

El impacto de los subsidios a la I+D en la empresa: evidencia empírica sobre enfoques alternativos de evaluación

The impact of subsidies to R&D: empirical evidence on alternative assessment approaches

Sergio M. Afcha Chávez  *

A lo largo de las dos últimas décadas, los países industrializados y en vías de desarrollo han llevado a cabo una intensa promoción de las actividades tecnológicas mediante distintos instrumentos de política. La financiación directa mediante subsidios a la investigación y desarrollo (I+D) y la introducción de incentivos fiscales a la I+D en el sistema impositivo han sido las prácticas más extendidas. Simultáneamente a la aplicación de estos programas de promoción de la ciencia y tecnología, surge la necesidad de estudios de evaluación para medir la efectividad de la intervención pública. Este trabajo revisa las experiencias llevadas a cabo en países de la OCDE y de América Latina, a la luz de la evolución de los distintos criterios de adicionalidad empleados para evaluar la efectividad de la política de innovación. Su contribución principal es incorporar a las revisiones ya existentes las conclusiones extraídas a partir de los trabajos basados en nuevos criterios de adicionalidad.

139

Palabras clave: política tecnológica, evaluación de impacto, adicionalidad de comportamiento, subsidios a la I+D

Through various policies, both industrialized and developing countries have spent the last two decades carrying out an intense promotion of knowledge based activities. Direct funding including subsidies and soft credits to finance R&D projects and tax incentives have been the most extended practices. Simultaneously, the implementation of all these S&T programs has arisen the need of public policy evaluation in order to quantify and assess the impact and effectiveness of the public sector's intervention. Following the evolution of additionality criteria in policy evaluation, this article reviews the empirical evidence found in OECD and Latin American countries. Its main contribution is the addition of new conclusions to the already existing survey studies.

Key words: technology policy, impact evaluation, additionality, behavioural additionality, R&D subsidies

* Departamento de Economía Política y Hacienda Pública, Universidad de Barcelona. Correo electrónico: s.afcha@ub.edu.

Introducción

Las actividades de I+D son asumidas dentro del proceso productivo como medio para alcanzar innovaciones y potenciar la productividad empresarial (Grilliches, 1986; Griffith et al, 2006). Los numerosos trabajos que analizan el impacto de las inversiones en investigación y desarrollo (I+D) en el desempeño de la empresa han generado un amplio reconocimiento sobre el efecto positivo de las actividades de I+D en el crecimiento económico.

El consenso en el plano político y económico de las bondades de la inversión en I+D ha propiciado una intervención gubernamental activa en la promoción de las actividades de base científico-tecnológica. Como resultado, tanto los países industrializados como aquellos que están en vías de desarrollo han incorporado esquemas de incentivos directos e indirectos dirigidos a estimular y potenciar las actividades innovadoras de los distintos agentes que componen sus sistemas de innovación.

En el ámbito académico, la concepción de la información como bien de naturaleza pública (Arrow, 1962) ha generado una corriente de pensamiento cuyos cimientos teóricos constituyen la justificación principal de la política tecnológica dominante. De esta concepción se desprende que, en ausencia de intervención pública, la existencia de fallos de mercado daría lugar a un nivel de inversión sub-óptimo en I+D.

140

En concordancia con el diagnóstico anterior, los incentivos públicos a las actividades tecnológicas han sido ampliamente aceptados a nivel internacional. Este hecho se refleja en el porcentaje del gasto privado financiado por el sector público en estos países. La **Tabla 1** confirma que, a pesar de haber sufrido una reducción importante en años recientes, la financiación pública de las actividades privadas de I+D en los países industrializados (promedios UE 15 y OCDE) es aún significativa.

Tabla 1. Porcentaje de gasto empresarial en I+D financiado por el sector público (1995-2004)

AÑO	EU	OECD	FRANCIA	ALEMANIA	JAPON	ESPAÑA	EE.UU.
1981	19.2	21.1	24.6	16.9	1.9	4.1	29.7
1982	-	21.3	24.2	18.7	1.7	4.8	29.8
1983	19.0	21.0	22.4	16.1	1.7	4.0	30.0
1984	-	20.7	22.5	15.6	1.7	6.5	29.6
1985	17.4	20.8	23.4	15.3	1.6	7.7	30.8
1986	17.7	20.6	22.8	13.7	1.8	11.0	30.3
1987	15.9	20.7	22.2	11.9	1.7	13.8	31.9
1988	14.7	18.9	20.8	11.4	1.5	15.2	29.7
1989	14.0	16.8	19.3	11.0	1.2	11.8	26.4
1990	14.3	15.6	19.8	10.7	1.3	11.8	24.0
1991	13.3	13.8	22.3	10.1	1.4	11.3	21.0
1992	11.8	12.6	16.4	10.7	1.1	11.4	19.2
1993	11.4	12.0	15.3	10.3	1.4	10.6	18.1
1994	10.4	11.2	13.0	10.2	1.2	10.6	17.3
1995	10.6	11.0	12.7	10.2	1.6	9.2	16.3
1996	10.1	10.2	13.1	10.5	1.1	7.9	15.0
1997	9.1	9.6	10.4	9.2	1.3	8.7	14.0
1998	8.5	9.3	9.0	8.5	2.1	6.6	13.2
1999	8.3	8.3	10.0	7.0	1.8	8.6	11.3
2000	7.7	7.0	9.9	6.9	1.7	7.2	8.6
2001	7.5	6.8	8.4	6.7	1.4	9.5	8.4
2002	7.3	6.5	10.3	6.2	1.5	9.5	8.5
2003	8.0	6.8	11.1	6.1	1.4	11.1	8.9
2004	8.1	7.2	11.4	5.9	1.3	12.5	9.7
2005	7.0	6.8	10.1	4.5	1.2	13.6	9.7
2006	7.0	6.8	11.3	4.5	1.0	14.4	9.8
2007	-	6.6	10.6	4.5	1.1	16.3	9.9
2008	-	-	12.0	-	0.9	-	8.9

141

Fuente: OECD, MSTI .

La asignación de estos recursos públicos ha despertado el interés sobre la efectividad de la intervención gubernamental. Desde principios de la década de los 80, el impacto de los subsidios destinados a financiar actividades empresariales de I+D ha dado lugar a numerosos estudios de evaluación en países industrializados (Antonelli, 1989; Busom, 2000; Holemans y Sleuwaegen, 1988; Levy, 1990; Lichtenberg 1984, 1987,

1988; Link, 1982; Klette et al, 2000), así como en países latinoamericanos (Benavente et al, 2007; Chudnovsky et al, 2006; De Negri et al, 2006). Las conclusiones de los trabajos han sido resumidas por David et al (2000) y García-Quevedo (2004) en el caso de los primeros, y por Hall y Maffioli (2008) y Lopez Acevedo y Tan (2010) en el caso de los segundos. Si bien las revisiones de la evidencia empírica disponible no permiten hablar de resultados concluyentes, los trabajos subrayan la existencia de efectos complementarios en buena parte de los programas evaluados. Sin embargo, y al margen de la intensidad y el signo del efecto generado a raíz de estas intervenciones, las revisiones plantean un debate crucial en la evaluación de la política tecnológica.

