

Encuesta piloto de ciencia y tecnología

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

2009



Instituto de Estadísticas
de Puerto Rico

Estado Libre Asociado de Puerto Rico



Autor*

Manuel Lobato Vico, PhD

29 de abril de 2011

Para obtener una copia de este informe: (1) visite <https://www.estadisticas.gobierno.pr>, (2) envíe su solicitud por correo electrónico a preguntas@estadisticas.gobierno.pr, (3) llame al (787) 993-3336, (4) envíe su solicitud por fax al (787) 993-3346, (5) envíe su solicitud por correo al P.O. Box 195484, San Juan, PR 00919-5484, o (6) visite las oficinas del Instituto de Estadísticas en la Calle Quisqueya #57, 2do piso, San Juan, PR 00917, entre las horas de 8:00am y 4:30pm. El informe está disponible en papel y en pdf. El informe es gratis. Fecha esperada de publicación de próximo informe: No determinada.

Cita sugerida: Instituto de Estadísticas de Puerto Rico (2011). Encuesta piloto de Ciencia y Tecnología 2009: Investigación y Desarrollo (R&D). Obtenido de www.estadisticas.gobierno.pr.

*El autor desea agradecer al equipo de asistentes de investigación Kyria Rodríguez Pérez, Alejandra Ramos Oquendo, Ana Serrano Ocasio, Víctor Curi Ayamani, Ingrid Venero Vélez, Alexandra Colón Muller y Ricardo Curet Agrón; a las siguientes entidades públicas y privadas por su endoso a la Encuesta: el Fideicomiso de Ciencia, Tecnología e Investigación, la Compañía de Fomento Industrial (PRIDCO), la Asociación de Industriales, la Asociación de Hospitales, el Consejo de Educación Superior de Puerto Rico (CESPR), INDUNIV, el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de España, la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP), el Departamento de Hacienda, y el Departamento del Trabajo y Recursos Humanos; a los siguientes recursos y participantes del Seminario de Estadísticas de Ciencia y Tecnología: el Sr. Fernando Cortina, la Sra. Esther Vaquero, el Sr. Luis Alberto Dávalos, y el Sr. Osvaldo Jara; a dos expertos por su asesoría en las etapas finales de este informe: la Sra. Esther Vaquero, Jefa de Área de Estadísticas a Empresas del INE y el Dr. Juan Lara, Catedrático del Departamento de Economía de la Universidad de Puerto Rico; y por último a los cientos de personas en empresas, universidades, hospitales, agencias, organizaciones y otras entidades que dedicaron de su tiempo a contestar las preguntas del cuestionario, buscar la información solicitada en sus archivos y contestar nuestras llamadas telefónicas.



Tabla de contenido

Executive Summary.....	3
Resumen ejecutivo.....	4
I. Introducción.....	5
II. Definiciones.....	8
III. Metodología.....	14
a. Estratificación.....	14
b. Cuestionario y protocolo de recopilación.....	16
c. Imputación de datos faltantes y estimación.....	17
IV. Resultados.....	18
a. Gastos en Investigación y Desarrollo (R&D Expenditures).....	18
b. Recursos Humanos en Investigación y Desarrollo (R&D Personnel).....	22
c. Perfil de las empresas que invierten en R&D.....	24
d. Investigación y Desarrollo a nivel académico.....	28
e. Gastos en Investigación y Desarrollo en otros sectores.....	29
f. Otros resultados de la Encuesta.....	32
V. Recomendaciones.....	36
VI. Conclusión.....	40
Bibliografía.....	42

Índice de tablas y figuras

Tabla 1. Resumen de resultados de recopilación.....	17
Tabla 2. Gasto en R&D por sector (2009).....	18
Tabla 3. Gasto en R&D en relación al PIB.....	19
Tabla 4. Relación entre la inversión en R&D y la inversión interna bruta (2008).....	20
Tabla 5. Gasto en R&D en relación al PIB, por sectores y país (2009).....	21
Tabla 6. Recursos humanos en R&D por sector (2009).....	23
Tabla 7. Recursos humanos en R&D en relación al empleo y grupo trabajador (2008).....	23
Tabla 8. Gasto en R&D en empresas privadas, por subsector (2009).....	24
Tabla 9. Datos sobre las deducciones reclamadas en Investigación y Desarrollo.....	25
Tabla 10. Gasto en R&D en empresas, por lugar de origen (2009).....	26
Tabla 11. Gasto en R&D en empresas, por tamaño de la empresa (2009).....	26
Tabla 12. Gasto en R&D en empresas en relación al PIB por tamaño (2007).....	28
Tabla 13. Gasto en R&D en educación post secundaria por tipo (2009).....	29
Tabla 14. Gasto en R&D por universidad y fuente de fondos según NSF.....	31
Tabla 15. Expectativas sobre los gasto en R&D en empresas.....	32
Figura 1. Gasto en R&D de empresas de Estados Unidos en Puerto Rico.....	27
Figura 2. Gasto en R&D en el sector académico, según NSF.....	30



Executive Summary

The results of the first ever Survey of Science and Technology undertaken in Puerto Rico are presented. This type of survey provides statistics on Research and Development (R&D) expenditures and human resources, and has been regularly performed in other places for many years. OECD Frascati Manual definitions and methodological standards, which are described here, were used. The principal results for calendar year 2009 were as follows:

- R&D expenditures are estimated to have been \$466.8 million in Puerto Rico, which represents 0.49 percent of Gross Domestic Product in 2009.
- Human resources dedicated to R&D activities are estimated to have been 6,772 people (headcount), both full-time and part-time. This figure represents 0.62 percent of total employment in Puerto Rico. Within this group, 3,883 are considered researchers (57 percent) and the rest technicians and support staff.
- Some of these people work in research and development on a part-time basis. In terms of Full-Time Equivalent (FTE), the number of persons dedicated to Research and Development activities is estimated to have been 4,465, of which 2,508 are researchers.
- Business enterprises are responsible for 67 percent of R&D expenditures in Puerto Rico, with important contributions from Pharmaceutical and Medicine Manufacturing, Scientific Research and Development Services, and Computer Systems Design and Related Services. Despite the economic recession that Puerto Rico has experienced since 2006, the gathered data reflects a growth in R&D expenditures in business enterprises in 2009 with respect to 2008, and expectations that it will continue in the coming years.
- A quarter of business enterprises are affiliates of business enterprises in the United States. In total, these enterprises represent 91 percent of R&D expenditures in the business Enterprise sector. In addition, 64 percent of business enterprises that invest in R&D are active in export markets. The collaboration between business enterprises and other sectors to undertake Research and Development activities is relatively infrequent.
- The higher education sector represents 28 percent of R&D expenditures in Puerto Rico. Entities in this sector indicated they began R&D activities around 1991, on average, a decade before business enterprises (2000, on average). The public sector (particularly the Federal Government) is the sector that most invests in Academic R&D activities (86 percent).
- The public administration sector (excluding universities) has a reduced role in R&D activities, with only 3 percent of all R&D expenditures. Half of the investment in R&D in this sector is concentrated in the health sector.
- The private non-profit sector represents about 2 percent of R&D expenditures (including non-profit hospitals).

On the other hand, it should be noted that the proportion of women in the group of researchers (42 percent) is very high in comparison with other places. It is also noteworthy that 37 percent of researchers in Puerto Rico have Ph.Ds, are doctors of medicine or have an equivalent degree. However, in the business enterprise sector these represent only 4 percent, whereas bachelor's degree holders represent 72 percent. The report concludes with several recommendations directed towards institutionalizing and expanding the measurement of Research and Development activities in Puerto Rico.



Resumen ejecutivo

Se presentan los resultados de la primera Encuesta sobre Ciencia y Tecnología que se realiza en Puerto Rico. Este tipo de encuesta se lleva realizando en otros sitios hace algunas décadas, con el objetivo de proveer estadísticas que permitan medir cuanto recursos económicos y humanos se destinan a la Investigación y Desarrollo (I+D o R&D por sus siglas en inglés). Para esto, se utilizaron las definiciones y los estándares metodológicos adoptados internacionalmente, los cuales se describen aquí. Los resultados principales para el año natural 2009 son los siguientes:

- La inversión total en Investigación y Desarrollo en Puerto Rico se estima que fue \$466.8 millones, lo que representa el 0.49 por ciento del Producto Interno Bruto del 2009.
- Se estiman en 6,772 las personas dedicadas, total o parcialmente, a actividades de Investigación y Desarrollo (personas físicas, *headcount*). Esta cifra representa el 0.62 por ciento del total del empleo en Puerto Rico. Dentro de este grupo, 3,883 son consideradas investigadores (57 por ciento) y el restante son técnicos y personal de apoyo.
- Algunas de estas personas trabajan en investigación y desarrollo a tiempo parcial. En términos de recursos humanos a tiempo completo (*FTE- Full-time equivalent*), el número de personas dedicadas a la Investigación y Desarrollo se estima en 4,465, de los cuales 2,508 son investigadores.
- Se estima que las empresas privadas son responsables del 67 por ciento de la inversión en R&D en Puerto Rico. Se distingue especialmente la aportación de los sectores de fabricación de productos farmacéuticos, servicios de investigación científica y desarrollo, y servicios de consultoría en computación. A pesar de la recesión económica que ha vivido Puerto Rico desde el 2006, los datos provistos en los cuestionarios reflejan un crecimiento en la inversión en R&D en las empresas en el 2009 respecto al 2008, y expectativas de que esto continúe en los próximos años.
- El 25 por ciento de las empresas que realizan R&D son filiales de compañías de Estados Unidos; en total, estas empresas representan el 91 por ciento de la inversión del sector empresarial en R&D. Además, el 64 por ciento de las empresas que invierten en R&D están activas en los mercados de exportación. Destaca, por otra parte, que la colaboración entre las empresas y otros sectores para realizar actividades de Investigación y Desarrollo es poco frecuente.
- Las entidades de educación post secundaria representan el 28 por ciento de la inversión en R&D en Puerto Rico. Estas entidades sitúan el inicio de las actividades de investigación en torno a 1991, en promedio, una década antes que en las empresas (2000, en promedio). El sector público (particularmente el gobierno federal) es el que más recursos invierte en la realización de actividades de R&D en entidades de educación post secundarias (86 por ciento del total).
- Las entidades de administración pública (excluyendo las universidades) tienen un reducido papel en el ámbito de la realización de la R&D, con solo 3 por ciento de la inversión en R&D. La mitad de la inversión en R&D en este sector se concentra en el área de la salud.
- Las organizaciones sin fines de lucro representan el 2 por ciento de la inversión en R&D (el estimado incluye los hospitales que son entidades sin fines de lucro).

Por otra parte, debe señalarse que la proporción de mujeres en el grupo de investigadores (42 por ciento) es muy elevada en el contexto internacional. Es significativo también que el 37 por ciento de los investigadores en Puerto Rico tienen un Ph.D, son doctores en medicina o tienen un grado equivalente, pero en el sector de las empresas privadas éstos sólo representan el 4 por ciento, siendo mucho más frecuente que los investigadores tengan solamente un bachillerato (72 por ciento). El informe concluye con varias recomendaciones dirigidas a institucionalizar y expandir la medición de las actividades de Investigación y Desarrollo en Puerto Rico.



I. Introducción

Hace algún tiempo ya, se reconoce la creciente importancia que ha tenido la generación y aplicación novedosa del conocimiento en la creación de valor añadido en ciertos sectores y países. Como resultado, la mayoría de los países líderes en el desarrollo económico llevan décadas realizando encuestas sobre Ciencia y Tecnología, lo que les permite estimar los recursos humanos y financieros dedicados a la Investigación y Desarrollo (R&D, por su sigla en inglés), al igual que su evolución en el tiempo, y en comparación con otros países. Estas además permiten definir el perfil de las entidades que se enfocan en la R&D¹, lo cual facilita establecer metas y diseñar estrategias para su fomento.

Por otra parte, en el 2008, la Organización de las Naciones Unidas adoptó nuevos estándares metodológicos de contabilidad macroeconómica que incorporan por primera vez los recursos utilizados para financiar las actividades de Investigación y Desarrollo como parte de la Inversión macroeconómica de un país². Para cumplir con su deber de facilitar que las metodologías de contabilidad macroeconómica de Puerto Rico estén en concordancia con estos estándares, el Instituto realizó *la Encuesta piloto sobre Ciencia y Tecnología 2009: Investigación y Desarrollo (R&D)*, la primera que se realiza en Puerto Rico. Para esto, se siguieron los estándares adoptados en el mundo para la realización de este tipo de encuesta, según dispuestos en la sexta revisión del Manual de Frascati (2002)³.

Si bien el Manual de Frascati contiene un compendio de definiciones y convenciones acordadas, deja espacio mediante recomendaciones metodológicas para que cada país adapte la metodología a sus particularidades. Por lo tanto, la Encuesta piloto además permitió diseñar la metodología adecuada para Puerto Rico con el propósito de sentar las bases para la realización continua y sistemática de esta Encuesta.

¹ Se utilizará la abreviatura I+D o R&D intercambiamente para referirnos a *Investigación y Desarrollo*. La abreviatura R&D proviene del término en inglés: *Research and Development*.

² Ver <http://unstats.un.org/unsd/nationalaccount/docs/SNA2008.pdf>.

³ Ver [Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental](#).



Para analizar la relevancia y magnitud de las actividades de R&D en una economía se suelen adoptar dos enfoques: el estudio de los recursos que se destinan a actividades de R&D y el estudio de los productos o resultados de estas actividades. Es decir, se puede comprender la dimensión de estas actividades a través de sus *inputs* o a través de sus *outputs*.



