

**Recepción:** 27 de febrero de 2014

**Aceptación:** 13 de mayo de 2014

**Publicación:** 25 de febrero de 2015

# **DETERMINANTES ECONÓMICOS Y EDUCATIVOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE CENTROS DE R&D EN EL SECTOR FARMACÉUTICO EN PUERTO RICO**

---

## **ECONOMIC DETERMINANTS AND EDUCATIONAL FOR ESTABLISHING R&D CENTERS IN THE PHARMACEUTICAL INDUSTRY IN PUERTO RICO**

Tamara Torres<sup>1</sup>

Ahmad H. Juma'h<sup>2</sup>

Juan C. Karman Fernández<sup>3</sup>

1. Profesor auxiliar de la Universidad de Columbia, Caguas, Puerto Rico. E-mail: [torrest3@yahoo.com](mailto:torrest3@yahoo.com)
2. Catedrático (Finanzas). Escuela de Economía. Recinto Metro. Universidad Interamericana de Puerto Rico. E-mail: [jumah@intermetro.edu](mailto:jumah@intermetro.edu)
3. Catedrático (informática). Escuela de Economía. Recinto Metro. Universidad Interamericana de Puerto Rico. E-mail: [karman@intermetro.edu](mailto:karman@intermetro.edu)

## RESUMEN

El R&D es una actividad crucial para el proceso de la innovación. El establecimiento de centros de R&D por parte de compañías farmacéuticas conlleva una variedad de decisiones estratégicas. La carga económica que representa la investigación y desarrollo de nuevos productos hace que no todas las empresas se encuentren en posición para sostener estos gastos. La localidad de un estado tiene una función muy importante para el establecimiento de estos centros. El objetivo de esta investigación es explorar los determinantes que influyen en la toma de decisiones para el establecimiento de centros de R&D por parte de compañías farmacéuticas que algunas de sus funciones de producción están ubicada en Puerto Rico. Los países seleccionados para la investigación fueron identificados utilizando la venta de las compañías farmacéuticas y que tengan presencia en Puerto Rico para establecer los países donde estas llevan a cabo su proceso de R&D. Los resultados encontrados muestran como los centros de R&D y algunos de manufactura se están dirigiendo a países como China, Singapur e India desplazando a los Estados Unidos en este campo. Estos países ofrecen incentivos y cuentan con un número de ventajas económicas que le resultan en ventajas competitivas a las multinacionales para su establecimiento. Sus indicadores económicos muestran como estos países se están desarrollando positivamente. Como conclusión si Puerto Rico interesa competir en la nueva economía mundial debe dirigir sus esfuerzos a fomentar y desarrollar una economía fundamentada en el conocimiento. Ello, debido a que el nuevo motor económico mundial girará alrededor de los activos del conocimiento, como la ciencia, la tecnología e investigación.

## ABSTRACT

The R&D is a crucial activity for the process of innovation. The establishment of R&D centers by pharmaceutical companies involves a variety of strategic decisions. The economic burden of research and development of new products means that not all companies are in a position to support these costs. The locality of a state has a very important for the establishment of these centers function. The objective of this research is to explore the determinants that influence decisions to establish R & D centers by pharmaceutical companies that some of their production functions are located in Puerto Rico. The countries selected for the study were identified using the sale of the pharmaceutical companies that have a presence in Puerto Rico to establish the countries where they carry out their R & D process. The results show how R&D centers and manufacturing some are turning to countries like China, Singapore and India moving to the United States in this field. These countries offer incentives and have a number of economic benefits will result in competitive multinationals for their establishment advantages. Economic indicators show how these countries are developing positively. In conclusion if Puerto Rico interested in competing in the new global economy should direct their efforts to promote and develop a knowledge-based economy. This, because the new world economic engine revolve around knowledge assets, such as science , technology and research.

## **PALABRAS CLAVE**

Centro de R&D, innovación, factores económicos y factores educativos.

## **KEY WORDS**

R&D Center, innovation, economic factors and educational factors.

## INTRODUCCIÓN

El proceso de investigación y desarrollo (R&D, por el acrónimo en inglés de *research and development*) ha ido transformando muchas industrias. En el último siglo, la innovación en sectores como el automotriz, la aviación, las telecomunicaciones y la electrónica ha sido la propulsora principal del crecimiento de la economía y ha posicionado a los Estados Unidos como el líder económico en el nivel mundial. En la actualidad, hay nuevos campos emergiendo, especialmente en áreas de las ciencias y la tecnología, que pueden definir el éxito económico de una nación en el siglo XXI. Entre estos campos se encuentra el sector biofarmacéutico, que es responsable del desarrollo de nuevas medicinas y promete posicionar a Estados Unidos como líder del R&D intensivo en este campo (Burns, 2009).

El sector biofarmacéutico en los Estados Unidos provee empleos en todos los estados, y en Puerto Rico como territorio. Según el Pharmaceutical Industry Profile (2010), en el nivel de Estados Unidos, el sector biofarmacéutico fue proveedor directo de 686,422 empleos y un total de 3.2 millones en empleos indirectos en el 2006. De hecho, este sector tuvo un impacto macroeconómico, al hacer una contribución de \$88.5 mil millones al producto interno bruto (de aquí en adelante, PIB) en el 2006, contribución que constituye el triple de los promedios de las contribuciones en otros sectores del resto de la economía. La inversión del sector en el R&D de nuevos medicamentos en el año 2009 alcanzó los \$56.1 mil millones. De esta inversión, se estima que \$44.9 mil millones fueron utilizados en investigación dentro de los Estados Unidos. Este estimado representa una inversión en la investigación en los Estados Unidos de \$65,381 por empleo directo, o aproximadamente ocho (8) veces el estimado de gasto del sector público de R&D por empleado en todas las industrias manufactureras entre el 2000 y el 2004. Para el 2009, el gasto en R&D en los Estados Unidos aumentó a 65.3 mil millones de dólares.

Para determinar los factores que influyen en la toma de decisiones para el establecimiento de centros de R&D por parte de compañías farmacéuticas que algunas de sus funciones de producción están ubicada en Puerto Rico, este artículo es organizado como sigue: dentro del marco conceptual se incluye un resumen de la economía de Puerto Rico, la importancia de la farmacéutica a la economía de Puerto Rico, la existencia de centros de R&D en Puerto Rico, determinantes económicos y el establecimiento de R&D, la educación y el establecimiento de centros de R&D. Seguido por la presentación de los datos y la metodología y finalmente los resultados y conclusiones.

## DESARROLLO DE LA ECONOMÍA EN PUERTO RICO

El crecimiento económico que Puerto Rico experimentó en la década de 1950 se utilizó como ejemplo para otros países que estaban en vías de desarrollo durante ese periodo. Con el fin de la Segunda Guerra Mundial se propició el flujo de capital en el sector manufacturero puertorriqueño de parte de empresarios norteamericanos, flujo facilitado en su mayoría por exenciones contributivas. A finales de los años 40, se presentó una escasez local de capital, empresarios y tecnología, lo cual creó un ambiente adecuado para establecer un programa de exención contributiva insular y federal. Estos elementos dieron paso a una expansión de la producción bruta per cápita en Puerto Rico, de \$342 en 1950 a \$9,200 en 1999. En el 1990, el ingreso per cápita de Puerto Rico estaba clasificado en el número 27 de un total de 131 países en todo el mundo, con un valor mayor que muchos países de América Latina (Alameda & González, 2001). Según Alameda y González, en Puerto Rico se identifican cuatro etapas tecnológicas que están ligadas al desempeño en el sector manufacturero. En particular:

