

SERIE DOCUMENTOS

**BORRADORES
DE
INVESTIGACIÓN**

No. 29, abril de 2002

**Incentivos fiscales en ciencia, tecnología
e innovación: revisión y análisis de la experiencia
internacional**

Hernán Jaramillo Salazar
Carlos Pombo Vejarano
Juan Miguel Gallego Acevedo



UNIVERSIDAD DEL ROSARIO

Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario - 1653

INCENTIVOS FISCALES EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN: REVISIÓN Y ANÁLISIS DE LA EXPERIENCIA INTERNACIONAL*

HERNÁN JARAMILLO SALAZAR**
hajaramil@claustro.urosario.edu.co

CARLOS POMBO VEJARANO**
capombo@claustro.urosario.edu.co

JUAN MIGUEL GALLEGO ACEVEDO**
jgallego@claustro.urosario.edu.co

RESUMEN

Los economistas han mostrado que las inversiones en ciencia y tecnología tienen un impacto importante sobre las tasas de crecimiento económico y sobre la productividad de un país. Por tal razón, hoy pocos países discuten sobre la importancia de destinar recursos públicos a dicha inversión. La agenda política está enfocada a mantener un sistema de ciencia y tecnología e innovación tecnológica donde se estimule la inversión privada y se integre a las políticas públicas. Es en este punto donde los incentivos fiscales han sido cruciales en la generación de recursos privados para la ciencia y la tecnología, y la mayoría de países desarrollados —y algunos en desarrollo— los han implementado como un mecanismo eficiente. La experiencia internacional muestra que en los países de la OCDE por una caída en un 10% del costo del capital en I&D, vía incentivos fiscales, se aumentan las inversiones en este bien en un 1% en el corto plazo, y pueden llegar a ser del 10% en el largo plazo.

Palabras clave: I&D, productividad, incentivos fiscales, ciencia y tecnología.

Clasificación JEL: C31, L10, O30, C38

ABSTRACT

Economists have shown that investments in science and technology (S&T) have an important impact on country's economic growth and productivity gains. Nowadays there is no doubt of the importance in providing public funding for S&T activities. Public policies have been oriented to provide incentives for private spending in S&T as a mechanism to enhance productive efficiency. In this regard, fiscal incentives play a crucial role to channel private efforts in research and development (R&D) projects. International experience based on the OECD case, shows that 10% decrease in the User Cost of Capital due to fiscal incentives will increase 1% R&D spending in the short run and might reach a 10% increase in the long run.

Key words: Research and Development, productivity, fiscal incentives, science and technology.

JEL Classification: C31, L10, O30, C38

* Versión preliminar, octubre de 2002.

** Investigadores, Grupo de Investigaciones de la Facultad de Economía, Universidad Colegio Mayor Nuestra Señora del Rosario. Los errores son responsabilidad de los autores.

1. INTRODUCCIÓN

La discusión sobre la importancia que juega la inversión en ciencia y tecnología e innovación tecnológica en una economía ha tenido dos etapas de desarrollo. En principio, con la evolución de las primeras teorías del crecimiento económico endógeno, a mediados de los años ochenta, se formalizó la noción de Schumpeter de que las inversiones en activos intangibles (como I&D y capital humano) son un factor crucial para alcanzar rápidas tasas de crecimiento económico y mejoras sociales importantes (Aghion y Howit, 1992). Además, la experiencia internacional de los países desarrollados muestra un crecimiento importante del rubro en ciencia y tecnología como porcentaje del producto; en promedio, los países industrializados gastan un 2.2% de su producto en investigación y desarrollo. Así, puede decirse que la primera etapa del debate ha sido superada y, en general, en las economías modernas, en especial las de alto crecimiento, no se discute sobre si destinar o no recursos a ciencia y tecnología e innovación tecnológica, sino cómo aumentar la eficiencia de esta inversión.

El primer debate generó diversas preguntas, las cuales remiten a las características especiales de la inversión en I&D e innovación tecnológica. En esta segunda etapa, los teóricos han expresado la investigación y el desarrollo como un bien público en cuya provisión el Estado debe jugar un papel preponderante, dadas las dificultades del mercado para hacerlo. Así, surgen diversos interrogantes como: i) ¿qué factores incentivan al aumento de la I&D y la innovación tecnológica?; ii) ¿por qué las inversiones en investigación y desarrollo e innovación tecnológica crecen más rápido en unos países que en otros?; iii) ¿cuál es el papel que debe jugar la política fiscal en este proceso?; iv) ¿cuál es el impacto socioeconómico de las políticas fiscales destinadas al aumento de la I&D y la innovación tecnológica?; v) ¿cuál es el papel de los incentivos fiscales dentro del conjunto de instrumentos de la política de investigación y desarrollo?

La solución a estos interrogantes ha desatado un interés importante por las políticas de ciencia y tecnología. En este sentido, la mayoría de los países han recurrido a sistemas nacionales de ciencia y tecnología y sistemas nacionales de innovación para garantizar tanto la provisión pública como la privada. En la provisión de estos sistemas han jugado un papel importante las políticas de estímulo a la inversión privada. En general los subsidios, los incentivos fiscales y los sistemas de patentes han sido los mecanismos utilizados para aumentar las inversiones privadas en ciencia y tecnología. Estos mecanismos son considerados complementarios entre sí, y de su naturaleza diferente nace la necesidad de su existencia, complementariedad y no sustitución, puesto que cada uno de ellos tiene ventajas y desventajas.

En el concierto internacional —y en especial los países desarrollados— encuentran en los incentivos fiscales el mecanismo más importante para estimular las inversiones privadas en ciencia y tecnología. Muchos países mantienen agendas impositivas especiales para tratar dichas inversiones, estas agendas van desde permitir la deducción total de los gastos corrientes y de capital, reducciones de la tasa estatutaria de impuesto, hasta generar créditos fiscales y tratamientos especiales a pequeñas industrias. Todos estos mecanismos buscan disminuir el costo de las inversiones en ciencia y tecnología. Según diversos autores, los efectos de estos incentivos fiscales han sido significativos en estimular la inversión privada para los países que los han implementado. Por ejemplo, en los países de la OECD la evidencia econométrica

sugiere que una caída en el costo del capital de I&D en un 10% estimula el gasto en este bien en 1% en el corto plazo, pero en el largo plazo este gasto puede aumentar en un 10% (Bloom et al., 1999).

De forma similar a los países en desarrollo, a partir de la década de los años 90 los países latinoamericanos han comenzado a implementar sistemas nacionales coherentes y articulados de ciencia y tecnología e innovación. Un número considerable de países tiene legislación sobre ciencia, tecnología e innovación, y un número más reducido ha implementado incentivos fiscales dentro de los instrumentos de política para estimular la inversión privada en este campo.

Para el caso colombiano, la creación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCT) (Ley 29 de 1990, Decretos-Ley 393, 585, 591 de 1991) fue un gran avance hacia la formación, consolidación y armonización de la política científica y tecnológica, y la derivación en 1995 del Sistema Nacional de Innovación. Esta estructura, flexible por su diseño, ha permitido la coordinación entre el sector público, las universidades, los centros de investigación y desarrollo tecnológico, y el sector privado para la promoción y ejecución de proyectos de I&D y de innovación tecnológica.

Posteriormente, los documentos Conpes 2739 de noviembre de 1994 y 2848 de mayo de 1996 permitieron establecer y ampliar tanto las políticas inicialmente construidas, así como la implementación de instrumentos y mecanismos para la consolidación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Además, contienen las bases para el desarrollo del Sistema Nacional de Innovación (SIN), con el objeto de orientar y promover estrategias de desarrollo empresarial conducentes a la generación de nuevos productos y procesos, a la adopción y adaptación tecnológica, y al establecimiento de una cultura empresarial hacia la innovación tecnológica. Finalmente, en junio de 2000, mediante el documento Conpes 3080 se explicitó la Política Nacional de Ciencia y Tecnología para el período 2000-2002 que comprende, entre otros aspectos esenciales, el fortalecimiento y la consolidación del Sistema Nacional de Innovación y Desarrollo Tecnológico con el objetivo de “dinamizar la interacción de los elementos científicos, tecnológicos, productivos y financieros, nacionales y regionales y que apunten al desarrollo de una oferta de productos y servicios exportables con capacidad de competir en los mercados internacionales”.

Durante los diez últimos años el país ha venido realizando un esfuerzo importante en la consolidación tanto de una cultura de investigación y desarrollo tecnológico e innovación, como también en la consolidación e integración de los diferentes actores que la componen. Igualmente, los mecanismos diseñados, particularmente en el campo de los instrumentos administrativos, financieros, de mercado, de promoción, de subsidio y fiscales, empiezan a consolidarse y a generar una utilización eficiente de manera especial en el sector de la producción. Sin embargo, el tránsito del país en el reconocimiento del papel que desempeña la investigación y el desarrollo tecnológico, y la innovación en el desarrollo económico y social, es aún incipiente, naciendo de allí mismo su fragilidad ante las dificultades y crisis por las que atraviesa hoy la nación colombiana. Tanto el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, como su derivado, el Sistema Nacional de Innovación Tecnológica, están en proceso de consolidación e integración, lo que los deja aún más expuestos o sensibles a la desarticulación de los instrumentos hasta ahora diseñados y a la desintegración de capacidades y culturas recientemente construidas.

De esta manera, la política nacional requiere de un importante esfuerzo financiero que demanda más recursos de los ya invertidos. Así, una política integral que busque adherir la I&D y la innovación tecnológica con el desarrollo económico y social del país debe establecer incentivos directos e indirectos que motiven tanto a la inversión pública como privada sin sustitución y, por el contrario, con complementación y coherencia. Toda decisión de política debe reconocer los costos hundidos que se manejan en estas inversiones, así como también debe entender la importancia de la I&D y la innovación tecnológica como factor de productividad industrial y crecimiento económico. Por tanto, como lo recomiendan algunos estudios internacionales, debe estar aislada de las coyunturas fiscales que pueden poner en peligro el desarrollo productivo de una economía en el largo plazo (Bloom et al., 1996).

El objetivo de este artículo es mostrar la importancia que han tenido la ciencia y la tecnología para el desarrollo económico en el ámbito internacional. Además, mostrar la experiencia internacional en la provisión de ciencia y tecnología a través de la revisión de los distintos estudios que han abordado el tema y del análisis de las distintas agendas tributarias que han implementado los países de la OCDE y los pertenecientes al Convenio Andrés Bello en épocas recientes. El artículo está dividido en cuatro secciones incluyendo esta introducción, y las conclusiones. En la sección dos se presenta una discusión en torno a la importancia de invertir en ciencia y tecnología, cuáles han sido los senderos de gasto en este rubro en el concierto internacional, y cuáles son los principales mecanismos adoptados por los países para proveer un sistema de ciencia y tecnología. En la sección tres se presentan las agendas impositivas adoptadas por diversos países, además de una revisión de los estudios que han mostrado los efectos que tienen mecanismos como los incentivos fiscales sobre los gastos en I&D e innovación tecnológica. Por último, se presentan unas consideraciones finales.

2. ¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE INVERTIR EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA? LA ECONOMÍA BASADA EN EL CONOCIMIENTO

2.1. ALGUNAS CONSIDERACIONES TEÓRICAS

Cuando se destinan recursos a una forma de inversión específica se pregunta por el aporte de este bien al desempeño económico de un país; las inversiones en ciencia y tecnología (I&D, programas de educación, etc.) plantean el mismo interrogante. En este sentido, los economistas se han preocupado desde hace varios años por la importancia de invertir en programas de ciencia y tecnología. El primero en plantear una idea sistemática al respecto fue Shumpeter en 1942. Este autor expresó que las inversiones en activos intangibles, como capital humano e investigación y desarrollo, son un factor clave en el crecimiento económico. Seguidamente, las teorías iniciales del crecimiento económico, surgidas a partir del modelo de Solow-Swan (1956), trazaron los senderos del desempeño económico considerando al cambio tecnológico como una variable exógena, la cual afectaba positivamente al producto.