Estos enfoques son complementarios, porque miran los esfuerzos en torno a la Investigación y Desarrollo desde ángulos totalmente distintos⁴. El análisis de los *outputs*, o resultados de las actividades de R&D, valora la importancia de la Investigación y Desarrollo en una economía en función del número de patentes nuevas que se presentan cada año, del número de publicaciones en revistas arbitradas, del número de tesis doctorales aprobadas, y del número de productos nuevos, entre otros. Aunque en principio parece la forma adecuada de aproximarse al concepto, este enfoque se enfrenta a cuestiones importantes: ¿Qué indicadores usar? ¿Cuántos? ¿Cuáles son los más importantes? El problema no es sólo qué número y tipo de indicadores usar⁵, sino también que los indicadores que se utilizan están vinculados al contexto cultural y empresarial, y por tanto a cambios en ese contexto⁶.

⁴ También se pueden estudiar las actividades de R&D en sí, es decir, analizar el proceso de R&D dentro de las empresas, las universidades y otras entidades, para comprender cómo se gestan las innovaciones e identificar formas de lograr mayor eficiencia y resultado.

⁵ Las dificultades en la selección de indicadores son especialmente importantes para las actividades que no tienen un resultado concreto, y que suelen quedar fuera de toda medición. Dicho de otra forma, en el enfoque de los *outputs* pasan desapercibidas las actividades de Investigación y Desarrollo que no culminan en la elaboración de una patente, en un producto nuevo o en una publicación, a pesar de que puedan ser de gran importancia para las mejoras en la eficiencia de una empresa o sector, o para la ampliación del conocimiento en general.

⁶ Por ejemplo, un aumento en número de artículos en revistas arbitradas puede reflejar una actividad de investigación más intensa, pero también puede ser consecuencia de cambios culturales o sistemas de incentivos económicos que promueven la publicación de artículos en lugar de libros. De igual forma, un aumento en el número de patentes presentadas puede ser



También puede suceder que haya una participación significativa en equipos de investigación internacionales, de forma que si la patente se presenta en otro país o a nombre de la compañía que tiene su sede fuera, no se cuantifica la aportación local. A pesar de sus limitaciones, el análisis de indicadores desde el enfoque de los *outputs* es sin duda necesario y de gran pertinencia, y en especial el análisis de su evolución anual.

Sin menoscabo de los méritos de los indicadores de *outputs*, la Encuesta piloto aborda el análisis de las actividades de R&D desde el enfoque de los *inputs*. Es decir, se recopila y analiza la información sobre los recursos, tanto humanos como financieros, destinados por los diferentes agentes económicos y sociales a la Investigación y Desarrollo.

resultado de una mayor actividad de R&D, pero también de mejoras en los procesos de presentación de patentes o de incentivos económicos por parte de las universidades o las empresas, entre otros factores.



II. Definiciones

La Encuesta piloto se guió por las definiciones y recomendaciones metodológicas contenidas en la *Propuesta de Norma Práctica para encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*, conocida como el Manual de Frascati. A continuación se describe la definición de Investigación y Desarrollo adoptada y se detallan los contenidos de la misma.

La **Investigación y el Desarrollo experimental (I+D)** comprenden el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de estos conocimientos para crear nuevas aplicaciones. [OCDE, 2002: 30]

Se distinguen tres tipos de actividades dentro de la *Investigación y Desarrollo*:

- **Investigación básica:** trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.
- **Investigación aplicada:** también son trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.
- **Desarrollo experimental:** trabajos sistemáticos que aprovechan los conocimientos existentes obtenidos de la investigación y/o la experiencia práctica, y están dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos o dispositivos; a la puesta en marcha de nuevos procesos, sistemas o servicios, o a la mejora sustancial de los ya existentes.

[OCDE, 2002: 30]



Dentro de este concepto se considera una amplia gama de actividades, que incluyen *“tanto la I+D formal realizada en los departamentos de I+D, como la I+D informal u ocasional realizada en otros departamentos”*.

Precisamente debido a la amplitud de la definición, hay un trabajo extenso dentro del Manual de Frascati para aclarar las fronteras, en un esfuerzo por lograr precisión y homogeneidad en la consideración de las actividades de Investigación y Desarrollo por los múltiples investigadores y agencias que trabajan el tema en el mundo.

Como regla general, no se consideran dentro de esta definición de Investigación y Desarrollo las actividades que no contengan un elemento apreciable de novedad, ni las actividades rutinarias que no signifiquen la resolución de una incertidumbre científica o tecnológica.

Se excluyen explícitamente de la definición de Investigación y Desarrollo las siguientes actividades:

- Enseñanza y formación, excepto la investigación efectuada por los estudiantes de doctorado en las universidades, cuando sea posible.
- Actividades científicas y tecnológicas afines, excepto cuando se realizan exclusiva o principalmente como apoyo a las actividades de I+D. Es decir, se excluyen la recogida de datos de interés general, ensayos rutinarios, actualización de normas, estudios de viabilidad, asistencia médica especializada, trabajos administrativos y jurídicos relativos a patentes y licencias, estudios relacionados con la política, actividades rutinarias de desarrollo de software, y otras actividades especializadas de recogida, codificación, registro, clasificación, difusión, traducción, análisis y evaluación.
- Otras actividades industriales de innovación, como la adquisición de tecnología, el utillaje y la ingeniería industrial, el diseño industrial, el arranque de proceso de fabricación y comercialización de productos nuevos o mejorados. Tampoco se incluyen los estudios de mercado ni las actividades previas a la producción industrial, la producción y distribución de bienes y servicios y los diversos servicios técnicos.



- Actividades de administración y distribución de fondos de Investigación y Desarrollo a los ejecutores, así como actividades de apoyo indirectas (a estas actividades).

El Manual de Frascati también define una clasificación sectorial básica para las entidades que realizan actividad de I+D: 1) Entidades de educación post secundaria, 2) Empresas del sector privado, 3) Administración pública, y 4) Organizaciones privadas sin fines de lucro (OSFL)⁷. Además, se distinguen el sector de los hospitales y centros de salud, que es transversal a los cuatro anteriores, ya que los hospitales son también empresas privadas, entidades sin fines de lucro, de la administración pública o vinculada a entidades de educación post secundaria.

Aunque en algunos casos pueden distanciarse estas clasificaciones de la que se utilizan en el marco legal y administrativo de Puerto Rico⁸, al adoptar estas categorías los resultados a nivel sectorial pueden ser comparables con los de los restantes países que utilizan esta misma metodología, lo que es de suma importancia para comprender su posición y dinámicas en el contexto internacional.

Además, el Manual define una clasificación por tema. A continuación se reproducen las citas textuales del Manual de Frascati [OCDE, 2002] que describen estos temas:

⁷ El Manual de Frascati añade un sector adicional, el sector extranjero, que incluye todas las instituciones e individuos situados fuera de las fronteras de un país, así como las organizaciones internacionales (excepto empresas) cuyas instalaciones y actividades están dentro de las fronteras de un país. Estas entidades pueden ser fuentes de fondos para Investigación y Desarrollo o punto de destino de los gastos en R&D. En el caso de esta Encuesta piloto para Puerto Rico, no se consideró al análisis de este sector ya que la información sobre financiación de R&D de fuentes externas se recoge en la Encuesta a los cuatro sectores nacionales.

⁸ Las definiciones de cada categoría son similares a las que se utilizan habitualmente en Puerto Rico, aunque cabe señalar que las entidades sin fines de lucro que están controladas y financiadas por el sector público son consideradas dentro de la administración pública bajo la definición, y las universidades y otras entidades de educación post secundaria que son sin fines de lucro, empresas o entidades del sector público son solo incluidas en el grupo de entidades de educación post secundaria.



I+D en el desarrollo de software

Para que un proyecto de desarrollo de software pueda clasificarse como I+D su realización debe dar lugar a un progreso científico o técnico y su objetivo debe resolver de forma sistemática una incertidumbre científica o técnica.

El desarrollo de programas informáticos es una parte integrante de numerosos proyectos que, en sí mismos, no tienen ningún componente de I+D. No obstante, el desarrollo del software de tales proyectos se puede clasificar en I+D siempre que se produzca un avance en el campo de la informática. Normalmente, esos avances son generalmente evolutivos más que revolucionarios. Por tanto, la actualización a una versión más potente, la mejora o la modificación de un programa o de un sistema ya existente, pueden clasificarse en I+D si aportan progresos científicos y/o tecnológicos que dan lugar a mayor conocimiento. El uso de software para una nueva aplicación o finalidad no constituye en sí mismo un progreso.

Deben clasificarse como I+D el software que forma parte de un proyecto de I+D, así como las actividades de I+D asociadas a un software si éste constituye un producto acabado.

Incluso aunque el proyecto no llegue a buen término, puede conseguirse un avance científico o tecnológico en el software, porque un fracaso puede aportar mayor conocimiento sobre la tecnología del software al mostrar, por ejemplo, que mediante un determinado planteamiento no pueden conseguirse los resultados satisfactorios esperados.

Deben incluirse en la I+D:

- El desarrollo de tecnologías de la información en lo relativo a sistemas operativos, lenguajes de programación, gestión de datos, programas de comunicaciones y herramientas para el desarrollo de software.
- El desarrollo de tecnologías de Internet.
- La investigación en métodos de diseño, desarrollo, adaptación y mantenimiento de software.
- El desarrollo de software que produzca avances en los planteamientos genéricos para la captura, transmisión, almacenamiento, recuperación, tratamiento o presentación de información.
- El desarrollo experimental cuyo fin sea resolver la falta de conocimientos tecnológicos necesarios para desarrollar un sistema o programa informático.
- La I+D en herramientas o tecnologías de software en áreas especializada de la informática (procesamiento de imágenes, presentación de datos geográficos, reconocimiento de caracteres, inteligencia artificial y otras).
- La I+D que dé lugar a nuevos teoremas y algoritmos en el área de la informática teórica.

Las actividades informáticas que sean de naturaleza rutinaria y que no impliquen avances científicos o técnicos o no resuelvan incertidumbres tecnológicas **no deben considerarse I+D**. Algunos ejemplos son:

- Software de aplicación comercial y desarrollo de sistemas de información que utilicen métodos conocidos y herramientas informáticas ya existentes.
- El mantenimiento de los sistemas existentes.
- La conversión o traducción de lenguajes informáticos.
- La adición de funciones de usuario a las aplicaciones informáticas.
- La depuración de sistemas informáticos.
- La adaptación de software existente.
- La preparación de documentación para el usuario.



I+D en las ciencias sociales y las humanidades

Para las ciencias sociales y las humanidades, la existencia de un elemento apreciable de novedad o la resolución de una incertidumbre científica o tecnológica vuelve a ser el criterio que nos ayuda a definir la frontera entre las actividades de I+D y las actividades científicas afines (rutinarias). Este elemento puede estar ligado a la parte conceptual, metodológica o empírica del proyecto en cuestión. Las actividades relacionadas de naturaleza rutinaria sólo se pueden incluir en la I+D si están destinadas a un proyecto específico de investigación o si se ejecutan como parte integrante de él. Por tanto, los proyectos de naturaleza rutinaria en los que los científicos de las ciencias sociales utilicen metodologías establecidas, principios y modelos, aunque sean propios de las ciencias sociales, para resolver un determinado problema, no podrán clasificarse como investigación.

Algunos ejemplos de actividades que por su naturaleza rutinaria no suelen incluirse en I+D son los siguientes: los comentarios interpretativos sobre los efectos económicos probables derivados de una modificación del sistema fiscal, realizados con ayuda de datos económicos existentes; la utilización en psicología aplicada de técnicas tipo para la selección y clasificación de personal industrial y militar, estudiantes, etc., y para el examen de niños que presenten algún tipo de discapacidad.

I+D en las actividades de servicios

Entre los criterios que pueden contribuir a identificar la presencia de I+D en las actividades de servicios se encuentran los siguientes:

- Los vínculos con laboratorios públicos de investigación.
- Las relaciones del personal con doctores o estudiantes de doctorado.
- La publicación de los resultados de la investigación en revistas científicas, la organización de congresos científicos o la participación en revisiones científicas.
- La construcción de prototipos o plantas piloto

Ejemplos de I+D en la banca y las finanzas

- Investigación matemática relativa al análisis de riesgos financieros.
- Desarrollo de modelos de riesgo para la política de créditos.
- Desarrollo experimental de nuevo software para la banca *online*.
- Desarrollo de técnicas para investigar los hábitos de los consumidores con el fin de crear nuevos tipos de cuentas y servicios bancarios.
- Investigación para identificar nuevos riesgos o nuevas características de riesgo que necesariamente hay que tener en cuenta en los contratos de seguros.
- Investigación sobre los fenómenos sociales que influyen en los nuevos tipos de seguros (salud, jubilación, etc.), como en el caso de los seguros para no fumadores.
- I+D relativa a los seguros y la banca electrónica, los servicios a través de Internet y las aplicaciones del comercio electrónico.
- I+D relativa a nuevos o significativamente mejorados servicios financieros (nuevos conceptos para cuentas corrientes, préstamos, instrumentos para seguros y ahorro).

Ejemplos de I+D en otras actividades de servicios

- Análisis de los efectos del cambio económico y social sobre el consumo y las actividades de ocio.
- Desarrollo de nuevos métodos de medición de las expectativas y preferencias del consumidor.
- Desarrollo de nuevos métodos e instrumentos de las encuestas.
- Desarrollo de procedimientos de seguimiento y reconocimiento (logística).
- Investigación en nuevos conceptos de viajes y vacaciones.
- Puesta en marcha de prototipos y tiendas piloto.



I+D en las actividades industriales

Si el objetivo principal es introducir mejoras técnicas en el producto o en el proceso, la actividad se puede definir como de I+D. Si, por el contrario, el producto, el proceso o la metodología ya están sustancialmente establecidos y el objetivo principal es abrir mercados, realizar la planificación previa a la producción o conseguir que los sistemas de producción o de control funcionen armónicamente, la actividad ya no es de I+D.