1947 – 1965: Mano de obra intensiva

1966 – 1976: Capital intensivo con la promoción de las petroquímicas

1977 – 1992: Alta-tecnología

1993 – presente: Nuevo modelo de desarrollo económico

## LA IMPORTANCIA DE LA FARMACÉUTICA A LA ECONOMÍA DE PUERTO RICO

Puerto Rico se ha beneficiado de la industria farmacéutica desde hace muchos años. Según la Asociación Industrial Farmacéutica de Puerto Rico (2012), (PIA, por sus siglas en inglés), esta industria ha creado alrededor de 30,000 empleos directos y cerca de 90,000 indirectos, representando más del 26% de la fuerza trabajadora en el sector industrial, y compra anualmente un total de 5,000 millones de dólares en bienes y servicios. PIA une y representa las farmacéuticas multinacionales basadas en la investigación y las compañías de biotecnología con operaciones en Puerto Rico. Se dividen en 18 corporaciones, organizadas en 31 establecimientos de manufactura, con 17 entidades comerciales y 6 oficinas corporativas. La industria también provee un mercado para otros sectores como los pequeños negocios y organizaciones profesionales, que satisfacen las necesidades de la industria por una amplia gama de productos y servicios en áreas como componentes de manufactura, servicios de comida, ingeniería, servicios legales y médicos, servicios bancarios, seguros, transportación y comunicación, turismo y otros. Adicional, el salario promedio de los trabajadores de producción es el más alto pagado en Puerto Rico entre las compañías manufactureras. En el 2005, 66% de todas las exportaciones de Puerto Rico fueron productos de la industria farmacéutica.

Puerto Rico se posiciona como el quinto productor de manufactura farmacéutica con alrededor de 89 plantas de manufactura. Tercero en manufactura biotecnológica con 2 millones de pies cuadrados y séptimo entre exportadores de dispositivos médicos, con un total de 56 plantas en la Isla. La fuerza trabajadora puertorriqueña cuenta con un historial de más 60 años en la industria química y farmacéutica, más de 25 años en la biotecnología moderna, más de 40 años en el área de dispositivos médicos y más de 40 años en la manufactura de electrónicos (García, 2008).

La industria de las ciencias vivas o las biociencias se refiere a las industrias que trabajan con el desarrollo, manufactura y comercialización de productos y servicios farmacéuticos, biotecnológicos y dispositivos médicos, servicios del cuidado de la salud e industrias aliadas. Estos son los sectores industriales que se destacan en el nuevo siglo, y prometen beneficios para la salud humana y crecimiento económico. En el 1985 se estableció en Puerto Rico INDUNIV, una organización sin fines de lucro que representa a la industria, el gobierno y el sector académico. El consorcio promueve la competitividad de la isla en la ciencia y la tecnología, además de realizar esfuerzos para desarrollar la economía del conocimiento. INDUNIV facilita la colaboración entre la industria, el gobierno y el mundo académico, desarrolla estrategias, y formula políticas públicas y aboga por su aplicación. Es un promotor incansable y un catalizador para el desarrollo de centros de excelencia, parques tecnológicos e incubadoras para allanar el camino en la cadena de valor de la innovación a través de la comercialización de los productos, la mejora de la competitividad de Puerto Rico y hacerlo más atractivo para las actividades manufactureras (INDUNIV Research Consortium, 2011).

## LA EXISTENCIA DE CENTROS DE R&D EN PUERTO RICO

La investigación y desarrollo en Puerto Rico ha estado limitada a las compañías farmacéuticas que llevan a cabo procesos de R&D pequeños y a las universidades que reciben fondos federales para llevar a cabo procesos de investigación. Desde el 1996, se aprobó una Política Pública para Ciencia y Tecnología en Puerto Rico, la cual recoge el consenso de sectores que consideran que el desarrollo de R&D y la innovación en Puerto Rico no sería viable a menos que hubiese métricas claras y distintas para medir la inversión y el rendimiento del R&D y la innovación en las empresas de Puerto Rico. El Instituto de Estadísticas de Puerto Rico luego de 15 años de su establecimiento, publica un estudio realizado por Manuel Lobato (2011) que intenta proveer datos que permitan medir cuántos recursos económicos y humanos se destinan a la investigación y desarrollo. Entre sus hallazgos para el año 2009, se encuentran:

- Los sectores que tienen inversiones en R&D son las empresas privadas, las instituciones de educación postsecundaria, la administración pública y las organizaciones privadas sin fines de lucro.
- Una inversión total en R&D estimada de \$466.8 millones, representando el 0.49% del PIB de la Isla.
- Un total de 6,772 personas dedicadas a actividades de R&D, total o parcialmente, representando el 0.62 % del total de la fuerza laboral de Puerto Rico. De dicho total, 3,883 (57%) se categorizan como investigadores, y el restante corresponde a técnicos y personal de apoyo.
- Un 67 % de la inversión en R&D en Puerto Rico la realizan empresas privadas. Entre los sectores que aportan a esta inversión se encuentran la fabricación de productos farmacéuticos, servicios de investigación científica y desarrollo, y servicios de consultoría en computación.
- Un 25% de las empresas que realizan R&D corresponde a sucursales de compañías americanas. El 91% de la inversión del sector empresarial en R&D la realizan compañías americanas.
- Las entidades de educación postsecundaria realizan solo un 28% de la inversión en R&D en Puerto Rico; las entidades de administración pública (excluyendo las universidades), solo un 3% de la inversión; y las organizaciones sin fines de lucro, solo un 2%.

La Tabla 1 presenta los indicadores económicos principales para la inversión de R&D en Puerto Rico en el 2008. Los fondos provenientes de la Fundación Nacional de las Ciencias (NSF, por sus siglas en inglés) han estado en peligro por incumplimientos con las estipulaciones de un plan de acción correctivo por parte de la universidad en el año 2011. De no adherirse al plan correctivo, la universidad podría llegar a perder \$33 millones en fondos y se quedarían muy limitados los recursos para la gestión científica (Cortés, 2012).

**Tabla 1:** Indicadores de Inversión en R&D de Puerto Rico durante el 2008

**Fuente:** Battelle/BIO State Bioscience Initiatives (2010)

Fondos provenientes del National Institute of Health	\$59.1 millones
Fondos provenientes del National Science Foundation for Biological Science Research	\$2.4 millones
Número de grados relacionados a las biociencias conferidos	1,627
Número de grados de PhD conferidos en los campos Biológicos, Médicos o de Ciencias	18
Empleos en ocupaciones relacionadas a las biociencias	4,900
Capital para inversiones en Biociencias 2004-09 (\$ millones)	\$30.8
Patentes relacionadas las Biociencias, 2004-09	35
Empleos totales en la industria de la Biociencia	43,104



## DETERMINANTES ECONÓMICOS Y EL ESTABLECIMIENTO DE R&D

Los procesos de innovación difieren grandemente de un sector a otro, tanto en términos de desarrollo, tasa de progreso tecnológico, y vínculos y acceso al conocimiento, como en términos de estructuras organizativas y factores institucionales. En los sectores de alta tecnología, la R&D desempeña un papel central en las actividades de innovación, mientras que otros sectores se apoyan en un grado mayor sobre la adopción del conocimiento y la tecnología (Manual Oslo, 2005).

La Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OECD, por sus siglas en inglés), agrupa a 34 países en un foro único donde los gobiernos pueden comparar sus experiencias, buscar respuestas a problemas comunes, identificar las mejores prácticas y trabajar para coordinar políticas públicas, tanto económicas como sociales. La organización ayuda a los gobiernos integrantes y otros a diseñar estrategias para la economía del siglo XXI. Una de las principales tareas de la OECD es evaluar de que manera las políticas públicas sobre ciencia, tecnología, innovación y educación pueden contribuir eficazmente al crecimiento económico sostenido y a la creación de empleos. La OECD emite recomendaciones para afrontar los retos que surgen de las industrias concentradas en las nuevas ciencias, entre las que destaca la biotecnología. Asimismo, encabeza la elaboración de indicadores que midan la capacidad de innovación de sus países integrantes.