Dichas revisiones subrayan diversos problemas metodológicos en la evaluación de los subsidios a la I+D. Un ejemplo claro de ello son las diferencias encontradas entre los resultados obtenidos a partir de datos industriales y aquellos generados a partir de datos a nivel de empresa. Además, esta literatura sugiere avanzar en el control de los problemas de selección muestral y en la construcción de modelos estructurales que permitan explicar los mecanismos que subyacen a la política tecnológica. Asimismo, la revisión de las estrategias econométricas utilizadas en la evaluación de la política tecnológica realizada por Cerulli (2010) destaca la importancia de los métodos utilizados en los estudios de evaluación y su influencia en los resultados obtenidos, y reivindica el llamado a profundizar en la descripción de los mecanismos de interacción originados a raíz de la intervención pública.

142

En años recientes, el número de estudios dedicados a la evaluación de la política tecnológica ha crecido a un ritmo acelerado, y con ello las aproximaciones a nuevos enfoques y criterios empleados en la medición del impacto de las intervenciones públicas. Este trabajo tiene como objetivo cubrir la nueva generación de estudios dedicados a cuantificar el impacto de las medidas llevadas a cabo por el sector público, contribuyendo de esta forma a generar una visión más amplia sobre el efecto de estas políticas públicas, así como de los nuevos métodos dedicados a este tipo de evaluaciones en el campo de la innovación.

1. Diferentes aproximaciones metodológicas en la evaluación de la política tecnológica

La evaluación de impacto de los subsidios a la I+D ha seguido tradicionalmente el llamado criterio de adicionalidad. En el caso de los subsidios a la I+D, dicho criterio consiste en calcular el efecto generado por los subsidios sobre una variable indicadora del impacto que dicho subsidio genera sobre la empresa. La utilidad del concepto se basa principalmente en valorar la llamada situación contrafactual; es decir, comparar una situación real, observable (por ejemplo, el gasto en I+D de las empresas subsidiadas), respecto a una situación hipotética (no observable) del desempeño de la empresa en ausencia del subsidio (por ejemplo, el gasto en I+D que las empresas subsidiadas hubiesen realizado en caso de no haber recibido el subsidio) (Georghiu, 2004). La diferencia entre ambas situaciones representa la adicionalidad inducida por la intervención pública.

Debido a la complejidad de los efectos que la ayuda gubernamental puede originar, son varias las dimensiones en las que una empresa puede verse afectada por la recepción de un subsidio. Por tanto, existen diferentes aproximaciones al concepto de adicionalidad, dependiendo del efecto que se quiera analizar. En una revisión sobre los distintos enfoques utilizados en la evaluación de las políticas públicas adoptadas en la promoción de la ciencia y tecnología, Georghiou et al (2002: 3) mencionan cuatro grandes criterios de adicionalidad: i) adicionalidad de *output*; ii) adicionalidad de *input*; iii) adicionalidad de comportamiento; y iv) adicionalidad de capacidad cognitiva.

Los dos primeros enfoques pertenecen al paradigma de evaluación dominante, que tiene sus orígenes en la teoría neoclásica y cuya justificación de la política tecnológica radica en los fallos de mercado que tienen lugar en la economía. Los otros dos enfoques nacen inspirados en las teorías estructuralistas-evolucionistas, haciendo énfasis ya no tan sólo en los resultados obtenidos como consecuencia de la ayuda gubernamental, sino también en la forma en que la recepción del subsidio ha contribuido a la adquisición de nuevas habilidades, capacidades y actitudes por parte de las empresas, y cómo éstas pueden ser modificadas de una u otra manera ante distintas políticas tecnológicas (Clarysse et al, 2009).

1.1. Enfoques tradicionales de evaluación

1.1.1. Adicionalidad de input

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; es decir, 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.

143

Dado que el subsidio proporcionado por el sector público es concedido con el objetivo que la empresa realice una actividad que de otra forma no se hubiera llevado a cabo, el enfoque de la adicionalidad de input consiste en identificar si los fondos recibidos por la empresa generan un efecto complementario en los insumos utilizados para llevar a cabo dicha actividad o si, por el contrario, hay una sustitución de fondos privados por fondos públicos ("*crowding out effect*").

En la práctica, el input por excelencia utilizado en el cálculo de este tipo de adicionalidad es el gasto en I+D. Por tanto, la estimación de la adicionalidad de *input* consiste generalmente en estimar el incremento del gasto empresarial en I+D como consecuencia de la recepción de un subsidio a la 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.

En opinión de Cameron et al (2005: 35), los fundamentos teóricos de este enfoque suponen implicaciones importantes para la política tecnológica que deben ser analizadas con cautela:

- Supone la existencia de un vínculo claro entre *input* y *output* en las actividades de innovación.

- Asume divisibilidad y retornos constantes a escala de la actividad innovadora.
- No distingue entre la naturaleza del *output* generado por los fondos públicos y privados.

1.1.2. Adicionalidad de *output*

Intenta medir la proporción de *outputs* que no hubiesen tenido lugar en ausencia de la ayuda pública. Este enfoque recae directamente en la definición de lo que se considera un *output* en el proceso de la innovación. De esta manera, el enfoque de adicionalidad de *output* se interesa por cuantificar el volumen de *output* innovador generado a raíz de la recepción de un subsidio.

A diferencia del enfoque anterior, el criterio del *output* se basa en una estimación de la efectividad de la empresa para obtener innovaciones. Sin embargo, la crítica más frecuente a esta aproximación recae en la dificultad de establecer una correspondencia clara entre los *outputs* innovadores obtenidos y subsidios a la I+D (Georghiu, 2004).

Esta imprecisión responde a la dificultad de definir adecuadamente el producto resultante del proceso de innovación y su correspondencia directa con las actividades de I+D realizadas. Como señalan Clarysse et al (2009: 1519), la variable utilizada como *output* puede ser el resultado directo de las actividades llevadas a cabo por la empresa. Por ejemplo, el registro de nuevas patentes, artículos o prototipos o bien *outputs* de carácter más general como indicadores del desempeño de la empresa, el nivel de ventas, la productividad de los trabajadores, la generación de beneficios y otros indicadores generales del funcionamiento de la organización. Resulta evidente que la asociación explícita entre la recepción de un subsidio y el comportamiento del *output* resulta compleja y por tanto difícil de atribuir a un programa o política pública en específico.

A pesar de las críticas anteriores, el criterio de adicionalidad de los subsidios públicos visto como un elemento exógeno que causa efectos lineales, a través del incremento del gasto en I+D o de los productos innovadores obtenidos, ha servido de base para la mayoría de los estudios econométricos que se encuentran en la literatura empírica (Clarysse, 2009; Falk, 2007).