Ha de tenerse cuidado en excluir las actividades que, aunque indudablemente forman parte del proceso de innovación tecnológica, en raras ocasiones suponen I+D, por ejemplo, la solicitud de patentes y licencias, los estudios de mercado, el arranque del proceso de fabricación, la puesta a punto de maquinaria y herramientas y las modificaciones del proceso de fabricación.

Casos particulares:

- **Prototipos:** se incluyen en I+D, siempre que el objetivo principal sea la realización de mejoras.
- **Plantas piloto:** se incluyen en I+D, siempre que el objetivo principal sea la I+D.
- **Diseño industrial y dibujo técnico:** se incluye el diseño necesario para las actividades de I+D. Se excluye el diseño para los procesos de producción.
- **Ingeniería industrial y puesta a punto de maquinaria y herramientas:** se incluye la I+D “retroactiva” y las actividades de puesta a punto de maquinaria y herramientas e ingeniería industrial asociadas a la elaboración de nuevos productos y procesos. Se excluyen las relacionadas con los procesos de producción.
- **Producción experimental:** se incluye si la producción requiere ensayos a escala natural, con los subsiguientes estudios de diseño e ingeniería. Se excluyen las restantes actividades asociadas.
- **Servicio de postventa y detección de averías:** se excluye de la I+D.
- **Trabajos administrativos y jurídicos relacionados con patentes y licencias:** se excluyen de la I+D.
- **Ensayos rutinarios:** se excluyen de la I+D.
- **Recogida de datos:** se excluyen de la I+D.

Ensayos clínicos

Antes de sacar al mercado nuevos fármacos, vacunas o tratamientos deben someterse a ensayos sistemáticos en humanos voluntarios para asegurar que son seguros y efectivos. Estos ensayos clínicos se dividen en cuatro fases normalizadas, tres de las cuales se realizan antes de tener el permiso para la fabricación. Con objeto de poder realizar comparaciones internacionales, se ha convenido que las fases 1, 2 y 3 se pueden incluir en la I+D. La fase 4 de los ensayos clínicos, en la que se continúa ensayando el fármaco o el tratamiento después de su aprobación y fabricación, solo deben incluirse como I+D si origina nuevos avances científicos o tecnológicos. Además, no todas las actividades realizadas antes de la obtención del permiso de fabricación se consideran I+D, especialmente cuando transcurre un tiempo de demora significativo tras la terminación de la fase 3 de los ensayos, durante el cual pueden comenzar actividades publicitarias y de desarrollo.



III. Metodología

a. Estratificación

La *Encuesta piloto de Ciencia y Tecnología: Investigación y Desarrollo 2009* se realizó en los cuatro sectores identificados en el Manual de Frascati de la siguiente manera:

1. Empresas del sector privado

1.1. *Empresas de más de 10 empleados con potencial de realizar actividades de R&D*

En específico, usando la base de micro datos del *Quarterly Censos of Employment and Wages*⁹ (QCEW) se identificaron las empresas en una serie de sectores propensos a realizar actividades de R&D¹⁰. A estas se añadieron empresas en incubadoras especializadas en ciencia y tecnología; empresas que a nivel mundial figuran como líderes en R&D, que tienen presencia en Puerto Rico y no se centran en la distribución de productos¹¹; y empresas promovidas por la Compañía de Fomento Industrial¹². El universo de estas empresas fue encuestado.

1.2. *Empresas de menos de 10 empleados con potencial de realizar actividades de R&D*

Una muestra probabilística fue identificada en el QCEW y encuestada.

1.3. *Empresas de más de 10 empleados en los demás sectores*

Una muestra probabilística fue identificada en el QCEW y encuestada.

⁹ Base de datos recopilados por el Departamento del Trabajo y Recursos Humanos, al momento de registrar el seguro por desempleo pagado por los patronos en Puerto Rico. Se utilizó la base de datos más actualizada al momento de realizar el análisis, el cual se refería al segundo trimestre de 2009.

¹⁰ Se usaron los mismos sectores de la *Business R&D and Innovation Survey (BRDIS)* del *National Science Foundation*. Estos son (entre paréntesis se especifica el código del *North American Industrial Classification System*): Químicos (325), Maquinaria (333), Computadoras y productos electrónicos (334), Equipo eléctrico, electrodomésticos y componentes (335), Equipo de transportación (336), Manufactura miscelánea (339), Publicaciones, incluyendo software (511), Telecomunicaciones (517), Servicios de internet y procesamiento de datos (518), Arquitectura, ingeniería y servicios relacionados (5413), Diseño de sistemas de computadoras (5415), y Servicios científicos de R&D (5417).

¹¹ Ver *European Commission Joint Research Center, The 2009 EU Industrial R&D Investment Scoreboard* (European Commission, 2009), el cual incluye un listado de las empresas con mayor cantidad de R&D.

¹² Como resultado, en este grupo, además se incluyeron algunas empresas que participan del Programa de Incentivos de la Compañía de Fomento Industrial, aun cuando tuvieran menos de 10 empleados.



2. Entidades de educación post secundaria

La *National Science Foundation* (NSF) publica de forma periódica información de las universidades que reciben financiación federal destinada a proyectos de R&D. Este listado de universidades constituye la principal referencia de universidades y otras entidades de educación post secundaria a encuestar. La base se completó con otras entidades de educación post secundaria que se identificaron a través del *Integrated Postsecondary Education Data System* (IPEDS) del *U.S. Department of Education*, y de las bases de datos del Consejo de Educación Superior, para asegurar se contara con el listado más completo. El universo de entidades de educación post secundaria fue encuestado.

3. Administración pública

Las principales fuentes de referencia para las entidades de administración pública fueron los directorios e informes disponibles en los portales de internet del Gobierno de Puerto Rico y de la Oficina de Gerencia y Presupuesto (OGP)¹³.

El universo de agencias públicas en este sector fue encuestada, y en el caso del Departamento de Salud se envió un cuestionario individual a cada centro de investigación o división relacionada o potencialmente relacionada con actividades de R&D.

4. Organizaciones privadas sin fines de lucro (OSFL)

Para identificar el universo de Organizaciones privadas sin fines de lucro, se utilizó la base de micro datos del QCEW. Este fue complementado por los listados de entidades con estatus contributivo de OSFL ante el *Internal Revenue Service* de Estados Unidos, bajo la sección 501(c)(3)¹⁴, y el Departamento de Hacienda, bajo la sección 1101. Se

¹³ Estos directorios e informes están disponibles en las direcciones <http://www.gobierno.pr/gprportal/inicio> y <http://www.ogp.gobierno.pr/html/default.aspx>, respectivamente.

¹⁴ El listado de estas entidades está disponible en la sección *SOI Tax Stats - Exempt Organizations: IRS Master File Data*, del portal del *Internal Revenue Service, United States Department of the Treasury*: <http://www.irs.gov/taxstats/charitablestats/article/0,,id=97186,00.html>.



seleccionaron las entidades clasificadas en los sectores propensos a realizar actividades de R&D¹⁵, así como otras entidades especializadas en servicios de salud o identificadas por reportajes y referencias de prensa como activas en el ámbito de la investigación o el desarrollo.

Además, se distingue el sector de los hospitales y centros de salud, que es transversal a los cuatro anteriores. Estos se identificaron a partir del directorio de la Asociación de Hospitales, aunque también se utilizó la base de micro datos del QCEW como fuente de referencia complementaria. Todos los hospitales y las organizaciones sin fines de lucro con programas de salud fueron encuestados.

b. Cuestionario y protocolo de recopilación

Se prepararon cuatro modelos de cuestionario, uno para cada sector, con versiones en español y en inglés, que podían ser completados electrónicamente. El cuestionario se envió entre mayo y octubre 2010 por correo electrónico¹⁶ acompañado de una carta de presentación. Un equipo multidisciplinario de asistentes de investigación realizó llamadas de seguimiento a las personas que contestaron el cuestionario para verificar dudas, aclarar inconsistencias o solicitar información adicional. En total, se obtuvo una tasa de respuesta de 60 por ciento, y los encuestados que realizan actividades de R&D indicaron haber requerido 3 horas en promedio para completar el cuestionario. La Tabla 1 resume los resultados de la recopilación, incluyendo la tasa de respuesta por sector.

¹⁵ Ver nota 10.

¹⁶ Salvo cuando la empresa solicitó su envío en papel.



Tabla 1: Resumen de resultados de recopilación

	Envíos	Respuestas		Con R&D	
	Núm.	Núm.	Por ciento contactadas	Núm.	Por ciento respuestas
1. Empresas					
1.1 Empresas de más de 10 empleados con potencial de realizar actividades de R&D (censo)	588	360	61	51	14
1.2 Empresas de menos de 10 empleados con potencial de realizar actividades de R&D (muestra)	208	136	65	10	7
1.3. Empresas de más de 10 empleados en los demás sectores (muestra)	322	169	52	0	0
2. Educación post secundaria	44	35	80	18	51
3. Instituciones privadas sin fines de lucro	15	8	53	3	38
4. Administración pública	58	36	62	10	28
Transversal: Hospitales	60	33	55	3	9
TOTAL	1,295	777	60%	95	12%

c. Imputación de datos faltantes y estimación

En los casos en los que no se pudo obtener la información completa de una entidad, se imputaron los datos utilizando como referencia la información de las entidades de su mismo sector que sí habían provisto información completa. Este procedimiento se utilizó por tratarse de la primera vez que se realiza esta Encuesta.

En el caso del sector de educación post secundaria, los datos de las entidades que no contestaron el cuestionario o de las que lo hicieron de forma muy incompleta se imputaron a través de la información publicada por la NSF.

El proceso de estimación, por su parte, se realizó asumiendo que las entidades que respondieron el cuestionario en cada sector son una muestra representativa del conjunto de entidades consideradas en su sector. Se analizaron los datos para identificar posibles sesgos.



IV. Resultados

a. Gastos en Investigación y Desarrollo (*R&D Expenditures*)

A partir de los datos provistos en la encuesta, se puede estimar que la inversión total en R&D en Puerto Rico ascendió a **\$466.8 millones** en el 2009, correspondiente a 0.49 por ciento del Producto Interno Bruto (PIB) de Puerto Rico. Este indicador se conoce por las siglas **GERD**, correspondientes a *Gross Domestic Expenditures on Research and Development*.

La Tabla 2 presenta un desglose de este estimado por sector. Dos terceras partes de la inversión en R&D en Puerto Rico correspondieron a empresas privadas, para un total de \$314.2 millones. Las entidades de educación post secundaria, por su parte, aportaron \$131.8 millones, tres de cada diez dólares. En las administraciones públicas y en el sector sin fines de lucro la inversión fue menor.

Tabla 2: Gasto en R&D por sector (2009)

	Estimado de gasto en R&D (millones de dólares)	Por ciento
Empresas privadas	314.2	67.3
Educación postsecundaria	131.8	28.2
Administración pública	12.1	2.6
Organizaciones privadas sin fines de lucro	8.8	1.9
TOTAL	\$466.8	100%

La Tabla 3 presenta una comparación de este estimado con el de estados de los Estados Unidos para el 2007, y con el de otros países para el 2008. Estas cifras sugieren que la inversión en R&D en Puerto Rico, en relación al tamaño de su economía, es sensiblemente inferior a la de casi todos los estados de Estados Unidos y los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). La comparación con otros países de América ubican a Puerto Rico en un perfil cercano al de los países con más importancia en este renglón, aunque por debajo de las cifras de Brasil o Argentina.



Tabla 3: Gasto en R&D en relación al PIB

I+D/PIB en los estados de Estados Unidos* (2007)

1) New Mexico	7.53	19) North Carolina	2.36	37) Georgia	1.13
2) Massachusetts	6.97	20) Rhode Island	2.32	38) Nebraska	1.12
3) Maryland	5.34	21) Illinois	2.31	39) West Virginia	1.12
4) Washington	4.85	22) Utah	2.21	40) Maine	1.01
5) Connecticut	4.82	23) Ohio	2.17	41) Florida	0.96
6) Michigan	4.58	24) Vermont	2.17	42) Mississippi	0.96
7) California	4.31	25) Idaho	2.14	43) Hawaii	0.95
8) New Jersey	4.24	26) Arizona	2.04	44) Kentucky	0.92
9) District of Columbia	4.17	27) Alabama	2.00	45) Alaska	0.69
10) New Hampshire	3.71	28) Wisconsin	1.95	46) Oklahoma	0.68
11) Minnesota	2.98	29) Missouri	1.64	47) South Dakota	0.68
12) Colorado	2.90	30) Texas	1.55	48) Arkansas	0.66
13) Oregon	2.74	31) South Carolina	1.51	49) Nevada	0.61
14) Delaware	2.61	32) Tennessee	1.49	50) Louisiana	0.52
15) Pennsylvania	2.53	33) Iowa	1.45	51) Puerto Rico (2009)	0.49
16) Montana	2.51	34) Kansas	1.45	52) Wyoming	0.41
17) Virginia	2.47	35) New York	1.44		
18) Indiana	2.40	36) North Dakota	1.15		

* Todos los datos corresponden a 2007, excepto Puerto Rico.