Las disparidades en la capacidad para generar y aplicar el conocimiento científico y tecnológico han crecido entre, por un lado, los países que forman parte de la llamada “Tríada Económica” (América del Norte, Japón y Europa Occidental) y los no pertenecientes a la Tríada (en su mayoría países en desarrollo y menos desarrollados del resto del mundo), así como los países que no forman parte de la Tríada al tiempo que están formando nuevas categorías (tales como Brasil, Rusia, India, China y Singapur) (Gaillard, 2010). Estas disparidades pueden ser medidas utilizando una variedad de indicadores socioeconómicos, así como también indicadores en ciencia y tecnología/ investigación y desarrollo (S&T/R&D, por sus respectivas iniciales en inglés). Con estas medidas, se hace posible la clasificación de las posiciones relativas de un país dado con respecto al resto del mundo y construir grupos o tipologías de países, que se describen, por ejemplo, como países *industrializados*, *recién industrializados*, *emergentes*, *en desarrollo* y *menos desarrollados*. Aunque la posición de un país no está garantizada para siempre, la estabilidad política, los cambios en presupuestos y los incentivos, entre otros, pueden provocar cambios significativos en cortos periodos de tiempo.

## LA EDUCACIÓN Y EL ESTABLECIMIENTO DE CENTROS DE R&D

En las últimas décadas, las universidades han estado experimentando con asumir roles diferentes y seguir tendencias nuevas que tienen implicaciones serias en su estructura y funcionamiento. Los gobiernos y organismos implicados en la educación superior han estado implementando estrategias para mejorar la eficiencia de las universidades y así asegurar un funcionamiento mejor. Los sistemas de indicadores son solo una de las herramientas disponibles para evaluar el funcionamiento de las universidades ya que evaluar los sistemas educativos en general, y el superior en particular, es un proceso complejo cuya esencia es analizar el grado en que determinados objetivos se alcanzan (Palomares, García & Castro, 2008).

No hay definiciones de indicadores educativos que satisfagan completamente a los analistas. En general, las definiciones son pragmáticas y los indicadores educativos se definen por la utilidad o uso que brindan. Los indicadores suelen ser medidas estadísticas de aspectos que los sistemas educativos consideran importantes. Los indicadores genuinamente útiles no son solo medidas estadísticas, sino indicadores que también permitan construir visiones y levantar expectativas (Morduchowicz, 2006).

En la actualidad, la educación superior es en sí una industria global y cada universidad desea tener más estudiantes extranjeros. Más de 300 millones de personas estudian fuera de su país de origen. Los QS World University Rankings son una forma de identificar las mejores universidades del mundo, con lo cual alcanzar clasificaciones altas en esta publicación es ahora parte esencial de los objetivos estratégicos de las empresas de educación superior por todo el mundo. La tabla para calibrar las fortalezas del sistema universitario provee un enfoque más a fondo de las capacidades universitarias nacionales. Este sistema utiliza cuatro medidas de igual ponderación para evaluar el poder comparativo de los diferentes sistemas universitarios. Entre las categorías que se toman en consideración se encuentran: el sistema—cantidad de universidades que tiene un país dentro de las primeras 500 clasificaciones mundiales y su posición promedio; el acceso— mide el éxito de cada nación en lograr que la gente llegue a la universidad (se calcula dividiendo el tamaño de la población universitaria del país por la raíz cuadrada de su población en total); el “flagship” o punta de lanza—utiliza la posición de las mejores universidades de cada país en la clasificación (importante porque muchos países consideran vital contar con al menos una universidad que se sitúe en el escenario mundial); y la última medida es la económica, la cual reconoce los países que han creado un sistema universitario viable en circunstancias económicas difíciles (Ince, 2010).

## DATOS Y METODOLOGÍA

Para la recopilación de los datos, En primer lugar, se identificaron las compañías farmacéuticas con manufactura en Puerto Rico que se encuentran clasificadas en los primeros 50 lugares en el mundo, según sus ventas globales de medicamentos por receta, según la revista *Pharmaceutical Executive*. Se estima que hay más de 30 empresas farmacéuticas establecidas en Puerto Rico. Para la investigación se identificaron las primeras 15 compañías según identificadas por *Pharmaceutical Executive*. Se determinó que, de éstas, 14 tienen presencia en Puerto Rico y centros de R&D en otras partes del mundo. Como parte de la investigación, se identificaron los países en que las compañías farmacéuticas con centros de manufactura en Puerto Rico llevan a cabo su proceso de R&D (Refiérase Tabla 2), Estos países fueron identificados para poder realizar comparaciones de índole económica y académica, entre estos y Puerto Rico.

**Tabla 2:** La localidad de R&D por compañías farmacéuticas ubicadas en Puerto Rico.

Fuentes: “Webpages” de las compañías indicadas en la tabla, extraídas (2 de mayo de 2012).

Compañías Farmacéuticas	Localidad de R&D
<b>Pfizer</b>	Estados Unidos, Inglaterra
<b>GlaxoSmithKline</b>	Estados Unidos, Francia, España, Italia, Croacia, China, Reino Unido
<b>Sanofi-Aventis</b>	Estados Unidos, Canadá, Francia, Alemania, Hungría, Japón, Reino Unido, Italia, España
<b>Novartis</b>	Estados Unidos, Suiza, Italia, China, Japón, Indonesia, Singapur, India, Reino Unido
<b>AstraZeneca</b>	Estados Unidos, Canadá, Francia, Suecia, Japón, India, Reino Unido
<b>Johnson &amp; Johnson</b>	Estados Unidos, España, Francia, Bélgica, Suiza, China, India, Reino Unido
<b>Merck</b>	Estados Unidos, Canadá, Italia, Francia, Japón, Reino Unido
<b>Roche</b>	Estados Unidos, Canadá, Austria, Alemania, Suiza, Japón, China, Reino Unido, Australia
<b>Eli Lilly</b>	Estados Unidos, Canadá, España, Japón, China, Reino Unido, Australia, Singapur
<b>Wyeth</b> (En el 2009 se fusionó con Pfizer)	Estados Unidos, Irlanda, Japón, China, África, Australia
<b>Abbott</b>	Estados Unidos, Alemania, Japón, China, Singapur
<b>Bristol-Myers Squibb</b>	Estados Unidos, Francia, Bélgica, Inglaterra
<b>Schering-Plough</b> (En el 2009 se fusionó con Merck)	Estados Unidos, Escocia, Alemania, Francia, Japón

Aunque los indicadores señalan que las multinacionales realizan su R&D fuera de las fronteras de su país de origen cada vez más, atraer esos procesos y retenerlos no resulta una tarea fácil. Según el *2008 EU Survey on R&D Investment Business Trends* (2009), que aborda las tendencias de inversión privada en R&D, más del 50% de las multinacionales encuestadas presentes en el *Industrial R&D Investment Scoreboard* informaron que su país de origen era el “más atractivo” y, por tanto, el preferido para localizar la inversión en R&D. Tradicionalmente, la actividad de R&D ha sido la menos internacionalizada de la cadena de valor debido a su propia naturaleza (el conocimiento tecnológico es tácito ya que va unido a las personas, es difícil de transferir, se encuentra ligado a localizaciones concretas y necesita de fuertes sinergías y economías de escala). Además, el R&D es la función que

probablemente genera mayor valor añadido y, por tanto, constituye la actividad internacional más deseable a atraer desde el punto de vista del país receptor (Miravittles, Guitart, Achcaoucaou & Nuñez, 2010).

Según lo antes expuesto, no hay factores específicos que puedan explicar por qué un país es escogido sobre otro para ubicar las actividades de R&D. Para efectos de la investigación, se realizó una evaluación de los determinantes estudiados por diferentes autores. De esta manera se identificaron y analizaron los determinantes que aplican al caso de Puerto Rico. Los determinantes seleccionados en el análisis se recopilaron para un periodo base de 10 años. Este periodo representa el final de lo que fue la Sección 936—la provisión contenida en el Código de Rentas Internas Federal del 1954 que otorgaba a las compañías estadounidenses que operaban en Puerto Rico y que reunían determinados requisitos, un crédito contributivo generalmente igual al de su responsabilidad contributiva federal.