Como respuesta a este tipo de evaluación, las críticas al enfoque de la adicionalidad *input-output* se han centrado en dos puntos:

- a) La ausencia de un modelo que explique de qué forma utilizan las empresas las ayudas públicas recibidas.
- b) Las relaciones de causalidad asumidas entre la recepción de subsidios a la I+D y la adicionalidad generada.

1.2. Hacia enfoques alternativos de evaluación

Como resultado de las críticas anteriores, emergen enfoques complementarios desarrollados desde el convencimiento de que los subsidios pueden ayudar a adquirir nuevas actitudes, habilidades y capacidades (Buisseret et al, 1995). Esta perspectiva

intenta capturar los cambios en el comportamiento de la empresa en el corto y largo plazo, como resultado de la intervención pública. Si bien los planteamientos teórico-conceptuales de este nuevo enfoque de evaluación surgen a mediados de la década de los 90, la evidencia empírica basada en esta aproximación es mucho más reciente.

1.2.1. Adicionalidad de comportamiento

Partiendo de un marco teórico en el cual el proceso de innovación es un proceso acumulativo, dinámico e interactivo, el término de adicionalidad de comportamiento es concebido con la finalidad de explorar detalladamente la ruta utilizada por los agentes para asimilar y explotar los resultados de la investigación (Buisseret et al, 1995). Surge así una metodología de evaluación que pretende llenar el espacio dejado por la adicionalidad de *input* y de *output*, en cuyos planteamientos destaca la ausencia de un modelo que desarrolle con detalle una explicación sobre la conducta de la empresa ante la recepción del subsidio recibido.

Como señalan Georghiu et al (2002: 109), la adicionalidad de comportamiento fija su atención no sólo en los *inputs* y los *outputs*, sino también en los cambios que afectan a los agentes en sí mismos y más precisamente en la forma en que éstos tienen lugar: ¿actúan los agentes de forma distinta antes y después de recibir subsidios públicos?

En este punto se centra la atención de la adicionalidad de comportamiento, y de aquí se deriva una de sus principales aportaciones en la evaluación de las políticas de ámbito tecnológico: el establecimiento de un marco que permite comparar distintas formas de llegar a un mismo resultado, fijando la atención en el proceso de aprendizaje generado a raíz de la acción gubernamental.

145

Cameron et al (2002: 109) separan en dos las interpretaciones que desde el enfoque de adicionalidad de comportamiento pueden hacerse a los cambios producidos en la empresa:

- *Cambios en las rutinas establecidas*: mejoras en la gerencia de la innovación, arreglos contractuales o en los sistemas de información. Estos cambios en ocasiones son parte del mismo *output* de la actividad apoyada por el estado, y en otras, adquiridas por los agentes en el curso de la actividad.
- *Cambios en el comportamiento de las empresas*, estrechamente relacionados a la modificación de su base de conocimientos y a la capacidad cognitiva generada por el proyecto subsidiado.

Del planteamiento anterior se desprende que lo esencial para realizar este tipo de evaluación radica en identificar aquellas decisiones estratégicas que toma la empresa para mejorar su capacidad en la ejecución de actividades de I +D. De esta forma, es también posible ahondar en el proceso de aprendizaje interno que se genera como consecuencia de asumir proyectos orientados a la creación de nuevos productos y procesos.

Georghiu (2004: 10) expone, en este sentido, seis dimensiones claves a tomar en cuenta en este proceso de adquisición de habilidades: i) adquisición de conocimiento;

ii) recursos humanos; iii) inversión en capital; iv) posición de mercado; v) provisión de servicios o manufacturas; y vi) responsabilidad corporativa y sustentabilidad.

Cada una de estas dimensiones constituye un área estratégica a desarrollar por la empresa con miras a mejorar sus capacidades innovativas. Por tanto, la observación de dichas dimensiones permitiría deducir un comportamiento estratégico de la empresa como efecto de la obtención de una ayuda pública.

1.2.2. Adicionalidad de capacidad cognitiva

Este cuarto tipo de adicionalidad, se centra en un análisis de corte netamente estructuralista-evolucionista, e intenta profundizar aún más en el análisis del comportamiento y estructura de la empresa.

Bach y Matt (2005: 37) apuntan como punto de partida para este enfoque el siguiente interrogante: ¿afecta la acción política a las diferentes dimensiones de la capacidad cognitiva de los agentes? La respuesta a este planteamiento implica no sólo un cambio de concepción sustancialmente diferente respecto a los criterios de adicionalidad de *input* y *output*, sino también información mucho más detallada y descriptiva de los procesos necesarios para la exploración, explotación y gestión de nuevo conocimiento.

Ante la dificultad para elaborar medidas concretas que permitan dar cuenta de temas tan complejos como la codificación de los distintos tipos de conocimiento, la articulación de conocimiento emergente, la capacidad de aprendizaje y la interacción de la empresa con su entorno, este enfoque ha permanecido en el plano meramente teórico.

146

2. Evidencia empírica

2.1. Evidencia empírica en países de la OCDE

El grueso de la literatura empírica sobre la evaluación del impacto de los subsidios a la I+D, utiliza como marco de análisis el enfoque de adicionalidad de *input* y, en menor medida, el de adicionalidad de *output*.

David et al (2000) y García-Quevedo (2004) realizan revisiones exhaustivas de la literatura empírica a nivel internacional y analizan los subsidios directos a la I+D en términos de los efectos de complementariedad o sustitución que dichos subsidios generan en las empresas. Dichos trabajos ponen de manifiesto la relevancia de las metodologías empleadas en la evaluación de la política tecnológica, enfatizando especialmente la importancia del nivel de agregación de datos en las conclusiones obtenidas. En general, la evidencia empírica a nivel de laboratorio o de empresa revela una mayor presencia de efectos sustitutivos asociados a la recepción de subsidios directos a la I+D, mientras que los datos a nivel sectorial evidencian una mayor presencia de complementariedad de los fondos públicos. Estos resultados deben ser igualmente interpretados con cautela, ya que, tal y como señala García-Quevedo (2004: 92): “La complementariedad entre fondos públicos y privados en I+D

puede ser explicada, si no se han utilizado los controles necesarios, por el hecho de que algunas industrias tienen mayores oportunidades tecnológicas que otras”.

Los trabajos más recientes con datos a nivel de empresa apoyan en mayor medida la existencia de adicionalidad de *input*. En base a una revisión de la literatura reciente sobre este tipo de adicionalidad, Hyvärinen y Rautiainen (2007: 208) cifran el impacto neto de un euro de subsidio a la I+D en un rango de entre 0,40 y 0,93 euros. Es decir, por cada euro de subsidio concedido por el sector público, el gasto empresarial en I+D aumenta en total entre 1,4 y 1,93 euros.