Posteriormente, en un interés por estimar los factores del crecimiento Solow (1957) desagregó los determinantes del producto global en capital, mano de obra y un residuo que él denominó progreso técnico. Él consideró un enfoque desde el punto de vista de la producción tomando al

cambio técnico¹ en el capital y el trabajo como un cambio neutral, es decir, aquellos cambios en la producción que no afectan las tasas marginales de sustitución y simplemente incrementan o disminuyen el producto, dado unos insumos. La ecuación que expresa el producto desagregado en las tasas de crecimiento del trabajo, el capital y cambio técnico (residuo de Solow) es:²

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + \omega_K \frac{\dot{K}}{K} + \omega_L \frac{\dot{L}}{L} \quad (1)$$

En la ecuación (1) el término $\frac{\dot{A}}{A}$ está expresando la participación del cambio técnico en el producto. En el mismo artículo de 1957, Solow utilizó esta metodología de desagregación del producto para ver la participación de cada factor en el crecimiento económico norteamericano. Encontró que más de dos terceras partes del crecimiento de la productividad, durante 1909 a 1949, eran explicadas por el progreso técnico.

Trabajos posteriores como el de Griliches (1986) mostraron el efecto de las inversiones en I&D —especialmente en investigación básica— sobre la productividad de las empresas para la economía norteamericana en la década de los años 70. Basado en una función de producción de Cobb-Douglas simple:

$$Q_t = Ae^{\lambda t} RD_t^\alpha K_t^\beta L_t^{1-\beta} \quad (2)$$

donde

Q : producto

K y L : medidas del capital y el trabajo respectivamente

$RD = \sum_i w_i R_{t-i}$: medida del capital acumulado (conocimiento)

R_t : medida de la inversión bruta real en investigación en el período t ³

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \lambda t + \alpha \frac{RD\dot{D}}{RD} + \beta \frac{\dot{K}}{K} + (1-\beta) \frac{\dot{L}}{L} \quad (3)$$

Comparando con la ecuación (1) ahora existen dos componentes adicionales a la explicación del producto. El término λt representa el cambio técnico externo a las firmas que en Solow

(1957) sería $\frac{\dot{A}}{A}$, y el término $\frac{RD\dot{D}}{RD}$ son los aportes de la I&D al aumento del producto. La pro-

¹ “Cambio técnico expresa alguna clase de cambio en la función de producción”, Solow (1957). Traducción de los autores.

² En el anexo A se muestra el desarrollo algebraico para encontrar la ecuación (1).

³ En el anexo B se muestra el desarrollo algebraico para encontrar la ecuación (3).

puesta de Griliches (1986) es que el residuo que explicaba el crecimiento en un 70% en el estudio de Solow, se divide en dos componentes, uno externo a la firma y uno interno inducido por las inversiones privadas en I&D.

Griliches (1986) desagrega los gastos en investigación y desarrollo en dos clases: investigación básica y otros tipos de investigación, y en el tipo de fondos de donde se financia esta investigación (público o privado). En este trabajo encuentra que las inversiones en I&D contribuyen positivamente al crecimiento de la productividad; es decir, las empresas que tienen mayores niveles de gasto en I&D son más productivas. Por otro lado, el estudio concluye que la investigación básica es el principal determinante de la productividad. La provisión de I&D mediante fondos privados es complementaria a la financiación directa pública, al nivel de la empresa. En síntesis, Griliches (1986) mostró que en la industria manufacturera norteamericana para los años 1966, 1972 y 1977, la inversión en I&D explicó significativamente la productividad de las empresas y que el rendimiento de esta inversión había estado en aumento en décadas anteriores.

La teoría del crecimiento económico endógeno, por su parte, ha construido un cuerpo teórico sólido al respecto. Los modelos iniciales de Romer (1986, 1990) y Lucas (1988) introdujeron la variable “cambio técnico” dentro del proceso de crecimiento. Estudios posteriores como el Aghion y Howitt (1992), plantearon una propuesta de crecimiento económico endógeno a partir del cambio técnico, haciendo énfasis en aspectos como la innovación de productos y tecnologías. El artículo es un modelo de crecimiento económico basado en la propuesta de Shumpeter de destrucción creativa. Así, el crecimiento ocurre sólo a partir del progreso técnico, el cual a su vez resulta del proceso de competencia en investigación a través de las empresas. Cada innovación consiste en un nuevo bien intermedio que puede ser usado para producir bienes finales de una manera más eficiente que el proceso anterior. Las empresas que realizan la investigación están motivadas por las rentas monopólicas futuras si la innovación resulta exitosa. Pero estas rentas podrían ser destruidas por la próxima innovación, dado que dejarían totalmente obsoletos los bienes intermedios ya existentes.

Barro y Sala-i-Martin (1997) modelaron los senderos de crecimiento a partir de los procesos de innovación e imitación de tecnologías, encontrando que la tasa de crecimiento de una economía está determinada por el crecimiento de la innovación de productos y nuevas tecnologías. La tasa de crecimiento de los imitadores converge hacia la de las economías que realizan el esfuerzo de innovación, dado que la imitación es más barata en algún período del proceso de convergencia. Sin embargo, las posibilidades de imitar procesos cada vez se hacen más escasas en la medida que las economías exitosamente puedan hacer un *catching up* tecnológico, por tanto la imitación se vuelve más costosa y la tasa de crecimiento de los imitadores tiende a caer. Es decir, en el largo plazo las economías sólo crecen por su capacidad de innovación.

Sorensen (1999) plantea que la participación de una política de ciencia y tecnología en el crecimiento económico debe considerar las distintas fases del crecimiento y la complementariedad de sus mecanismos. Para este autor, en economías pequeñas con bajos niveles de capital humano la política de ciencia y tecnología debe estar encaminada hacia inversiones en capacitación de personal y complementarlas con inversiones en innovación tecnológica. Esta propuesta está acorde con algunos desarrollos que han presentado los estudios de la OCDE, donde plan-

tean que en un programa de ciencia y tecnología las inversiones en I&D son tan sólo un elemento, y éste debe estar en coordinación con otras formas de desarrollo tecnológico (Link, 1996).

Adicionalmente, la preocupación no ha sido exclusivamente teórica; varios estudios econométricos han tratado de generar evidencia empírica sobre la participación de las inversiones en ciencia y tecnología en el crecimiento del producto en diversas economías industrializadas; los trabajos iniciales de Solow (1957) y Griliches (1963, 1980 y 1986) son un ejemplo de estos esfuerzos. Maddison (1987) mejoró las estimaciones del residuo de Solow (1957), y encontró que en seis países desarrollados el progreso técnico explica alrededor del 50% del crecimiento del producto. Otros autores estiman que en los países desarrollados y en desarrollo que se han volcado hacia una política de apertura económica, el cambio técnico determina en un 50% la variación en el producto, y en aquellas economías volcadas hacia el mercado interno este cambio sólo ha participado en un 30%.

El estudio de Maddison analiza las fases de crecimiento de seis economías industrializadas⁴ entre 1870 y 1984. El período de mayor crecimiento promedio del producto por año fue el comprendido entre 1950 y 1973, en este tiempo las economías crecieron en 5.6%. Lo importante de este crecimiento es que coincide con el mayor nivel de productividad del trabajo, el cual fue de 5.3% anual en el promedio de todos los países y con un nivel alto de crecimiento del factor de productividad conjunta de 3.58%. Es importante resaltar el caso japonés, donde la política de desarrollo se volcó en la posguerra hacia el fortalecimiento de los programas de ciencia y tecnología. El resultado de esta política se reflejó en altas tasas de crecimiento económico. Entre 1950 y 1973 el crecimiento promedio del PIB fue de 9.4%, basado en un crecimiento de la productividad del trabajo en 7.7% y del factor de productividad conjunta del 5.79%. Este país fue el de mayor éxito entre las economías industrializadas para el período reseñado. Para la década de los noventa, en los países miembros de la OCDE la productividad del trabajo se ha incrementado cerca del 1.5% anualmente desde 1985. El cambio técnico y una mejor capacitación de la fuerza laboral (ingredientes de un programa de ciencia y tecnología) son los mayores determinantes de esta tendencia (OECD, 1996).

Posteriormente, los denominados tigres asiáticos también fortalecieron su política de ciencia y tecnología en periodos recientes para poder alcanzar los estándares de crecimiento económico (Bloom et al., 1996). En América Latina, los países que más han basado su crecimiento económico en una política de ciencia y tecnología fuerte son Brasil y Chile. Para el caso chileno, aunque sus niveles de inversión están por debajo de los promedios de países industrializados, si se le mira en el concierto latinoamericano, este esfuerzo lo ha destacado como una de las economías más exitosas en las últimas décadas en la región.

En general, la evidencia empírica ha mostrado que hay una relación positiva altamente significativa entre las inversiones en I&D y el crecimiento de la productividad, tanto en inversiones privadas como sociales (David et al., 1999). De forma complementaria los modelos teóricos resaltan la importancia del desarrollo basado en ciencia y tecnología que genera mayores niveles de competitividad, productividad y crecimiento económico. Los estándares internacionales de gasto en I&D han mostrado que

⁴ Alemania, Estados Unidos, Francia, Holanda, Japón y Reino Unido.

las economías industrializadas, de industrialización reciente y, últimamente, algunos países en desarrollo han aumentado sus senderos de gasto, mostrando la relevancia de esta inversión en la economía.

2.2. TENDENCIAS INTERNACIONALES EN LA PARTICIPACIÓN DE I&D EN EL PRODUCTO

Son muchos los estudios que reportan el comportamiento del gasto en I&D en las economías desarrolladas. Por ejemplo, los senderos de gasto en I&D como porcentaje del producto en los países del G7 han aumentado en las últimas décadas. Según datos de Griffith et al. (1995), desde la década de los años 70 hasta ahora, la participación de I&D en el producto ha crecido en la mayoría de los países miembros del G7 y algunos países como Estados Unidos y Japón han tenido un gasto cercano al 3% del PIB durante los noventa.

La tabla 1 muestra la participación de la I&D industrial en el producto para seis países miembros del G7 en 1974, 1981 y 1991. En promedio, este gasto pasó de 1.14% en 1974 a 1.61% en 1991 como porcentaje del PIB. Este aumento es atribuido a una tendencia global hacia la producción basada en la ciencia. Las diferencias en este crecimiento a través de los países están explicadas por las diferentes configuraciones de la industria y por los distintos incentivos que estas economías implementan para estimular la inversión en I&D. Por ejemplo, en 1974 Inglaterra era el segundo país con mayor inversión, después de Estados Unidos, y en 1991 fue uno de los más bajos dentro del G7, lo cual se explica por la correlación observada entre la caída del PIB industrial y el desmonte de los fondos destinados a I&D para el sector defensa.

TABLA 1
GASTO INDUSTRIAL EN I&D COMO PROPORCIÓN DEL PIB
EN SEIS PAÍSES MIEMBROS DEL G7

	1974	1981	1991
Canadá	0.41	0.60	0.81
Francia	1.04	1.12	1.48
Alemania	1.29	1.71	1.87
Japón	1.18	1.41	2.16
Inglaterra	1.36	1.49	1.28
Estados Unidos	1.57	1.71	2.07
Promedio	1.14	1.34	1.61

Fuente: Griffith et al., (1995).

Es importante anotar que el gasto global en I&D es mayor que el gasto industrial presentado como porcentaje del PIB en la tabla 1, y esta diferencia es más notoria en un país como Canadá, donde el sector servicios es preponderante. Algunos autores han estimado que el 60% de la inversión en I&D que hace Canadá se genera a partir del sector servicios (Griffith et al., 1995). Por otro lado, datos de la National Science Foundation (NSF) muestran un aumento en la participación de los gastos de I&D en el PIB durante los noventa. El país que más invierte en I&D para el sector defensa es Estados Unidos seguido por Inglaterra y Francia. Se nota una tendencia estable en la participación de I&D global en el producto, alrededor de 2.2%, para un período de más de 15 años, y una caída en las inversiones en I&D para defensa (gráfico anexo C).

