

Análisis bibliométrico de la actividad científica de la Universidad de Puerto Rico durante el periodo 2000-2015*

Resumen

Carlos Alberto Suárez-Balseiro

Doctor en Documentación. Catedrático, Escuela Graduada de Ciencias y Tecnologías de la Información (EGCTI), Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Coordinador de la Unidad de Monitoreo y Análisis de la Investigación Científica en Puerto Rico (UMAIPUR). Escuela Graduada de Ciencias y Tecnologías de la Información (EGCTI), Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, Puerto Rico.
carlos.suarez5@upr.edu
orcid.org/0000-0002-3908-9618

Mariano Maura-Sardó

Doctor en Bibliotecología y Ciencia de la Información. Catedrático (retirado), Escuela Graduada de Ciencias y Tecnologías de la Información (EGCTI), Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras. Coordinador de la Unidad de Monitoreo y Análisis de la Investigación Científica en Puerto Rico (UMAIPUR). Escuela Graduada de Ciencias y Tecnologías de la Información (EGCTI), Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
mariano.maura@upr.edu
orcid.org/0000-0002-3097-8718

José Carlos Holguino-Borda

Licenciado en Ciencias Económicas. Asistente de investigación de la Unidad de Monitoreo y Análisis de la Investigación Científica en Puerto Rico (UMAIPUR). Escuela Graduada de Ciencias y Tecnologías de la Información (EGCTI), Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras.
jose.holguino@upr.edu
orcid.org/0000-0003-0711-066X

Se presenta un análisis de la actividad científica en Puerto Rico, mediante la caracterización bibliométrica de la investigación que se realiza en la Universidad de Puerto Rico, basado en indicadores de productividad, colaboración, visibilidad e impacto y temáticas de la investigación. El análisis se realiza a partir de una base de datos de creación propia que recoge datos de Web of Science sometidos a una normalización exhaustiva. Se analizan los datos correspondientes a los indicadores antes mencionados. Los resultados permiten presentar un cuadro sinóptico sobre el quehacer científico en la Universidad de Puerto Rico, que evidencia el protagonismo de esta institución dada su producción, el nivel de la colaboración científica y la visibilidad e impacto de dicha producción. Se identifican las áreas de investigación con mayor potencial, de acuerdo con el índice de actividad, y se destaca la importancia de esta institución en el desarrollo económico de Puerto Rico.

Palabras clave: evaluación científica, bibliometría, evaluación de la investigación.

Cómo citar este artículo: Suárez-Balseiro, Carlos; Maura-Sardó, Mariano; Holguino-Borda, José (2020). Análisis bibliométrico de la actividad científica de la Universidad de Puerto Rico durante el periodo 2000-2015. *Revista Interamericana de Bibliotecología*, 43(2), e15. <https://doi.org/10.17533/udea.rib.v43n2e15>

Recibido: 2019-01-08 / **Aceptado:** 2019-12-17

* El presente texto es resultado de la investigación que se lleva a cabo en la Unidad de Monitoreo y Análisis de la Investigación Científica en Puerto Rico (UMAIPUR). En esta labor se utilizan técnicas e indicadores bibliométricos para realizar estudios de la actividad científica y tecnológica, que permitan identificar, describir y evaluar el desempeño de entidades de investigación en diferentes sectores institucionales y áreas del conocimiento en la isla. UMAIPUR cuenta con el apoyo de la Escuela Graduada de Ciencias y Tecnologías de la Información (EGCTI), Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras, la Vicepresidencia de Asuntos Académicos de la Universidad de Puerto Rico y el Observatorio IUNE, Laboratorio de Estudios Métricos de la Información (LEMI), Universidad Carlos III de Madrid.



A Bibliometric Analysis of the Scientific Activity of the University of Puerto Rico During the Period 2000-2015

Abstract

An analysis of scientific activity in Puerto Rico is presented, through the bibliometric characterization of the research carried out at the University of Puerto Rico, based on indicators of productivity, collaboration, visibility and impact, and research topics. The analysis is carried out from a database of own creation that collects Web of Science data subjected to an exhaustive normalization. The data corresponding to the aforementioned indicators are analyzed. The results allow to present a synoptic picture about the scientific work in the University of Puerto Rico, the data show the leadership of this institution supported by its production, the level of scientific collaboration and the visibility and impact of said production. The areas of research with the greatest potential are identified, according to the activity index, and the potential participation of this institution in the economic development of Puerto Rico is highlighted.

Keywords: Scientific evaluation, bibliometrics, research evaluation.

1. Introducción

La función de la universidad, como ente propulsor del desarrollo y la innovación, vinculado al Gobierno y la industria, ha ido ganando importancia en estrecha relación con sus funciones docentes y de investigación. Etzkowitz y Leydesdorff (2000), en la descripción del modelo Triple Helix, destacaron el hecho de que, si bien se han mantenido líneas de investigación tradicionales, ha habido un mayor esfuerzo por vincularlas con las preocupaciones e intereses del sector industrial, el Gobierno y la sociedad en general.

La importancia del sector académico en la creación de nuevo conocimiento y en el impulso de la economía es un hecho indiscutible y constatado a lo largo del tiempo. Si bien en el marco del denominado nuevo modelo de producción de conocimiento han proliferado los espacios de investigación fuera del ámbito universitario y la contribución de otros sectores ha ido en aumento, esta aportación ha estado caracterizada por estrechos

vínculos de colaboración con la academia y el papel de las universidades sigue siendo fundamental en la actividad científica de un país (Godin y Gingras, 2000; Shinn, 2002; Hessels & Van Lente, 2008).