Siguiendo estudios que abarcan las áreas económicas de inversión y el establecimiento de centros de investigación y desarrollo (Lobato 2011 y Theriault, 1995), el Banco Mundial ha sido la fuente primaria de información utilizada y los indicadores utilizados son los siguientes:

- *Tasa de crecimiento anual del PIB*
- *Desempleo total (% de la población activa total)*
- *Tasa de población activa total (% de la población total mayor de 15 años)*
- *Por ciento de la población abonado a la Internet por banda ancha fija*
- *Por ciento de la población usuaria de Internet*
- *Cantidad total de impuestos pagados por empresas*
- *Por ciento de las tasas de interés totales pagadas por las empresas*
- *Gasto en investigación y desarrollo (R&D) como % del producto interno bruto*
- *Número de artículos publicados en revistas científicas y tecnológicas*
- *Cantidad de investigadores en R&D (por millón de habitantes)*
- *Precio de la energía (KV/h) en dólares*

Se han utilizado determinantes académicos y educativos. Entre ellos, se encuentran los siguientes:

- Comparaciones entre Puerto Rico y Estados Unidos en tendencias de ciencias y tecnología (S&T) en relación a grados conferidos – los datos para Puerto Rico son informados según su disponibilidad y diversas fuentes los recogen con frecuencia, haciendo confusa la metodología usada para la recolección de datos y el análisis, en comparación con los estados. Las tendencias son parte de los indicadores de ciencias e ingeniería para el año 2012 publicados por el National Science Board.
- Clasificación de universidades (*university rankings*) – En la actualidad, la alta educación es una industria global. Las universidades desean tener más estudiantes extranjeros y más de 300 millones de personas estudian fuera de su país de origen. Este sistema utiliza cuatro medidas de igual ponderación para evaluar el poder comparativo de los diferentes sistemas universitarios. Las clasificaciones de las universidades se obtuvieron del QS World University Rankings.

Dentro de los resultados que incluyen primero la selección de los países donde las farmacéuticas establecidas en Puerto Rico llevan a cabo su proceso de R&D, se incluye una descripción estadística de los factores económicos y generales de Puerto Rico y los países donde las compañías farmacéuticas tienen establecidos sus centros de investigación y desarrollo (R&D) y los indicadores académicos.

## SELECCIÓN DE PAÍSES CEDE DE CENTROS DE R&D

Los países seleccionados para la investigación fueron identificados utilizando las mejores compañías farmacéuticas según la revista *Pharmaceutical Executive*, a su vez se identificaron las compañías con presencia en Puerto Rico para establecer los países donde estas llevan a cabo su proceso de R&D. Se identificaron 10 compañías farmacéuticas y 22 países donde se lleva a cabo su proceso de R&D, entre los países se encuentra Puerto Rico el cual se utiliza para realizar comparaciones entre los indicadores seleccionados.

## INDICADORES ECONÓMICOS

Para el marco general se presentan indicadores económicos que incluyen: tasa de crecimiento anual del PIB (%); por ciento (%) de desempleo de la población total activa; tasa de población activa total (% de la población total mayor de 15 años); por ciento (%) de la población abonada a Internet por banda fija; por ciento (%) de la población usuaria de Internet; cantidad total de impuestos pagados por empresas; por ciento (%) de tasas de interés totales pagado por empresas; gastos en investigación y desarrollo (R&D) en relación al PIB (%); número de artículos publicados en revistas científicas y de tecnología; cantidad de investigadores en R&D (por millón de personas); y precio de la Energía (KV/h) (\$US).

Para la *tasa de crecimiento anual del producto interno bruto*, se utilizó un periodo de estudio de 20 años, 1990–2009. Durante este periodo, se encontraron en los datos fluctuaciones para este indicador. Para la mayoría de los países analizados, hubo cambios durante el periodo. Solo para India, China y Alemania los cambios en la tasa de crecimiento del PIB fueron positivos durante el periodo de estudio. India tuvo un aumento en los dos últimos años del periodo de estudio, con un cambio de 2.6 %. Para el 2009, último año de datos recopilados los países con cambio positivo en la tasa de crecimiento fueron India, China, Alemania e Indonesia. El valor más alto en el periodo de estudio fue el de China con un 9.1%, un valor promedio de 10.1% y una desviación estándar de 2.6. A pesar de presentar una disminución en el crecimiento durante los últimos años, las fluctuaciones en China no han sido drásticas. El valor de la desviación estándar de 2.6 muestra los cambios durante el periodo de estudio. Durante el mismo periodo, Irlanda presenta el valor de mayor cambio negativo con un -7.1%. En su caso, el promedio fue de 5.4% y la desviación estándar, 4.5. Irlanda presentó crecimiento hasta el año 2000; luego, empezó a fluctuar. Desde el 2008, la tasa de crecimiento presenta una contracción de la economía. El promedio de todos los países para este indicador corresponde a 3.1 y la desviación estándar, 3.9.

Para Puerto Rico, los datos disponibles se obtuvieron hasta el año 2011 (CIA WorldFactBook). En Puerto Rico, la tasa de crecimiento ha sido negativa desde el 2008. Los cambios en la tasa de crecimiento del PIB se mantuvieron positivos hasta el 2007. En el 2010, hubo una contracción de -3.70% y para el 2011, de -5.30%. Desde el 1990 el crecimiento de Puerto Rico ha sido poco. De hecho, desde el año 2005, se encuentra en una etapa de gran deterioro económico y no solo ha dejado de crecer, sino que se ha contraído.

Para el *por ciento de desempleo de la población total activa (%)*, el periodo de estudio también fue de 20 años, 1990–2009. Para el por ciento de desempleo, el valor mayor lo obtuvo España en el 2009, con un 18%, un promedio de 15.4% para todo el periodo y una desviación estándar de 5.3. España presenta fluctuaciones en este indicador, en el 2007 presentaba un 8.3 % de desempleo y luego del año 2008 comenzó el aumento. En este indicador, Puerto Rico tuvo el segundo valor más alto con un 13.4% en el año 2009, un promedio de 12.9 % y 2.2 de desviación estándar. La desviación estándar de este indicador para Puerto Rico muestra que sus fluctuaciones han sido pocas. El valor más bajo ocurrió en el año 2000, con un 10.1%. Los países con las tasas de desempleo más bajas fueron Malasia, Suecia y China con un 3.7%, 4.1% y un 4.3 % respectivamente. India es el país con la menor cantidad de datos disponibles, cubriendo solo hasta el 2004. El valor para las tasa de desempleo de India fue de 4.4% para el año 2004. Un por ciento de desempleo alto significa que no hay trabajos: si no hay trabajos, ni una fuerza laboral robusta, no habrá entonces producción. A su vez, si no hay producción, la economía se estanca o contrae, como se señala en el indicador anterior.

Para el indicador de la *tasa de población activa total (% de la población mayor de 15 años de edad)*, el periodo utilizado fue de 20 años, 1990–2009. Había datos disponibles para todos los países incluidos en la investigación. El valor mayor para la tasa de población activa en el año 2009 corresponde a China con un 73.7%, un promedio de 77.0 % y una desviación estándar de 2.0. Todos los países incluidos en la investigación obtuvieron valores por encima del 50% de la población, excepto Puerto Rico (46.1%) e Italia (49.1%) para el año 2009. Los valores promedio para estos países dentro del periodo de estudio fueron de 47.1% y 48.3%, respectivamente. Puerto Rico se ha caracterizado por tener una tasa de población activa total baja. Esta cifra ha rondado entre 45% y 49% en los últimos 20 años cubiertos por el estudio, en comparación con países como China, Suiza y Estados Unidos que han llegado a tener porcentajes entre 65% y 74%. Tasas de población activa total bajas tienen un impacto sobre la competitividad. El 46.1%, para Puerto Rico significa que habría 1.8 millones de personas que no trabajan y no están buscando trabajo alguno.