Como se mencionó, la producción, difusión y uso de la tecnología y la información son la clave de la actividad económica y el crecimiento sostenido. En una gama de países más amplia, específicamente en todos los países de la OCDE, la tendencia es moverse hacia una economía basada en el conocimiento. Así, el gasto en I&D para 1999, en estos países, representa el 2.2% del PIB. Uno de los países que más invierten en investigación y desarrollo es Suecia, cuyo porcentaje está cerca del 3.5%, seguido por Japón con 2.9% y Estados Unidos con 2.8% (OCDE, 1999).

Más específicamente, existen numerosos ejemplos que muestran el interés general de los países desarrollados por aumentar los recursos para la ciencia y la tecnología: en Francia se proyecta un incremento de fondos del 1.3% para el 2000. El presupuesto público de I&D de Portugal ha estado creciendo desde 1995 a una tasa de 14-16% anual. A su vez, los presupuestos en ciencia y educación mantendrán su participación en Inglaterra y Alemania. Según la NSF, en 1999 Estados Unidos incrementó su gasto en I&D cerca de 2.79% del PIB, cerca a la cifra récord alcanzada en 1964 de 2.87% (Ortega, 2000).

Existen tres aspectos asociados a las tendencias de este gasto. Primero, la investigación básica está financiada por provisión directa del gobierno y por gasto privado, el cual es estimulado por mecanismos fiscales. Ambos son complementarios dentro de un programa de ciencia y tecnología. Segundo, una modalidad de financiación, conocida como capital compartido (*joint ventures*), ha permitido aumentar los niveles de gasto privado en I&D. Tercero, existe una fuerte vinculación entre la industria, los centros de investigación y las universidades; por ejemplo, en la OCDE las empresas buscan acceso a los conocimientos necesarios para su investigación y las universidades buscan formas de poder comercializar los resultados de sus investigaciones.

Por otra parte, en América Latina los estudios sobre los gastos en ciencia y tecnología son escasos. Sin embargo, organismos internacionales como la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT) reportan indicadores sobre el comportamiento de las inversiones en ciencia y tecnología. Según la RICYT, el promedio de gastos en ciencia y tecnología como porcentaje del PIB está muy por debajo de los estándares de los países industrializados. El país más destacado es Brasil, con una inversión en ciencia y tecnología alrededor del 1.24% del PIB, seguido por Chile (0.62%) y Argentina (0.51%). Son sorprendentes los bajos niveles de Colombia, comparables con las inversiones de Bolivia y Uruguay⁵ (ver tabla 3).

TENDENCIAS DE GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN COLOMBIA

En 1996 el Departamento Nacional de Planeación (DNP) en el documento Conpes 2848, evaluó el sistema de ciencia y tecnología colombiano. Allí se muestran unas estimaciones del gasto en I&D, donde la inversión del gobierno nacional en investigación científica y tecnológica osciló alrededor del 0.2% del PIB durante el período de 1992-1996. Si se incluyen los programas de transferencia de tecnología, la cooperación técnica internacional, la inversión privada y los costos de funcionamiento del sistema, los gastos podrían llegar al 0.5% del PIB. Esta cifra es muy inferior a los estándares de la OCDE, y a los esfuerzos hechos por países como Chile donde la inversión estuvo cerca del 0.78% en 1993 (Serra, 1995).

⁵ Debe tenerse en cuenta que el gasto reportado por Uruguay es sobre actividades de ciencia y tecnología, pero el reportado por Bolivia y el tomado para Colombia es sobre I&D. Recuérdese que los gastos de I&D están contenidos en los primeros.

TABLA 2
GASTO EN I&D COMO PORCENTAJE DEL PIB PARA LOS PAÍSES MIEMBROS DEL G7
(GASTO TOTAL Y SIN GASTO EN DEFENSA)

País	Tipo de gasto	1981	Promedio años 80	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	Promedio años 90
USA	Total	2.31	2.58	2.62	2.69	2.62	2.49	2.40	2.48	2.53	2.55	2.58	2.63	2.56
	Sin defensa	1.7	1.8	1.9	2.1	2.0	2.0	1.9	2.0	2.1	2.1	2.2	2.2	2.05
Japón	Total	3.13	2.48	2.85	2.82	2.76	2.68	2.63	2.77	2.83	2.91	3.06	nd	2.81
	Sin defensa	2.1	2.4	2.8	2.8	2.7	2.7	2.6	2.7	2.8	2.9	3.0	nd	2.78
Alemania	Total	2.43	2.67	2.75	2.54	2.42	2.37	2.28	2.26	2.26	2.29	2.29	nd	2.38
	Sin defensa	2.3	2.5	2.6	2.4	2.3	2.3	2.2	2.2	2.2	2.2	2.2	nd	2.29
Francia	Total	1.93	2.15	2.37	2.37	2.38	2.40	2.34	2.31	2.30	2.21	2.18	nd	2.32
	Sin defensa	1.6	1.8	1.9	1.9	2.0	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	nd	1.99
Inglaterra	Total	2.39	2.23	2.16	2.08	2.09	2.12	2.08	1.99	1.92	1.84	1.83	nd	2.01
	Sin defensa	1.9	1.8	1.7	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.6	nd	1.69
Italia	Total	0.88	1.07	1.29	1.23	1.18	1.13	1.05	1	1.01	0.99	1.02	1.05	1.10
	Sin defensa	0.9	1.1	1.3	1.2	1.2	1.1	1.01	1.0	1.0	1.0	1.0	nd	1.09
Canadá	Total	1.24	1.39	1.47	1.53	1.58	1.63	1.67	1.64	1.6	1.61	1.64	1.61	1.60
	Sin defensa	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	nd	1.56
Promedio G7	Total	1.90	2.08	2.22	2.18	2.15	2.12	2.06	2.6	2.6	2.6	2.09	nd	2.11
	Sin defensa	1.7	1.8	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	1.9	nd	1.92

Fuente: National Science Foundation. www.nsf.gov

TABLA 3
GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA (I&D) COMO PORCENTAJE DEL PIB EN NUEVE
PAÍSES LATINOAMERICANOS 1990-1998

		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
Argentina	ACT	0.33%	0.34%	0.36%	0.43%	0.44%	0.49%	0.50%	0.50%	0.51%
	I&D							0.42%	0.42%	0.42%
Bolivia	ACT									
	I&D			0.37%	0.39%	0.39%	0.37%	0.33%		
Brasil	ACT	0.99%	0.96%	0.84%	0.96%	1.22%	1.20%	1.23%	1.24%	
	I&D	0.46%	0.46%	0.38%	0.48%	0.69%	0.76%	0.76%		
Chile	ACT									
	I&D	0.51%	0.53%	0.58%	0.65%	0.66%	0.65%	0.66%	0.65%	0.62%
Colombia*	ACT									
	I&D					0.25%	0.30%	0.33%	0.30%	
México	ACT	0.28%	0.33%	0.32%	0.37%	0.41%	0.35%	0.35%	0.42%	0.47%
	I&D				0.22%	0.29%	0.31%	0.31%	0.34%	
Perú	ACT					0.18%	0.42%	0.68%	0.74%	0.67%
	I&D									0.06%
Uruguay	ACT	0.25%	0.15%	0.19%	0.07%	0.14%	0.28%	0.28%	0.42%	0.23%
	I&D									
Venezuela	ACT	0.37%	0.39%	0.49%	0.47%	0.39%	0.48%	0.29%	0.33%	
	I&D									

*Los datos de Colombia fueron tomados del documento Conpes 2848 de 1996.

ACT: Actividades de ciencia y tecnología.

Fuente: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología – RICYT; www.ricyt.edu.ar

En la tabla 4 se reportan los montos de los proyectos solicitados por las distintas instituciones para ser calificados por Colciencias para un acumulado de siete años (1993-2000). El valor total es de 205 millones de dólares, una cifra muy inferior a los estándares internacionales. Este valor está acorde con las aproximaciones del DNP de cerca del 0.5% del PIB los cuales, de haber sido calificados en su totalidad, hubiesen sido destinados a inversiones de ciencia y tecnología; no obstante, debe tenerse en cuenta que este valor es acumulado entre 1993 y 2000. De los siete programas estipulados por Colciencias el mayor porcentaje de los montos fue solicitado en el programa de desarrollo tecnológico industrial y calidad con un 39%, seguido por ciencias sociales y humanas con el 34%; entre estos dos programas se destinó el 73% de los montos. Es preocupante los pequeños montos solicitados en el programa de ciencias básicas (tan sólo el 4%), máxime si se tiene en cuenta la importancia que juega la investigación básica en el crecimiento de la productividad de la industria (Griliches, 1986). En lo referente a las instituciones que ejecutan los proyectos, las universidades obtienen el 63% de los montos, seguido por las empresas con un 32% y los centros de investigación con un 5%.

TABLA 4
SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MONTO DE LOS PROYECTOS SOLICITADOS PARA CALIFICACIÓN DE COLCIENCIAS
(ACUMULADO 1993-2000, MILES DE DÓLARES CORRIENTES)

	Universidad	Centro de Investigaciones	Empresas	Total	%
Ciencias y tecnología de salud	531,9	912,7	9,0	1.453,6	1%
Ciencias básicas	6.869,5	1.250,0	0,0	8.119,5	4%
Ciencias del medio ambiente y del hábitat	576,6	254,2	807,9	3.638,7	2%
Desarrollo tecnológico industrial y calidad	21.519,9	4.329,6	53.480,7	79.330,1	39%
Ciencias y tecnologías agropecuarias	31.206,7	3.715,0	0,0	34.921,7	17%
Ciencias sociales y humanas	61.055,7	0,0	7.812,3	68.868,0	34%
Estudios científicos de la educación	8.357,6	21,8	657,2	9.036,6	4%
Total	130.117,9	10.483,3	64.767,1	205.368,3	
Participación %	63%	5%	32%		

Fuente: Colciencias

Es así como se mira con precaución que la política de ciencia y tecnología colombiana sea muy frágil a las crisis fiscales del país. Los senderos de gasto en ciencia y tecnología pueden seguir disminuyendo⁶ en los próximos años si se aprueban las reformas tributarias referentes a la ciencia y la tecnología que están contenidas en el proyecto de ley de modernización tributaria. En este proyecto se propone reducir el porcentaje de deducciones que se otorga por donaciones efectuadas a centros de investigación o asociaciones de centros de investigación sin ánimo de lucro, para

⁶ Según el documento Conpes 3080 del año 2000 los gastos del gobierno central como porcentaje del PIB para la inversión en ciencia y tecnología han venido en caída desde 1996, cuando alcanzaron su mayor nivel. Los gastos son de 0.22, 0.18, 0.12 y 0.11 entre 1996 y 1999 respectivamente.

proyectos de investigación de actividades calificadas por Colciencias, pasando del 125% al 50%. De vincular los senderos de gasto en ciencia y tecnología a las coyunturas fiscales del país, se pondrán en peligro los avances en la implementación del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología instaurado desde principios de la década de los años noventa y su derivado el Sistema Nacional de Innovación. Esto está totalmente fuera de las recomendaciones de expertos internacionales, que enfatizan en la necesidad de aislar los senderos de gasto en ciencia y tecnología de las coyunturas fiscales.