Los resultados de investigaciones realizadas en diferentes contextos avalan lo anteriormente expuesto. Altbach (2013), al estudiar el papel de las universidades en el desarrollo de la economía del conocimiento en países en desarrollo, destacó que estas organizaciones están situadas en la cima de la jerarquía académica e intelectual y son fundamentales para el éxito de cualquier economía moderna basada en el conocimiento, por lo que garantizar una sólida infraestructura y un entorno intelectual adecuado debe ser considerado una prioridad.

Pogodaeva, Zhaparova y Efremova (2015), en un análisis sobre desarrollo regional, destacaron que la existencia de una universidad con fuerte actividad investigadora influye positivamente en el desarrollo socioeconómico, por lo que es necesario fomentar el desarrollo de este tipo de organizaciones que realicen estudios de investigación aplicada, trabajen estrechamente con la industria e implementen el conocimiento en la práctica.

Más recientemente, cabe mencionar trabajos que destacan el lugar relevante que ocupan las universidades en la actividad de los denominados “centros de excelencia” o de “investigación colaborativa”, cuya organización responde al modelo Triple Helix y en los que ocurre la interacción entre la academia, las empresas y el Gobierno, siendo las universidades fundamentales para la creación, transferencia, difusión y aplicación de conocimientos (Meyer, Grant & Kuusisto, 2018; Meyer et al., 2019).

La actividad científica que se lleva a cabo en Puerto Rico, en particular en el sector académico, ha sido estudiada mediante técnicas bibliométricas en diferentes momentos y siempre tomando como referente la Universidad de Puerto Rico (UPR), que es la institución pública de educación superior más importante, cuya producción científica es representativa, casi en su totalidad, de la ciencia que se hace en la isla. La UPR está organizada en un sistema de once recintos, pero solo tres (Río Piedras, Mayagüez y Ciencias Médicas) ofrecen programas de estudios de posgrado y, como era de esperarse, es en estos donde se concentra la mayor parte de la investigación y las publicaciones tanto en las

ciencias puras, experimentales y tecnológicas como en las ciencias sociales y humanas, destacándose, particularmente, las primeras.

En la década del noventa, los trabajos de Sanz-Casado (1995, 1998) fueron los primeros en estudiar la producción científica del Centro de Investigaciones Sociales y del Departamento de Química, ambos del recinto de Río Piedras del sistema universitario. Estos trabajos caracterizaron la producción científica de las unidades estudiadas incluyendo aspectos tales como el crecimiento en la producción, el porcentaje que aportaban dichas unidades a la producción de su institución, la tipología documental más utilizadas por sus investigadores, el estado de la colaboración científica, la producción por áreas temáticas, la identificación de las revistas en las que más publicaban los investigadores y la visibilidad e impacto de dichas publicaciones. En ambos trabajos se destacó la importancia de la UPR en relación con la producción de la comunidad científica en la isla.

En los años siguientes, se realizaron diferentes investigaciones sobre la actividad científica que se llevaba a cabo en la isla. Ortiz-Rivera, Sanz-Casado y Suárez-Balseiro (2000), enfocándose en las áreas de ciencias puras, experimentales y tecnológicas, estudiaron aspectos de producción por área geográfica, contribución por tipo de institución, tipología documental, idiomas, visibilidad, colaboración y áreas temáticas, durante el periodo de 1990 a 1998. En este trabajo los autores encontraron un incremento de la producción científica de casi el doble, hacia el final del periodo, destacando que esta producción estaba concentrada en el sector académico y específicamente en las tres unidades mayores de la UPR, los recintos de Río Piedras, Ciencias Médicas y Mayagüez. Sanz-Casado et al. (2002) identificaron diferencias en el uso de fuentes de información internas y externas a las disciplinas en las que publicaban los investigadores en ciencias químicas. En tanto que la interdisciplinariedad fue menor en dos áreas temáticas (ciencias de la vida y química orgánica) que en el resto de las analizadas.

Ortiz-Rivera (2003) llevó a cabo un estudio abarcador de la actividad de investigadores puertorriqueños, en un periodo de diecinueve años (1980-1998), tomando en cuenta indicadores como producción, colaboración científica, tipología documental y áreas temáticas. Sus

hallazgos confirmaron el papel principal de la UPR en el desarrollo de la actividad científica en Puerto Rico.

Otros trabajos, publicados durante los años 2000, abundaron en el estudio del esfuerzo de investigación en la UPR. Sanz-Casado, Martín-Moreno, García-Zorita y Lascurain-Sánchez (2004) se enfocaron nuevamente en las ciencias químicas e identificaron un patrón diferenciado entre los formatos de publicación que los investigadores utilizaban para divulgar sus hallazgos. Identificaron, además, la interdependencia de algunas disciplinas en cuanto al uso de referencias generadas por la propia área, en tanto que otras subdisciplinas de la química se comportaron de forma distinta.

Maura-Sardó, Aristeguieta-Trillo y Solís-Ortiz (2004) caracterizaron la investigación realizada por los profesores de la Facultad de Ciencias Naturales del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico durante periodo 2002-2003. A partir de la aplicación de indicadores bibliométricos, se establecieron diferencias entre los departamentos de dicha Facultad. Se destacó la alta visibilidad de sus publicaciones, de las cuales el 70 % estaba publicado en revistas de los primeros dos cuartiles, tomando en cuenta su factor de impacto.

Suárez-Balseiro, Maura-Sardó y Maura-Pérez (2015) estudiaron la aportación de la UPR a la investigación científica realizada en Puerto Rico durante quince años; encontraron que, como promedio, alcanzaba el 70 %. Destacaron también el aumento de la colaboración internacional, del tamaño de los grupos de investigación y de las publicaciones en revistas del primer cuartil, que superaban el 40 %, lo que demuestra una alta visibilidad. Este trabajo hizo énfasis en el papel preponderante de la UPR y su posicionamiento positivo como motor potencial del desarrollo económico de Puerto Rico.