Para el *por ciento de la población abonada a Internet por banda ancha fija*, el periodo utilizado fue de 10 años, 2000-2009. En el 2009, los porcentajes más altos los obtuvieron Suiza (33.9%) y Suecia (40.9%) y un promedio de 18.4% y 20.8 % respectivamente. Para este indicador los valores fluctuaron durante el periodo de estudio. Para Puerto Rico, no había datos disponibles para el 2009; para el 2008, el valor fue de 10.8%. Los porcentajes más bajos los obtuvo India e Indonesia ambos con un 0.7 % para el año 2009. El porcentaje para Puerto Rico representa una mejor infraestructura tecnológica y un mayor acceso en las comunicaciones, al compararse a países como India e Indonesia, pero no así al compararse con países como Suecia, Suiza y Francia.

En el *por ciento de la población usuaria de Internet*, el periodo utilizado fue de 20 años, 1990–2009. Los países con valores más altos para este indicador lo fueron Reino Unido con un 83.2 % y Suecia con un 90.3 % para el año 2009. Para este indicador, todos los países del estudio sobrepasan el 50 %, con excepción de China (28.8%), Italia (48.5%), Puerto Rico (25.2%), India e Indonesia—estos últimos habiendo obtenido los valores más bajos con 5.3% y 8.7 %, respectivamente. Al igual que para el indicador de abonados a Internet por

banda ancha fija, en este indicador se evidencia que Puerto Rico cuenta con una infraestructura tecnológica de mayor alcance. Alrededor de un 1 millón de personas tiene acceso a Internet en la Isla. No obstante, este nivel de acceso no se compara con el de países como Suecia, Reino Unido y Alemania.

Para la *cantidad total de impuestos pagados por empresas*, el periodo de estudio fue de 5 años. Los países con los valores más altos para este indicador lo son India con una cantidad de 59 impuestos e Indonesia con 51 impuestos. Los países con los valores más bajos lo son Singapur con un total de 5 y Suecia con 2 impuestos. Puerto Rico obtuvo un total de 16 impuestos para este indicador. El valor de los impuestos pagados por las empresas en Puerto Rico se ha mantenido constante durante los últimos años. Si bien Puerto Rico no tiene cantidades tan bajas como Singapur o Suecia, sí es cierto lo que se recauda en impuestos es menor que en países como India e Indonesia.

En el indicador de *las tasas de interés total pagadas por empresas*, el periodo utilizado en la investigación fue de 5 años, 2005–2009. El valor más alto para este indicador lo obtuvo Italia con un 68.4% en el año 2009. Puerto Rico, Indonesia, Francia y China obtuvieron valores por encima de 60% para el mismo año 2009. Los valores más bajos le corresponden a Irlanda con un 26.5 % y Singapur con un 27.8 %. Puerto Rico cuenta con un 64.7% de tasas de interés totales. En el caso de Puerto Rico, si bien cuenta con una cantidad total de impuestos pagados por empresas moderadas al compararse con otros países, su tasa de interés total se compara con las de los países con las tasas más altas. Singapur cuenta tanto con una cantidad total de impuestos pagados baja, como con una tasa de interés baja. Esta combinación se convierte en un atractivo para inversionistas, aunque este país solo cuenta con dos empresas farmacéuticas con centros de R&D establecidos allí. Irlanda presenta el porcentaje de tasas de interés más bajo, el cual ha representado un atractivo durante los últimos años por parte de la industria farmacéutica para establecerse en el país.

Para el indicador de *gastos en investigación y desarrollo (R&D) en relación al PIB (%)*, el periodo de estudio utilizado fue uno de 13 años, 1996-2008. Para Puerto Rico solo hubo datos disponibles para el año 2009, cuando la razón de gastos en R&D a PIB fue de 0.49%. El valor más alto para los gastos de R&D en relación al PIB lo obtuvo Suecia con un 3.62 % para el año 2009, seguido por Japón con un 3.44 % y Suiza con un 3.0 % para el 2008. Malasia, Indonesia, India y Croacia, tuvieron los valores más bajos, desde un 0.05% hasta 0.81% durante el periodo de estudio. Los restantes países evidenciaron un aumento en su por ciento durante los últimos años. El porcentaje de Puerto Rico indica que la inversión en Puerto Rico en la R&D, al tomar en cuenta el tamaño de su economía es inferior a la de casi todos los países de estudio, por mucho.

En el *número de artículos publicados en revistas científicas y de tecnología*, el periodo de estudio utilizado fue de 18 años, 1990–2007. Se obtuvieron datos para todos los países en la investigación excepto para Puerto Rico. Estados Unidos fue el país con más publicaciones, con un total de 209,695, e Indonesia el país con el número menor, con un total de 198. La mayoría de los países en la investigación demostró un aumento en el número de artículos publicados según el pasar de los años de estudio. Como se había mencionado en la metodología, las revistas científicas son vitales para el desarrollo de la ciencia. A su vez, la universidad tiene como misión social generar conocimiento a través de la investigación



científica, ciencia, tecnología e innovación. Los artículos publicados en las revistas profesionales son herramientas para estudiar dicha investigación científica. Puerto Rico no cuenta con estadísticas en donde se pueda indicar cuantos artículos se publican anualmente en el país. Esto a pesar de que ese 0.49% de gastos en R&D como proporción del PIB proviene de la R&D en instituciones postsecundarias, las cuales aportan un 28.2 % de los gastos.

Para el indicador de la *cantidad de investigadores en R&D (por millón de personas)*, el periodo de estudio fue de 13 años, 1996–2008. El valor más alto para este indicador lo obtuvo Singapur en el 2007, con 6,088 investigadores. Para Puerto Rico, no hubo datos disponibles mediante el Banco Mundial. Para países como Austria, India, Indonesia, Malasia y Suiza la cantidad de datos disponibles fue menor a la de los otros países dentro de la investigación. Los valores más bajos los obtuvo India con 111 investigadores para el año 2000 e Indonesia con 205 para el 2001. Según Lobato (2011), en la Encuesta piloto sobre Ciencia y Tecnología 2009, se reporta que en Puerto Rico hay cerca de 6,772 personas dedicadas a actividades de R&D de forma total o parcial. Y solo 3,388 personas de esta cantidad son investigadores, representando un 57% del total.

En el indicador del *precio de la energía (KV/h), en dólares*, el periodo de estudio fue de 9 años, 2001–2009. Para este indicador, no se obtuvieron datos para Bélgica, China, Croacia, India, Malasia y Suecia. Para Puerto Rico, los valores se obtuvieron de las estadísticas de la Autoridad de Energía Eléctrica. El valor más bajo en el costo de la energía lo obtuvo Estados Unidos, con un \$0.068 para el 2009, Francia obtuvo un \$0.06 y Hungría \$0.064, para el 2008. El valor más alto le corresponde a Italia con \$0.29 en el año 2008. Tomando en consideración que los costos en energía representan una de las partidas de gastos más altas para las empresas, una tarifa competitiva representa más oportunidades de inversión. Indicadores académicos y educación.

## INDICADORES ACADÉMICOS

Para los indicadores de educación, se hicieron comparaciones entre Puerto Rico y los Estados Unidos en tendencias de ciencias y tecnología (S&T) en el renglón de grados conferidos (Refiérase al Apéndice E), según los indicadores de la fundación nacional para las ciencias (NSF, por sus siglas en inglés). Estos indicadores presentan una comparación entre los estados de EE.UU., Puerto Rico y el promedio de todos los estados de EE.UU. En la investigación, se decidió observar los cinco valores más altos, los cinco más bajos, los valores del indicador en Puerto Rico y los promedios de Estados Unidos. Según los datos, los estados más recurrentes en los que las principales industrias farmacéuticas establecidas en Puerto Rico han ubicado sus centros de R&D son: Connecticut, California, Missouri, Massachusetts y New Jersey.