La evidencia sobre adicionalidad de output, aunque menos abundante, es más concluyente. Mohnen y García (2010) muestran un incremento de 2,7 puntos porcentuales en las ventas innovadoras. Diversos trabajos para el caso de Finlandia muestran que los fondos concedidos a través de la agencia TEKES incrementan la búsqueda de patentes, la productividad de sus trabajadores, el número de innovaciones y las ventas netas (Czarnitzki et al, 2007; Ebersberger, 2005; Hyvärinen y Rautiainen, 2007).

Bergman et al (2010) reportan, para el caso sueco, un incremento en el número de nuevos productos y nuevos mercados, como resultado de la participación en el programa VINNOVA. Para el caso de Alemania (Czarnitzki et al, 2007), se muestra un efecto positivo de los subsidios sobre la búsqueda de patentes por parte de las empresas subsidiadas.

Los trabajos anteriores ofrecen evidencia empírica valiosa para evaluar los efectos directos de la política tecnológica. Sin embargo, la valoración de aquellos efectos de “segundo orden” relacionados con el aprendizaje organizacional y los cambios en el comportamiento de la empresa, continúan como materia pendiente. Trabajos recientes subrayan la necesidad de avanzar en el estudio de las interacciones entre el sector público y el resto de agentes del sistema de innovación (Autio et al, 2008; Clarysse et al, 2009; David et al, 2000; Jaffe, 2008; Shapira y Kuhlmann, 2003). En respuesta a estos reclamos, la evidencia empírica que explora los mecanismos de conexión entre subsidios a la I+D ha crecido rápidamente.

2.1.1. Evidencia empírica sobre adicionalidad de comportamiento

Los trabajos sobre adicionalidad de comportamiento han irrumpido progresivamente en el debate de la evaluación de política tecnológica. Hasta ahora la mayoría de los estudios en este campo han sido conducidos por agencias públicas de apoyo a la innovación empresarial con la finalidad de evaluar los programas de las empresas participantes. Este hecho ha facilitado a los evaluadores la obtención de los datos y la aplicación de encuestas especialmente diseñadas para la medición de adicionalidad de comportamiento.

La **Tabla 2** recoge información sobre distintos programas de evaluación realizados en países de la OCDE. La metodología utilizada no responde a un procedimiento estándar y está basada en su mayor parte en información proveniente de entrevistas y pequeñas encuestas. Dicha metodología empleada en la recolección de datos representa una diferencia crucial respecto a los estudios de evaluación *input-output*,

basada en grandes encuestas de innovación. De hecho, los cuestionarios y entrevistas empleados en estudios que exploran la adicionalidad de comportamiento preguntan directamente por la actuación de la empresa en ausencia de la intervención pública. Esta información permite contrastar los datos observados con un “estado contrafactual” conformado de manera directa. Este hecho representa una ventaja importante respecto a la estimación de estados contrafactuales estimados en base a grupos de control.

Tabla 2. Metodología de estudio seguida por los programas de evaluación en algunos países de la OCDE

País	Programa	Metodología
Australia	R&D Start programme	Entrevistas por teléfono o en persona a 100 empresas
Austria (caso 1)	Austrian Federal R&D support écheme (FFF)	Comparación de respuestas de cuestionarios sobre escenarios hipotéticos (1000 empresas) respecto a las consecuencias documentadas en registros administrativos (420 empresas)
Austria (caso 2)	Kplus funding initiative	Comparación de cuestionarios de 118 empresas (75% de aquellas encuestadas) con respecto a las respuestas del 3er Community Innnvation Survey
Bélgica	IWT support programme	Entrevistas telefónicas más entrevistas adicionales para grandes empresas intensivas en I+D.
Finlandia	Tekes funding programme	Encuesta (193 firmas)
Alemania	Public R&D Project funding	Datos del CIS Alemania: 659 firmas Entrevistas telefónicas: 203 contestadas (Tasa de respuesta de 39%)
Japón	R&D projects of NEDO	Entrevistas y cuestionarios (respondieron 501 empresas y otras instituciones)
Corea	General R&D funding	Análisis econométrico basado en datos del sector privado y público de I+D
Noruega	Loans and grants from Innovation Norway	Entrevistas (respondieron 807 empresas, 67% de tasa de respuesta)
Reino Unido	SMART and LINK initiatives	10 casos de estudio en profundidad de empresas en base a historial de ayudas.
Estados Unidos	Advanced Technology program	Encuesta en línea con seguimiento telefónico (81% de tasa de respuesta)
Unión Europea	5Th Framework Programme for Research and Technology Development (FP5)	Encuesta: 1700 respuestas. Incluyendo encuestas aplicadas a empresas rechazadas.

Fuente: Elaboración propia en base a OECD (2006).

Como ya se ha mencionado, más allá de determinar si la intervención gubernamental tiene o no un efecto complementario, el enfoque de adicionalidad de comportamiento busca analizar los cambios en la conducta de la empresa a raíz de la concesión de una ayuda pública. Por tanto, los resultados de los análisis empíricos realizados bajo este enfoque contemplan aspectos que van más allá de las variables utilizadas por el enfoque de adicionalidad *input-output*.

**Tabla 3. Tipo de adicionalidad de comportamiento
(Tipo de fallo que se intenta corregir con los fondos públicos)**

País	Adicionalidad de proyecto (Lanzamiento de proyecto)	Adicionalidad de aceleración (Cronograma de lanzamiento)	Adicionalidad de escala y alcance (Expansión de escala y alcance)	Adicionalidad de reto (investigación más ambiciosa)
Australia	37% hubiese cancelado el proyecto en ausencia del programa.	100% hubiese alargado el proyecto en ausencia del programa.	92% hubiera reducido la escala del proyecto en ausencia del programa.	78% habría sido menos ambicioso. 64% habría reducido el rango de aplicaciones del proyecto en ausencia del programa.
Austria (FFF)	28% hubiese cancelado el proyecto en ausencia del programa (31% lo hizo). 61% hubiese buscado fondos alternativos (25% busco fondos alternativos).	32% hubiese pospuesto el proyecto en ausencia del programa (43% pospusieron). 51% lo habría alargado (61% lo alargó).	74% habría reducido la escala del proyecto en ausencia del programa (60% lo hizo).	49% habría sido menos ambicioso en ausencia del programa (40% fue menos ambicioso).
Austria Kplus	33% hubiese cancelado el proyecto en ausencia del programa.	Las empresas habrían ido más lento en la implementación del proyecto en ausencia del programa.	-	Las empresas hubiesen reducido el reto tecnológico en ausencia del programa.
Finlandia	20% hubiese cancelado el proyecto en ausencia del programa.	-	46% habría reducido la escala del proyecto en ausencia del programa.	48% de los proyectos eran muy arriesgados para llevarlos a cabo en 73% habría reducido el reto tecnológico.
Alemania	-	Con las ayudas del gobierno, 53% aceleraron el lanzamiento del proyecto. 28% aceleró la implementación.	Con los fondos gubernamentales 55% hubiese ampliado el proyecto.	Con los fondos del gobierno, 60% persigue proyectos más ambiciosos tecnológicamente.
Noruega	53% hubiese cancelado el proyecto en ausencia del programa.	16% habría ido más lento en llevar a cabo actividades de I+D en ausencia del programa.	-	-
Estados Unidos	93% hubiese cancelado el proyecto en ausencia del programa.	-	-	82% de los proyectos financiados fueron más ambiciosos que los típicos proyectos de I+D y 70% asumió retos tecnológicos.
UE	57% hubiese cancelado el proyecto en ausencia del programa.	33% habría retrasado el proyecto en ausencia del programa.	76% habría reducido la escala del proyecto en ausencia del programa.	43 Habría sido menos ambicioso en ausencia del programa.

