidence from the EU Framework Program”. *Research Policy*38: 293-305.

De Negri, J., Borges, M. y De Negri, F. (2006): “Impact of R&D Incentive Program on the performance and Technological Efforts of Brazilian Industrial Firms”, OVE/WP-14/06, Washington DC, Banco interamericano de Desarrollo.

Falk, R. (2007): “Measuring the effects of public support schemes on firms’ innovation activities : Survey evidence from Austria”, *Research Policy*, vol.36, no.5, pp. 665-679.

Fier, A., Aschhoff, B. y Lohlein, H. (2006): Detecting behavioral additionality: An empirical Study on the impact of public R&D funding on firms? Cooperative behavior in Germany “, Mannheim, ZEW Discussion Papers, pp.06-37.

García-Quevedo, J. (2009): The determinants of university patenting: Do incentives matter? Xarxa de referencia de economía aplicada.

Georghiou, L. y Clarysse, B. (2006) “Introduction and Synthesis” Government R&D Funding and Company Behavior, Measuring Behavioural Additionality, París. OECD publishing, pp9-38.

Geuna, A. and L. Nesta (2006): “University patenting and its effects on academic research: the emerging European evidence”, *Research Policy*, 35 (6): 790-807.

Gerens Ltda. (1996), “FONTEC-Innovación Tecnológica: Una Estimación de sus Beneficios Sociales,” Gerens Ltda., mimeo.

Griliches, Z., and A. Pakes. 1980. “Patents and R&D at the Firm Level: A First Look.” NBER Working Paper 561. Washington, DC, United States: National Bureau of Economic Research.

Hall, B. y A. Maffioli (2008), “Evaluating the impact of technology development funds in emerging economies: evidence from Latin America,” NBER Working Paper 13835

Harrison, R., J. Jaumandreu, J. Mairesse and B. Peters (2005), ‘Does innovation stimulate employment? A firm-level analysis using comparable micro data from four European Countries,’ Mimeo: Department of Economics, University Carlos III, Madrid.
International Monetary Fund (2006), ‘Country study: Italy,’ IMF Research Bulletin.

IDB (2007), “IDB’s Science and Technology Programs: An Evaluation of the Technology Development Funds (TDF) and Competitive Research Grants (CRG),” OVE Evaluation Report, Inter-American Development Bank, Office of Evaluation and Supervision.

Jaffe, A. (1998), “The Importance of “Spillovers” in the Policy Mission of the Advanced Technology Program,” *Journal of Technology Transfer* 23 (2):11–19.
Jaffe, A. (2002), “Building Program Evaluation into the Design of Public Research Support Programs,” *Oxford Review of Economic Policy*, Spring (18), pp. 22–34.

Katz, J. and B. Martin. 1997. “What is Research Collaboration?”. *Research Policy* 26: 1–18.

Kette, T., J. Möen and Z. Griliches, (2000), “Do subsidies to commercial R&D reduce market failures? Microeconometrics Evaluation Studies”, *Research Policy* 29, 417-95

Lee, S. and B. Bozeman. 2005. “The Impact of Research Collaboration on Scientific Productivity”. *Social Studies of Science* 35: 673–702.

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. Banco Interamericano de Desarrollo.

Murcia Linares, C. et al (2007), “Evaluación ex-post del Programa nacional de desarrollo científico y tecnológico. Componente de apoyo para el desarrollo tecnológico e innovación en el sector productivo,” Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Marzo.

Nelson, R. 1959. “The Simple Economics of Basic Scientific Research”. *Journal of Political Economy* 67(3): 297-306.

OECD (2006), *Government R&D Funding and Company Behaviour: Measuring Behavioural Additionality*, OECD, Paris.

Thursby, J.G., R. Jensen, M.C. Thursby (2001): “Objectives, characteristics and outcomes of university licensing: a survey of major US universities”, *Journal of Technology Transfer*, 26: 59-72.

Ubfal, D. y Maffioli, A. (2010): “The impact of Funding on Research Collaboration : Evidence from Argentina”. Working papers. No. IBD-WP-224.

Anexo 1. Breve descripción de las metodologías Cuantitativas: Experimentales y Cuasi experimentales

El objetivo de la evaluación de impacto es determinar si el programa a evaluar produjo los efectos deseados en los beneficiarios y si dichos efectos son atribuibles a la intervención del programa. Algunas de las preguntas que se intenta resolver a través de la evaluación de impacto son: Cómo afectó el proyecto a los beneficiarios? Algún mejoramiento fue el resultado directo del proyecto o se habría producido de todas formas? Se podría modificar el diseño del programa para mejorar sus repercusiones? Se justificaban sus costos? Baker (2000).

Dar respuesta a los anteriores interrogantes requiere la estimación de un escenario contrafactual, es decir, lo que habría ocurrido si el proyecto no se hubiera llevado a cabo. Esto requiere aislar el efecto del programa de otros factores, lo cual se logra a través de la construcción de un grupo de control (no beneficiarios del programa). Una característica importante que debe cumplir un grupo de control es ser semejante al grupo de tratamiento (beneficiarios) de manera que la única diferencia entre los dos grupos sea la participación o no en el programa.

Como señala Baker (2000), determinar el escenario contrafactual es esencial para el diseño de la evaluación. Esto se realiza a través de diversas metodologías que pueden ser agrupadas en dos categorías: Diseños experimentales (aleatorios) y diseños cuasi experimentales.