Para los grados de bachillerato en general conferidos por cada 1,000 individuos entre 18 y 24 años de edad, por estado, correspondientes a los años 2000, 2005 y 2009 (# grados/1,000 individuos), los estados con el menor número de bachilleratos conferidos fueron Nevada, con 23.3 en el 2000, y Alaska con 18.1 y 20.4 en 2005 y 2009,

respectivamente. En los tres años observados, el estado con el mayor número de bachilleratos fue el Distrito de Columbia, con 93.4, 135.8 y 151.5, respectivamente. Para los años correspondientes, Puerto Rico confirió 37.7, 40.9 y 43.4 bachilleratos. Estos valores resultaron caer en cada año estudiado por debajo del promedio de todos los estados de Estados Unidos, que fue en cada caso 45.3, 48.9 y 52.7. Al comparar los valores de Puerto Rico con los de aquellos estados con mayor número de centros de R&D, el valor de Puerto Rico fue menor siempre, excepto por California. En general, en cada uno de los tres años de estudio, los valores se dispersaron entre 23 y 151. Se destaca que el valor para el número de bachilleratos otorgados para el grupo de edad de 18–24 años en Puerto Rico durante el periodo de estudio muestra un aumento.

Para los grados de bachillerato en ciencia e ingeniería conferidos por cada 1,000 individuos entre 18 y 24 años de edad, por estado, correspondientes a los años 2000, 2005 y 2009 (# grados/1,000 individuos de 18–24 años), los estados con el menor número de bachilleratos conferidos fueron Nevada, con 5.8 en el 2000, y Alaska, con 5.6 y 7 en 2005 y 2009, respectivamente. En los tres años observados, el estado con el mayor número de bachilleratos fue el Distrito de Columbia, con 40, 61.6 y 62.2, respectivamente. Para los años correspondientes, Puerto Rico confirió 9.8, 9.9 y 10.7 bachilleratos en ciencias e ingeniería. Estos valores están en cada año estudiado por encima de los estados con menor número de bachilleratos en ciencias e ingeniería, pero por debajo del promedio de EE.UU., que fue en cada año estudiado 14.4, 15.8 y 16.5, respectivamente. En comparación con los estados con mayor número de centros de R&D, el valor de Puerto Rico es menor en cada año estudiado. Por ejemplo, Massachusetts, uno de los primeros cinco estados con valores más altos, otorgó 27.6, 28.3, y 27.6, respectivamente. Los grados de bachillerato en ciencias e ingeniería constituyen una porción de todos los bachilleratos conferidos. Durante el periodo de estudio para Puerto Rico, los bachilleratos en ciencia e ingeniería representan alrededor de un 25% de todos los bachilleratos, mientras que para Estados Unidos el promedio de bachilleratos en ciencia e ingeniería representa un 32 % de los bachilleratos totales.

Para los grados de bachilleratos en ciencias naturales e ingeniería, correspondientes a los años 2000, 2005 y 2009 (# grados/1,000 individuos), los valores obtenidos fueron los más bajos entre todos los datos referentes a grados de bachillerato de la investigación. Los estados con el menor número de bachilleratos conferidos fueron Nevada, con 3.0 en el 2000, y Alaska con 3.1 y 3.9, en 2005 y 2009, respectivamente. Los estados con el mayor número de bachilleratos fueron Dakota del Sur, con 12.6 en el 2000, y el Distrito de Columbia con un 19.4 y 19.1 en el 2005 y 2009, respectivamente. Para los años correspondientes, Puerto Rico otorgó 7.0, 7.0 y 7.7 grados. Los valores promedio para Estados Unidos son 7.6, 8.0 y 8.2, para cada año estudiado. Entre los estados con mayor número de centros de R&D, los valores fueron más altos que los de Puerto Rico en general, pero hubo excepciones con respecto a California y Connecticut. (California en el año 2000 con un 6.5 y en el 2009 con un 7.6; Connecticut, con 6.8, 6.7 y 7.5, respectivamente por año analizado). Nuevamente, Massachusetts estuvo entre los primeros cinco estados con valores más altos, con 12.6 y 12.3 para los años 2005 y 2009. El porcentaje de bachilleratos en ciencias naturales e ingeniería entre todos los grados de bachillerato conferidos es menor al de los de ciencias e ingeniería para grupo de edad de 18–24 años.

Específicamente, los bachilleratos en ciencias naturales e ingeniería representan un 16% de los bachilleratos de Estados Unidos y un 17% de los de Puerto Rico.

Respecto a los grados en ciencias e ingeniería como % de grados conferidos de educación superior por estado: 2000, 2005 y 2009, ( $\frac{\# \text{ grados S\&E}}{\# \text{ grados de educación superior}}$ )<sup>1</sup>, Arizona obtuvo los valores más bajos con 21.6, 19.3 y 18.6 por ciento, para 2000, 2005 y 2009, respectivamente. Evidentemente, estos valores descendieron durante el periodo de estudio. Los estados de Wyoming, Distrito de Columbia y Vermont obtuvieron los valores más altos, con 40.5, 40.8 y 39.1 por ciento, respectivamente. Para Puerto Rico, los valores correspondientes fueron 25.0, 22.8 y 22.5 por ciento. El valor promedio para Estado Unidos de cada año estudiado fue 29.6, 29.7 y 28.8 por ciento. En comparación con los porcentajes de Puerto Rico, los porcentajes de los estados con mayor número de centros de R&D fueron todos más altos que los de Puerto Rico, excepto por el caso de Missouri, cuyo porcentaje en el año 2000 fue igual, con un 25.0%, y en el año 2009 fue menor, con 22.6%, situándolo además entre los cinco estados con valores más bajos. California estuvo entre los primeros cinco estados con valores más altos, con 36.1, 37.4 y 36.7 por ciento, para los años 2000, 2005 y 2009.

Para los grados en ciencias naturales e ingeniería (NS&E, por su acrónimo en inglés)<sup>2</sup> como % de grados conferidos de educación superior por estado: 2000, 2005 y 2009, ( $\frac{\# \text{ grados NS\&E}}{\# \text{ grados de educación superior}}$ ), los valores más bajos los obtuvieron Connecticut, con un 12.7% para el año 2000, y Maine, con 12.7 y 9.7 por ciento, para 2005 y 2009. Los valores más altos los obtuvo Wyoming, con 27.9, 23.2 y 24.4 por ciento, para cada año del estudio respectivamente. Para Puerto Rico, los porcentajes fueron 17.2, 15.4 y 15.3, respectivamente. En 2000 y 2009, los porcentajes de Puerto Rico fueron más altos que los valores promedio correspondientes de Estados Unidos, que fueron 16.3 y 15.3 por ciento; en el año 2005, el valor para los Estados Unidos fue igual al de Puerto Rico (15.4 %). Para los estados con mayor número de centros de R&D, los porcentajes fueron a veces más altos, a veces más bajos que los de Puerto Rico. California y New Jersey obtuvieron valores más altos que la Isla. Connecticut obtuvo valores más bajos que Puerto Rico en el 2000 y 2005 con 12.7 y 13.8 por ciento—en el año 2000 fue el estado con el valor más bajo. En el año 2005 y 2009, Missouri también estuvo entre los cinco estados con valores más bajos. En el año 2000, Massachusetts también obtuvo un valor menor que Puerto Rico (16.3%), aunque en 2005 y 2009, sus valores fueron mayores a los de Puerto Rico (16.1 y 15.8 por ciento, respectivamente). En general, los porcentajes de grados NS&E fueron menores a los de S&E, y se observa una pequeña disminución en la cantidad de grados tanto en S&E como en NS&E en los años analizados.

En el renglón de estudiantes cursando estudios graduados en S&E por cada 1,000 individuos entre las edades de 25 y 34 años, por estado, correspondientes a los años 2000,

<sup>1</sup> Los grados en S&E, según la National Science Foundation, incluye bachilleratos, maestrías y doctorados en física, computadoras, agricultura, ciencias biológicas, terrestres, de la atmósfera, marítimas, ciencias sociales, psicología, matemáticas e ingeniería. Los grados de educación superior en general incluyen bachilleratos, maestrías y doctorados.