TABLA 5
SISTEMA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
NÚMERO DE PROYECTOS SOLICITADOS PARA CALIFICACIÓN DE COLCIENCIAS
(ACUMULADO 1993-2000)

	Universidad	Centro de Investigaciones	Empresas	Total	%
Ciencias y tecnología de salud	7	25	1	33	11,8%
Ciencias básicas	13	23	0	36	12,9%
Ciencias del medio ambiente y del hábitat	9	3	18	30	10,8%
Desarrollo tecnológico industrial y calidad	8	30	83	121	43,4%
Ciencias y tecnologías agropecuarias	13	5	1	19	6,8%
Ciencias sociales y humanas	9	0	7	16	5,7%
Estudios científicos de la educación	5	4	15	24	8,6%
Total	64	90	25	279	
Participación	22,9%	32,3%	44,8%		

Fuente: Colciencias.

2.3. LA PROVISIÓN DE UN SISTEMA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

La provisión de un sistema de ciencia y tecnología busca una intervención selectiva del Estado con el fin de corregir “fallas” de mercado asociadas a la oferta y la demanda de ciencia y tecnología. Existen dos fallas de mercado importantes: i) los bienes de ciencia y tecnología son bienes parcialmente públicos; ii) existen efectos cruzados asociados a externalidades *spillovers* en su producción.

De estas fallas, la primera señala que los rendimientos sociales de la inversión exceden los rendimientos privados, por esta razón el gasto en este bien, sin un soporte del Estado, podría estar por debajo del óptimo social. La segunda indica que las actividades de investigación de una empresa inducen a una alta productividad de otras empresas, los agentes que realizan el gasto de inversión no se apropian de la rentabilidad de ese gasto y esto genera una menor inversión privada.

La política de ciencia y tecnología busca aliviar estas fallas de mercado. En general los países han implementado provisión pública directa y mecanismos para aumentar una gran cantidad de inversión privada, los cuales consideran complementarios. Dentro de la provisión directa entran los laboratorios nacionales y los institutos públicos de investigación. Dentro de los

mecanismos para aumentar la investigación privada se pueden destacar dos grandes grupos: incentivos fiscales para reducir el costo de ciencia y tecnología, subsidios directos para aumentar la tasa de rendimiento marginal privada de dicha inversión, y la implementación de un sistema de patentes que estimule a las firmas a asumir los costos hundidos de las inversiones en ciencia y tecnología. Así, las inversiones en ciencia y tecnología —tanto la provisión pública directa como los mecanismos destinados a incentivar la inversión pública— son complementarias entre sí, y de su naturaleza diferente nace precisamente la necesidad de su existencia, complementariedad y no sustitución, puesto que cada una de ellas tiene ventajas y desventajas.

A su vez, la política en ciencia y tecnología debe cubrir las fallas en otros mercados complementarios como son el sistema educativo y el mercado de capitales. La historia ha mostrado que las nuevas tecnologías tienden a incrementar las demandas por capital humano. Los trabajadores capacitados son generalmente una oferta restringida, lo cual plantea la necesidad de que una política también corrija las fallas en el sistema educativo; además, debe reconocer las fallas en el mercado financiero, donde la pequeña industria no accede a créditos para financiar sus gastos en ciencia y tecnología.

Los mecanismos para estimular la inversión privada más utilizados en los países en desarrollo son los incentivos fiscales, los cuales han sido documentados como un incentivo complementario a las otras políticas contenidas dentro de los sistemas de ciencia y tecnología. La diferencia de estos incentivos con respecto a los subsidios, es que en los primeros las firmas eligen los proyectos y en los segundos es el gobierno quien decide qué tipo de proyectos ayuda a financiar, así las empresas están obligadas a presentar proyectos incluidos dentro de áreas de investigación específicas. Los subsidios directos y de investigación básica se hacen más efectivos en aquellos programas donde existe una brecha muy grande entre rendimiento privado y social.⁷

COMPARATIVO ENTRE LOS SISTEMAS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE CHILE Y COLOMBIA

Tanto Chile como Colombia cuentan con normas constitucionales y leyes específicas para el establecimiento de sus sistemas de ciencia y tecnología. No es mucha la diferencia a nivel institucional entre los dos sistemas; en su cuerpo legislativo los dos países incluyen el desarrollo científico y tecnológico como un programa preponderante en los planes de desarrollo. Ambos sistemas dependen de organismos que se encuentran al nivel de las políticas presidenciales (ver esquemas en el anexo D). Más que en la organización institucional, la diferencia se encuentra en la prioridad que han dado las dos economías a las políticas de desarrollo científico. Chile ha destinado mayores montos a ciencia y tecnología que Colombia, como se puede apreciar en la tabla 3. Además, desde 1996 la política científica chilena ha considerado como factor fundamental de crecimiento la innovación tecnológica y el desarrollo científico, por lo cual no ha pensado en desmontar los recursos ya invertidos, hecho que se aparta en gran medida del caso colombiano, donde proyectos tan importantes como los adelantados por el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología están supeditados a reformas tributarias como las que están en curso

⁷ En la sección tres se presentarán los mecanismos fiscales implementados por los distintos países para estimular la inversión en ciencia y tecnología.

en el actual gobierno, poniendo en peligro el crecimiento y el desarrollo productivo del país en el largo plazo.

2.4. EFECTO DE DESPLAZAMIENTO DE LA INVERSIÓN PRIVADA *CROWDING OUT* POR CAUSA DE PROVISIÓN PÚBLICA INDIRECTA (MECANISMOS FISCALES)⁸

Cuando se habla de la provisión de un sistema de ciencia y tecnología surge una discusión empírica entre los economistas sobre si los fondos públicos y privados para proveer I&D son sustitutos o complementarios. Teóricamente la hipótesis de complementariedad está justificada, es decir, las características especiales de las inversiones en investigación y desarrollo hacen indispensable el soporte público como un fondo complementario a las inversiones privadas. Sin embargo, se han elaborado estudios que toman datos sobre los niveles de gasto en los dos tipos de fondos para diferentes países, y se ha encontrado un grado de sustitución entre ellos. De esta manera han surgido diversos estudios econométricos tratando de estimar este hecho. En general, existe una tendencia a refutar la hipótesis de que dichos fondos son sustitutos.

Estos estudios econométricos han medido los fondos públicos mediante la provisión indirecta; es decir, los gastos en laboratorios nacionales, centros de investigación públicos y los dineros invertidos directamente por el Estado para la investigación básica no han sido tomados en cuenta. La justificación es que la provisión directa no genera un efecto de desplazamiento sobre la inversión privada, dado que su función no es la de estimularla —como sí lo hacen los subsidios e incentivos fiscales—, sino más bien de garantizar una infraestructura de investigación básica, la cual es fundamental en una política de ciencia y tecnología. Así, los trabajos aquí mencionados han tomado los fondos públicos destinados a incentivos fiscales y subsidios, exclusivamente.

TABLA 6

RESUMEN DE LA DISTRIBUCIÓN DE LOS ESTUDIOS ECONOMÉTRICOS SOBRE LA RELACIÓN ENTRE INVERSIÓN PÚBLICA Y PRIVADA EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

	Relación de sustitutos	Relación de complementarios	Total número de estudios	Complementarios (%)
Nivel de agregación: nivel bajo empresas				
Número de estudios revisados	9	10	19	52.6
Basados en datos de USA solamente	7	5	12	41.7
Basados en datos de otros países	2	5	7	71.4
Nivel de agregación: alto e industria				
Número de estudios revisados	2	12	14	85.7
Basados en datos de USA solamente	2	7	9	77.7
Basados en datos de otros países	0	5	5	100
Total todos los niveles de agregación	11	22	33	66.6

Fuente: David, et al., (1999).

⁸ Los estudios que se mencionan en este apartado contienen los efectos de la provisión indirecta pública, como los estímulos tributarios y subsidios para aumentar la tasa marginal de la inversión, sobre la inversión privada (David et al., 1999).

En la tabla 6 se presenta el número de estudios que se han abordado al respecto. Allí se reportan dos niveles de agregación, uno sobre datos de empresas y otro sobre información de industria. A mayor agregación el nivel de complementariedad es más alto. Se resalta, también, que los datos para países distintos a Estados Unidos han reportado un menor efecto de desplazamiento de la inversión privada. En general, el 67% de los estudios reportan que la provisión pública estimula la provisión privada. Los estudios a nivel agregado parecen mostrar mejor la hipótesis de que los esfuerzos que hace el gobierno en proveer subsidios e incentivos fiscales para aumentar los niveles de I&D en la economía, y de manera indirecta proveer inversión privada para alcanzar los mayores estándares de crecimiento son complementarios.

El estudio pionero fue elaborado por Blank y Stigler (1957). Estos autores encontraron que los fondos públicos generaban incentivos a las empresas para disminuir sus inversiones privadas, este hallazgo fue para una muestra de 1.564 empresas en 1951. Cuando los autores ampliaron la muestra a todas las empresas que habían destinado algún gasto para I&D, la hipótesis de sustitución fue eliminada y probaron que los fondos públicos eran un soporte para la inversión privada.

Leyden y Link (1991) desarrollaron un modelo que trata de encontrar evidencia sobre la relación entre estas dos fuentes de inversión. Los autores estiman un sistema de ecuaciones usando mínimos cuadrados de tres etapas utilizando 130 observaciones (empresas) para 1987 en Estados Unidos. Ellos encontraron un coeficiente positivo y significativo del gasto público en ciencia y tecnología, lo que muestra una relación de complementariedad. Es importante anotar que muchos de los resultados dependen de los métodos de estimación, de la forma como se están midiendo las variables y de las variables que se controlan en el estudio.

En la industria, la evidencia econométrica de los distintos estudios ha mostrado una tendencia a refutar la idea de sustitución entre los dos bienes. Los primeros en tratar este tema a nivel macro fueron Levy y Terleckyj en 1983. Para un período comprendido entre 1949 y 1981 utilizando datos de la NSF de Estados Unidos, encontraron que las inversiones públicas en I&D tienen un efecto directo y positivo sobre las inversiones privadas. Para ellos, los fondos públicos para I&D pueden ayudar al crecimiento, pero también pueden contribuir indirectamente, por ser un bien complementario a la inversión privada, al inducir al gasto en dicha inversión.

Es importante anotar que los estudios más recientes que han utilizado estimaciones econométricas más ajustadas tienden a refutar la hipótesis de sustitución entre estos dos fondos. Esto corresponde con las hipótesis teóricas de que el fondo público es un soporte necesario para la inversión privada, dadas las características especiales de I&D. Los trabajos de Klette y Moen (1998) y Busom (1999) a nivel micro mostraron complementariedad, al igual que los trabajos de Levin y Reiss (1984) y Diamond (1998) a nivel agregado. La discusión no ha sido superada y cada vez se presentan estimaciones más ajustadas para mejorar los resultados; sin embargo, la tendencia es a mostrar complementariedad. Debe tenerse en cuenta el comportamiento de la industria, los datos, las variables en estudio y las técnicas de estimación que entran a determinar los resultados esperados.

3. AGENDA IMPOSITIVA INTERNACIONAL PARA EL TRATAMIENTO DE LOS GASTOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA, Y SUS EFECTOS

3.1. ESTUDIOS QUE MUESTRAN LAS AGENDAS IMPOSITIVAS EN LOS PAÍSES DESARROLLADOS Y SUS EFECTOS PARA ESTIMULAR EL GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Los incentivos fiscales son en la actualidad el principal instrumento de política para fomentar los gastos privados en ciencia y tecnología. Los países de la OCDE tienen una agenda impositiva especial. En general, todos permiten descontar de la base gravable los gastos corrientes en este bien y cuentan con varios tipos de crédito fiscal para esta inversión. Por ejemplo, Canadá, Corea, Japón, Italia y Estados Unidos ofrecen ambos tipos de incentivos. Canadá otorga créditos sobre el gasto total, Estados Unidos ofrece créditos sobre el gasto incrementado, y Francia ofrece créditos de acuerdo con el tipo de industria (OECD, 1999). Esta agenda implica un tratamiento especial a las inversiones en I&D en contraste con otras clases de inversiones. Existe una tendencia creciente a ser más generosos en el establecimiento de la agenda impositiva para estimular I&D. Las agendas impositivas son, por otra parte, muy heterogéneas y los efectos de éstas sobre los niveles de inversión son distintos a través de los países. En las dos últimas décadas los mecanismos fiscales han sido muy cambiantes en los distintos países aportando poco al aumento de los niveles de gasto. Las agendas impositivas se componen de distintas formas de estímulo como créditos fiscales, deducciones, tasas de depreciación y disminuciones de la tasa estatutaria. Los estudios muestran que para seis países de la OCDE⁹ las inversiones en I&D durante las últimas décadas han tenido un tratamiento más favorable que otras formas de inversión —por ejemplo el capital físico—, y esto ha contribuido a aumentar sus senderos de gasto (Griffith et al., 1995).