I+D/PIB en países seleccionados (2008)

1) Israel	4.86	22) Rep. Checa	1.47	43) Uruguay	0.64	64) Kirguistán*	0.23
2) Suecia	3.75	23) China*	1.44	44) Marruecos**	0.64	65) Mongolia*	0.23
3) Finlandia	3.46	24) Irlanda	1.42	45) Malasia**	0.64	66) Egipto*	0.23
4) Japón*	3.44	25) España	1.34	46) Letonia	0.61	67) Kazajistán	0.22
5) Rep. Corea*	3.21	26) Estonia	1.29	47) Polonia	0.61	68) Armenia*	0.21
6) Estados Unidos	2.82	27) N. Zelanda*	1.21	48) Rumanía	0.59	69) Macedonia**	0.21
7) Dinamarca	2.72	28) Italia	1.18	49) Malta*	0.59	70) Panama	0.21
8) Islandia	2.67	29) Brasil*	1.10	50) Grecia*	0.57	71) Sri Lanka*	0.17
9) Austria	2.66	30) Montenegro*	1.10	51) Moldavia*	0.55	72) Etiopía*	0.17
10) Alemania*	2.54	31) Rusia	1.03	52) Mozambique**	0.53	73) Azerbaiyán*	0.17
11) Singapur*	2.52	32) Hungría*	0.96	53) Argentina*	0.51	74) Colombia*	0.16
12) Australia**	2.06	33) Bielorrusia*	0.96	54) Bulgaria	0.49	75) Ecuador*	0.15
13) Francia	2.02	34) Sudáfrica*	0.93	55) Puerto Rico (2009)	0.49	76) Madagascar*	0.14
14) Bélgica	1.92	35) Croacia	0.90	56) Cuba	0.49	77) Burkina Faso*	0.11
15) Reino Unido	1.88	36) Ucrania*	0.85	57) Eslovaquia	0.47	78) El Salvador*	0.09
16) Canadá	1.84	37) Hong Kong**	0.81	58) Chipre	0.47	79) Kuwait*	0.09
17) Luxemburgo	1.74	38) India*	0.80	59) Uganda*	0.39	80) Tayikistán*	0.06
18) Eslovenia	1.66	39) Lituania	0.80	60) México*	0.37	81) Trinidad y T.*	0.06
19) Países Bajos	1.63	40) Turquía*	0.72	61) Serbia*	0.35	82) Guatemala*	0.06
20) Noruega	1.62	41) Paquistán*	0.67	62) Costa Rica*	0.32	83) A.Saudita*	0.05
21) Portugal	1.51	42) Irán**	0.67	63) Thailand**	0.25	84) Bosnia Herz.*	0.03

* Datos de 2007; ** Datos de 2006; todos los demás datos corresponden a 2008, excepto Puerto Rico (2009).

Fuente: *National Patterns of R&D Resources: 2008 Data Update*, National Science Foundation (<http://www.nsf.gov/statistics/nsf10314/>); y Banco Mundial – Opendata (<http://data.worldbank.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>).



¿Cómo compara la inversión en R&D con la Inversión Interna Bruta?

La última revisión del sistema de cuentas nacionales (SNA 2008) establece que la “*la R&D debe considerarse como parte de la formación de capital*”, por lo cual la inversión en R&D debe ser contabilizada dentro de la partida de formación bruta de capital (o Inversión Interna Bruta).

En este contexto, cabe preguntarse, ¿qué importancia tiene la inversión en R&D en relación a la Inversión Interna Bruta en Puerto Rico y en otros países? La Tabla 4 compara este indicador entre varios países. Esta perspectiva resalta de forma más clara la relevancia de la inversión en R&D para la actividad económica en Puerto Rico, situándola en un porcentaje cercano a varios países europeos, y superior al de casi todos los países de América Latina.

Tabla 4: Relación entre la Inversión en R&D y la Inversión Interna Bruta* (2008)

Israel	26.4	Bélgica	8.0	Grecia (2007)	2.6
Suecia	18.4	Canadá	8.0	Polonia	2.5
Finlandia	16.7	Australia (2006)	7.2	Argentina	2.2
Estados Unidos	15.9	Portugal	6.5	Eslovaquia	1.6
Japón	14.5	Irlanda	6.5	Chile (2004)	1.5
Alemania	14.3	Rep. Checa	5.8	México (2007)	1.4
Suiza	14.2	Italia	5.6	Costa Rica	1.1
Dinamarca	12.4	Brasil	5.5	Trini. y Toba. (2005)	0.9
Austria	11.6	España	4.6	Ecuador	0.9
Corea del Sur	10.8	Puerto Rico (2009)	4.6	Panamá	0.9
Islandia	10.8	Cuba	4.4	El Salvador	0.7
Reino Unido	10.6	Turquía	3.3	Colombia	0.7
Francia	9.2	Uruguay	2.8	Perú (2004)	0.5

* Todos los datos corresponden a 2008, a no ser que se especifique lo contrario entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos publicados por *Main Science and Technology Indicators*, *OECD Science, Technology and R&D Statistics*; Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT); *The World Bank*; Junta de Planificación.

La Tabla 5 analiza la composición por sectores del gasto en Investigación y Desarrollo para varios países¹⁷ en el 2009. En Puerto Rico la inversión en R&D de las empresas representa el 0.33 por ciento del PIB, muy por debajo de la cifra de los países de la Unión Europea o de Estados Unidos, pero por encima de la aportación del sector empresarial en algunos países con proporciones similares de inversión en R&D.

¹⁷ Las diferencias respecto a las cifras de la tabla anterior se explican por el año de referencia, que en la primera tabla es el 2008 y en esta segunda el 2009, y por las revisiones que la OCDE hace de los datos que le proveen los diferentes países.



Tabla 5: Gasto en R&D en relación al PIB, por sectores y país (2009)

	I+D/PIB (por ciento)	Empresas privadas	Educación post secundaria	Adm. pública	OSFL
Finlandia	3.96	2.83	0.75	0.36	0.02
Suecia	3.60	2.54	0.90	0.16	0.01
Japón (2007)	3.44	2.68	0.43	0.27	0.06
Dinamarca	3.02	2.02	0.90	0.09	0.01
Alemania	2.82	1.92	0.49	0.41	:
Estados Unidos (2008)	2.77	2.01	0.36	0.29	0.11
Francia	2.21	1.37	0.45	0.36	0.03
Reino Unido	1.87	1.16	0.50	0.17	0.04
Irlanda	1.77	1.17	0.52	0.08	:
Portugal	1.66	0.78	0.59	0.12	0.18
España	1.38	0.72	0.39	0.28	0.00
Italia	1.27	0.65	0.40	0.18	0.04
Rusia	1.18	0.74	0.08	0.36	0.00
Hungría	1.15	0.66	0.24	0.23	:
Polonia	0.59	0.18	0.21	0.20	0.00
Bulgaria	0.53	0.16	0.07	0.29	0.00
Puerto Rico	0.49	0.33	0.14	0.01	0.01
Rumanía	0.48	0.19	0.12	0.17	0.00
Eslovaquia	0.48	0.20	0.12	0.16	0.00
Chipre	0.46	0.10	0.20	0.10	0.06
Letonia	0.46	0.17	0.18	0.11	:

* Todos los datos corresponden a 2009, excepto en los países que se indica.
Fuente: Eurostat y elaboración propia.

En Puerto Rico las instituciones de educación post secundaria invierten en R&D cantidades equivalentes al 0.14 por ciento del PIB. De nuevo, esta cifra está lejos de las cifras de los países de la Unión Europea o de Estados Unidos.

Los sectores de la administración pública y de entidades sin fines de lucro representan en Puerto Rico una inversión equivalente al 0.01 por ciento del PIB, y en el caso de la administración pública Puerto Rico queda muy distante de los números de los demás países.



b. Recursos Humanos en Investigación y Desarrollo (*R&D Personnel*)

Se estima que para el 2009 había 6,772 personas dedicadas, total o parcialmente, a actividades de Investigación y Desarrollo¹⁸. Esta cifra representa el 0.62 por ciento del las 1.13 millones de personas empleadas en Puerto Rico¹⁹. Dentro de este grupo, 3,883 son consideradas investigadores (57 por ciento) (*headcount*).

Si se contabiliza sólo el tiempo que los recursos humanos destinan a actividades de R&D, se obtiene una cifra equivalente a 4,465 personas contratadas a tiempo completo (*Full-Time Equivalent, FTE*), una cantidad que representa el 0.40 por ciento de las personas empleadas en Puerto Rico. De estos, 2,508 son consideradas investigadores.

Al igual que con la inversión en R&D, el sector de empresas privadas es el que mayor cantidad de recursos humanos dedicó a actividades de R&D, tanto medido en total de personas (*headcount*) como en su equivalente a tiempo completo (FTE), y tanto medido en términos de todos los recursos humanos dedicados a R&D, como solamente los investigadores (Tabla 6). No obstante, su proporción fue levemente menor que la observada en la inversión en R&D.

En comparación con los recursos humanos destinados a actividades de Investigación y Desarrollo en otros países, su importancia en el mercado laboral de Puerto Rico fue relativamente reducida (Tabla 7).

¹⁸ Este indicador se refiere a personas físicas o *headcount*, es decir, se contabiliza el total de personas, independientemente de cuánto tiempo dedica cada una a las actividades de R&D.

¹⁹ Empleo y Desempleo, Departamento del Trabajo y Recursos Humanos, 2009.



Tabla 6: Recursos humanos en R&D por sector (2009)

<i>Head count</i>	Núm. de recursos humanos	Por ciento	Núm. de investigadores	Por ciento
Empresas privadas	3,717	54.9	2,288	58.9
Educación postsecundaria	2,588	38.2	1,320	34.0
Administración pública	231	3.4	140	3.6
Organizaciones privadas sin fines de lucro	236	3.5	135	3.5
TOTAL	6,772	100%	3,883	100%

<i>Full-time equivalent (FTE)</i>	Núm. de recursos humanos	Por ciento	Núm. de investigadores	Por ciento
Empresas privadas	2,563.7	57.4	1,552.7	61.9
Educación postsecundaria	1,611.8	36.1	817.3	32.6
Administración pública	133.0	3.0	76.3	3.0
Organizaciones privadas sin fines de lucro	156.6	3.5	62.1	2.5
TOTAL	4,465	100%	2,508	100%

Tabla 7: Recursos humanos en R&D en relación al mercado laboral* (2008)

	Por ciento del empleo	Por ciento del grupo trabajador		Por ciento del empleo	Por ciento del grupo trabajador
Finlandia	2.24	2.10	Portugal	0.94	0.87
Islandia	1.76	1.71	Irlanda	0.92	0.87
Dinamarca	1.69	1.63	Hungría	0.71	0.65
Suecia	1.69	1.58	Croacia	0.65	0.55
Japón (2006)	1.47	1.40	Eslovaquia	0.64	0.58
Alemania	1.33	1.23	Letonia	0.58	0.54
Bélgica	1.32	1.23	Bulgaria	0.51	0.48
Rusia	1.23	:	Polonia	0.47	0.44
Reino Unido	1.22	1.15	Puerto Rico (2009)	0.40	0.34
España	1.06	0.94	Chipre	0.34	0.33
Italia	1.01	0.94	Rumanía	0.32	0.31

* Todos los datos corresponden a 2008, excepto en los países que se indica. Los recursos humanos se expresan en términos de *Full-time equivalente (FTE)*.

Fuente: Eurostat y elaboración propia.



c. Perfil de las empresas que invierten en R&D

A partir de los resultados de la Encuesta, se observa que la inversión en R&D de las empresas privadas estuvo concentrada en los subsectores de la industria química (en la que destaca la fabricación de productos farmacéuticos), los servicios profesionales, científicos y técnicos (donde tienen especial relevancia los servicios de investigación científica y desarrollo, destacando la investigación agrícola, así como los servicios de consultoría en computación) y otras industrias manufactureras. En total, se identificaron empresas con actividades de R&D en al menos 25 subsectores²⁰, aunque en muchos casos se tratan de actividades aisladas de una o dos empresas. La Tabla 8 presenta los estimados de inversión en R&D en los principales subsectores²¹:

Tabla 8: Gasto en R&D en empresas privadas, por subsector (2009)

	Código NAICS	Gasto en R&D (millones de dólares)	Por ciento
Industria química	325	\$184.5	58.7
Servicios profesionales, científicos y técnicos	541	\$62.2	19.8
Fabricación de equipo de generación eléctrica y aparatos y accesorios eléctricos; Otras industrias manufactureras	335 339	\$51.7	16.4
Fabricación de equipo de computación, comunicación, medición y de otros equipos, componentes y accesorios electrónicos	334	\$2.9	0.9
Otros sectores / no identificado		\$12.8	4.1
TOTAL		\$314.2	100%

Las empresas que más recursos invierten R&D fueron las filiales de empresas de Estados Unidos: el 91 por ciento del total invertido por el sector empresarial (Tabla 10). La inversión promedio en R&D de cada compañía de Estados Unidos en Puerto Rico a través de su filial fue

²⁰ Subsectores a nivel de 4 dígitos en el *North American Industrial Classification System* (NAICS). La Encuesta permitió identificar a 61 empresas que realizan actividades de R&D, aunque el estimado consideró también la probabilidad de que las empresas que no contestaron el cuestionario estén realizando de igual modo actividades de R&D.

²¹ Se presenta a nivel de 3 cifras del NAICS. Para preservar la confidencialidad de las respuestas ofrecidas por los encuestados, no se puede presentar estimados más detallados. Estos estimados se realizaron a partir de las contestaciones de al menos tres empresas de ese subsector.



Comparación con datos contributivos del Departamento de Hacienda

Como parte de este estudio, se obtuvo información sobre las deducciones reclamadas por gastos en Inversión y Desarrollo por las empresas. Cabe señalar que estas cifras tienen como referencia el concepto de Investigación y Desarrollo establecido en la Ley Núm. 135 de 2 de diciembre de 1997, según enmendada, conocida como la Ley de Incentivos Contributivos, que concede una deducción especial igual a los gastos en Investigación y Desarrollo, aunque fue después sustituida por la Ley Núm. 73 de 2008 (Ley de Incentivos Económicos para el Desarrollo de Puerto Rico), que concede un crédito del 50 por ciento por inversión en Investigación y Desarrollo. Las definiciones utilizadas en estas leyes no se ajustan a la definición del Manual de Frascati.

Tabla 9: Datos sobre las deducciones reclamadas por gastos de I+D

	Planillas corporativas con deducción	Deducción reclamada (millones de dólares)	
		Total	Promedio por empresa
2006	15	\$71.5	\$9.3
2007	16	\$148.6	\$4.8

Fuente: Departamento de Hacienda.