<sup>2</sup> Los grados en NS&E, según la National Science Foundation incluye bachilleratos, maestrías y doctorados en física, computadoras, agricultura, ciencias biológicas, terrestres, de la atmósfera, marítimas, matemáticas e ingeniería.

2005 y 2009 (# estudiantes graduados en S&E/ 1,000 individuos de 25–34 años), Maine fue el estado con la razón menor, con 3.7, 4.6 y 5.1 por año de estudio. Los valores más altos los obtuvo el Distrito de Columbia con 70.4, 84.4 y 86.1, para cada año respectivamente, evidenciando además un aumento durante el periodo. Con 5.5, 6.7 y 5.5 estudiantes por cada mil en el renglón, Puerto Rico tuvo valores mayores a los de los estados con menor número de estudiantes graduados, y menores a los promedios de los Estados Unidos para cada año analizado, que fueron 10.3, 11.9 y 12.6. En el promedio de EE.UU. también se evidenció aumento durante el periodo de estudio. Para los estados con mayor número de centros de R&D, los valores fueron todos más altos que los de Puerto Rico. Massachusetts fue también el segundo estado con valores más altos en general en los años analizados, y Connecticut se encontró entre los cinco estados con valores más altos en 2000 y 2009. En la mayoría de los estados, se observó un aumento en la cantidad de estudiantes en este renglón, mientras en Puerto Rico evidenció ser uno de los de menor participación.

En el renglón de los grados avanzados en S&E<sup>3</sup> como % de los grados conferidos en S&E, por estado, correspondientes a los años 2000, 2005 y 2009, (# grados avanzados en S&E / # de grados en S&E), el estado con las tasas más bajas fue Maine, con 8.0, 7.7 y 8.4. Las tasas más altas las obtuvo el Distrito de Columbia, con un 49.2, 44.3 y 46.9, para cada año de estudio correspondiente. Puerto Rico obtuvo los valores de 12.9, 16.1 y 20.0, respectivamente, reflejando además un aumento. Estos valores fueron más altos que los de los estados con el porcentaje menor por año estudiado, y más bajos que los promedios correspondientes por año de estudio de los Estados Unidos, que fueron 23.5, 24.2 y 25.0 y que también evidenciaron aumento en el periodo cubierto. Entre los estados con mayor número de centros de R&D, las tasas de grados avanzados de S&E a grados de bachillerato de S&E fueron todas más altas que las de Puerto Rico. Massachusetts estuvo entre los primeros cinco estados de toda la nación, con valores mayores en cada año de estudio. En este renglón Puerto Rico, si bien demuestra aumento durante el periodo de estudio, se clasifica junto a los estados con tasas menores.

En los grados avanzados en NS&E como % de los grados conferidos en NS&E, por estado, correspondientes a los años 2000, 2005 y 2009, (# grados avanzados en NS&E / # de grados en NS&E), el estado con las tasas menores de grados avanzados fue Maine, con 11.2, 10.7 y 10.2, respectivamente. La jurisdicción con las tasas más altas fue el Distrito de Columbia, con 57.5, 48.6 y 53.2, para los años correspondientes. Puerto Rico obtuvo los valores de 9.1, 12.2 y 15.3, para los años correspondientes—valores más altos que los de Maine, pero mucho más bajos que los del Distrito de Columbia y que los promedios correspondientes por año de estudio de los Estados Unidos (26.8, 28.5 y 29.4, respectivamente). Entre los estados con mayor número de centros de R&D, las tasas de grados avanzados de NS&E fueron todas más altas que las de Puerto Rico. Massachusetts estuvo también entre los primeros cinco estados con tasas mayores en los años estudiados. Igual que para los grados avanzados en S&E, las jurisdicciones de Maine y Distrito de Columbia ocuparon la posición de tasa menor y tasa mayor, respectivamente, de grados en NS&E. Si bien Puerto Rico refleja un aumento en el periodo de estudio, las tasas son menores a las del renglón anterior (grados avanzados S&E).

<sup>3</sup> Los grados avanzados en S&E solo incluyen maestrías y doctorados.

En los grados doctorales en S&E como % de grados conferidos en S&E, por estado correspondientes a los años 2000, 2005 y 2009, los estados con las tasas más bajas fueron Dakota del Sur con 1.4, Maine con 0.9, y Vermont con 1.4, en cada año respectivamente. Los valores más altos los obtuvieron Illinois con 6.4 para el año 2000 y Massachusetts con 6.2 y 7 para 2005 y 2009, respectivamente. Puerto Rico obtuvo valores de 1.5, 3.4 y 2.8, para los años correspondientes—valores más altos que los de las tasas más bajas, pero menores que los de los estados con tasas más altas y que los promedios por año de estudio de los Estados Unidos, que fueron 4.9, 4.6 y 5.0, respectivamente. Entre los estados con mayor número de centros de R&D, las tasas estuvieron todas por encima de las de Puerto Rico. Entre estos, Massachusetts también estuvo entre los primeros cinco estados con valores mayores en los años analizados (En el año 2000 fue el segundo más alto y en los años 2005 y 2009 tuvo los valores más altos). Connecticut estuvo en los años 2000 y 2005 entre los cinco estados con valores mayores. California estuvo entre los estados con valores mayores en el año 2005.

## CONCLUSIONES

Por las pasadas décadas, la economía de Puerto Rico ha sido dependiente, en gran escala de las industrias farmacéuticas, biotecnológicas y de dispositivos médicos. Esta industria ha atravesado muchos cambios en el nivel global y las consecuencias de estos cambios se han visto en Puerto Rico. Los cierres de compañías, traslados, cesantías, pérdidas de patentes y problemas con la FDA han sido algunas de las problemáticas que ha enfrentado la industria en Puerto Rico. Sin embargo, hay que tener presente la importancia de esta industria en el desarrollo económico del país. La competitividad de Puerto Rico ante otros posibles competidores para la manufactura y R&D es la pieza clave que debemos maximizar como ventaja competitiva para optimizar nuestras ventajas y fortalezas (Martínez, 2011). Según la investigación, para aumentar esta capacidad de competencia se necesita mejorar en las áreas de la transportación, infraestructura digital y el sistema de educativo, disminuir los costos de energía y fortalecer la capacidad científica y tecnológica del país.

En conclusión los datos obtenidos sobre los indicadores económicos indican que Puerto Rico está en una posición de desventaja en los renglones del crecimiento del PIB, la tasa de desempleo, la tasa de población total activa, la razón de gasto en R&D frente al PIB del país, la cantidad de artículos publicados y la cantidad de investigadores en R&D, frente a China, Suecia, Suiza, India, Estados Unidos, Indonesia, Reino Unido, Alemania y Malasia, entre otros. Basado en los datos y según la pregunta de investigación, estos indicadores influyen en el establecimiento de centros de R&D. Estos países cuentan con un número mayor de centros de R&D al compararlos con Puerto Rico.

Dados estos resultados y este análisis, para que la Isla transforme su economía en una basada en el conocimiento y pueda competir mundialmente, se debe de aumentar las inversiones en el R&D, conclusión en la cual este estudio concuerda con Lobato (2011). Entre los desafíos de la Isla para promover la importancia de la R&D y su efectos en la economía, se encuentra la falta de datos estadísticos respecto a los indicadores económicos sobre este tema. Para competir con países que están dirigiendo todos sus esfuerzos para desarrollar su economía, como Singapur, India e Indonesia, Puerto Rico necesita impulsar y promover una economía fundamentada en el conocimiento, lo cual se considera el nuevo motor económico mundial. En particular, se habla de los activos del conocimiento en las áreas la ciencia, la tecnología e investigación.