Bloom et al. (1996), por su parte, mostraron que para ocho países de la OCDE¹⁰ las agendas impositivas se han vuelto más generosas en el tratamiento de I&D. Esto es compatible con un crecimiento de la participación de este bien de capital en el producto (ver tabla 2). Adicionalmente, existe una heterogeneidad en los efectos de las agendas impositivas sobre el aumento del gasto. Por ejemplo, Australia tiene un tratamiento impositivo más generoso que el Reino Unido, pero presenta menores niveles de gasto como proporción del PIB. Otros problemas han sido identificados: aquellos países que tienen una política de crédito diversificada por tamaño de empresa e industria han sido menos exitosos en estimular la inversión privada. Esto ocurre porque las empresas pequeñas encuentran dificultades en la financiación de sus inversiones para I&D. Se muestra que existe una alta concentración de los beneficios tributarios capturados por las grandes empresas o corporaciones (Bloom et al., 1996).

Lo anterior sugiere la necesidad de unificar el sistema tributario y crediticio. Además, la diversificación de los créditos requiere un conocimiento muy amplio del aporte de cada industria en el tamaño de la empresa, al aumento de los niveles de I&D y su participación en la generación del producto, lo cual acarrea altos costos administrativos.

⁹ Alemania, Canadá, Francia, Japón, Reino Unido y Estados Unidos.

¹⁰ Alemania, Australia, Canadá, Francia, Italia, Japón, Reino Unido y Estados Unidos.

Bloom et al. (1996) describen las distintas políticas impositivas para ocho países. En general, todos tienden a disminuir el nivel de la tasa estatutaria (véase tabla 6), pero unos han permitido mayores exenciones y deducciones con el fin de reducir la base imputable. Según estos autores, la evidencia ha mostrado que es más efectiva la redefinición¹¹ de la base que la disminución de la tasa estatutaria, y que el porcentaje de deducción es más efectivo sobre la maquinaria y el equipo que sobre el gasto corriente.

En otro estudio, Bloom et al. (1999) encontraron que, entre 1974 y 1994, los hacedores de política habían modificado varias veces el sistema de exención de impuesto para I&D, generando una turbulencia al respecto. Esto no ha beneficiado la inversión privada porque las empresas no tienen claro el tratamiento fiscal futuro de las inversiones de largo plazo en I&D y no incurren en los riesgos de asumir los costos. A pesar de dicha turbulencia, los diferentes sistemas impositivos han logrado estimular los niveles de I&D. La evidencia econométrica sugiere que los cambios en el sistema impositivo tienen un efecto significativo sobre el nivel de este bien, después de controlar otros efectos como la demanda, características especiales de cada país y los choques macroeconómicos. Este efecto no es muy amplio en el corto plazo, pero puede ganar importancia en el largo plazo. Por ejemplo, una caída en el costo del capital de I&D vía deducciones, en un 10%, estimula el gasto en ese bien en 1% en el corto plazo, pero este gasto puede aumentar en un 10% en el largo plazo (Bloom et al., 1999).

Hall y Van Reenen (1999) estudiaron los efectos del sistema impositivo para la OECD. El principal resultado fue que el mecanismo más utilizado para aumentar las inversiones privadas en I&D eran los incentivos fiscales. Ellos destacan que la heterogeneidad de los sistemas tiene un efecto sobre los niveles de I&D. Los sistemas tienden a volverse más generosos con el tiempo.

TABLA 7

**COMPORTAMIENTO DE LA TASA ESTATUTARIA DE IMPUESTO EN OCHO PAÍSES DE LA
OECD ENTRE 1979 Y 1998**

	1979	1990	1994	1998
Australia	50%	39%	33%	36%
Canadá	30%	24.8%	21.8%	30%
Francia	50%	37%	33.3%	41%
Alemania	56%	50%	45%	53%
Italia	36.3%	46.4%	53.2%	37%
Japón	52.7%	52.7%	53.9%	48%
Reino Unido	52%	34%	33%	31%
Estados Unidos	46%	34%	35%	40%

Fuente: Bloom, Chennells, Griffith y Van Reenen (1996).

¹¹ La redefinición de la base sujeta a gravámenes se da por vía deducciones de los gastos en ciencia y tecnología.

3.2. AGENDA IMPOSITIVA RECIENTE PARA LA POLÍTICA DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

3.2.1. INCENTIVOS FISCALES EN ONCE PAÍSES DE LA OCDE EN 1998

Adicional a todos esos estudios sobre el tratamiento fiscal en los países miembros de la OCDE, el tema de estudio se mantiene y diversos trabajos han tratado de recopilar las políticas en materia de impuestos aplicadas por estas economías. Warda (1999) presenta una descripción de las agendas impositivas para el tratamiento de la I&D en once economías de la OCDE. Las principales tendencias se pueden resumir del siguiente modo:

Deducciones en gasto e inversión en actividades de ciencia y tecnología

De los once países en estudio todos permiten deducir totalmente en el año gravable el 100% del gasto corriente en I&D, con excepción de Australia que permite el 125%. Pocos países como Australia y el Reino Unido dan la posibilidad de descontar inmediatamente las inversiones en maquinaria y equipo, 125% y 100% respectivamente. Francia, Suecia y Alemania descuentan el 40%, 30% y 30% respectivamente del gasto en maquinaria y equipo. Y tan solo el Reino Unido da la opción de deducir inmediatamente los costos de los edificios.

De acuerdo con el B-index,¹² los países que sólo ofrecen deducciones inmediatas a las inversiones en I&D y no dan tratamientos fiscales adicionales como mecanismos complementarios, tendrían un valor del índice igual a uno, por ejemplo el Reino Unido. Esto los ubica como economías modestamente generosas en el tratamiento fiscal de ciencia y tecnología. Este índice ha sido usado por diversos estudios para ubicar los sistemas impositivos de las economías industrializadas dentro de un rango de generosidad para el tratamiento de ciencia y tecnología. De acuerdo con diversos estudios, el país más generoso es Canadá, seguido por Estados Unidos y Australia (Warda 1999). La ubicación de los once países de acuerdo con el B-index puede observarse en el anexo E. En general, todos los estudios que han utilizado esta metodología muestran a Canadá como el país más generoso en el tratamiento fiscal de este bien de capital.¹³

Créditos fiscales para los gastos en ciencia y tecnología

Siete países ofrecen crédito fiscal y generalmente éstos son aplicados a un gasto incrementado de un promedio de los dos últimos años, a todo el gasto o a una combinación de ambos. Los países que ofrecen créditos fiscales basados en un gasto incremental son Estados Unidos,

¹² "B-index": índice usado para comparar la importancia fiscal que dan los distintos países a las inversiones en I&D; entre menor sea el valor del indicador más generoso es el sistema impositivo de ese país con los gastos en I&D. Es calculado como el valor presente del ingreso antes de impuesto que la empresa necesita generar para cubrir el costo de una inversión inicial en I&D y pagar el impuesto aplicable al ingreso. Técnicamente hablando, $B\text{-index} = (ATC) \text{ costo después de impuesto de un dólar gastado en I\&D sobre uno menos la tasa de impuesto estatutaria. } B = ATC / (1 - t)$, donde t es la tasa estatutaria de impuestos, y el ATC es el costo neto de la empresa por invertir en I&D. Para una discusión amplia véase Warda (1996).

¹³ La utilidad del B-index radica en que permite considerar los diferentes mecanismos fiscales y mostrar su complementariedad.

Japón (empresas grandes), Francia, Canadá (Ontario) y Corea. Los países que ofrecen créditos basados en todo el gasto son Canadá, Italia (empresas pequeñas) y Japón (empresas pequeñas y de tecnología básica).

Provisión a pequeñas industrias

Es un soporte fiscal selectivo por tamaño de la industria no es muy común en la OCDE. Sólo cuatro de los países en estudio —Italia, Canadá, Corea y Japón— tienen programas para proveer créditos fiscales selectivos a industrias pequeñas. Estos créditos son generalmente ofrecidos de manera adicional al tratamiento de la industria en general. Ellos pueden ser un crédito incrementado sobre el tratamiento general como en Canadá y Corea, o un nuevo tratamiento como el caso de Italia y Japón.

Tasa estatutaria

Los niveles de la tasa estatutaria en los once países son muy dispersos. Los valores oscilan entre el 28% de Australia y el 53.8% de Alemania. La combinación de esta tasa con los demás mecanismos antes expresados han convertido a Canadá en una de las economías más generosas en el tratamiento fiscal de la I&D, ubicada por encima de Australia y Suecia. Es así como un mecanismo aislado puede dar una idea errónea sobre el tratamiento fiscal de los distintos países.¹⁴

TABLA 8
INCENTIVOS FISCALES PARA I&D EN DIEZ PAÍSES INDUSTRIALIZADOS (1998)

País	Tasa de impuesto estatutaria	Tipo de incentivo	Gasto corriente	Capital	
				Maquinaria y equipo	Edificios
Alemania	53.80%	Deducciones	100% en el año corriente.	Depreciación: línea recta o depreciación acelerada (Max. 30% anual).	Depreciación: línea recta (4% anual).
		Créditos fiscales	No	No	No
Australia	36%	Deducciones	125% en el año corriente.	125% sobre tres años o un método de línea recta.	Es normal, se puede depreciar hasta 40 años en línea recta.
		Créditos fiscales	No	No	No

¹⁴ Un punto importante es que la efectividad del sistema tributario en el sentido de bajos niveles de evasión, puede estimular a inversores de países con alta tasa estatutaria a destinar grandes porcentajes de sus ingresos a inversiones en actividades de ciencia y tecnología para reducir sus aportes fiscales vía deducción de gastos.