2. Objetivos

En este trabajo se analizó la actividad científica en Puerto Rico, mediante la caracterización bibliométrica de la investigación que se realiza en la UPR, la mayor y más importante institución de educación superior pública que hay en la isla, con un papel determinante en dicha actividad. Se tomaron en cuenta indicadores de productividad, colaboración, visibilidad e impacto

y áreas temáticas de la investigación. Se estudió el periodo 2000-2015.

3. Metodología

El estudio utilizó como fuentes los denominados índices de citas de la colección principal del Web of Science™ (WoS): Science Citation Index Expanded (SCI), Social Science Citation Index (SSCI), Arts & Humanities Citation Index (A&HCI). La producción de la UPR se identificó en una base de datos de elaboración propia, en la que se ha descargado la producción de todo Puerto Rico, utilizando como estrategia de búsqueda la expresión “PR AND USA” en el campo de afiliación institucional (*Address*). Esta estrategia ha sido validada en investigaciones anteriores (Suárez-Balseiro et al., 2015; Calo et al., 2010), probando ser efectiva para la recuperación exhaustiva de la producción científica de Puerto Rico. Se ha realizado un cuidadoso proceso de normalización de las direcciones institucionales, lo que ha permitido mayor precisión en la identificación de la producción de instituciones puertorriqueñas, incluyendo las diferentes unidades de la UPR, al unificar variantes de dichas direcciones, incluso cuando no está incluido el nombre de la universidad. Esto es particularmente útil en el caso de la UPR e imprescindible para lograr resultados confiables.

La producción científica se analizó mediante el número de publicaciones recogidas en las fuentes antes mencionadas, durante el periodo estudiado. Se calculó, además, el porcentaje que representa la producción de la UPR en la producción de todo Puerto Rico. La colaboración científica se caracterizó mediante los valores absolutos y porcentuales de las tasas de colaboración y el tipo, nacional o internacional, de dicha colaboración, calculado para cada año y por cuatrienios.

Como indicadores de impacto y visibilidad se tomaron los valores absolutos y porcentuales de publicaciones en revistas del primer cuartil, según el ordenamiento por factor de impacto que tienen en el Journal Citation Report, la cantidad de documentos publicados en las revistas que ocupan los tres primeros lugares por disciplinas, también según el valor de su factor de impacto, el total de citas y el promedio de citas por documentos, calculados anualmente.

En el análisis de las áreas de investigación se utilizó la clasificación temática de las revistas en el Journal Ci-

tation Reports 2014, Science Citation Edition y Social Science Citation Edition. Dado que las ciencias sociales y las humanidades están menos representadas en las fuentes utilizadas, hecho que constituye uno de los sesgos tradicionalmente asociados con el uso de los índices de citas, el análisis se hizo únicamente para las ciencias puras, experimentales y tecnológicas. Se identificaron las diez temáticas con mayor producción en todo el periodo y se calculó el índice de actividad (IA), para determinar el nivel de especialización de la UPR. El IA, definido por Frame (1977), es el resultado de dividir el porcentaje de documentos que la institución produce en una temática y el porcentaje que produce un país en dicha temática. Los valores superiores a la unidad se interpretaron como indicativos de especialización en las áreas temáticas correspondientes.

4. Resultados

4.1. Producción científica

La Figura 1 muestra las series temporales de la evolución anual de la producción científica de Puerto Rico y la UPR durante el periodo analizado. Como se aprecia, la aportación de la UPR a la producción científica total de Puerto Rico es de tal naturaleza que los aumentos y disminuciones en la primera se reflejan en cambios proporcionales en la segunda. La producción científica de la UPR alcanzó en el periodo un total de 12 541 documentos publicados, lo que representa el 69,55 % de la producción de todo Puerto Rico, que fue de 18 031 documentos. Por cuatrienios este porcentaje alcanza un valor máximo de 71,73 %, en 2008-2011, y un mínimo de 67 % en 2012-2015.

En valores absolutos, la producción de la UPR aumentó desde los 473 documentos publicados en el año 2000 hasta los 938 del 2015, lo que representa una tasa de crecimiento en el periodo de 98,31 %. Este crecimiento, que es sostenido entre los años 2000 y 2012, se estabiliza entre 2013 y 2015. En cuanto a la aportación anual al total de la producción del país, la Tabla 1 muestra que esta se mantiene en torno al 70 % hasta el año 2012, con un mínimo de 64,69 % en 2014 y un máximo de 72,82 % en 2010, disminuyendo ligeramente en los tres últimos años del estudio, lo que parece indicar un aumento en la producción de otros sectores del país.