Fuente: Elaboración propia en base a OECD (2006).

La Tabla 3 muestra los principales trabajos empíricos realizados en países de la OCDE. A partir de dichos estudios, Georghiu y Clarysse (2006: 8) destacan los siguientes hallazgos:

- El concepto de la adicionalidad de comportamiento ofrece a los hacedores de política un vocabulario útil para explicar los efectos de las intervenciones políticas sobre empresas, así como también para diferenciar diferentes tipos de efectos (cambios en el nivel de esfuerzo vs. cambios en el comportamiento de la empresa). Tales distinciones pueden ayudar a diseñar de manera efectiva instrumentos de política y permitir la selección entre distintos enfoques para financiar el gasto empresarial.
- Los programas gubernamentales pueden inducir a cambios de comportamiento en la empresa. Varios de los estudios conducidos (en Finlandia y Japón, por ejemplo) muestran que los fondos gubernamentales aceleraron el plazo de cumplimiento de los proyectos de I+D (permitiéndoles introducir, antes de lo previsto, nuevos productos o servicios en el mercado) y también fomentaron la asunción de retos tecnológicos de mayor envergadura que de otra forma no hubiesen sido abordados.
- Los fondos públicos pueden alentar a las empresas a implicarse en un mayor número de colaboraciones en proyectos de I+D. En el caso del estudio alemán, se indica que las colaboraciones existentes fueron intensificadas y que otras nuevas fueron iniciadas como resultado de la financiación gubernamental. El estudio del programa *U.S. Advanced Technology* muestra que muchos de los consorcios y proyectos conjuntos fueron formados directamente como resultados de la financiación gubernamental, y que la asociación continuó más allá del tiempo de participación del proyecto financiado, a menudo con otros proyectos.
- Un rango de metodologías diferentes pueden ser utilizadas para medir la adicionalidad de comportamiento, cada una con sus fortalezas y debilidades. Las encuestas permiten recolectar información de un largo conjunto de empresas, pero deben estar basadas en entrevistas realizadas en profundidad que permitan identificar el rango de cambios de comportamiento inducidos por la acción gubernamental, así como también la etapa del proceso de innovación empresarial en la cual el gobierno pueda asistirles.
- Las metodologías necesitan ser adaptadas a los diferentes tipos de empresas analizadas. El trabajo en Bélgica encontró que los fondos del gobierno jugaron diferentes roles en el proceso de innovación de distintos tipos de empresa (por ejemplo, grandes vs. pequeñas, empresas intensivas en tecnología vs. empresas de baja intensidad tecnológica).

Así pues, el enfoque de adicionalidad de comportamiento constituye una base más amplia para la valoración de los resultados de la intervención gubernamental. No obstante, la operacionalización de este enfoque requiere nuevas medidas para capturar los cambios que se producen a nivel interno dentro de la empresa y que den una aproximación de los efectos provocados por la intervención estatal. Como ya se mencionó anteriormente, Georghiu (2004: 10) hace referencia a las siguientes dimensiones para observar los cambios en la estrategia de la empresa:

- Adquisición de conocimiento: Incluye temas relacionados con la forma en que la empresa organiza y gestiona sus actividades de I+D: localización de las actividades de I+D, contratación de estas actividades por medio de convenios con universidades, servicios de consultoría o especialistas.
- Recursos humanos: En vista de que algunos proyectos necesitan de habilidades o conocimientos específicos en determinadas áreas, observar la contratación de personal con experiencia en I+D, el nivel de cualificación de los trabajadores o aspectos de formación específica en las áreas de interés del proyecto a realizar.
- Estrategia de inversión de capital: A pesar de no ser en sí misma un tema de comportamiento de la empresa, es posible que la intervención estatal tenga influencia en las decisiones de compra o localización de instalaciones o equipos que de otra forma no hubiesen tenido lugar.
- Posición de mercado: La introducción de nuevos procesos o productos puede conducir a posiciones de liderazgo, así como permitir la introducción de nuevos productos y servicios en mercados nuevos para la empresa e incluso distintos a los inicialmente previstos en el proyecto subvencionado.
- Estrategia de manufactura o provisión de servicios: La conducción de actividades de I+D podría servir como plataforma para la evolución de los métodos de producción o entrega de los servicios prestados por la empresa, ya sea de forma directa por medio de actividades dirigidas a mejorar los procesos de la empresa, o bien de forma indirecta, como resultado del aumento del conocimiento de la empresa.
- Responsabilidad corporativa y sostenibilidad: Ya sea producto de una externalidad positiva o una de las metas del proyecto a llevar a cabo, algunas de las actividades de I+D podrían llevar a la empresa a mejoras en eficiencia energética y a la disminución del impacto medioambiental de sus procesos de producción, entre otras consecuencias.

151

Uno de los problemas en la implementación de estudios de evaluación orientados a detectar adicionalidad de comportamiento radica, sin embargo, en el elevado coste asociado a la recolección de los datos. Al tratarse de elementos directos y tangibles, la trazabilidad de *inputs* y *outputs* resulta relativamente sencilla. En contraste, el seguimiento de las dimensiones propuestas por la adicionalidad de comportamiento resulta complejo, pues se trata de cambios sobre dimensiones intangibles y en muchos casos indirectas, lo cual dificulta su cuantificación.

En un intento por introducir técnicas econométricas que permitan capturar los efectos de la adicionalidad de comportamiento, Falk (2007) calcula una regresión utilizando como variable independiente el número de trabajadores empleados en I+D, y las ayudas públicas otorgadas como variable dependiente. El resultado, aunque estadísticamente significativo, resulta de muy pequeña magnitud. Este sencillo modelo inicial es complementado con un análisis multivariante de efectos fijos con variables constantes en el tiempo. Al igual que en el primer caso, la relación entre la ayuda pública y el número de trabajadores en I+D resulta estadísticamente significativa aunque con un efecto muy pequeño: 0,04% de incremento en personal de I+D, como consecuencia de un aumento de un 1% de la ayuda pública recibida por la empresa.