Los datos suministrados por la Oficina de Asuntos Económicos y Financieros del Departamento de Hacienda también contienen información desglosada a nivel de subsectores. Según estos datos, para el 2007, siete empresas del sector farmacéutico y otras industrias químicas solicitaron deducciones por valor de \$104.6 millones (70 por ciento del total). Tres empresas de fabricación de instrumentos de cirugía solicitaron deducciones por \$25.2 millones (17 por ciento del total), mientras que otras cuatro de fabricación de instrumentos médicos lo hicieron por \$2.3 millones. Dos empresas adicionales de otros sectores reclamaron deducciones por \$16.5 millones.

Aunque se trabaja con conceptos de Investigación y Desarrollo diferentes, los datos provistos por el Departamento de Hacienda son compatibles con los hallazgos del presente estudio, tomando en cuenta que éstos se refieren a los años 2006 y 2007, mientras la Encuesta piloto se realizó para el año 2009. Además, las cifras del Departamento de Hacienda señalan un crecimiento significativo en la inversión en R&D entre 2006 y 2007, y uno de los hallazgos de la Encuesta piloto es que las empresas consultadas sugieren también un crecimiento en la inversión entre el 2008 y el 2009. Ver detalles en la sección f de los Resultados, titulado Otros resultados de la Encuesta.

de \$10.9 millones, muy por encima de la inversión promedio de menos de \$1 millón que registraron las filiales de empresas de otros países o de empresas autóctonas de Puerto Rico. Aunque las filiales de empresas de Estados Unidos fueron las que más recursos invierten en R&D, en términos del número de empresas solo representan el 25 por ciento de las empresas que realizan R&D.



Tabla 10: Gasto en R&D en empresas, por tipo de empresa (2009)

	Gasto en R&D		Núm. de empresas
	Millones de dólares	Por ciento	Por ciento
Filiales de empresas			
de Estados Unidos	\$285.4	90.8	24.6
de otros países	\$1.9	0.6	3.3
Empresas de Puerto Rico	\$26.9	8.6	72.1
TOTAL	\$314.2	100%	100%

Se estima que las empresas de 1,000 empleados o más aportaron el 63 por ciento de los recursos financieros destinados a actividades de R&D y las de 500 a 999 empleados un 11 por ciento adicional²² (Tabla 11). Las empresas de tamaño mediano y pequeño también realizan aportaciones importantes a la Investigación y Desarrollo en Puerto Rico. De hecho, dos de cada tres empresas involucradas en actividades de R&D en Puerto Rico tienen menos de 50 empleados (68 por ciento), y en conjunto son responsables del 10% de la inversión en R&D. Por su parte, las empresas de 50 a 500 empleados representan el 16 por ciento de la inversión en R&D, aunque en comparación con el número y la dimensión de la inversión de las empresas de mayor y de menor tamaño, las cifras sugieren que esta categoría de empresas medianas tiene un potencial por desarrollar.

Tabla 11: Gasto en R&D en empresas, por tamaño de la empresa (2009)

Tamaño (núm. de empleados)	Gasto en R&D		Núm. de empresas
	Millones de dólares	Por ciento	Por ciento
1,000 o más	191.5	62.7	7%
500 a 999	34.6	11.3	5%
250 a 499	15.5	5.1	3%
100 a 249	29.5	9.7	8%
50 a 99	3.1	1.0	8%
10 a 49	16.2	5.3	38%
1 a 9	13.8	4.5	21%
0	1.3	0.4	10%
No identificado	8.7		
TOTAL	\$314.2	100%	

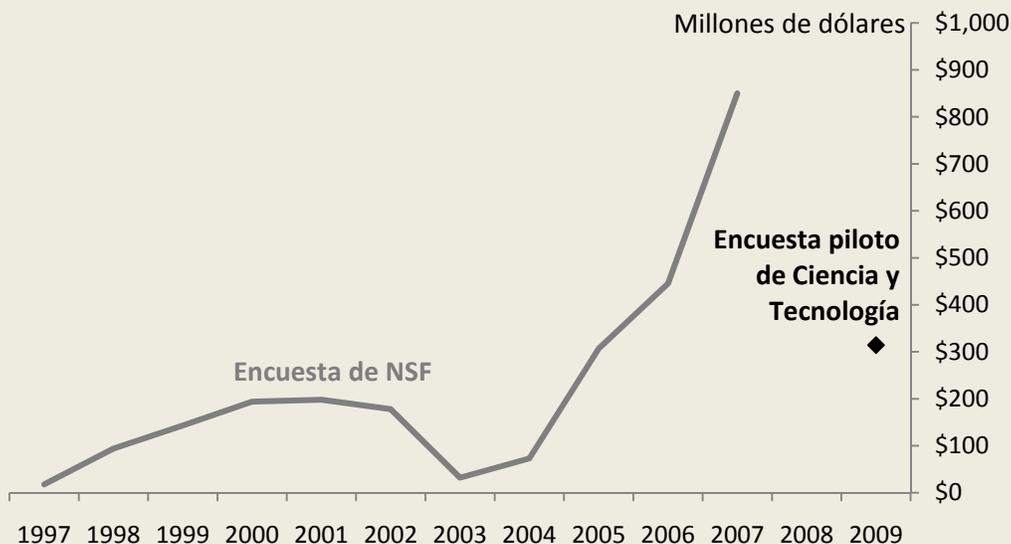
²² Debe tomarse en cuenta que el tamaño de la empresa se refiere al tamaño de la filial en Puerto Rico; en caso de considerar para esta comparación el tamaño de la compañía matriz la proporción de la inversión en el grupo de empresas de 1,000 empleados o más sería significativamente mayor.



Comparación con datos de empresas de la *National Science Foundation (NSF)*

La *National Science Foundation (NSF)* realiza una encuesta del gasto en R&D de las empresas en Estados Unidos. Entre otros aspectos indaga sobre las inversiones de sus empresas en otras partes del mundo, incluyendo a Puerto Rico.

Figura 1: Gasto en R&D de empresas de Estados Unidos en Puerto Rico



Fuente: National Science Foundation (NSF)

Aunque el número de filiales de Estados Unidos que realizan actividades de R&D en Puerto Rico en 2007 identificadas por la NSF es compatible con la Encuesta piloto de Ciencia y Tecnología de Puerto Rico para el año 2009 (28 frente a 26), los resultados de la Encuesta en Puerto Rico sobre la inversión total en R&D no permiten corroborar la información recogida por NSF de las casas matrices de estas empresas en Estados Unidos. Estas diferencias se pueden deber a una alta tasa de imputación de los datos faltantes en los estimados de la NSF.

La Tabla 12 compara los resultados de la Tabla 11 con los de varios países europeos, para los cuales existen datos comparables²³. En el sector empresarial, el grupo que más recursos invirtió en R&D en Puerto Rico es el de empresas de 1,000 empleados o más, por una cantidad equivalente al 0.20 por ciento del PIB. Esto resalta la importancia que en Puerto Rico tiene este

²³ En este caso, se trabaja con datos del 2007 para contar con una cantidad más amplia de estimados de los países.



grupo, junto al de empresas de 500 a 999 empleados, que invirtieron recursos equivalentes al 0.04 por ciento del PIB. En ambos casos, las inversiones de las empresas de estos tamaños son similares o superiores, en términos relativos, a las observadas en algunos países con mayor inversión empresarial en R&D.

Se destacan también las inversiones de las empresas de 1 a 9 empleados y de 10 a 49 (equivalentes al 0.01 y 0.02 por ciento del PIB, respectivamente). Las empresas de mediano tamaño (50 a 249 y 250 a 499) son las que invirtieron una proporción de recursos comparativamente menor, en relación con otros países.

Tabla 12: Gasto en R&D en empresas en relación al PIB por tamaño* (2007)

	I+D/PIB	Número de empleados						
		0	1-9	10-49	50-249	250-499	500-999	1000+
Finlandia	2.29		0.05	0.14	0.21	0.21		
Corea del Sur	2.29		0.02	0.19	0.26	0.12	0.14	1.55
Suecia	2.26			0.14	0.26	0.17	0.15	1.55
Estados Unidos	1.72				0.15	0.05	0.10	1.30
Alemania	1.62		0.01	0.04	0.12	0.09		
Dinamarca	1.53		0.09	0.12	0.26	0.10		
Francia	1.03	0.00	0.01	0.06	0.12	0.08		
Portugal	0.56		0.01	0.05	0.14	0.08	0.04	0.23
España	0.53	0.00	0.02	0.11	0.15	0.06	0.05	0.14
Hungría	0.36	0.00	0.01	0.03	0.03	0.04	0.04	0.20
Puerto Rico (2009)	0.33	0.00	0.01	0.02	0.03	0.02	0.04	0.20
Croacia	0.25		0.00	0.02	0.07	0.16		
Letonia	0.18		0.01	0.03	0.05	0.00		
Bulgaria	0.14	0.00	0.01	0.01	0.04	0.00	0.00	0.07
Polonia	0.14	0.00	0.00	0.01	0.04	0.03	0.03	0.04
Eslovaquia	0.13	0.00	0.00	0.01	0.05	0.01	0.03	0.04
Rumanía	0.11		0.00	0.01	0.02	0.02	0.02	0.05
Chipre	0.07	0.00	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00

* Se ensombrecen las cifras de los países con proporciones superiores a las estimadas para las empresas del mismo tamaño en Puerto Rico, y se dejan en blanco las que tienen proporciones iguales o inferiores.

Fuente: Eurostat.

d. Investigación y Desarrollo a nivel académico

Se estima en \$131.8 millones la inversión en R&D por parte del sector de educación post secundaria en el 2009. La universidad pública es la que más recursos invirtió en R&D (86 por ciento). Véase Tabla 13. Esto incluye al *National Astronomy and Ionosphere Center* de Arecibo,



el cual representa el 10 por ciento. Más allá de estas entidades, el perfil de instituciones de educación post secundaria con actividades de R&D es bastante amplio, con presencia de universidad pública, universidades privadas, entidades de educación post secundaria no universitarias y centros de investigación. En total, se identificaron 23 recintos, universidades o centros que realizan actividades de R&D.

Tabla 13: Gasto en R&D en educación post secundaria (2009)

Tipo de entidad	Gasto en R&D (millones de \$)	Por ciento
Entidades públicas	\$113.1	85.8
Entidades privadas	\$18.7	14.2
TOTAL	\$131.8	100%

e. Gastos en Investigación y Desarrollo en otros sectores

La administración pública^{24,25} gastó \$12.1 millones en la Investigación y Desarrollo en el 2009. La mayor parte de la inversión en R&D en las agencias del sector público se enfoca en el área de la salud, e incluye la inversión en hospitales pertenecientes a la administración pública.

Por su parte, en el sector sin fines de lucro se identificaron organizaciones que llevaron a cabo actividades de R&D, en concreto en entidades especializadas en temas de salud (incluyendo hospitales) y en fundaciones. El estimado para el conjunto del sector es de \$8.8 millones.

Un quinto sector analizado es el de los hospitales y centros de salud. A partir de los datos de la Encuesta se pueden estimar en \$11.4 millones la inversión en actividades de R&D en el 2009 por parte de los hospitales.

²⁴ La *National Science Foundation* (NSF) publica también datos de inversión en R&D en la administración pública, aunque en este caso sólo los correspondientes al año 2007. Según las cifras publicadas, la inversión de las agencias del Gobierno de Puerto Rico en actividades de R&D internas asciende a \$329,000, mientras que la financiación de actividades de R&D externas (individuos, instituciones académicas y otros), asciende a \$1,998,000. Véase *State Government R&D Expenditures, FY 2007*, *National Science Foundation*, disponible en <http://www.nsf.gov/statistics/staterd/>].

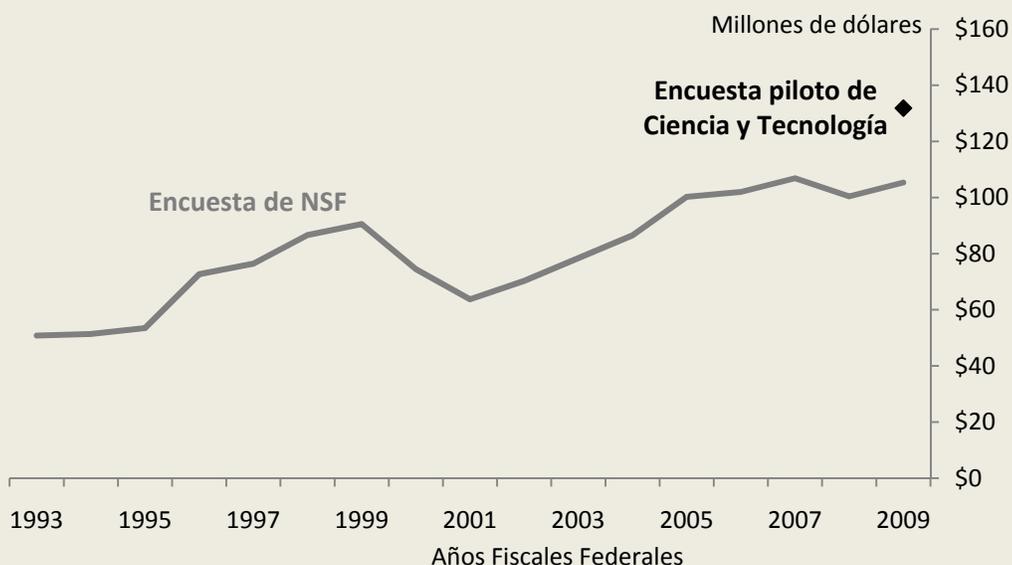
²⁵ Debe tomarse en cuenta que esta cifra sólo incluye las actividades de R&D desarrolladas por las propias agencias; los fondos otorgados por las agencias para financiar actividades de R&D por otras entidades (universidades, entidades sin fines de lucro o empresas), se contabilizan en sus respectivos sectores.