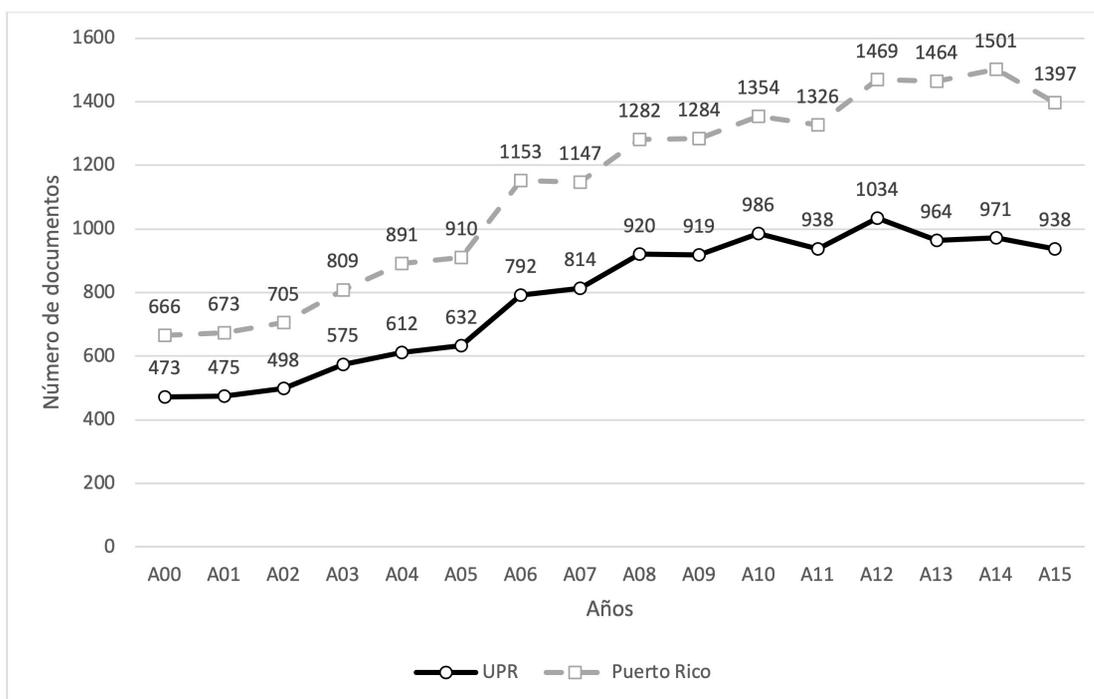


Figura 1. Producción científica de Puerto Rico y la Universidad de Puerto Rico (UPR) (2000-2015).

Producción total. Puerto Rico: 18 031 documentos. Universidad de Puerto Rico (UPR): 12 541 documentos (69,55 %).

Fuente: elaboración propia.

Tabla 1. Aportación anual de la Universidad de Puerto Rico a la producción total de Puerto Rico

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
%	71,02	70,58	70,64	71,08	68,69	69,45	68,69	70,97	71,76	71,57	72,82	70,74	70,39	65,85	64,69	67,14

Aportación promedio por cuatrienios de la UPR a la producción de Puerto Rico. 2000-2003: 70,84 %; 2004-2007: 69,50 %; 2008-2011: 71,73 %; 2012-2015: 67,00 %.

Fuente: elaboración propia.

4.2. Colaboración científica

La Tabla 2 muestra las características de la colaboración científica. La tasa de colaboración de la UPR muestra un incremento notable y sostenido, siempre superior al 50 % de los documentos publicados. Al comienzo del periodo estudiado la tasa es de 56,24 %, a partir del año 2004 supera el 60 % y, desde 2013, alcanza valores por encima del 75 %. El tipo de colaboración es también un hecho destacable. Como se aprecia en la Tabla 3, de los 8382 documentos con colaboración, publicados de 2000 a 2015, 7300 (87,09 %) presentan colaboración internacional, mientras que 1082 (12,91 %) tienen colaboración nacional.

Tomando en cuenta los totales anuales de documentos con colaboración, la colaboración internacional está por encima del 80 % durante todo el periodo estudiado, con un valor mínimo de 81,41 % en el año 2004 y un máximo de 89,94 % en el 2007. Este indicador se relaciona con el mejoramiento de la visibilidad, el impacto de la producción científica y, en general, la calidad de la investigación y el desempeño académico (Hsu & Huang, 2011; Aldieri, Kotsemir & Vinci, 2018). La colaboración nacional se ha mantenido por encima del 10 % en todo el periodo, con un máximo de 18,59 % en 2004 y un mínimo de 10,06 % en 2007. Los valores promedio por cuatrienios muestran una ligera disminución, dado el aumento de la colaboración internacional.

Tabla 2. Características de la colaboración científica en la Universidad de Puerto Rico (2000-2015)

Años	Producción total	Sin colaboración	Con colaboración	Tipo de colaboración			
				Nacional		Internacional	
2000	473	207 (43,76 %)	266 (56,24 %)	28	10,53 %	238	89,47 %
2001	475	210 (44,21 %)	265 (55,79 %)	34	12,83 %	231	87,17 %
2002	498	223 (44,78 %)	275 (55,22 %)	48	17,45 %	227	82,55 %
2003	575	266 (46,26 %)	309 (53,74 %)	55	17,80 %	254	82,20 %
2004	612	230 (37,58 %)	382 (62,42 %)	71	18,59 %	311	81,41 %
2005	632	240 (37,97 %)	392 (62,03 %)	67	17,09 %	325	82,91 %
2006	792	288 (36,36 %)	504 (63,64 %)	67	13,29 %	437	86,71 %
2007	814	287 (35,26 %)	527 (64,74 %)	53	10,06 %	474	89,94 %
2008	920	320 (34,78 %)	600 (65,22 %)	79	13,17 %	521	86,83 %
2009	919	313 (34,06 %)	606 (65,94 %)	61	10,07 %	545	89,93 %
2010	986	306 (31,03 %)	680 (68,97 %)	75	11,03 %	605	88,97 %
2011	938	267 (28,46 %)	671 (71,54 %)	90	13,41 %	581	86,59 %
2012	1034	313 (30,27 %)	721 (69,73 %)	73	10,12 %	648	89,88 %
2013	964	240 (24,90 %)	724 (75,10 %)	83	11,46 %	641	88,54 %
2014	971	227 (23,38 %)	744 (76,62 %)	111	14,92 %	633	85,08 %
2015	938	222 (23,67 %)	716 (76,33 %)	87	12,15 %	629	87,85 %
Totales	12541	4159	8382	1082	12,91 %	7300	87,09 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Colaboración nacional e internacional en la Universidad de Puerto Rico (2000-2015). Distribución porcentual por cuatrienios

Tipo de colaboración	Cuatrienio I 2000-2003	Cuatrienio II 2004-2007	Cuatrienio III 2008-2011	Cuatrienio IV 2012-2015
Nacional	14,65 %	14,76 %	11,92 %	12,16 %
Internacional	85,35 %	85,24 %	88,08 %	87,84 %

Fuente: elaboración propia.