País	Tasa de impuesto estatutaria	Tipo de incentivo	Gasto corriente	Capital	
				Maquinaria y equipo	Edificios
Canadá	31%	Deducciones	100% del gasto calificado en el año corriente.	100% del gasto en el año corriente.	Depreciación normal, 4% por año.
		Créditos fiscales	20% sobre el gasto efectuado. 35% para pequeñas empresas.	20% sobre el gasto efectuado. 35% para pequeñas empresas.	
Francia	41.67%	Deducciones	100% en el año corriente.	Se deprecia en línea recta a cinco años o acelerada a 40% por año.	Se deprecia normalmente a 20 años o a una tasa de 5% anual.
		Créditos fiscales (2)	50% sobre el valor incrementado, comparado con el gasto medio de los dos años anteriores.	50% sobre el valor incrementado, comparado con el gasto medio de los dos años anteriores.	50% sobre el valor incrementado, comparado con el gasto medio de los dos años anteriores.
Italia	37%	Deducciones	100% o amortizado en línea recta por máximo 5 años.	Depreciado a 10 años en línea recta. Acelerada después del segundo año fiscal (20% año).	Depreciado a 33 años en línea recta (o 3%). Acelerada después del segundo año fiscal (6% año).
		Créditos fiscales (2)	30% del gasto, sólo en compañías pequeñas. No crédito para compañías grandes.	30% del gasto, sólo en compañías pequeñas. No crédito para compañías grandes.	30% del gasto, sólo en compañías pequeñas. No crédito para compañías grandes.
Japón	48%	Deducciones	100% en el año corriente	Depreciación en línea recta hasta cinco años. Acelerada 18% anual (1).	Depreciación en línea recta, 2% anual (1).
		Créditos fiscales	20% para un gasto incrementado.		
Corea	30.80%	Deducciones	100% en año corriente, o amortizados en un periodo no mayor de 5 años.	Depreciados a una tasa del 20% anual en línea recta.	Depreciados a una tasa del 20% anual en línea recta.
		Créditos fiscales (2)	Crédito del 5% en empresas grandes y 15% en pequeñas. Créditos sobre el valor incrementado comparado con el promedio de los dos últimos años (50%).	Crédito del 5% sobre el gasto.	No
México	34%	Deducciones	100% en año corriente.	Depreciado a 35% por año, método de línea recta.	Depreciado a 5% por año, método de línea recta.
		Créditos fiscales (2)	Crédito del 20% del valor incrementado, comparado con el promedio de los tres años anteriores.	No	No
Suecia	28%	Deducciones	100% en el año corriente.	Debe ser depreciado en línea recta, o acelerado y es del 30% anual.	Debe ser depreciado en línea recta. O acelerada del 4% anual.
		Créditos fiscales	No	No	No

País	Tasa de impuesto estatutaria	Tipo de incentivo	Gasto corriente	Capital	
				Maquinaria y equipo	Edificios
Reino Unido	31%	Deducciones	100% en el año corriente.	100% en el año corriente.	100% en el año corriente.
		Créditos fiscales	No	No	No
Estados Unidos	40.75%	Deducciones	100% en el año corriente o depreciar a un máximo de 60 meses.	Se deprecia en línea recta a 5 años.	Depreciado en línea recta a 39 años.
		Créditos fiscales	Crédito del 20% sobre la diferencial del gasto y una cantidad base (3).		

- (1) Japón tiene diferentes tasas de depreciación de acuerdo con la industria que deseen fomentar. Generalmente las tasas más altas son para industrias de alta tecnología.
- (2) No pueden ser deducidos de la base de ingresos gravables.
- (3) La base imputable es el producto de un porcentaje fijo de la base del agente y el promedio de las facturas brutas de los últimos cuatro años.

Fuente: Warda (1999).

3.2.2. INCENTIVOS FISCALES EN LOS PAÍSES DEL CONVENIO ANDRÉS BELLO

Los países pertenecientes al convenio Andrés Bello han venido creando una legislación que enfatice en una base tecnológica que permita alcanzar los niveles deseados de I&D y pueda conducir a un crecimiento económico. Todos los países tienen legislación sobre ciencia y tecnología; no obstante, tan sólo cinco presentan algunas normas que plantean incentivos fiscales para estimular los niveles de inversión en I&D; estos son: Chile, Colombia, Ecuador, España y Venezuela.

Los incentivos difieren entre los países. Lo más destacable es la política fuerte de España de estimular la inversión mediante riesgos compartidos. En este país, el sistema de créditos financieros para estimular la I&D es el mecanismo más importante para estimular la inversión privada, dejando de lado incentivos como las exenciones de impuesto y las modalidades de depreciación acelerada. Por su parte, Colombia puede entrar a considerarse como uno de los países más generosos en el tratamiento fiscal de la I&D, lo cual está acorde con las tendencias de los países desarrollados.

Es importante destacar el caso de España dado que no se ajusta a las tendencias de los otros cuatro países. Este país tiene dos mecanismos para la financiación de la I&D: proyectos concertados fiscales (riesgos compartidos) e incentivos. Los primeros son establecidos con el fin de cubrir riesgos, con este fin se otorgan créditos de largo plazo para financiar investigaciones en su primera etapa. Se financia entre el 50 y 100% sin interés. Para proyectos pequeños, de corto plazo, como Proyectos de Desarrollo Tecnológico (PDT) y el Proyecto de Innovación Tecnológica (PIT) el interés oscila entre el 5 y 9%, y se financia entre el 50 y 100%. También existen créditos subsidiados entre el CDTI y una entidad bancaria.

En cuanto a los incentivos fiscales, las empresas pueden descontar los gastos para realización de actividades de investigación y desarrollo en un 20% de los gastos efectuados. Existe un descuento marginal donde se supere el valor medio del gasto en los dos últimos años; el monto inferior o igual al valor medio se descuenta al 20% y el valor marginal al 40%.

TABLA 9
INCENTIVOS FISCALES EN I&D EN CINCO PAÍSES
DEL CONVENIO ANDRÉS BELLO (1998)

	Deducciones	Tratamiento tributario a organismos dedicados a la I&D	Créditos	Tratamiento de IVA
Chile	Descontar el 30% de las donaciones a instituciones de investigación y educación. Se deprecian los activos de acuerdo con los métodos contables y depreciación acelerada hasta 1/3 del valor del bien.	Las universidades no pagan impuesto. Las otras instituciones están ubicadas en la primera categoría del estatuto tributario (15%).	Existe un crédito del 4% sobre activos físicos.	Todas las actividades están sujetas a IVA.
Colombia(1)	Se descuentan donaciones en 125% a instituciones certificadas por Colciencias y 30% no certificadas pero que realizan actividades de interés general. Las inversiones de capital también pueden ser descontadas pero no pueden exceder el 20% de la renta líquida.	No pagan impuesto.	No	Hay exenciones de IVA a la importación de insumos para I&D.
Ecuador	Las deducciones a universidades y politécnicos son de 50%, e instituciones sin ánimo de lucro, 10%. Ese gasto corriente en I&D puede deducirse en 100%. Se deprecian normalmente los activos.	No pagan impuesto estatutario	No	La empresa editorial no paga IVA. Y las transferencias en activos físicos a universidades y politécnicos están exentas de IVA.
España	Descontar gastos hasta un 20%, y un descuento marginal del 40% sobre el valor medio del gasto en los dos últimos años.			
Venezuela	Se pueden deducir los gastos pagados en el año gravable.	No pagan impuesto.		

(1) Incentivos tributarios antes de la reforma contenida en el proyecto de ley “por el cual se crean unos impuestos, se modifica el Estatuto Tributario y se dictan otras disposiciones”.

Fuente: Campo y Bernal (1999).

Es importante anotar que España hace mayor esfuerzo en una promoción directa y prestando ayuda financiera. Los incentivos fiscales se aplican sólo a programas relacionados con actividades de investigación y desarrollo entendidas como la búsqueda o indagación original y sistemática que persiga descubrir nuevos conocimientos, pero no los procesos de proyectos e innovación tecnológica. Es una normatividad bastante restrictiva.

4. OBSERVACIONES FINALES Y CONCLUSIONES

En general, la evidencia empírica ha mostrado que hay una relación positiva altamente significativa entre las inversiones en I&D y el crecimiento de la productividad, tanto en inversiones privadas como sociales (David et al., 1999). De forma complementaria, los modelos teóricos resaltan la importancia del desarrollo basado en ciencia y tecnología que genera mayores niveles de competitividad, productividad y crecimiento económico. Los estándares internacionales de gasto en I&D han mostrado que las economías industrializadas, de industrialización reciente y,

últimamente, algunos países en desarrollo han aumentado sus senderos de gasto, mostrando la relevancia de esta inversión en la economía. Por ejemplo, el promedio de gasto en I&D como porcentaje del producto para los países miembros de la OECD está cerca de 2.2%, países como Japón gasta cerca del 3% de su producto. Y economías latinoamericanas como la chilena y la brasilera gastan alrededor del 1.2% y 0.75% respectivamente de su producto en este bien.

Es así como la discusión en el concierto internacional muestra que el dilema sobre si invertir o no en ciencia y tecnología se ha superado y los países ya están preocupados por implementar políticas eficientes donde se mezcle tanto la inversión pública como la privada. De esta manera han buscado mecanismos de estímulo como los incentivos fiscales, con el fin de destinar mayores recursos a la inversión en investigación y desarrollo complementario a los esfuerzos estatales.

La teoría económica y la evidencia internacional implementada por diversos países han expresado la investigación y el desarrollo como un bien público —en algunos casos semipúblicos— en cuya provisión el Estado debe jugar una papel preponderante, dadas las dificultades del mercado para hacerlo y las externalidades importantes que se derivan. Así surgen diversos interrogantes e implementación de políticas donde se busca responder a: (i) la identificación de factores que incentivan el aumento de la I&D y la innovación tecnológica; (ii) el papel que debe jugar la política fiscal en este proceso; y (iii) el impacto social y económico de las políticas fiscales destinadas al aumento de la inversión de I&D y en innovación tecnológica.

Los primeros aportes de los estudios en el plano internacional encontraron que en Estados Unidos las empresas que no contaban con incentivos fiscales tenían poco gasto en I&D. De nuevo, en algunos estudios realizados en 1993 se muestra que los incentivos fiscales para promover la inversión en investigación y desarrollo e innovación tecnológica habían sido exitosos en la década de los ochenta —que es la revisión realizada— para la economía norteamericana.

En el debate internacional actual sobre el tema, diversos trabajos de investigación han realizado comparaciones de las inversiones en I&D en diversos periodos de tiempo, y su correlación con las políticas de incentivos fiscales. Los hallazgos refuerzan la hipótesis de la importancia creciente que han adquirido las inversiones en I&D e innovación tecnológica en el producto sectorial y global, asociadas a las políticas fiscales generosas adoptadas. Los países líderes en esta materia (Australia, Canadá, Francia, Gran Bretaña, Italia, Japón y Estados Unidos, entre otros), consideran que una fuerte base de I&D permite lograr mejores resultados en materia de competitividad.¹⁵ Lo anterior sin desconocer la heterogeneidad que existe entre países y a través del tiempo.

¹⁵ Podría argumentarse que estos casos están referidos únicamente a países desarrollados y que por tanto sus condiciones, particularidades y posibilidades son diferentes a las de países en desarrollo. Sin embargo, hay que tener en cuenta que estos países que han adoptado y valorado la adopción de diversos mecanismos de incentivos, entre los cuales se encuentra la política fiscal, son parte importante del comercio exterior actual o potencial de nuestros países. Desde esta perspectiva, y teniendo claridad en las políticas adoptadas por la Organización Mundial de Comercio que restringe los subsidios (caso de los incentivos tributarios) a los productos pero no a los procesos, los países en desarrollo estarían aún en mayor desventaja competitiva, por esta vía, para insertarse mediante sus exportaciones a los mercados mundiales.

Esto nos lleva a integrar dos argumentos importantes en la justificación de las políticas de incentivos fiscales a la I&D y a la innovación tecnológica: (a) por una parte es una forma importante para lograr un mayor desarrollo tecnológico, aumentar la productividad y mejorar la competitividad en los mercados internos expuestos y en

Más aún, en un estudio llevado a cabo en 1999 y utilizando la metodología de estudios anteriores se encontró que en una comparación internacional los incentivos tributarios son una política natural de los Estados para aumentar el gasto en I&D e innovación tecnológica de las firmas. Igualmente, se encontró que dada la volatilidad de las políticas de gasto directo y la incertidumbre sobre los niveles del gasto público en estas actividades, las empresas privadas que gozaron de incentivos fiscales aumentaron más sus esfuerzos de financiación.

Un tema central en la discusión actual ya no es tanto el de la importancia y significado económico y social de la inversión en I&D, sino fundamentalmente en el cómo y con qué instrumentos se puede aumentar la eficiencia de esta inversión. Los retos que hoy se plantean los países de alto crecimiento son el establecimiento y la combinación de incentivos directos (financiamiento directo, participación en el riesgo, financiamiento participativo); indirectos (deducciones y beneficios fiscales, aranceles, de mercado, administrativos), y mixtos (recursos humanos, establecimiento de fondos) que motiven tanto a la inversión pública como privada sin sustitución y, por el contrario, con complementación y coherencia, dado que de la naturaleza diferente de cada tipo de incentivo (directo, indirecto, mixto) nace la necesidad de su existencia y complementariedad, y no de sustitución entre ellos, puesto que cada uno tiene ventajas y desventajas.