Comparación con datos de educación post secundaria de la *National Science Foundation* (NSF)

La *National Science Foundation* (NSF) realiza una encuesta del gasto en R&D en las entidades de educación post secundaria en Estados Unidos, incluyendo Puerto Rico. Para el 2009, esta encuesta estimó que las entidades de educación post secundaria en Puerto Rico realizaron \$105.3 millones en R&D, un poco menos que los datos estimados en la Encuesta piloto de Ciencia y Tecnología de Puerto Rico. Las diferencias se explican por varios factores, incluyendo el mayor número de entidades consideradas en la Encuesta piloto, diferencias entre el año fiscal federal y el año natural, y diferencias en las propias contestaciones provistas por algunas entidades. Al solicitar el desglose por partida de gastos y por fuente de fondos, algunas entidades incorporaron gastos relacionados con las actividades de R&D que no habían sido incluidos en su contestación al NSF anteriormente, según se desprende de la comunicación que el equipo de investigación mantuvo con los responsables de estas entidades posteriormente.

Figura 2: Gasto en R&D en el sector académico, según NSF



Fuente: *National Science Foundation* (NSF)

La Tabla 14 detalla la información publicada por NSF, derivada de su propio proceso de encuesta, sobre los gastos en R&D por universidades y fuentes de fondos. Según estos datos, el 71 por ciento de los fondos provienen de agencias federales y el 18 por ciento son aportaciones de la propia institución. Las empresas privadas, por su parte, aportan el 7 por ciento de los recursos



Tabla 14: Gasto en R&D por universidad y fuente de fondos según NSF

Gastos en R&D en universidades de Puerto Rico, por universidad y fuentes de fondos, Año fiscal federal 2009 (en millones de dólares)

Institución	Total	Gobierno Federal	Por ciento	Gobierno de Puerto Rico	Por ciento	Sector Privado	Por ciento	Fondos de la institución	Por ciento	Otras fuentes	Por ciento
TOTAL	\$105.3	\$74.7	71	\$3.7	4	\$7.7	7	\$19.1	18	\$0.1	0
Universidad de Puerto Rico	\$88.9	\$61.6	69	\$2.1	2	\$6.7	8	\$18.4	21	\$0.1	0
Recinto de Ciencias Médicas	\$34.9	\$27.0	78	\$0.9	3	\$2.1	6	\$4.8	14	\$0.0	0
Recinto de Río Piedras	\$30.4	\$18.9	62	\$0.0	0	\$0.0	0	\$11.5	38	\$0.0	0
Recinto de Mayagüez	\$20.4	\$12.7	62	\$1.1	5	\$4.6	22	\$2.1	10	\$0.0	0
Recinto de Humacao	\$2.0	\$1.9	98	\$0.0	0	\$0.0	0	\$0.0	2	\$0.0	0
Recinto de Cayey	\$1.2	\$1.0	84	\$0.1	11	\$0.0	0	\$0.1	4	\$0.0	0
Universidades Privadas	\$16.5	\$13.2	80	\$1.6	10	\$1.0	6	\$0.7	4	\$0.0	0
Univ. Central del Caribe	\$7.5	\$6.8	90	\$0.2	3	\$0.0	0	\$0.5	7	\$0.0	0
Ponce School of Medicine	\$7.1	\$4.7	66	\$1.4	20	\$1.0	14	\$0.0	0	\$0.0	0
Universidad del Este	\$0.7	\$0.7	100	\$0.0	0	\$0.0	0	\$0.0	0	\$0.0	0
Universidad Metropolitana	\$0.6	\$0.6	100	\$0.0	0	\$0.0	0	\$0.0	0	\$0.0	0
Universidad del Turabo	\$0.4	\$0.4	100	\$0.0	0	\$0.0	0	\$0.0	0	\$0.0	0
Carlos Albizu U.	\$0.2	\$0.0	0	\$0.0	0	\$0.0	0	\$0.2	100	\$0.0	0

Evolución anual de los gastos en R&D en universidades de Puerto Rico, por fuentes de fondos (en millones de dólares)

Año fiscal federal	Total	Gobierno Federal	Por ciento	Gobierno de Puerto Rico	Por ciento	Sector Privado	Por ciento	Fondos de la institución	Por ciento	Otras fuentes	Por ciento
2009	\$105.3	\$74.7	71	\$3.7	4	\$7.7	7	\$19.1	18	\$0.1	0
2008	\$100.4	\$74.5	74	\$5.7	6	\$3.6	4	\$13.5	13	\$3.2	3
2007	\$106.9	\$81.4	76	\$6.6	6	\$3.9	4	\$12.2	11	\$2.8	3
2006	\$102.0	\$77.7	76	\$6.8	7	\$2.6	3	\$12.6	12	\$2.3	2
2005	\$100.2	\$76.2	76	\$5.3	5	\$3.3	3	\$13.5	13	\$1.9	2
2004	\$86.5	\$64.6	75	\$5.4	6	\$3.0	3	\$11.6	13	\$2.0	2
2003	\$78.4	\$55.7	71	\$3.9	5	\$3.8	5	\$13.2	17	\$1.8	2
2002	\$70.3	\$48.0	68	\$4.3	6	\$2.9	4	\$13.5	19	\$1.6	2
2001	\$63.8	\$44.9	70	\$2.9	5	\$2.3	4	\$12.5	20	\$1.1	2
2000	\$74.5	\$42.8	57	\$14.1	19	\$4.9	7	\$12.1	16	\$0.6	1
1999	\$90.5	\$50.8	56	\$23.9	26	\$3.4	4	\$11.6	13	\$0.8	1
1998	\$86.6	\$44.2	51	\$22.1	25	\$5.3	6	\$12.9	15	\$2.1	2
1997	\$76.4	\$43.0	56	\$21.8	28	\$2.6	3	\$7.2	9	\$1.8	2
1996	\$72.7	\$42.2	58	\$20.9	29	\$2.3	3	\$6.7	9	\$0.7	1
1995	\$53.5	\$31.2	58	\$9.1	17	\$1.4	3	\$10.9	20	\$0.8	2
1994	\$51.4	\$29.5	57	\$8.7	17	\$1.2	2	\$10.5	20	\$1.4	3
1993	\$50.8	\$29.8	59	\$8.7	17	\$0.5	1	\$9.5	19	\$2.3	5

Gastos en R&D en Centros de Investigación y Desarrollo financiados con fondos federales (FFRDC) en Puerto Rico, por centro y fuentes de fondos, evolución anual (en millones de dólares)

Centro: National Astronomy and Ionosphere Center (Arecibo)

	Total	Gobierno Federal	Por ciento	Gobierno de Puerto Rico	Por ciento	Sector Privado	Por ciento	Fondos de la institución	Por ciento	Otras fuentes	Por ciento
2008	\$12.6	\$12.4	98.7	\$0.02	0.1	\$0.03	0.2	\$0.07	0.6	\$0.06	0.4
2007	\$13.6	\$13.4	98.4								
2006	\$14.1	\$13.0	92.5								
2005	\$13.8	\$12.3	88.6								

Fuente: National Science Foundation/Division of Science Resources Statistics, Survey of Research and Development Expenditures at Universities and Colleges.



f. Otros resultados de la Encuesta

A partir de las contestaciones que ofrecen las entidades encuestadas se puede analizar también la tendencia en la cantidad de recursos destinados a R&D en los diferentes sectores. En conjunto, las cifras parecen proyectar un aumento futuro en la inversión en R&D, aunque este será desigual entre los sectores bajo análisis.

El sector empresarial espera una dinámica clara de crecimiento. Por un lado, la cantidad de recursos reportados para el 2008 sugiere²⁶ que estos aumentaron en muchas empresas entre 2008 y 2009. Por otro lado, el 23 por ciento de las empresas encuestadas indicaron que los gastos en R&D en su empresa aumentará en el 2010, y el 37 por ciento que lo harán en los próximos tres años. Solo el 15 por ciento contestaron que disminuirán en el 2010 y el 4 por ciento señalan lo mismo para el periodo 2010-2012. En cualquier caso, las expectativas del sector empresarial son destacables, más aún si tomamos en consideración que al momento de la Encuesta, Puerto Rico se encontraba en su cuarto año consecutivo de recesión económica, lo que según la literatura consultada supone un contexto que afecta significativamente la inversión en R&D²⁷.

Tabla 15: Expectativas sobre los gastos en R&D en empresas

	2010	2010-12
	Por ciento	
Aumentarán	23	37
Serán similares	40	25
Disminuirán	15	4
No sé o no contestaron	21	35
Total	100%	100%

En el ámbito de la educación superior se refleja un panorama similar. El 59 por ciento de las entidades de educación post secundaria indican que los recursos destinados a R&D en el 2010

²⁶ No es posible establecer de manera precisa el cambio anual en los recursos destinados a R&D en las empresas debido a la insuficiente información sobre los gastos en R&D en los años 2008 y 2007 en algunos cuestionarios.

²⁷ En una reciente investigación, Cincera y otros autores (2010) concluyen, a partir del análisis de amplia evidencia empírica y otros estudios, que los periodos de crisis económica se asocian con una desaceleración en actividades de R&D e innovación en los sectores empresariales.



serán mayores que en el 2009, y el 71 por ciento vislumbra un crecimiento en el periodo 2010-2012. Sólo el 6 por ciento considera que disminuirá su inversión en R&D en el 2010.

La Encuesta ofreció también resultados adicionales sobre las características de los recursos humanos dedicados a R&D en Puerto Rico, que se resumen a continuación:

- El 37 por ciento de los investigadores en Puerto Rico cuentan con un Ph.D. o un grado similar, o son doctores en medicina o tienen grado similar²⁸. Sin embargo, los investigadores con Ph.D., doctores en medicina o grados similares se concentran en las entidades de educación post secundaria (89 por ciento de los investigadores del sector tienen doctorado) y los hospitales (90 por ciento). En contraste, sólo el 4 por ciento de los investigadores en las empresas privadas tienen doctorado.
- El 43 por ciento de los investigadores cuentan con un bachillerato y el 18 por ciento tienen una maestría. En los sectores empresariales la formación más frecuente es la de bachillerato, 72 por ciento, y un 22 por ciento de los investigadores tienen una maestría. En la administración pública, la mayoría de los investigadores (77 por ciento) cuentan con una maestría.
- La Encuesta piloto proveyó información también sobre el género de los recursos humanos dedicados a actividades de R&D en Puerto Rico, ya sea a tiempo completo o parcial. Según los datos obtenidos, en Puerto Rico el 42 por ciento de los recursos humanos considerados investigadores son mujeres, así como el 52 por ciento del personal de apoyo. Cabe señalar que esta proporción de mujeres entre los investigadores, 42 por ciento, sitúa a Puerto Rico entre los países con mayor proporción de participación de mujeres en las actividades de R&D, por encima del 32 por ciento que tienen los países de la Unión Europea o del 13 por ciento de Japón²⁹.

²⁸ El cuestionario no distinguía entre Ph.D. y grados similares, y doctores en medicina y otras áreas de salud, juris doctor y otros grados profesionales en esa categoría. A partir de la información provista en el resto del cuestionario (área de investigación, perfil de la entidad, etc.), se puede estimar que el 28 por ciento de los investigadores tiene un Ph.D., Ed.D. o grado similar, y que el 9 por ciento son doctores en medicina y otras áreas de salud, juris doctor y otros grados profesionales en esa categoría.

²⁹ Ver datos de la OCDE y la Unión Europea: http://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/women-researchers_2075843x-table3 y http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=rd_p_perslf&lang=en.



- La distribución por género varía significativamente según los sectores. En el sector empresarial dos de cada tres investigadores son hombres (68 por ciento)³⁰, y son también mayoría los hombres entre el personal de apoyo (62 por ciento). Las mujeres son mayoría entre los investigadores en la administración pública (55 por ciento), educación post secundaria (56 por ciento) y hospitales (60 por ciento); también lo son entre el personal de apoyo en estos mismos sectores (64 por ciento en administración pública, 66 por ciento en educación post secundaria, 90 por ciento en hospitales).

Por último, la Encuesta ofreció información valiosa sobre la distribución del gasto en R&D por otras características:

- El 46 por ciento de la inversión en R&D se destinan al pago de recursos humanos. Esta proporción suele ser más elevada en la administración pública y la educación post secundaria (el 72 por ciento y el 55 por ciento, respectivamente, del total de los gastos en R&D de cada uno de estos dos grupos se destinan a nómina). En las empresas, por el contrario, es más reducida, aunque sigue siendo la partida principal: el 41 por ciento de la inversión en R&D del sector empresarial se destina a nómina.
- El 84 por ciento de las entidades que contestaron que realizan actividades de R&D indicaron que toda la actividad de R&D la realizan a nivel interno, es decir, no compran servicios de R&D a otras entidades o financian actividades relacionadas. El 16 por ciento sí lo hicieron, pero el valor de estas adquisiciones es relativamente reducido (equivale al 8 por ciento de la inversión total en R&D en 2009).
- Las empresas sitúan el inicio de sus actividades de R&D en torno al año 2000, en promedio, una fecha similar a la que indican los hospitales y las entidades sin fines de lucro. Tanto las entidades de la administración pública como las de educación post secundaria señalan que iniciaron sus actividades en la década anterior (1995 y 1991, respectivamente, en promedio).

³⁰ Aún así, el 32 por ciento de mujeres en el grupo de investigadores de las empresas privadas es superior a la de casi todos los países de los que se disponen datos, salvo algunos del Este de Europa.