4.3. Visibilidad e impacto

La Tabla 4 y la Figura 2 muestran el impacto de la producción científica de la UPR, tomando en cuenta las revistas donde sus autores publican. Como se aprecia, las publicaciones en el primer cuartil, que agrupa el 25 % de las revistas con mayor factor de impacto, superan el 30 % de la producción total durante todo el periodo, con un ligero crecimiento en los últimos años. Por cuatrienios, este porcentaje se ha incrementado gradualmente desde un 33,54 % (2000-2003) hasta un 39,68 % (2012-2015).

Otra medida de impacto es el porcentaje de publicaciones en las tres primeras revistas, las de mayor factor de impacto, en cada disciplina. Como se aprecia en la Figura 3 y en la Tabla 5, este indicador muestra valores en torno al 10 % hasta el año 2010, con un mínimo de 7,86 % en 2007 y un máximo de 12,75 % en 2004. Sin embargo, hacia el final del periodo hay una disminución notable, con el 5,97 % como el valor más alto en 2015. El análisis por cuatrienios confirma lo anterior, pues se pasa de un valor promedio de 10,66 % (2000-2003) a un 5,12 % (2012-2015).

Tabla 4. Distribución anual de documentos publicados en revistas del primer cuartil (Q1)

Año	A00	A01	A02	A03	A04	A05	A06	A07	A08	A09	A10	A11	A12	A13	A14	A15
Docs.	473	475	498	575	612	632	792	814	920	919	986	938	1034	964	971	938
Q1	158	162	182	173	221	230	272	245	307	320	328	328	392	405	377	375
%Q1	33,40	34,11	36,55	30,09	36,11	36,39	34,34	30,10	33,37	34,82	33,27	34,97	37,91	42,01	38,83	39,98

Distribución porcentual promedio por cuatrienios de documentos publicados en revistas del primer cuartil (Q1). 2000-2003: 33,54 %; 2004-2007: 34,23 %; 2008-2011: 34,13 %; 2012-2015: 39,68 %.

Fuente: elaboración propia.

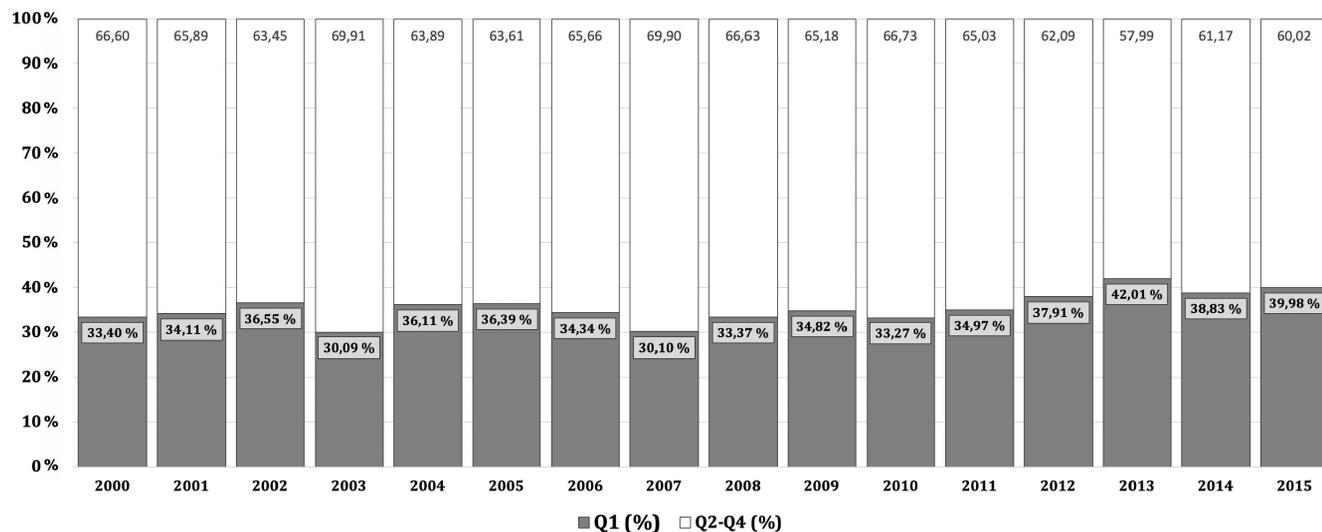


Figura 2. Impacto de la producción científica de la Universidad de Puerto Rico. Distribución por cuartiles.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Distribución anual de documentos publicados en las tres primeras revistas de cada disciplina (top 3)

Año	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Docs.	473	475	498	575	612	632	792	814	920	919	986	938	1034	964	971	938
En top 3	55	47	54	59	78	62	88	64	100	87	86	47	58	43	43	56
Porcentaje	11,63	9,89	10,84	10,26	12,75	9,81	11,11	7,86	10,87	9,47	8,72	5,01	5,61	4,46	4,43	5,97

Distribución porcentual promedio por cuatrienios de documentos publicados en las tres primeras revistas de cada disciplina (top 3). 2000-2003: 10,66 %; 2004-2007: 10,38 %; 2008-2011: 8,52 %; 2012-2015: 5,63 %.

Fuente: elaboración propia.

Los valores absolutos de las citas recibidas cada año y el indicador de citas por documento son indicadores de impacto y visibilidad. Estos indicadores están condicionados por las características y hábitos de citación de la disciplina o área de investigación de que se trate y disminuyen siempre hacia los últimos años del

periodo que se estudie. Como se aprecia en la Tabla 6, en este renglón la UPR alcanza un valor promedio para todo el periodo de 16,92 citas por documento, con valores máximos superiores a ese promedio en los años 2002 (23,02), 2005 (20,75), 2009 (23,76) y 2012 (23,20).