Más recientemente, algunos trabajos han utilizado técnicas cuasi-experimentales para el análisis de grandes paneles de datos en un intento por capturar adicionalidad de comportamiento en el comportamiento cooperador de las empresas (Afcha, 2011; Benavides et al, 2007; Fier et al, 2006; Busom y Fernández Ribas, 2008). Los resultados revelan que las empresas que recibieron subsidios directos para realizar actividades de I+D mantienen en promedio una actitud cooperadora más intensa en el ámbito tecnológico, especialmente con universidades y centros tecnológicos, hecho que pone de manifiesto el alcance que puede tener la política en ámbitos frecuentemente no observados en la evaluación y que sin embargo puede repercutir positivamente en el funcionamiento del sistema de innovación.

2.2. Evidencia empírica en países de América Latina

A principios de la década de los 90, las líneas de actuación en materia de política tecnológica sufrieron una reorientación importante en buena parte de los países latinoamericanos. Como señalan Hall y Maffioli (2008: 8), la planeación e implementación de la política científica y tecnológica guiada hasta entonces por los consejos e institutos nacionales de investigación con criterios académico-científicos pasaron a tener una nueva orientación, centrada en las necesidades de innovación de los sectores productivos. Este giro dio prioridad a instrumentos de política centrados en los requerimientos tecnológicos del sector empresarial y la transferencia de conocimiento entre las universidades y centros de investigación y la industria.

152

A raíz de los programas implementados bajo esta concepción, existen estudios de evaluación desarrollados para algunos países latinoamericanos respecto a la efectividad de programas de promoción industrial de la I+D.¹ Al tratarse de estudios más recientes, algunos de ellos incorporan de forma explícita indicadores sobre adicionalidad de comportamiento.

Benavente et al (2007) analizan el impacto del programa FONTEC para el caso de Chile. El estudio, llevado a cabo entre empresas participantes en dicho programa, abarca el periodo 1998-2002 y realiza una amplia valoración basada en un diseño cuasi-experimental que incluye distintos criterios de adicionalidad.

Los datos sobre adicionalidad de *input* reportan un efecto positivo en la inversión total en I+D llevada a cabo por las empresas participantes. Sin embargo, el estudio señala la presencia de un efecto parcial de “*crowding-out*” cuando en lugar de los gastos de I+D total se consideran los gastos netos privados (gastos totales en I+D menos fondos públicos) de las empresas. Los autores asocian este resultado con un proceso de reajuste en la cartera de proyectos y la subestimación del capital humano necesario para la incursión en dichos proyectos.

1. Para una revisión más completa sobre el impacto de los subsidios públicos a la industria en América Latina, véase López Acevedo y Tan (2010) y Hall y Maffioli (2008).

En cuanto a la adicionalidad de *output*, la diferencia entre el número de patentes y nuevos productos generados por las empresas que recibieron financiación pública no resulta estadísticamente significativa.

En referencia a la adicionalidad de comportamiento, se incluyen resultados considerando diferentes ámbitos de actuación de la empresa. En primer lugar, se muestra un efecto positivo con relación al número de innovaciones de proceso emprendidas por las empresas participantes, el acceso a fuentes externas de conocimiento y el acceso a fuentes externas de financiación, lo cual muestra el impacto positivo del programa sobre distintas capacidades de la empresa en términos de interacción con otros agentes del sistema de innovación y de mejora en términos de búsqueda de oportunidades tecnológicas y gestión de proyectos de innovación.

La evaluación del efecto del programa sobre algunos indicadores de desempeño de la empresa muestra un impacto positivo sobre las ventas, el empleo y el porcentaje de exportaciones. En general, el trabajo está en línea con los resultados de Benavente et al (2005) y sugiere que los resultados estadísticamente no significativos de los incrementos de productividad reflejan el tiempo de maduración requerido por las actividades de I+D para la obtención de resultados.

Por último, se explora la adicionalidad de comportamiento a través de las siguientes variables: a) innovaciones organizacionales y de proceso; y b) acceso a recursos externos.

En relación a la primera categoría, tres variables son analizadas: i) número de nuevos procesos; ii) relevancia de los procesos de innovación adoptados por la empresa; y iii) relevancia de los cambios en las prácticas de gerencia de recursos humanos adoptados por la empresa. Los resultados muestran que las empresas que recibieron el apoyo público obtuvieron en promedio un mayor número de innovaciones de proceso. En referencia al segundo indicador, no se obtuvieron diferencias significativas. En relación al tercero, el impacto del programa es negativo, confirmando que las empresas que recibieron fondos públicos reportan menos actividades formativas y menores incentivos hacia los empleados.

153

De Negri et al (2006) analizan para Brasil el efecto del programa ADTEN. Este programa ha sido uno de los principales instrumentos utilizados para la promoción de actividades tecnológicas en Brasil. Entre sus prioridades destacan el desarrollo de proyectos orientados a la mejora e innovación de productos y procesos llevados a cabo por empresas privadas, universidades y centros de investigación.

Utilizando una muestra de empresas de carácter industrial para los años 1997-2005, el estudio combina tres técnicas cuantitativas: *propensity score matching*, diferencia en diferencias y un modelo de selección de Heckman en dos etapas, para medir el efecto del subsidio concedido por el programa sobre diferentes variables de desempeño empresarial.

En términos generales, el estudio muestra un efecto positivo sobre las empresas participantes. Los principales resultados que se desprenden del trabajo son:

- El gasto en I+D como proporción de los ingresos netos por ventas fue 2,3 veces mayor en el caso de las empresas beneficiarias del programa.
- Las empresas beneficiarias gastan en promedio entre 28% y 39% más que las empresas que no recibieron apoyo público.
- Las empresas que participaron en el programa ADTEN revelan en promedio una tasa de crecimiento mayor en cuanto a ingresos netos y número de empleados.

Al igual que en el artículo de Benavente et al (2006), el impacto sobre la productividad del trabajo no arrojó un impacto significativo, elemento que vuelve a poner de manifiesto la importancia del tiempo de maduración necesario a fin de obtener resultados positivos en este ámbito.

Chudnovsky et al (2006) analizan el programa ANR para Argentina. Dicho programa incluye la concesión de fondos no reembolsables por una cantidad de hasta el 50% de los proyectos presentados por las empresas. El programa está orientado a la financiación de proyectos de I+D, desarrollo de tecnologías piloto, formación del capital humano vinculados al desarrollo de innovaciones y creación de “*start-ups*” de base tecnológica.

Las observaciones corresponden a un panel de datos a nivel de la empresa para el año 1998 y para el período 2001-2004 en el que participaron 414 empresas argentinas. La metodología empleada combina técnicas de *matching* y la estimación de diferencia en diferencias para examinar el impacto del programa sobre las empresas que recibieron el subsidio en el periodo mencionado.