- Se identificaron entidades activas en la Investigación y Desarrollo en múltiples áreas, incluyendo tecnología de información y comunicaciones (23 por ciento de las entidades), control y protección del medio ambiente (19 por ciento), biotecnología (17 por ciento), nanotecnología (7 por ciento) y defensa (3 por ciento)³¹.
- El 39 por ciento de las entidades que contestaron que realizan actividades de R&D indicaron que lo hicieron en alianza, *joint venture* o acuerdo colaborativo con otras entidades en el 2009. Las entidades sin fines de lucro, de la administración pública y de educación superior identifican con frecuencia estas colaboraciones (en los tres grupos más del 60 por ciento indican tener colaboraciones), pero entre las empresas sólo el 15 por ciento señalan haber desarrollado esas alianzas.
- En el sector de las empresas, las colaboraciones más reseñadas son con otras empresas (9 por ciento), universidades (9 por ciento), y entidades de la administración pública (7 por ciento). Por su parte, las entidades de educación post secundaria tienen con frecuencia alianzas con otras universidades, tanto de Puerto Rico como de Estados Unidos. Sólo el 12.5 por ciento de las entidades de educación post secundaria identificaron empresas privadas como parte de sus alianzas.
- El 40 por ciento de las empresas que realizan actividades de R&D son propiedad de otra empresa o pertenecen a un grupo de empresas.
- El 64 por ciento de las empresas que desarrollan actividades de R&D son empresas activas en los mercados de exportación.

³¹ Esta pregunta era de contestación múltiple, por lo cual los porcentajes citados no suman 100 por ciento.



V. Recomendaciones

Recomendación 1: Realizar Encuesta sobre Ciencia y Tecnología periódicamente

La Encuesta piloto sobre Ciencia y Tecnología permitió sentar las bases para estudiar los recursos que se destinan a actividades de Investigación y Desarrollo en Puerto Rico. Se recomienda realizar esta Encuesta cada 2 años a tono con las prácticas internacionales. Para esto, el Instituto debería intentar procurar el financiamiento necesario para realizar la Encuesta de entidades, tales como el Fideicomiso de Ciencia y Tecnología de Puerto Rico, entre otras, que otorgan importancia al desarrollo de las actividades de Ciencia y Tecnología en Puerto Rico.

La realización periódica de la Encuesta haría posible la evaluación de la efectividad de políticas públicas y estrategias sectoriales que se adopten de cara a fomentar las actividades de Investigación y Desarrollo en Puerto Rico. Esta además se podrá realizar más fácilmente, ya que luego de la Encuesta piloto, el Instituto ahora cuenta con una base de datos de las entidades que realizan actividades de R&D en Puerto Rico.

Recomendación 2: Incorporar estimados de inversión en R&D en la metodología de las cuentas macroeconómicas de Puerto Rico para cumplir con SNA 2008

A tono con la revisión del sistema de cuentas nacionales (SNA 2008), se recomienda incorporar el estimado de inversión en R&D como parte de la Inversión Interna Bruta en las cuentas macroeconómicas de Puerto Rico, tal y como ya están haciendo otros países.

De hecho, Estados Unidos planifica incorporar la inversión en R&D en sus cuentas nacionales en los próximos años. En vista del Informe del Presidente de los Estados Unidos sobre el estatus de Puerto Rico³² publicado en marzo 2011, el cual exhorta a que la metodología de las cuentas macroeconómicas de Puerto Rico cumpla con los mismos estándares que utiliza Estados Unidos, se le debería dar mucha prioridad a esta gestión.

³² Ver página 90 de http://www.whitehouse.gov/sites/default/files/uploads/Puerto_Rico_Task_Force_Report.pdf.



Recomendación 3: Realizar algunas mejoras técnicas a la Encuesta sobre Ciencia y Tecnología

Se delinean varias recomendaciones metodológicas para la próxima Encuesta:

- 3.1 Enviar cuestionario individualizado a unidades administrativas de aquellas entidades en las que haya o puedan haber diferentes unidades realizando actividades de R&D de manera separada. Esta recomendación cubre todos los sectores, y demostró ser muy efectivo con el Departamento de Salud en la Encuesta piloto. En el sector de la educación superior, además, se recomienda que la unidad a encuestar sean los recintos, cuando se identifique que más de un recinto de una universidad realiza o puede realizar actividades de R&D; en caso contrario, la unidad a encuestar debe ser la presidencia de la universidad o entidad educativa.
- 3.2 La metodología para la imputación en otros países suele descansar en las contestaciones que las mismas entidades proveyeron en encuestas previas. En la Encuesta piloto, al tratarse de la primera vez que se realiza en Puerto Rico, no se dispuso de información previa sobre las entidades, por lo que no es posible utilizar la misma metodología. Para futuras encuestas, se recomienda aprovechar los datos provistos por cada entidad consultada en la Encuesta piloto como base para realizar imputaciones, en aquellos casos que sea necesario. De igual forma, cuando se realice la próxima Encuesta y se obtengan datos adicionales de entidades que no proveyeron información en la Encuesta piloto, se recomienda revisar las imputaciones realizadas en la Encuesta piloto, incluyendo los estimados de los recursos destinados a las actividades de Investigación y Desarrollo.
- 3.3 En la Encuesta piloto, se pidió información que distinguiera entre un bachillerato académico y uno técnico para describir la preparación académica de aquellas personas dedicando parte de su tiempo en actividades de Investigación y Desarrollo. En la Encuesta piloto, se constató que esta distinción es innecesaria.



3.4 Por otra parte, en la Encuesta piloto no se pidió información que distinguiera entre 1) Ph.D. y grados similares, 2) doctores en medicina y otras áreas de salud, y 3) juris doctor y otros grados profesionales. Dado la facilidad de distinguir estos, y dado su potencial por generar información relevante para el desarrollo de la Investigación y Desarrollo en Puerto Rico, se recomienda distinguir entre estas tres categorías de preparación académica.

3.5 La Encuesta piloto recopiló información sobre las áreas o temas de Investigación y Desarrollo que se realizan en una entidad. Esto nos permitió presentar estadísticas generales sobre el por ciento de entidades dedicadas a la Investigación y Desarrollo en distintos temas. Sin embargo, adolecemos de una manera de estimar el por ciento de los recursos destinados a las actividades de Investigación y Desarrollo para cada tema. Se recomienda recopilar información a este nivel para contar con un panorama más claro sobre los campos de las ciencias a los cuales se dedican más recursos en Puerto Rico.

Recomendación 4: Realizar encuestas adicionales sobre ciencia y tecnología

Para comprender adecuadamente el papel de la R&D no sólo debe estudiarse cuántos recursos se destinan a actividades de R&D, sino cómo estos se combinan por los diferentes sectores, y cómo redundan en unos productos o resultados específicos. La Encuesta piloto se ha enfocado en la primera parte, los *inputs* en R&D, pero es igualmente necesario continuar estudiando cómo son los procesos de innovación en cada sector, los vínculos y dinámicas entre sectores, y finalmente los *outputs* de estas actividades de R&D.

De hecho, uno de los aspectos más importantes que falta por examinar es la relación entre los recursos destinados a estas actividades (*inputs*) y los productos obtenidos (*output*). El análisis periódico de ambos grupos de indicadores permite entender cómo evoluciona esa relación. Se recomienda por tanto complementar los resultados de la Encuesta piloto con la preparación de



un informe anual de los *outputs*^{33,34}, que se puede exponer en el portal de Internet del Instituto con datos obtenidos de varias fuentes existentes, tales como la *U.S. Patent Office*, entre otros.

Además, se recomienda considerar la realización de una encuesta sobre Innovación en el sector empresarial. La Investigación y Desarrollo es parte de un espectro amplio de actividades de innovación, un concepto que además de incluir la generación de conocimientos nuevos o de aplicaciones nuevas sobre conocimientos existentes (lo que sería la Investigación y Desarrollo), se extiende al desarrollo de formas novedosas de participar en los mercados, de organizar la actividad empresarial o de introducir cambios en los productos y servicios que se proveen, entre otros. Una encuesta sobre innovación empresarial proveería así información más abarcadora y de indudable valor sobre las dinámicas empresariales en la economía actual de Puerto Rico.

³³ La elaboración de los indicadores de resultados no requiere por lo general del desarrollo de una encuesta, sino que se puede nutrir de otras fuentes de información.

³⁴ La recopilación periódica de datos sobre outputs o resultados de la actividad de R&D permitiría además actualizar los estimados de recursos o inputs en los años en los que no se realice la Encuesta sobre Investigación y Desarrollo, aunque sería necesario revisar estos estimados a la luz de las contestaciones que las propias entidades provean después en la Encuesta.



VI. Conclusión

Desde hace décadas hay una clara conciencia en Puerto Rico del papel estratégico que tiene la investigación y el desarrollo, y en general todos los procesos de innovación, en el presente y futuro de la economía de Puerto Rico. Las actividades de R&D son percibidas como un factor clave en el contexto de la creciente competencia de los mercados internacionales, el desarrollo de tejido empresarial y el interés por atraer y retener en Puerto Rico las inversiones de empresas multinacionales, así como de multiplicar su impacto sobre la estructura económica local. De igual forma, las universidades, centros de investigación y otras entidades educativas han incorporado o reforzado entre sus objetivos principales el desarrollo de investigaciones académicas. En este marco, la promoción de la R&D en todos los sectores, la difusión del conocimiento generado en las universidades en el mundo empresarial, la interconexión entre la investigación a nivel académico y su aplicación industrial, el desarrollo de actividades de R&D conjuntas entre empresas y universidades, se perfilan como áreas que todavía son necesarias reforzar.

El desarrollo de políticas e iniciativas de fomento de la investigación y desarrollo en Puerto Rico requiere de una infraestructura estadística básica, es decir, de la recopilación de forma sistemática y periódica de datos y la elaboración de indicadores relacionados con los insumos dedicados a R&D y a los resultados de estas actividades. Esta información estadística es imprescindible para validar esfuerzos, diseñar nuevas políticas o identificar posibles estrategias empresariales, entre otros.

En esta *Encuesta piloto sobre Ciencia y Tecnología, 2009: Investigación y Desarrollo* se proveen los estimados de insumos, tanto financieros como de recursos humanos, dedicados a la Investigación y Desarrollo en Puerto Rico. La metodología utilizada garantiza su comparabilidad con estados de Estados Unidos y a nivel internacional. Los resultados obtenidos describen la situación de cada sector en la R&D de Puerto Rico, con el papel protagónico de las empresas filiales de compañías de Estados Unidos, pero también con actividades notables en las empresas locales de menor tamaño y de la universidad pública. Señalan áreas donde es posible



concentrar nuevos esfuerzos (por ejemplo, empresas de tamaño mediano o sectores empresariales concretos), e ilustran escenarios que tienen una fuerte vinculación con las estrategias de política pública que se siguen en otras áreas (por ejemplo, las disparidades del nivel educativo de los investigadores entre las empresas y otros sectores; o la elevada presencia de mujeres entre los recursos humanos dedicados a actividades de R&D).

En definitiva, la información que se deriva de esta Encuesta piloto podrá servir para propósitos tan diversos como la evaluación de programas o el diseño de iniciativas de política pública, la planificación institucional, el estudio de viabilidad de proyectos de inversión (pública y privada), el análisis de la posición de Puerto Rico y sus diferentes sectores empresariales en el marco de la competitividad internacional, el análisis del papel de la investigación académica en Puerto Rico en comparación con otros países, la identificación de nichos de mercado para las empresas y de áreas de oportunidad para otros sectores. Los datos que aquí se proveen pueden ser herramientas de utilidad para la identificación de áreas con potencial de desarrollo económico en Puerto Rico y para la articulación de mayores esfuerzos de cooperación entre diferentes sectores, principalmente entre universidades y empresas, pero también entre estos mismos sectores y hospitales, agencias de la administración pública y entidades sin fines de lucro.

Para concluir, es necesario recalcar que la presente Encuesta piloto representa un esfuerzo que requiere continuación. La elaboración de nuevas encuestas en el futuro permitirá validar, matizar o corregir imputaciones y estimados realizados en esta primera operación, y también comprender tendencias y nuevas dinámicas en el ámbito de la investigación y desarrollo en Puerto Rico. En definitiva, este trabajo marca una línea base que confiamos mostrará toda su utilidad en el futuro. A nivel internacional, los actores económicos buscan aprovechar de manera cada vez más intensiva las ventajas competitivas que se derivan del desarrollo de nuevos conocimientos y sus aplicaciones. Para insertarse plenamente en esta tendencia, Puerto Rico requiere de datos e información adecuada sobre las actividades de R&D.



Bibliografía

Manuales internacionales

OCDE (2002) *Manual de Frascati: Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental*, Fundación Española de Ciencia y Tecnología (FECYT) por acuerdo con la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), 2003.

OECD (2002) *Frascati Manual: Proposed Standard Practice for Surveys on Research and Experimental Development*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (1995) *Manual of the Measurement of Human Resources Devoted to S&T: "Canberra Manual"*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD (1994) *Using Patent Data as Science and Technology Indicators: Patent Manual*, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris.

OECD and Eurostat (2005) *Oslo Manual: Guidelines for Collecting and Interpreting Innovation Data*, 3rd Edition, Organisation for Economic Co-operation and Development and Statistical Office of the European Communities, Paris.

RICYT (2001) *Manual de Bogotá: Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe*, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Organización de Estados Americanos (OEA) / Programa CYTED [consultado el 22/2/2010 en <http://www.ricyt.org/interior/difusion/pubs/bogota/bogota.pdf>].

RICYT (2007) *Manual de Santiago: Manual de Indicadores de Internacionalización de la Ciencia y la Tecnología*, Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Organización de Estados Americanos (OEA) / Programa CYTED [consultado el 22/2/2010 en http://ricyt.org.elsevier.com/docs/manual_santiago.pdf].

UNESCO (1997) *Clasificación Internacional Normalizada de la Educación: CINE 1997*, Organización de las Naciones Unidas para la Educación, reedición de mayo de 2006 [consultada el 12/3/2010 en la dirección http://www.uis.unesco.org/TEMPLATE/pdf/iscled/ISCED_E.pdf].