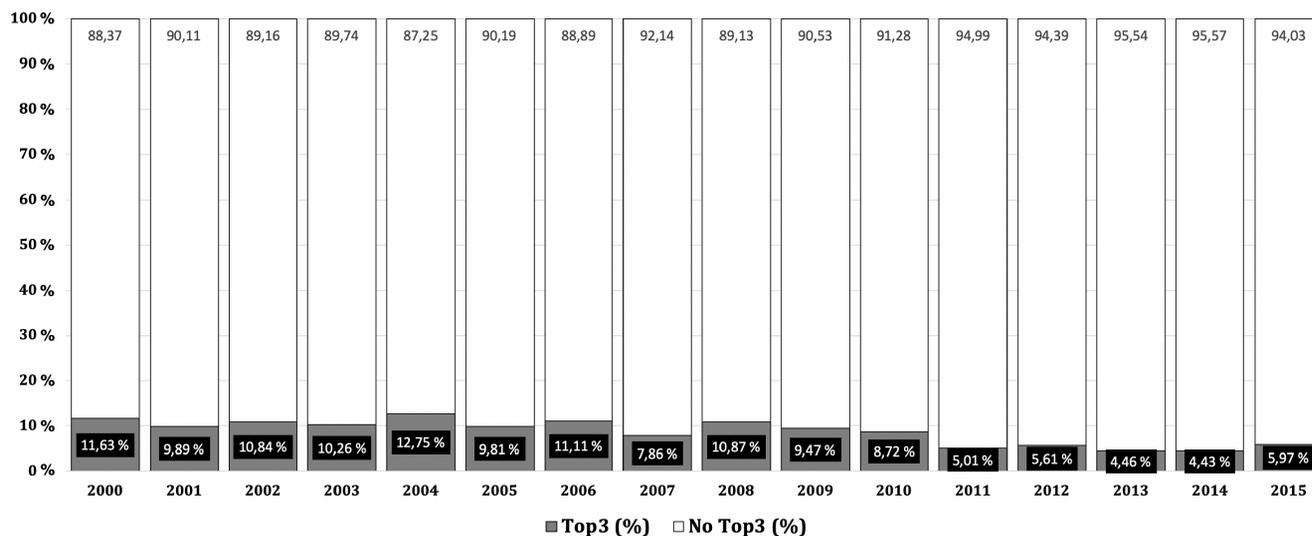


Figura 3. Impacto de la producción científica de la Universidad de Puerto Rico. Distribución en revistas top 3. Fuente: elaboración propia.

4.4. Áreas de investigación

La Tabla 7 muestra los indicadores de las áreas de investigación más productivas de la UPR. Se han incluido los indicadores para Puerto Rico como contexto para el análisis. Como se aprecia, con base en la producción de documentos, las diez áreas con mayor crecimiento en la UPR, durante todo el periodo, son química multidisciplinar (11,10 %), bioquímica y biología molecular (6,74 %), ciencia de los materiales, multidisciplinar (5,06 %), salud pública, ambiental y ocupacional (4,85 %), química física (4,74 %), física aplicada (4,62 %), biología celular (4,43 %), física de partículas y campos (4,30 %), biología (4,07 %) y astronomía y astrofísica (3,50 %). A excepción de esta última, en el resto la UPR muestra especialización, considerando que el valor que alcanza el IA es superior a la unidad, ya que el porcentaje que dedica a cada una de ellas es superior al que dedica el conjunto del país. Atendiendo al valor promedio del IA (1,21), la especialización es mayor en física de partículas y campos (1,44), física aplicada (1,39), ciencia de los materiales, multidisciplinar (1,37), química física (1,34) y química multidisciplinar (1,28).

La visibilidad y el impacto de la investigación en estas áreas se analizan tomando en cuenta el porcentaje de documentos en revistas del primer cuartil (%Q1), en las tres primeras de cada disciplina (%Top3) y las citas por documento (Citas/Docs.). Se observa que biología

(%Q1= 84,12; %Top3=37,25), biología celular (%Q1= 81,62; %Top3=34,05) y bioquímica y biología molecular (%Q1= 70,53; %Top3=22,84) son áreas con alta visibilidad e impacto, pues muestran valores superiores al promedio en porcentaje de documentos publicados en revistas Q1 y Top3. Igualmente, física de partículas y campos (%Q1= 92,58; Citas/Docs.=34,52) y astronomía y astrofísica (%Q1= 89,98; Citas/Docs.=37,21) ocupan los primeros lugares en porcentaje de documentos publicados en revistas de Q1 y en cantidad de citas por documento. Cabe destacar que, de las diez áreas, son biología, biología celular, física de partículas y campos y astronomía y astrofísica en las que, proporcionalmente, menos se publica. Además, química multidisciplinar, el área con mayor producción, muestra valores bajos en porcentaje de documentos en revistas Q1 y Top3 (%Q1=14,87 %; %Top3=1,22).

Por último, la aportación de la UPR a la producción de Puerto Rico en estas diez áreas es muy alta, en nueve de ellas por encima del 70 % y superiores al 90 % en física de partículas y campos (99,81 %), física aplicada (96,67 %), ciencia de los materiales, multidisciplinar (95,20 %) y química física (92,97 %). La aportación es menor solamente en astronomía y astrofísica (54,13 %). A rasgos generales, este análisis confirma la importancia del esfuerzo de investigación que se realiza en la UPR y lo determinante que resulta en la actividad científica de Puerto Rico.