Según los hallazgos, el crecimiento económico, el nivel de educación y la localización geográfica de un país se relacionan al establecimiento de centros de R&D. Según los datos, los indicadores económicos (es decir, el crecimiento del producto interno bruto, porcentaje del desempleo, porcentaje de la población total activa, gastos en R&D como por ciento del producto interno bruto, cantidad de artículos publicados y cantidad de investigadores en R&D) de los países con mayor número de establecimientos de centros de R&D comparan en algunos casos con Puerto Rico, pero en la mayoría la Isla se encuentra en una posición de desventaja. Estados Unidos, Reino Unido y Japón encabezan el grupo de países con el mayor número de establecimientos de centros de R&D.

El nivel de educación guarda relación con el establecimiento de centros de R&D, pero Puerto Rico se encuentra por debajo del promedio de Estados Unidos en las estadísticas de grados conferidos en ciencias e ingeniería. Estados Unidos es el país con el mayor número de centros de R&D por empresas farmacéuticas. También según los datos, los países con un número mayor de centros de R&D tienen las mejores universidades del mundo (Estados Unidos y Reino Unido son los países con un número mayor de universidades dentro de las primeras 25 del mundo según el posicionamiento de “QS Top Universities Worldwide”). Puerto Rico no cuenta con ninguna universidad dentro de las primeras 500 posiciones de esta clasificación. Según los datos recopilados en el cuestionario, la localización geográfica es considerada importante para el establecimiento de centros de R&D. Estos resultados son consistentes ya que los países que tienen número mayor de centros de R&D tienen un número mayor de universidades entre las primeras calificadas en el mundo y una cantidad mayor de investigadores.

Sin embargo la falta de datos sobre indicadores económicos y sobre las actividades de R&D en la Isla no ayudan a promover la importancia que tiene la investigación y desarrollo en la economía, teniendo en cuenta que si Puerto Rico interesa competir en la nueva economía mundial con países como Singapur, India e Indonesia debe dirigir sus esfuerzos a fomentar y desarrollar una economía fundamentada en el conocimiento. Ello, debido a que el nuevo motor económico mundial girará alrededor de los activos del conocimiento, como la ciencia, la tecnología e investigación.

## REFERENCIAS

- Alameda Lozada, J. I., & González Martínez, A. (2001). *Cambio Tecnológico, Productividad y Crecimiento Económico en Puerto Rico*. Universidad de Puerto Rico, Río Piedras: Unidad de Investigaciones Económicas de la Universidad de Puerto Rico. Recuperado el 5 de febrero 2012 en <http://economia.uprrp.edu/ensayo%20106.pdf>
- Banco Mundial. Abonados a Internet por banda ancha fija (por cada 100 personas). *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/IT.NET.BBND.P2>
- Banco Mundial. Artículos en publicaciones científicas y técnicas. *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/IP.JRN.ARTC.SC>
- Banco Mundial. Crecimiento del PIB (% anual). *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/NY.GDP.MKTP.KD.ZG>
- Banco Mundial. Desempleo total (% de la población activa total). *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/SL.UEM.TOTL.ZS>
- Banco Mundial. Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB). *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/GB.XPD.RSDV.GD.ZS>
- Banco Mundial. Investigadores dedicados a investigación y desarrollo (por cada millón de personas). *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/SP.POP.SCIE.RD.P6>
- Banco Mundial. Pago de impuestos (Número). *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/IC.TAX.PAYM>
- Banco Mundial. Tasa de población activa, total (% de la población total mayor de 15 años). *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/SL.TLF.CACT.ZS>
- Banco Mundial. Tasa tributaria total (% de utilidades comerciales). *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/IC.TAX.TOTL.CP.ZS>
- Banco Mundial. Usuarios de Internet (por cada 100 personas). *Datos: Indicadores*. Recuperado el 5 de febrero de 2010 en <http://datos.bancomundial.org/indicador/IT.NET.USER.P2>
- Biotechnology Industry Organization (2010). *Battelle/BIO State Bioscience Initiatives 2010: Puerto Rico*
- Archstone Consulting (2009). *The biopharmaceutical sector's impact on the U.S. economy: Analysis at the national, state and local levels*. Philadelphia: L. R. Burns.



- Cortés, R. (29 abril 2012). En el aire \$33 millones de la UPR. *El Nuevo Día*, p.16.
- Gaillard, J. (2010). Measuring research and development in developing countries: Main characteristics and implications for the Frascati manual. *Science Technology Society*. 15(1), 77–111.
- García, S. (2008, septiembre). *Puerto Rico's INDUNIV & life science clusters* [Documento PDF]. First symposium on drug discovery, development and clinical research in academia, San Juan, Puerto Rico.
- INDUNIV—Industry-University Research Consortium. Home page [webpage]. Recuperado el 16 de marzo de 2011 en <http://www.induniv.org/index>
- Lobato, M. (2011). *Encuesta piloto de ciencia y tecnología: investigación y desarrollo 2009*. Estado Libre Asociado de Puerto Rico: Instituto de Estadísticas de Puerto Rico. Recuperado el 15 de febrero 2012 en <http://www.estadisticas.gobierno.pr/iepr/LinkClick.aspx?fileticket=hm2vGmuwZl8%3D&tabid=165>
- Martínez, A. (29 abril 2011). Receta empresarial para la competitividad. *Nuevo Día*.
- Miravittles, P., Guitart, L., Achcaoucaou, F. & Nuñez, A. (2010). *Factores de atracción y retención de los centros de I+D e innovación de las multinacionales extranjeras en España*. Departamento de Economía y Organización de Empresas Universidad de Barcelona. Recuperado el 19 de mayo de 2012 en [http://icono.fecyt.es/informesypublicaciones/Documents/RESUMEN\\_EJECUTIVO\\_Fundacion.pdf](http://icono.fecyt.es/informesypublicaciones/Documents/RESUMEN_EJECUTIVO_Fundacion.pdf)
- Morduchowicz, A. (2006). *Los indicadores educativos y las dimensiones que los integran*. Buenos Aires: UNESCO.
- National Science Board. (2012). *Science and Engineering Indicators 2012*. Arlington VA: National Science Foundation (NSB 12-01).
- Organización para la cooperación y el desarrollo económico (OCDE) y la Oficina de Estadística de las comunidades europeas (EUROSTAT) (2005). *Manual Oslo -Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. (Tercera edición).
- OECD—Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. Home page [webpage]. Recuperado el 10 de abril 2012 en <http://www.oecd.org/about/history/>
- QS World University Rankings 2011. (2011) *Top University System*. EE.UU
- QS World University Rankings 2010. (2010) *Top University System*. EE.UU: Ince, M.
- QS World University Rankings 2009. (2009) *Top University System*. EE.UU.
- QS World University Rankings 2008. (2008) *Top University System*. EE.UU.
- Palomares-Montero, D., García-Aracil, A. & Castro-Martínez, E. (2008). Evaluación de las instituciones de educación superior: revisión bibliográfica de sistema de indicadores. *Revista Española de Documentación Científica*, 31(2), 205–229.

Pharm Exec Staff. (2005). Untying the Gordian knot. Holding pattern: A special report on the world's top 50 pharma companies. *Pharmaceutical Executive*, May 2005, 83-100.

Pharm Exec Staff. (2006). Changing landscapes: A special report on the world's top 50 pharma companies. *Pharmaceutical Executive*, May 2006, 78-101.

Pharm Exec Staff. (2007). Holding pattern: A special report on the world's top 50 pharma companies. *Pharmaceutical Executive*, May 2007, 100-110.

Pharm Exec Staff. (2008). The winner's circle: A special report on the world's top 50 pharma companies. *Pharmaceutical Executive*, May 2008, 74-84.

Pharm Exec Staff. (2009). The Pharm Exec: A special report on the world's top 50 pharma companies. *Pharmaceutical Executive*, May 2009, 68-80.

Pharmaceutical Research and Manufacturers of America (PhRMA) (2010). *Pharmaceutical Industry Profile 2010*. Washington, D.C.:PhRMA