Bibliografía complementaria

"Analysis of the Status of the Puerto Rico Scientific Community and Level of R&D Activity in Puerto Rico; and Ensuing Policy Recommendations", January 31, 1996. [No se especifica autor ni entidad que lo publica].

Aspden, C. (2009) "Update of the 1993 System of National Accounts", OECD [consultado el 22/2/2011 en <http://www.oecd.org/dataoecd/60/8/41545834.pdf>].

Britt, R. (2009) "Federal Government is Largest Source of University R&D Funding in S&E; Share Drops in FY 2008", *InfoBrief*, Science Resources Statistics, National Science Foundation, NSF 09-318, Sept. 2009.

CEPAL (sf) "CyT DES Ciencia y Tecnología para el Desarrollo: Manual de Políticas Públicas", portal de internet de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL [consultado el 29/1/2010 en <http://www.eclac.cl/iyd/>].



- CEPAL (2007) *Progreso Técnico y Cambio Estructural en América Latina*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas, Chile [consultado el 29/1/2010 en <http://www.eclac.cl/iyd/noticias/paginas/4/31434/progresotécnicocambioestructural.pdf>].
- Cimoli, M. (ed) (2005) *Heterogeneidad estructural, asimetrías tecnológicas y crecimiento en América Latina*, Naciones Unidas, Chile [consultado el 29/1/2010 en http://www.eclac.cl/iyd/noticias/paginas/4/31434/W35_CIMOLI.pdf].
- Cimoli, M., J.C. Ferraz y A. Primi (2007) *Políticas de ciencia y tecnología en economías abiertas: la situación de América Latina y el Caribe*, Serie Desarrollo Productivo, 165, Comisión Económica para América Latina y el Caribe, CEPAL, Naciones Unidas, Chile [consultado el 29/1/2010 en <http://www.eclac.cl/iyd/noticias/paginas/5/31425/serie165esp.pdf>].
- Cincera, M., C. Cozza, A. Tübke y P. Voigt (2010) Doing R&D or not, that is the question (in a crisis...), IPTS Working Paper on Corporate R&D and Innovation No.12-2010 [consultado el 29/1/2010 en http://iri.jrc.ec.europa.eu/papers/2010_JRC62614_WP12.pdf]
- Comité Técnico Especializado en Estadísticas de Ciencia, Tecnología e Innovación (2010) “Primer Taller de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación”, presentación, Instituto Nacional de Estadísticas y Geografía, México, 18-19 de febrero de 2010.
- Cortina, F. y B. González (2007) “Encuesta sobre la Innovación Tecnológica en las Empresas”, presentación del Instituto Nacional de Estadísticas de España.
- Cortina, F. (2010) “Conformación de Directorios”, ponencia presentada en el *Seminario sobre Estadísticas de Ciencia y Tecnología*, organizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de España, la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Cartagena de Indias, Colombia, 22 al 26 de febrero de 2010.
- Cortina, F. (2010) “Líneas Futuras de Actuación”, ponencia presentada en el *Seminario sobre Estadísticas de Ciencia y Tecnología*, organizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de España, la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Cartagena de Indias, Colombia, 22 al 26 de febrero de 2010.
- Cortina, F. y E. Vaquero (2010) “Estadística de I+D: Principales aspectos metodológicos”, ponencia presentada en el *Seminario sobre Estadísticas de Ciencia y Tecnología*, organizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de España, la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Cartagena de Indias, Colombia, 22 al 26 de febrero de 2010.
- Cortina, F. y E. Vaquero (2010) “Estadística de Innovación: Principales aspectos”, ponencia presentada en el *Seminario sobre Estadísticas de Ciencia y Tecnología*, organizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de España, la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Cartagena de Indias, Colombia, 22 al 26 de febrero de 2010.
- Cortina, F. y E. Vaquero (2010) “Los indicadores de alta tecnología”, ponencia presentada en el *Seminario sobre Estadísticas de Ciencia y Tecnología*, organizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de España, la



Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Cartagena de Indias, Colombia, 22 al 26 de febrero de 2010.

Cortina, F. y E. Vaquero (2010) "Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología", ponencia presentada en el *Seminario sobre Estadísticas de Ciencia y Tecnología*, organizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de España, la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Cartagena de Indias, Colombia, 22 al 26 de febrero de 2010.

Cox, D. y D. Gagliardi (2009) "The Public/Private Nexus of R&D", IPST Working Paper on Corporate R&D and Innovation, No.5, 2009., European Commission, Luxembourg [consultado el 12/2/2010 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/papers.htm>].

Curi, V. (2010) *Economía del Conocimiento: Difusión e Integración en Puerto Rico*, Tesis de maestría, Departamento de Economía, Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. San Juan, Puerto Rico.

DANE (2010) "Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT)", ponencia presentada en el *Seminario sobre Estadísticas de Ciencia y Tecnología*, organizado por el Instituto Nacional de Estadísticas (INE) de España, la Fundación Internacional y para Iberoamérica de Administración y Políticas Públicas (FIIAPP) y la Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo (AECID), Cartagena de Indias, Colombia, 22 al 26 de febrero de 2010.

De la Vega, I. (sf) "Módulo de capacitación para la recolección y análisis de indicadores de investigación y desarrollo", Working Paper 6, versión preliminar, Redes BID, Banco Interamericano de Desarrollo [consultado el 1/3/2010 en <http://docs.politicasci.net/documents/Doc%2006%20-%20capacitacion%20de%20la%20vega.pdf>].

Departamento del Trabajo y Recursos Humanos (s.f.) *Estadísticas de Empleo por Ocupación 2006, Por actividad industrial*, Negociado de Estadísticas del Trabajo, Departamento del Trabajo y Recursos Humanos, Estado Libre Asociado de Puerto Rico.

European Commission (2006) *The Annual Digest of Industrial R&D*, Directorate General Joint Research Center, European Communities, Spain.

European Commission (2009) *The 2009 EU Industrial R&D Investment Scoreboard*, European Commission Joint Research Center, European Communities, Luxembourg. [Se consultaron también los informes correspondientes a los años 2005, 2006, 2007 y 2008]

Fossum, D., L. Painter, V. Williams, A. Yezril, E. Newton (2000) *Discovery and Innovation: Federal Research and Development Activities in the Fifty States, District of Columbia, and Puerto Rico*, RAND Corporation, Santa Monica, California [consultado en http://www.rand.org/pubs/monograph_reports/MR1194.html el 12/2/2010].

Howells, J. (2009) "Services R&D", IPST Working Paper on Corporate R&D and Innovation, No.4, 2009., European Commission, Luxembourg [consultado el 12/2/2010 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/papers.htm>].



Instituto Nacional de Estadísticas (2009) “Metodología año 2008”, *Estadística sobre actividad de I+D*, publicado en el portal de internet del Instituto Nacional de Estadística de España [consultado el 26/2/2010 en <http://www.ine.es/daco/daco43/metoi+d08.pdf>].

Instituto Nacional de Estadísticas (2009) “Metodología año 2008”, *Encuesta sobre innovación tecnológica en las empresas*, publicado en el portal de internet del Instituto Nacional de Estadística de España [consultado el 26/2/2010 en <http://www.ine.es/daco/daco43/metoite2008.pdf>].

Iturralde, L. y L. Soto (2005) “Desarrollo de los estudios de posgrado en Puerto Rico y su alcance en la investigación”, Consejo de Educación Superior de Puerto Rico, San Juan, Puerto Rico [consultado el 18/12/2010 en <http://www.gobierno.pr/NR/rdonlyres/OE33ADAF-E962-40E8-86B2-FCB6CEE01562/0/EstudioDesarrollodelosEstdePosgradoPRLuisIturralde.pdf>]

Ley Núm. 135 de 1997: Ley de Incentivos Contributivos de 1998. Publicado por la Alianza Ciudadana para la Educación en Energía Renovable [consultado el 10/3/2010 en <http://www.uprm.edu/aceer/leyes/1997LPR135.pdf>].

Ley Núm. 73 de 2008: Ley de Incentivos Económicos para el Desarrollo de Puerto Rico y Enmendar las secciones 1022 y 1232 del Código de Rentas Internas de 1994. Publicado por Lexjuris [consultado el 10/3/2010 en <http://www.lexjuris.com/lexlex/Leyes2008/lexl2008073.htm>].

Moncada-Paternó-Castelló, P. y K. Smith (2009) “Corporate R&D: A Policy Target Looking for Instruments”, IPST Working Paper on Corporate R&D and Innovation, No.1, 2009., European Commission, Luxembourg [consultado el 12/2/2010 en http://iri.jrc.ec.europa.eu/papers/01_IPTS_WP_JRC50908.pdf].

National Science Foundation (2008) *Research and Development in Industry: 2004*, Division of Sciences Resources Statistics, National Science Foundation. [Se consultaron también los informes correspondientes a los años 1995-96, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001 y 2002, el 26/1/2010 en la dirección <http://www.nsf.gov/statistics/industry/>].

National Science Foundation (2009) “Academic Research and Development Expenditures: Fiscal Year 2008”, NSF 10-311, April 2010 [consultado el 14/1/2011 en <http://www.nsf.gov/statistics/nsf10311/>]. [Se consultaron también los informes correspondientes a los años previos, desde 1992 hasta 2007, disponibles en la dirección: <http://www.nsf.gov/statistics/rdexpenditures/>].

National Science Foundation (2008) “State Agency Research and Development Expenditures: Fiscal Year 2006”, NSF 08-310, May 2008 [consultado el 16/3/2010 en <http://www.nsf.gov/statistics/nsf08310/>] y “State Agency Research and Development Expenditures: Fiscal Year 2007”, NSF 10-301, November 2009 [consultado el 16/3/2010 en <http://www.nsf.gov/statistics/nsf10301/>].

National Science Foundation (sf) “Survey of Research and Development Expenditures at Universities and Colleges”, portal del National Science Foundation [consultado el 26/1/2010 en <http://www.nsf.gov/statistics/srvyrdexpenditures/>].

Ortega-Argilés, R. y A. Brandsma (2009) “EU-US Differences in the Size of R&D Intensive Firms”, IPST Working Paper on Corporate R&D and Innovation, No.2, 2009., European Commission, Luxembourg [consultado el 12/2/2010 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/papers.htm>].



- Ortega-Argilés, R., M. Piva, L. Potters y M. Vivarelli (2009) "Is Corporate R&D Investment in High Tech Sectors More Effective?", IPST Working Paper on Corporate R&D and Innovation, No.9, 2009., European Commission, Luxembourg [consultado el 12/2/2010 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/papers.htm>].
- Ortega-Argilés, R., L. Potters y M. Vivarelli (2009) "R&D and Productivity: Testing Sectoral Peculiarities Using Micro Data", IPST Working Paper on Corporate R&D and Innovation, No.3, 2009., European Commission, Luxembourg [consultado el 12/2/2010 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/papers.htm>].
- Potters, L. (2009) "R&D in Low Tech Sectors", IPST Working Paper on Corporate R&D and Innovation, No.8, 2009, European Commission, Luxembourg [consultado el 12/2/2010 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/papers.htm>].
- R&D Magazine (2009) "2010 Global R&D Funding Forecast", Batelle, December 2009 [consultado en http://www.rdmag.com/uploadedFiles/RD/Featured_Articles/2009/12/GFF2010_ads_small.pdf el 1/1/2010].
- Sampat, B. (2007) *Política científica y tecnológica de Estados Unidos: Reseña histórica e implicancias para los países en desarrollo*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), Naciones Unidas, Chile [consultado el 29/1/2010 en <http://www.eclac.cl/iyd/noticias/paginas/4/31424/sampat.pdf>].
- SENACYT (2009) "Encuesta sobre Investigación, Desarrollo e Innovación al Sector Privado: Año 2008", presentación, Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SENACYT), Panamá.
- System of National Accounts, 2008*, European Commission, International Monetary Fund, Organisation for Economic Co-operation and Development, United Nations y World Bank, New York, 2009.
- UNESCO Institute for Statistics (2010) "Measuring R&D: Challenges Faced by Developing Countries", Technical Paper No. 5, UNESCO Institute for Statistics, Montreal
- UNESCO Institute for Statistics (2009) "A Global Perspective on Research and Development", UIS Fact Sheet, October 2009, No. 2.
- UNESCO Institute for Statistics (2003) *Immediate, Medium and Longer-Term Strategy in Science and Technology Statistics*, UNESCO Institute for Statistics, Montreal.
- Unión Europea (2004) Reglamento (CE) N° 753/2004 de la Comisión, de 22 de abril de 2004, por el que se aplica la Decisión no 1608/2003/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo que respecta a estadísticas de ciencia y tecnología, Diario Oficial de la Unión Europea, 23.4.2004, L118/23-31.
- Voigt, P. y P. Moncada-Paternó-Castello (2009) "The Global Economic and Financial Downturn: What Does It Imply for Firms' R&D Strategies?", IPST Working Paper on Corporate R&D and Innovation, No.12, 2009., European Commission, Luxembourg [consultado el 12/2/2010 en <http://iri.jrc.ec.europa.eu/papers.htm>].
- Wolfe, R. (2007) "Expenditures for U.S. Industrial R&D Continue to Increase in 2005; R&D Performance Geographically Concentrated", InfoBrief, National Science Foundation, NSF 07-335, September 2007 [consultado el 26/1/2010 en <http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf07335/>]
- Wolfe, R. (2008) "U.S. Business R&D Expenditures Increase in 2006; Companies' Own and Federal Contributions Rise", InfoBrief, National Science Foundation, NSF 08-313, August 2008 [consultado el 26/1/2010 en <http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf08313/>]



Wolfe, R. (2009) "U.S. Business R&D Expenditures Increase in 2007; Small Companies Performed 19% of Nation's Business R&D", InfoBrief, National Science Foundation, NSF 09-316, July 2009 [consultado el 26/1/2010 en <http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf09316/>].