Tabla 6. Impacto de la producción científica de la Universidad de Puerto Rico. Distribución anual de citas y citas por documento

Años	Documentos	Citas	Promedio de citas/documento
2000	473	8029	16,97
2001	475	9198	19,36
2002	498	11462	23,02
2003	575	9092	15,81
2004	612	10166	16,61
2005	632	13113	20,75
2006	792	12978	16,39
2007	814	13583	16,69
2008	920	16972	18,45
2009	919	21832	23,76
2010	986	18575	18,84
2011	938	14765	15,74
2012	1034	23985	23,20
2013	964	10375	10,76
2014	971	7982	8,22
2015	938	5774	6,16
	Promedio		16,92

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Caracterización de las áreas temáticas con mayor producción en la UPR y Puerto Rico (2000-2015)

	Universidad de Puerto Rico (UPR)					Puerto Rico					Índice de Actividad	
	N.º Docs.	% Docs.	Citas/ Docs.	% QI	% Top3	N.º Docs.	% Docs.	Citas/ Docs.	% QI	% Top3	IA	% contribución UPR/PR
Química, multidisciplinar	1392	11,10	7,77	14,87	1,22	1558	8,64	7,25	14,06	1,48	1,28	89,35 %
Bioquímica y biología molecular	845	6,74	11,33	70,53	22,84	1020	5,66	10,32	70,39	24,61	1,19	82,84 %
Ciencia de los materiales, multidisciplinar	634	5,06	21,84	62,46	5,52	666	3,69	21,29	61,86	10,36	1,37	95,20 %
Salud ocupacional, pública y medioambiental	608	4,85	9,27	26,81	6,09	833	4,62	10,59	31,93	14,17	1,05	72,99 %
Química física	595	4,74	23,25	61,68	3,19	640	3,55	22,39	60,47	7,81	1,34	92,97 %
Física aplicada	580	4,62	17,97	54,66	4,31	600	3,33	17,78	55,17	8,67	1,39	96,67 %
Biología celular	555	4,43	5,15	81,62	34,05	712	3,95	4,94	78,51	34,41	1,12	77,95 %
Física de las partículas y campos	539	4,30	34,52	92,58	0,00	540	2,99	34,46	92,41	15,00	1,44	99,81 %
Biología	510	4,07	6,90	84,12	37,25	639	3,54	9,09	83,72	38,65	1,15	79,81 %
Astronomía y astrofísica	439	3,50	37,21	89,98	0,00	811	4,50	31,92	78,18	4,69	0,78	54,13 %
Valor promedio		5,34	17,52	63,93	11,45		4,45	17,00	62,67	15,99	1,21	

Fuente: elaboración propia.

[Análisis bibliométrico de la actividad científica de la Universidad de Puerto Rico durante el periodo 2000-2015]

5. Discusión y conclusiones

La aplicación de indicadores cuantitativos, ampliamente utilizados por la comunidad científica internacional, permite ofrecer una visión que caracteriza el quehacer científico en Puerto Rico a través de la actividad que se desarrolla en la UPR. Esta caracterización se ha hecho en este trabajo atendiendo a indicadores de producción, colaboración científica, visibilidad e impacto y áreas temáticas de investigación. Hay que señalar, como se explicó en el apartado metodológico, que, debido a la naturaleza de las fuentes utilizadas, el análisis de las áreas temáticas se circunscribe a las ciencias puras, experimentales y tecnológicas, excluyendo las ciencias sociales y humanas.

La producción científica de la UPR, en comparación con el año base de este estudio (2000), ha mantenido un ritmo creciente, aunque a partir de 2012 se refleja un ligero estancamiento. Dentro del contexto mencionado, se puede destacar que la UPR, al igual que se ha señalado en estudios anteriores (Ortiz-Rivera et al., 2000; Suárez-Balseiro et al., 2015), mantiene su papel protagónico como el principal generador de la producción científica de Puerto Rico.

Por otra parte, su tasa de colaboración y su orientación internacional han ido en aumento, lo que tiende a fortalecer la visibilidad de la investigación y contribuye a mejorar su calidad con la participación de grupos de investigadores de diversas procedencias.

La visibilidad y el impacto de la investigación han aumentado durante el periodo. En este sentido, el mejor indicador es el porcentaje de la producción que se publica en revistas del primer cuartil, que se ha mantenido por encima del 30 %, con los valores más altos en los últimos cuatro años del estudio. Los valores promedio por cuatrienio confirman esta tendencia. No se muestra igual la evolución del porcentaje de documentos publicados en las primeras tres revistas de cada disciplina (Top3), que presenta una disminución acentuada hacia el final del periodo; no obstante, hay que tomar en cuenta que este indicador es mucho más restrictivo que la distribución por cuartiles. En otro aspecto del impacto, el reflejado por las citas a las publicaciones, la UPR presenta un promedio de 16,92 citas por documento, superior al 10,23 informado para Puerto Rico por Santa y Herrero-Solana (2010) y que, según estos autores, en

aquel momento era el más alto entre un grupo de diez países latinoamericanos.

En cuanto a las áreas temáticas de investigación, el análisis realizado ha permitido constatar la especialización de la UPR en nueve de las diez áreas más productivas, durante el periodo estudiado, particularmente en las ciencias físicas y químicas. Este dato, si bien amerita otro estudio, permite hacer énfasis en la necesidad de valorar y aprovechar el potencial para obtener productos patentables que tienen los proyectos de investigación desarrollados en dichas áreas.

Las conclusiones antes expuestas quedan enmarcadas en el Plan Estratégico UPR 2017-2022, en el que se afirma que “La aspiración de cambio que este plan estratégico presenta va unida a la urgencia de ser parte del proyecto colectivo de atender la crisis y fortalecer al país para crecer y fomentar su crecimiento económico” (UPR, 2016-2017, p. 19) y las expresiones de las autoridades universitarias en el sentido de que “la misión y metas de la Universidad sitúan su futuro en la dilatación de la actividad investigativa, tecnológica y de la producción de propiedad intelectual, áreas que representan una oportunidad estratégica para el país” (Walker-Ramos, 2015, p. 11). Estas indicaciones parecen coincidir con los investigadores que han enfatizado el papel de las universidades en el desarrollo de nuevas tecnologías y modelos de negocios, fundamentado en la creación y aplicación de nuevos conocimientos y en la adopción de enfoques cada vez más proactivos en colaboración directa con la industria, reafirmando, en este sentido, como agentes dinamizadores de la actividad económica tanto a nivel local como internacional, en la medida en que se aplica el conocimiento para desarrollar nuevas modalidades económicas (Abramo, D’Angelo, Di Cost & Solazzi, 2009; Arechavala-Vargas, 2011).