154

Chudnovsky et al (2006) presentan varios indicadores sobre el impacto del programa. En primer lugar, el análisis sobre adicionalidad de *input* revela un efecto positivo sobre el gasto total en I+D. Asimismo, se analiza el efecto del programa sobre la intensidad innovadora (gastos totales en I+D dividido entre ventas) distinguiendo entre empresas innovadoras ya establecidas y empresas innovadoras recientes. En este caso, se concluye que existe un efecto “*crowding out*” respecto a las empresas innovadoras establecidas que recibieron subsidios y un efecto de adicionalidad para las empresas innovadoras recientes.

Al igual que los trabajos anteriores, Chudnovsky et al (2006) complementan los datos anteriores con otros indicadores de desempeño: i) porcentaje de ventas correspondientes a innovación de nuevos productos; y ii) productividad del trabajo. En este caso, la participación en el programa no tiene influencia significativa sobre ninguno de los indicadores citados.

Tal y como señalan Hall y Maffioli (2008), el impacto de los subsidios a la I+D en América Latina revela un claro efecto positivo en términos de adicionalidad de *input*, un efecto débil en términos de adicionalidad de comportamiento y un efecto prácticamente nulo en términos de adicionalidad de output. Estos resultados ponen de manifiesto la importancia de la dimensión temporal utilizada para medir el efecto de las políticas públicas y confirman que, efectivamente, los efectos del proceso de innovación se van materializando de forma progresiva y requieren de un esfuerzo

continuado en el tiempo antes de verse plasmados en mejoras significativas de desempeño empresarial.

Por último, es necesario subrayar que la efectividad de la intervención pública varía en función del instrumento empleado (subsidio o crédito blando) y el colectivo de empresas beneficiarias (por ejemplo: pequeñas empresas, empresas innovadoras o grandes empresas), siendo las dificultades de acceso a la financiación y los elevados costes iniciales asociados a las actividades de innovación, las barreras más frecuentes para emprender proyectos de I+D.

Conclusiones

El objetivo principal de esta revisión ha sido ofrecer una panorámica amplia de la evolución de los estudios de evaluación de la política tecnológica. Más allá de extraer conclusiones de carácter concreto, se ha perseguido ofrecer una revisión de los trabajos realizados en las últimas décadas en la evaluación de la política tecnológica, siguiendo como hilo conductor la evolución de los criterios de adicionalidad empleados a lo largo del tiempo.

Una mirada a los trabajos realizados en los últimos diez años permite observar el rápido crecimiento en la literatura, sobre todo en lo relacionado con estudios econométricos elaborados a partir de microdatos. En este sentido, si bien muchos de los estudios de evaluación siguen el criterio de adicionalidad *input-output* como objetivo principal, parte de ellos incorpora a los indicadores sobre adicionalidad de input, medidas complementarias del impacto de la política sobre indicadores de desempeño como productividad, crecimiento de las ventas o crecimiento del empleo.

155

Los trabajos más recientes intentan incorporar indicadores para medir la adicionalidad de comportamiento a través de valoraciones del impacto de la política sobre la cooperación tecnológica con distintos tipos de socios, el acceso a nuevas fuentes de financiación o formación del recurso humano implicado en actividades de I+D. A pesar de este avance, uno de los aspectos que permanece parcialmente inexplorado en la literatura es el análisis a largo plazo del efecto de los subsidios, elemento clave para valorar el desempeño y el comportamiento de las empresas con posterioridad a la intervención pública.

Aunque la evidencia empírica es aún limitada en este sentido, crece el consenso sobre la necesidad de incorporar al análisis de la política científica tecnológica modelos estructurales que permitan conocer en mayor profundidad los mecanismos que subyacen al complejo proceso de innovación.

Adicionalmente, algunos autores (Klette et al, 2000) subrayan la importancia de ampliar el análisis de los costes y beneficios de la política de innovación, considerando no sólo a las empresas directamente beneficiadas por su participación en un programa, sino también, aquellas que se ven afectadas indirectamente por medio de los llamados “*spillovers*” o externalidades de conocimiento.

El avance de estas líneas de investigación continúa, sin embargo, condicionado al desarrollo de bases de datos que permitan una observación más precisa de variables que hasta el momento permanecen inobservables y que dificultan conocer las respuestas a las políticas públicas implementadas.

Bibliografía

AFCHA, S. (2011): "Behavioural additionality in the context of regional innovation policy in Spain", *Innovation: Management, Policy & Practice*, vol. 13, nº 1 (en prensa).

ANTONELLI, C. (1989): "A failure-inducement model of research and development expenditure", *Journal of Economic Behavior and Organization*, vol. 12, nº 2, pp. 159-180.

ARROW, K. J. (1962): "Economic welfare and the allocation of resources for invention", *National Bureau chapters, National Bureau of Economic Research*, pp. 609-626.

AUTIO, E., KANNINEN, S. y GUSTAFSSON, R. (2008): "First- and second-order additionality and learning outcomes in collaborative R&D programs", *Research Policy*, vol. 37, nº 1, pp. 59-76.

156

BACH, L. y MATT, M. (2005): "From economic foundations to S&T policy tools: a comparative analysis of the dominant paradigms", en Llerena y Matt (coords.): *Innovation policy in a knowledge-based economy theory and practice*, Berlín, Springer, pp. 17-46.

BERGMAN, K., EJERMO, O., FISCHER, J., HALLONSTEN, O., KALSØ, H. y MOODYSSON, J. (2010): *Effects of VINNOVA Programs on Small and Medium Sized Enterprises - the cases of Forska&Väx and VINN NU*, CIRCLE, Suecia, Lund University.

BENAVENTE, J. M., CRESPI, G. y MAFFIOLI, A. (2007): "Public Support to Firm Level Innovation: An Evaluation of the FONTEC Program", OVE/WO-05/07, Banco Interamericano de Desarrollo.

BUISSERET, T., CAMERON, H. y GEORGHIOU, L. (1995): "What difference does it make?", *International Journal of Technology Management*, vol. 10, nº 4-5, pp. 587-600.

BUSOM, I. (2000): "An empirical evaluation of the effects of R&D subsidies", *Economics, Innov. New Techn.*, vol. 9, nº 2, pp. 111-148.

BUSOM, I. y FERNÁNDEZ-RIBAS, A. (2008): "The impact of firm participation in R&D programmes on R&D partnerships", *Research Policy*, vol. 37, nº 2, pp. 240-257.

CAMERON, H., RIGBY, J. y GEORGHIOU, L. (2002): *Assessing the socio-economic impacts of the framework programme*, PREST, Manchester, University of Manchester.

CHUDNOVSKY, D., LOPEZ, A., ROSSI, M. y UBFAL, D. (2006): "Evaluating a Program of Public Funding of Private Innovation Activities. An Econometric Study of FONTAR in Argentina", OVE/WP-16/06, Banco Interamericano de Desarrollo.