1. Diseños Experimentales

Como señalan Bernal y Peña (2011), calcular el impacto del programa con frecuencia se complica por el sesgo de selección. Esto se debe a que quienes deciden participar en el programa pueden tener características observables (de las que se tiene información en la base de datos) y no observables (de las que no se tiene información en la base de datos) diferentes a las de aquellos que no deciden participar. Una manera de evitar el sesgo de selección es distribuir aleatoriamente la intervención entre los beneficiarios y no beneficiarios. La aleatorización crea grupos de tratamiento y de control que son estadísticamente equivalentes, si las muestras tienen el tamaño adecuado. En este sentido, en teoría, los grupos de control generados mediante asignación aleatoria son tratados como escenarios contrafactuales perfectos. En el diseño experimental, el efecto del programa sobre la variable de resultado es simplemente la diferencia entre las medias de los grupos de tratamiento y control. Baker (2000).

Si bien las evaluaciones aleatorias son consideradas en la literatura el método óptimo para estimar el impacto de un programa, los experimentos sociales no son fáciles de

implementar y en la práctica conllevan a varios problemas: i) las evaluaciones aleatorias son costosas; ii) la aleatorización podría ser poco ética, pues por tener un grupo de control, se está excluyendo a un segmento de la población, igualmente vulnerable, de los beneficios del programa durante algunos periodos de tiempo; iii) el alcance de los programas puede hacer que no haya grupo sin tratamiento; iv) durante el experimento los individuos de los grupos de control podrían cambiar ciertas características que los identifican, lo que podría invalidar o contaminar los resultados.

2. Diseños Cuasi-experimentales

Estas técnicas usan metodologías econométricas para crear grupos de control lo más parecidos posible a los grupos de tratamiento, al menos en características observables. Dentro de estas técnicas se encuentran los métodos de pareo (Matching), diferencias en diferencias, variables instrumentales y regresión en discontinuidad.

En los diseños cuasi experimentales los grupos de tratamiento y de control generalmente se seleccionan cuando el programa ya está en marcha y los métodos usados para hacerlo no son aleatorios, por lo tanto las regresiones incluyen variables independientes que ayuden a controlar las diferencias entre los grupos de tratamiento y de control. La principal ventaja de los diseños cuasi experimentales es que permiten el uso de bases de datos existentes, lo cual disminuye el tiempo y los costos de las evaluaciones. Además pueden realizarse aún si el programa ya ha sido implementado. Sin embargo, en términos estadísticos los resultados son menos confiables que cuando se hace un diseño aleatorio pues el sesgo de selección está presente y las técnicas econométricas lo que hacen es reducirlo sin que esto implique su eliminación.

2.1 Métodos de Pareo

Los métodos de Pareo construyen un grupo de control similar al grupo de tratamiento utilizando fuentes de datos ya existentes. Lo que hace el método es juntar los datos tanto de los tratados como de los no tratados (las dos muestras) y estimar a través de un modelo probabilístico (logit o probit) la probabilidad de participar en el programa dadas las características observadas. Una vez se tiene la puntuación de la propensión (propensity score) para cada observación de la muestra, ésta se utiliza para comparar las observaciones del grupo de tratamiento con las observaciones del grupo de control. A cada observación del grupo de tratamiento se le asigna una (o varias según el diseño) observación(es) del grupo de control con la puntuación de la propensión más cercana a la de la correspondiente observación del grupo de tratamiento. Mientras más precisa sea la puntuación de la propensión, mejor será la correspondencia. Un buen grupo de comparación proviene del mismo entorno económico y de la misma base de datos del grupo de tratamiento, o por lo menos se le ha aplicado el mismo cuestionario por parte de entrevistadores similarmente

capacitados a los que entrevistaron al grupo de tratamiento. El Banco Mundial resume el pareamiento del puntaje en los siguientes pasos:

- Contar con encuestas representativas y muy comparables de participantes y no participantes.
- Unir las dos muestras y estimar un modelo logit (o probit) de la participación en el programa.
- Restringir las muestras para garantizar Soporte Común (fuente importante de sesgo en estudios observacionales).
- Encontrar para cada participante una muestra de no participantes que tienen “propensity scores” similares.
- Comparar los indicadores de resultado. La diferencia es la estimación del beneficio generado por el programa para esa observación.
- Calcular la media de esos beneficios individuales para obtener el beneficio medio total.

2.2 Diferencias en Diferencias

Este método compara a los grupos de tratamiento y de control antes (primera diferencia) y después del programa (segunda diferencia).

2.3 Variables Instrumentales

Se usa variables instrumentales cuando la variable de tratamiento es endógena, la variable instrumental utilizada debe estar correlacionada con el tratamiento pero no con la variable de resultado. El método de estimación utilizado es el de mínimos cuadrados en dos etapas: La primera etapa implica hacer una regresión entre la variable endógena, la variable instrumental y otros regresores exógenos; se calcula de esta ecuación el valor predicho de la variable de tratamiento (la cual es ahora exógena por construcción) y en una segunda etapa se regresiona la variable de resultado sobre la variable predicha.

2.4 Regresión Discontinua

Es un método de estimación en el cual la asignación al tratamiento depende de un índice cuantificable, del cual se define un umbral a partir del cual se crean los grupos de tratamiento y de control. El estimador de RD está basado en el supuesto de que las observaciones (individuos, empresas, etc) justamente a la izquierda del umbral deben ser muy parecidas a las observaciones justamente a la derecha de éstas y que la única diferencia entre estas observaciones es la participación o no en el programa, por lo que los no participantes pueden ser un contrafactual válido de los no participantes.