Cabe anotar que los resultados de los estudios sobre los países desarrollados no solamente se limitan a analizar el incentivo tributario directo (exenciones-deducciones), sino también la evaluación de la complementariedad de los diversos instrumentos de política fiscal adoptados. Dadas las dificultades existentes para evaluar el impacto, las ventajas y desventajas de los diferentes tipos de incentivos fiscales, por lo *s sofisticado* de los cálculos y la disponibilidad de series de tiempo e información, se hace necesario recurrir a estudios internacionales que den cuenta del costo/beneficio de los mismos. Los estudios demuestran para aspectos como los tratamientos a la depreciación acelerada de equipos, la relación producción-gastos en I&D y relación aumento de gastos en I&D-renuncia fiscal, que todos ellos son positivos y sustanciales. Hall y Jorgenson (1967), demostraron cómo las medidas de depreciación acelerada adoptadas en Estados Unidos después de 1954 tuvieron un efecto importante sobre los gastos en maquinaria y equipo, al igual que sucedió con la inversión en I&D sobre el crecimiento. Nadiri y Bitros (1980) encontraron también para Estados Unidos que un aumento del 100% en producción elevó los gastos de I&D en un 20% y que una caída en la relación salario-costo del capital vía productividad, del 100%, eleva los gastos de I&D en un 25%, debido también a que las firmas ajustan sus gastos en I&D mucho más rápido que el *stock* de capital físico. Marcovithc (1990), hace una revisión de estudios que analizan la evidencia empírica en lo que respecta al impacto de los subsidios sobre los gastos de I&D, mediante el cálculo del aumento de los gastos en I&D en comparación con la renuncia fiscal del gobierno. Los estimativos sobre esta relación varían. Es así como para Estados Unidos, que trabaja con un estimativo de elasticidad-precio de la demanda de 0.2 y 0.5, esta relación se calcula entre el 15% y el 35%; para el caso de Canadá, utilizando una metodología de encuestas

los mercados internacionales; y (b) cumplen también la función de disminuir las asimetrías con los países desarrollados en cuanto a estímulos-subsidios de tipo fiscal, con el objetivo de mantener, crear y ampliar las exportaciones en los mercados mundiales.

se encuentra que la relación entre el aumento de gastos de I&D y la renuncia fiscal es del orden del 30% al 40%.¹⁶

Los estudios de David et al. (1999) muestran evidencia econométrica que presenta una relación altamente significativa entre las inversiones en I&D y el crecimiento de la productividad. Levy y Terlecky (1983) mostraron con evidencia econométrica que para el período comprendido entre 1949 y 1981 la inversión pública en Estados Unidos tuvo un efecto directo y positivo sobre el jalonamiento de la inversión privada en I&D, siendo considerados de esta manera los fondos públicos un bien complementario y no sustituto a la inversión privada, al inducir el gasto en I&D del sector privado. A igual conclusión llegaron los estudios de Levin y Reiss (1984), Warda (1996), Leyden y Link (1998), Klette y Moen (1998), Busom (1998), y Diamond (1998). Por otra parte, Bronwyn y Reenen (1998) en un estudio, con evidencia econométrica sobre la efectividad de los incentivos fiscales dirigidos a I&D en los países de la OECD, mediante el análisis de las firmas, encontraron que por cada dólar de crédito fiscal para I&D, se generó un dólar adicional en esta actividad en las firmas estudiadas.

Finalmente, cabe mencionar que en el estudio de Warda (1996) se referencian algunos trabajos particulares en países y sectores desde la óptica de las tasas internas de retorno de la I&D (industria de equipos de comunicaciones e industria manufacturera agregada en Canadá), presentándose resultados del 22.5% de tasa interna de retorno social y del 24.0% de tasa interna de retorno privada.¹⁷ Es claro que este tipo de rentabilidad positivo y significativa genera recursos para fondos públicos por diferentes canales, incluidos los de tipo fiscal.

REFERENCIAS

- Abel, A., y O. Blanchard (1986), "The present value of profits and cyclical movements in investment", *Econometrica*, 54, pp. 249-73.
- Admas, J. (2000), Endogenous R&D spillovers and industrial research productivity, NBER, Working Paper No. 7484.
- Aghion, P. y P. Howitt (1992), "A model of Growth through creative destruction", *Econometrica* 60: 323-51.
- Altshuler, R. (1988), "A dynamic analysis of the research and experimentation credit", *National Tax Journal* 41: 453-66.
- Averch, -Harvey (Reviewer), "Review of: Evaluating public sector research and development", *Journal-of-Economic-Literature* 35(2), September 1997: 1424-1426.
- Barro, R. y X. Sala-i-Martin (1997), "Technological diffusion, convergence, and growth", *Journal of Economic Growth* 2 (1): 1-26.

¹⁶ Ver J. J. Echavaria, Hernán Jaramillo, y Bernal Campo (1991), "Dominio tecnológico en una economía abierta", en *Ciencia y tecnología para una sociedad abierta*, Colciencias-DNP, Tercer Mundo Editores, Santafé de Bogotá.

¹⁷ A título de ejemplo se puede observar para el caso colombiano el estudio de María Isabel Farfán, "Impacto económico de la investigación en café en Colombia: el caso de la variedad Colombia", en *Economía Cafetera*, No. 14, Santafé de Bogotá, enero-diciembre de 1998, pp. 21-41.

Tomando únicamente los costos de la investigación se calcula que entre 1970-1996 la tasa interna de retorno de la inversión fluctuó entre un mínimo de 21.0% y un máximo de 34.0%. Si se consideran además los costos de generación y transferencia de tecnología incorporados, durante el mismo período, la tasa interna de retorno se encuentra entre un mínimo del 24.0% y un máximo del 38%.

- Bloom N., L. Chennells, R. Griffith y J. Reenen (1996), "Investment, R&D and financial constraints in Britain and Germany", Institute for Fiscal Studies, Working Paper No. 99/5.
- Bloom, N. R. Griffith y J. van Reenen (1999), "Do R&D tax credits work? Evidence from an international panel of countries 1979-1994", The Institute for fiscal Studies, W99/8.
- Bond, S. y C. Meghir (1994), "Dynamic investment models and the firm's financial policy", *Review of Economic Studies* 61: 197-222.
- Bond, S., J. Elston, J. Mairesse, B. Mulkay (1997), "Financial factors and investment in Belgium, France, Germany and the UK: a comparison using company panel data", NBER Working Paper No. 5900.
- Bond S., D. Harhoff y J. van Reenen (1999), "Investment, R&D and financial constraints in Britain and germany", The Institute for Fiscal Studies, W99/5.
- Cummins, J., K. Hassett y G. Hubbard (1996), "Tax reforms and invesment: A cross-country comparison", *Journal of Political Economics*.
- David, P., B. Hall y A. Toole (1999), Is public R&D a complement or substitute for private R&D? A review of the econometric evidence, NBER, Working Paper No. 7373.
- Eisner, R., S. Albert y M. Sullivan (1995), "The new incremental tax credit fo R&D: incentive or disincentive?", *National Tax Journal* 37 (2): 171-185.
- Fagerberg, Jan (1994), "Technology and International Differences in Growth Rates", *Journal of Economic Literature* 32 (3): 1147-1175.
- Greenaway, David, Policy Forum: The Diffusion of New Technology: Editorial Note, *The Economic Journal* 104 (425): 916-917.
- Griffith, R., D. Sandler y Van Reenen (1995), "Tax Incentives for R&D", *Fiscal Studies* 16 (2): 21-44.
- Griliches, Z. (1996), "The discovery of the residual: a historical note", *Journal of Economic Literature* 34 (3): 1324-1330.
- _____ (1986), "Productivity, R&D and basic research at the firm level in the 1970s", *American Economic Review* 76 (1): 141-54.
- _____ (1980), "R&D and the productivity slowdown", *American Economic Review* 70 (2): 343-348.
- Griliches, Z. y D. Jorgenson (1966), "Sources of measured productivity change: capital input", *American Economic Review* 56 (1): 50-61.
- Grossman, G. y E. Helpman (1991), *Innovation and growth*. Cambridge, Mass MIT Press.
- Hall, R. y D. Jorgenson (1967), "Tax Policy and invesment behavior", *American Economic Review* 57: 391-414.
- Hall, B. (1993), "R&D tax policy during the 1980s: success or failure?", *Tax policy and the economy* 1-35.
- Hall, B. y J. van Reenen (1999), "How effective are fiscal incentives for R&D? a review of the evidence, NBER, Working Paper No. 7098.
- Hilmmelberg, C. P. y B. Peterson (1994), "R&D and internal finance: A panel data study of small firms in high tech industries", *Review of Economics and Statistics* 76 (1): 38-51.

- Kaplan, S. y L. Zingales (1997), "Do investment –cash flow sensitivities provide useful measures of financing constraints?", *Quarterly Journal of Economics* CXII (1): 169-216.
- Lach, S. (2000), Do R&D subsidies stimulate or displace private R&D? Evidence from Israel, NBER, Working Paper No. 7943.
- Lach, S. y Shankerman, M. (1989). "The dynamics of R&D investment in the scientific sector", *Journal of Political Economy* 97 (4): 80-904.
- Maddison, A. (1987), "Growth and slowdown in advanced capitalist economies: techniques of quantitative assessment", *Journal of Economic Literature* 25: 649-698.
- Mamuneas, T. y M. Nadiri (1996), "Public R&D policies and cost behavior of the US manufacturing industries", *Journal of Public Economics* 63: 57-81.
- Menezes-Filho, N. D. Ulph y J. van Reenen (1998), "R&D investment and union bargaining: Evidence from British companies and establishments", *Industrial and Labor Relations Review* 52 (1): 45-63.
- Milton H. Marquis, Kevin L. (1994), "Reffett New Technology Spillovers into the Payment System", *The Economic Journal* 104 (426): 1123-1138.
- OECD (2000), Information technology outlook 2000, OECD, Paris.
- _____ (1996), Fiscal measures to promote R&D and innovation, Committee for scientific and technological policy.
- Romer, P. (1990), "Endogenous technical change", *Journal of Political Economy* 98 (5).
- Schreyer, P. (2000), The contribution of information and communication technology to output growth: a study of the G7 countries, OECD.
- Schumpeter, J. (1942), *Capitalism, Socialism and Democracy*, London, Allen and Unwin.
- Serra, P. (1995), "Chilean R&D Policy", *Estudios-de-Economía* 22 (2): 207-42.
- Solow, R. (1957), "Technical change and the aggregate production function", *The Review of Economics and Statistics*, 312-320.
- _____ (1956), "A contribution to the theory economic growth", *Quarterly Journal of Economic* 70 (1).
- Sorensen, A. (1999), "R&D, learning, and phases of economic growth", *Journal of Economic Growth* 4 (4): 429-445.
- Stoneman, P. y O. Diederer (1994), "Technology Diffusion and Public Policy", *The Economic Journal* 104 (425): 918-930.
- Swan, T. (1956), "Economic growth and capital accumulation", *Economic Record* 32.
- Trajtenberg, M. (2000), R&D policy in Israel: an overview and reassessment, NBER, Working Paper No. 7930.
- Van Reenen, J. (1997), "Why has Britain has slower R&D growth", *Research Policy* 26: 493-507.
- Warda, J. (1999), Measuring the attractiveness of R&D tax incentives: Canada and major industrial countries, A report prepared for: Foreign Affairs and International trade Canada, Ontario Investment Service and Statistics Canada.