CZARNITZKI, D. y HUSSINGER, K. (2004): "The Link between R&D Subsidies, R&D Spending and Technological Performance", ZEW Discussion Paper N° 04-56, Manheim, ZEW.

CZARNITZKI, D., EBERSBERGER, B. y FIER, A. (2007): "The relationship between R&D collaboration, subsidies and R&D performance: Empirical evidence from Finland and Germany", *Journal of applied econometrics*, vol. 22, n° 7, pp.1347-1366.

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*, vol. 29, n° 4-5, pp. 497-529.

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.

EBERSBERGER, B. (2005): "Impact of Public R&D Funding", VTT Publications, n° 588, Finlandia, VTT Espoo.

157

FALK, R. (2007): "Measuring the effects of public support schemes on firms' innovation activities: Survey evidence from Austria", *Research Policy*, vol. 36, n° 5, pp. 665-679.

FIER, A., ASCHHOFF, B. y LÖHLEIN, H. (2006): "Detecting behavioural additionality: An empirical study on the impact of public R&D funding on firms? Cooperative behaviour in Germany", Manheim, ZEW Discussion Papers, pp. 06-37.

GARCÍA-QUEVEDO, J. (2004): "Do public subsidies complement business R&D? A meta analysis of the econometric evidence", *Kyklos*, vol. 57, n° 1, pp. 87-102.

GEORGHIOU, L. (2002): "Impact and additionality of innovation policy. In Innovation Policy and Sustainable Development: Can Public Innovation Incentives Make a Difference?" en P. Boekholt (coord.): *Contributions to a Six Countries Programme Conference*, 28 de febrero-1 de marzo de 2002, Bruselas, IWT-Observatory.

GEORGHIOU, L. (2004): "Evaluation of behavioural additionality. Concept paper", en L. Georghiu, B. Clarysse, G. Steurs, V. Bilsen y J. Larosse (coords.): *Making the difference". The evaluation of "behavioural additionality" of R&D subsidies*, IWT Studies, vol. 48, pp. 7-20.

GEORGHIOU, L. y CLARYSSE, B. (2006): "Introduction and Synthesis", *Government*

R&D Funding and Company Behaviour, Measuring Behavioural Additionality, París, OECD publishing, pp. 9-38.

GONZÁLEZ, X., JAUMANDREU, J. y PAZÓ, C. (2005): "Barriers to Innovation and Subsidy Effectiveness", *The Rand Journal of Economics*, Vol. 36, No.4, pp. 930-949.

GONZÁLEZ, X., JAUMANDREU, J. y PAZÓ, C. (1999): "Impacto de las subvenciones en las decisiones de I+D", *Documento de trabajo 9905*, Madrid, Fundación Empresa Pública.

GRILICHES, Z. (1986): "Productivity, R&D, and basic research at the firm level in the 1970's", *The American of Economic Review*, vol. 76, n° 1, pp. 141-154.

GRIFFITH, R., HUERGO, E., MAIRESSE, J. y PETERS, B. (2006): "Innovation and productivity across four european countries", *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 22, n° 4, pp. 483-498.

HALL, B. (2002): "The Financing of Research and Development", *Oxford Review of Economic Policy*, vol. 18, n° 1, pp. 35-51.

HALL, B. y MAFFIOLI, A. (2008): "Evaluating the Impact of Technology Development Funds in Emerging Economies: Evidence from Latin America," NBER Working Papers 13835, National Bureau of Economic Research.

158 HYVÄRYNEN, J. y RAUTIAINEN, A. (2007): "Measuring additionality ans systemic impacts of public research and development funding the case of TEKES, Finland", *Research evaluation*, vol. 16, n° 3, pp. 205-215.

JAFFE, A. (2008): "The 'Science of Science Policy': reflections on the important questions and the challenges they present", *The Journal of Technology Transfer*, n° 2, pp. 131-139.

HOLEMANS, B. y SLEUWAEGEN, L. (1988): "Innovation expenditures and the role of government in Belgium", *Research Policy*, vol.17, n° 6, pp. 375-379.

HYVÄRYNEN, J. y RAUTIAINEN, A. (2007): "Measuring additionality and systemic impacts of public research and development funding, the case of TEKES, Finland", *Research evaluation*, vol. 16, n° 3, pp. 205-215.

KLETTE, T. J., MOEN, J. y GRILICHES, Z. (2000): "Do subsidies to comercial R&D reduce market failures?. Microeconomic evaluation studies", *Research Policy*, vol. 29, n° 4-5, pp. 471-495.

LACH, S. (2002): "Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel", *The Journal of Industrial Economics*, vol. 50, n° 4, pp. 369-390.

LEVY, D. (1990): "Estimating the impact of government R&D", *Economic Letters*, vol. 32, n° 2, pp.169-173.

LICHTENBERG, F. (1984): "The relationship between federal contract R&D and company R&D", *American Economic Review*, vol. 74, n° 2, pp. 73-78.

LICHTENBERG, F. (1987): "The effect of Government funding on private industrial research and development: A re-assessment", *The Journal of Economics*, vol. 36, n° 1, pp. 97-104.

LICHTENBERG, F. (1988): "The private R&D investment response to federal design and technical competitions", *American Economic Review*, vol. 78, pp. 550-559.

LINK, A. (1982): "An analysis of the composition of R&D spending", *Southern Journal of Economics*, vol. 49, n° 3, pp.342-349.

LOPEZ ACEVEDO, G. y TAN, H. (2010): "Impact evaluation of SME programs in Latin America and the Caribbean", IBRD, Washington D.C., Banco Mundial.

MOHNEN, P. y GARCIA, A. (2010): "Impact of government support on R&D and innovation", *UNU-MERIT Working Paper*, 2010-034.

MARTIN, S. y SCOTT, J. (2000): "The nature of innovation market failure and the design of public support for private innovation", *Research Policy*, vol. 29, n° 4-5, pp. 437-447.

SCOTT, J. (1984): "Firm versus industry variability in R&D intensity".

159

GRILICHES (s/f): *R&D, patents, and productivity*, Chicago, University of Chicago Press.

SEGARRA-BLASCO, A., GARCIA-QUEVEDO, J. y TERUEL CARRIZOSA, M. (2008): "Barriers to innovation and public policy in Catalonia", *International entrepreneurship and management journal*, vol. 4, n° 4, pp.431-451.

SHAPIRA, P. y KUHLMAN, S. (2003): "Learning from science policy and technology evaluation" *Learning from Science and Technology Policy Evaluation: Experiences from the United States and Europe*, Northampton, MA and Cheltenham, Edward Elgar Publishers, pp. 1-17.

UGHETTO, E. (2008): "Does internal finance matter for R&D? New evidence from a panel of Italian firms", *Cambridge Journal of Economics*, vol. 32, n° 6, pp. 907-925.