ANEXO A. DESARROLLO ALGEBRAICO SOBRE EL MODELO DE SOLOW (1957)

Una función de producción agregada

$$Q = F(K, L; t) \quad (\text{A1})$$

Se asume cambio técnico neutral y la ecuación A1 toma la forma especial

$$Q = A(t)f(K, L) \quad (\text{A2})$$

donde el factor $A(t)$ es el cambio acumulado sobre el tiempo.

Diferenciando A1 con respecto al tiempo

$$\dot{Q} = \dot{A}f(K, L) + Af_K \dot{K} + Af_L \dot{L} \quad (\text{A3})$$

dividiendo por Q en A3

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + Af_K \frac{\dot{K}}{Q} + Af_L \frac{\dot{L}}{Q}$$

asumiendo $\omega_K = Q_K \frac{K}{Q}$ y $\omega_L = Q_L \frac{L}{Q}$ como las participaciones relativas del capital y el trabajo.

Además, nótese que : $Q_K = Af_K$ y $Q_L = Af_L$

Así se llega a la ecuación (1)

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \frac{\dot{A}}{A} + \omega_K \frac{\dot{K}}{K} + \omega_L \frac{\dot{L}}{L} \quad (1)$$

ANEXO B. DESARROLLO ALGEBRAICO SOBRE EL MODELO DE GRILICHES (1986)

Desagregación del producto en tasas de crecimiento considerando las inversiones en I&D.

Se parte de la siguiente función de producción Cobb-Douglas:

$$Q_t = Ae^{\lambda t} RD_t^\alpha K_t^\beta L_t^{1-\beta} \quad (\text{B1})$$

derivando con respecto al tiempo:

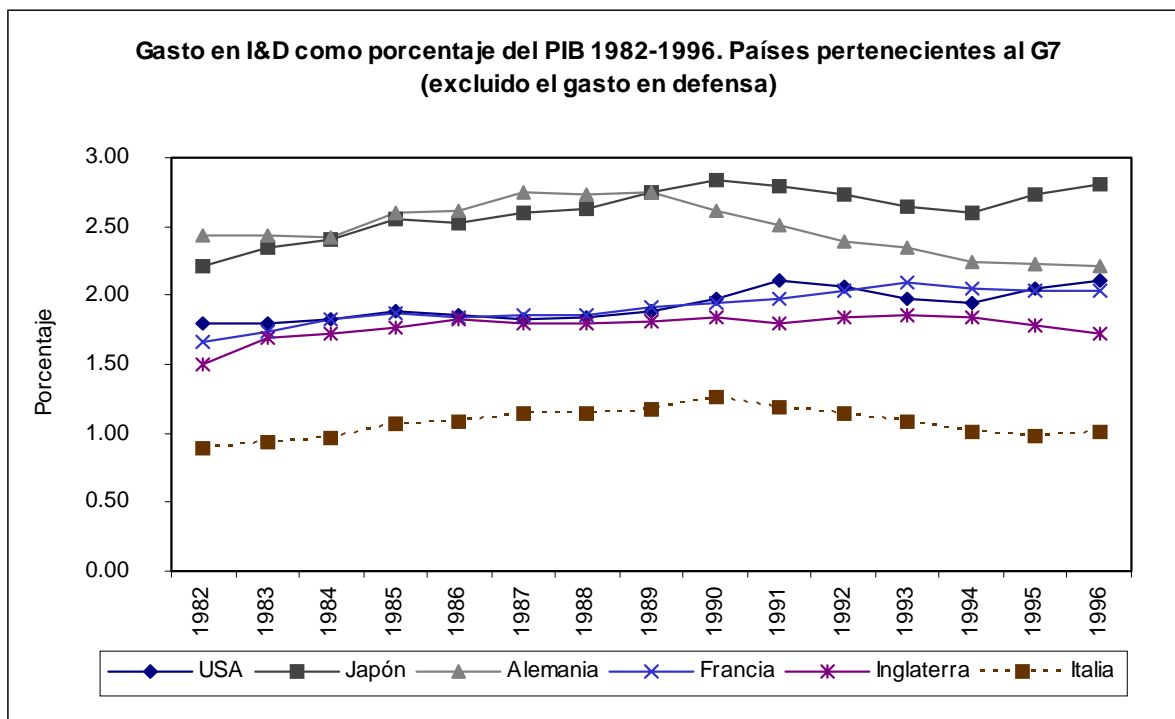
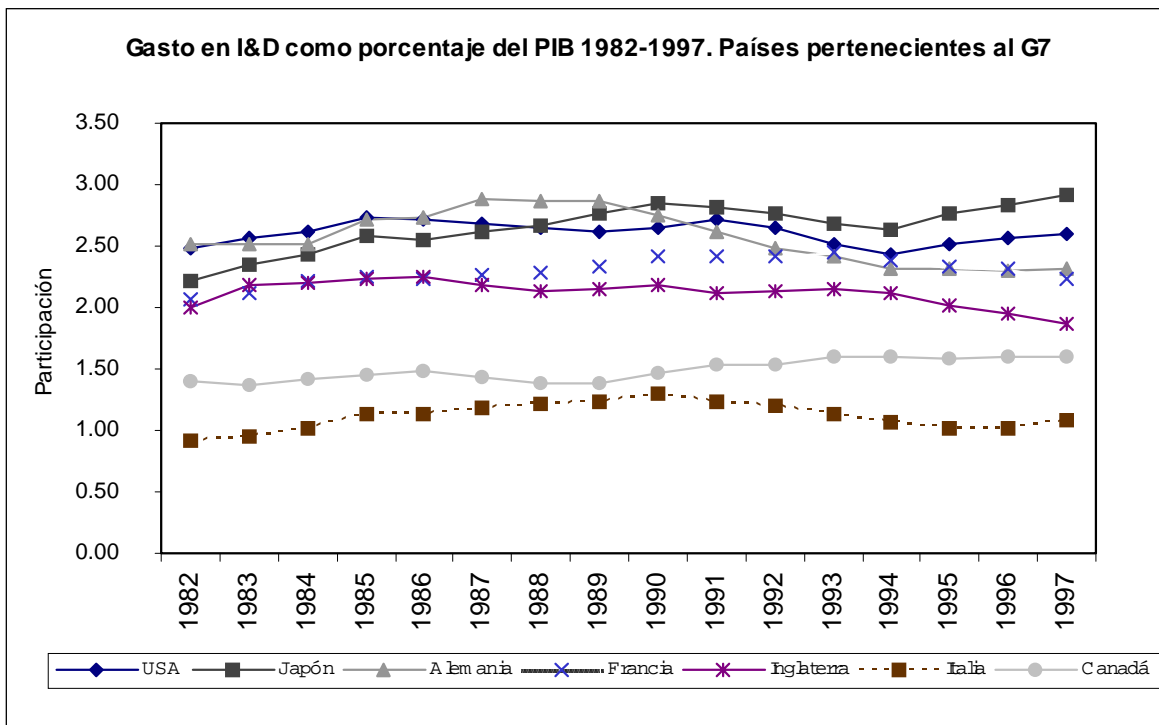
$$\dot{Q} = \lambda t Ae^{\lambda t} RD_t^\alpha K_t^\beta L_t^{1-\beta} + \alpha Ae^{\lambda t} RD_t^{\alpha-1} K_t^\beta L_t^{1-\beta} \dot{RD} + \beta Ae^{\lambda t} RD_t^\alpha K_t^{\beta-1} L_t^{1-\beta} \dot{K} + (1-\beta) Ae^{\lambda t} RD_t^\alpha K_t^\beta L_t^{-\beta} \dot{L} \quad (\text{B2})$$

dividiendo la ecuación (B2) por el producto se tiene:

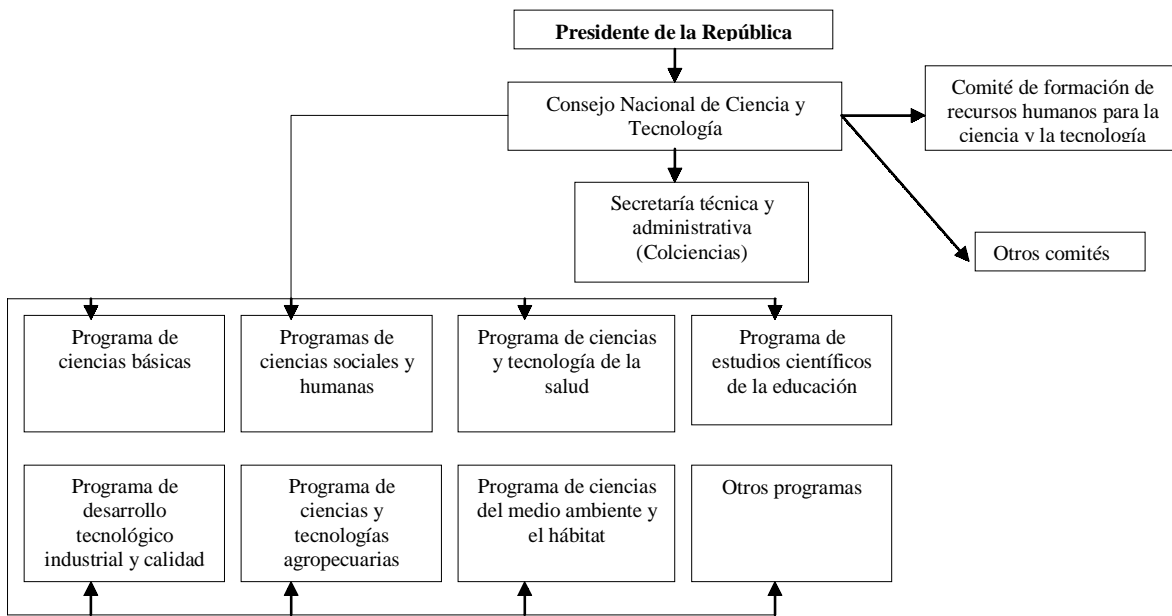
$$\frac{\dot{Q}}{Q} = \lambda t + \alpha \frac{\dot{RD}}{RD} + \beta \frac{\dot{K}}{K} + (1-\beta) \frac{\dot{L}}{L} \quad (\text{B3})$$

ANEXO C. GRÁFICAS SOBRE GASTO EN I&D COMO PORCENTAJE DEL PIB

PARA LOS PAÍSES DEL G7



ANEXO D. ORGANIZACIÓN INSTITUCIONAL DEL SISTEMA COLOMBIANO



Fuente: Campo y Bernal (1999).

ANEXO E. COMPARACIÓN INTERNACIONAL DEL B-INDEX COMO INDICADOR DEL TRATAMIENTO FISCAL EN LOS PAÍSES DE LA OCDE, 1998

País	ATC	Tasa estatutaria de impuestos	Crédito Fiscal	Deducción de gasto	B-index*
Canadá- PQ	0.482	31.00	Si	CUR, ME	0.699
Canadá- ON	0.507	35.60	Si	CUR, ME	0.787
Estados Unidos - CA	0.521	40.75	Si	CUR	0.879
Australia	0.570	36.00	Si	CUR, ME	0.890
Francia	0.533	41.67	Si	CUR	0.914
Corea	0.635	30.80	Si	CUR	0.918
México	0.640	34.00	Si	CUR	0.969
Reino Unido	0.690	31.00	No	CUR, ME, B	1.000
Japón	0.525	48.00	Si	CUR	1.010
Suecia	0.731	28.00	No	CUR	1.015
Italia	0.647	37.00	No	CUR	1.027
Alemania	0.456	56.60	No	CUR	1.051

PQ: provincia de Quebec; ON: Ontario; CA: incluye a California.

CUR: deducción inmediata del gasto corriente.

ME: deducción inmediata de maquinaria y equipo.

B: deducción inmediata de edificios.

*La construcción del B-index asume las siguientes proporciones del gasto en I&D efectuado por las economías de la OCDE: 90% gasto corriente (incluye 60% de gasto en salarios), 5% gasto en maquinaria y equipo y 5% en edificios (Warda, 1996).

Fuente Warda (1999).