Como afirman Farinha, Ferreira y Gouveia (2016), la cooperación del sector académico con el industrial, apoyado con fondos públicos, puede crear, a través de procesos que transfieren conocimiento y tecnología, nuevos productos comercializables para el mercado, a veces con potencial internacional, contribuyendo así a la creación de riqueza, empleabilidad y el desarrollo de niveles de competitividad regional y, aunque la crisis económica por la que atraviesa Puerto Rico podría afectar estas iniciativas, los resultados presentados refuerzan la posición de la UPR para la realización de

esfuerzos conjuntos con el sector privado, que busquen la creación de un ecosistema industrial fundamentado en la economía del conocimiento mediante “el desarrollo de nuevos parques tecnológicos, la incubadora de empresas de alta tecnología, el surgimiento de una nueva industria aeroespacial, así como el desarrollo de los conglomerados industriales” (El Corredor Tecnológico del Oeste: Informe de evaluación, 2013, p. 1).

Agradecimientos

Reconocemos la valiosa colaboración del Observatorio IUNE, Laboratorio de Estudios Métricos de la Información (LEMI) del Departamento de Biblioteconomía y Documentación de la Universidad Carlos III de Madrid para la creación y el mantenimiento de la base de datos que sirve como fundamento a este proyecto y con cuyos datos ha sido realizado este trabajo.

6. Referencias

1. Abramo, Giovanni; D'Angelo, Ciriaco; Di Costa, Flavia; Solazzi, Marco (2009). University-industry collaboration in Italy: A bibliometric examination. *Technovation*, 29(6-7), 498-507. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.11.003>
2. Altbach, Philip (2013) Advancing the national and global knowledge economy: The role of research universities in developing countries. *Studies in Higher Education*, 38(3), 316-330. <https://doi.org/10.1080/03075079.2013.773222>
3. Aldieri, Luigi; Kotsemir, Maxim; Vinci, Concetto (2018). The impact of research collaboration on academic performance: An empirical analysis for some European countries. *Socio-Economic Planning Sciences*, 62, 13-30. <https://doi.org/10.1016/j.seps.2017.05.003>
4. Arechavala-Vargas, Ricardo (2011). Las universidades y el desarrollo de la investigación científica y tecnológica en México: una agenda de investigación. *Revista de la Educación Superior*, 40(158), 41-57. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-27602011000200003&lng=es&tlng=es
5. Calo, William; Suárez-Balseiro, Carlos; Suárez, Erick; Soto-Salgado, Marievelisse; Santiago-Rodríguez, Eduardo; Ortiz, Ana (2010). Assessing the scientific research productivity of Puerto Rican cancer researchers: Bibliometric analysis from the Science Citation Index. *Puerto Rico Health Sciences Journal*, 29(3), 250-255. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5798447/>
6. El Corredor Tecnológico del Oeste de Puerto Rico (2016). Recuperado el 17 de julio de 2018 de www.pртеconline.com/index.php/download_file/163/140/
7. Etzkowitz, Henry; Leydesdorff, Loet (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123.
8. Farinha, Luís; Ferreira, João; Gouveia, Borges (2016). Networks of innovation and competitiveness: A Triple Helix case study. *Journal of the Knowledge Economy*, 7(1), 259-275. <https://doi.org/10.1007/s13132-014-0218-3>
9. Frame, Davidson (1977). Mainstream research in Latin America and the Caribbean. *Interciencia*, 2, 143-148.
10. Godin, Benoit; Gingras, Yves (2000). The place of universities in the system of knowledge production. *Research Policy*, 29(2), 273-278. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00065-7](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00065-7)
11. Hessels, Laurens; van Lente, Harro (2008). Re-thinking new knowledge production: A literature review and a research agenda. *Research Policy*, 37(4), 740-760. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.008>
12. Hsu, Jiann; Huang, Ding (2011). Correlation between impact and collaboration. *Scientometrics* 86(2), 317-324. <https://doi.org/10.1007/s11192-010-0265-x>
13. Maura-Sardó, M., Aristeguieta-Trillo, S. y Solís-Ortiz, F. (2004). La productividad científica en la Facultad de Ciencias Naturales (Universidad de Puerto Rico, Recinto de Río Piedras) durante los años 2000-2003. *Simbiosis: Revista Electrónica de Ciencias de la Información*, 1(2).
14. Meyer, Martin; Grant, Kevin; Kuusisto, Jari. (2018). The Triple Helix and User-driven Centres of Competence: Towards a new organisational model? En Donald Siegel (Eds.), *The World Scientific Reference on Innovation* (4 vols.) (pp. 113-128). World Scientific Publishing. https://doi.org/10.1142/9789813149045_0007
15. Meyer, Martin; Debackere, Koenraad; Grant, Kevin; Kuusisto, Jari; Kume, Ortenca; Yu, Tuan (2019). Universities, User-Driven Competence Centres and Intellectual Property. *Les Nouvelles - Journal of the Licensing Executives Society*, 54(2). <https://ssrn.com/abstract=3380461>
16. Ortiz-Rivera, Laurie (2003). *Estudio bibliométrico de la producción científica de autores pertenecientes a instituciones puertorriqueñas en el Science Citation Index durante el periodo 1980-1998* (tesis doctoral). Universidad Carlos III de Madrid. Departamento de Biblioteconomía y Documentación. <http://e-archivo.uc3m.es/handle/10016/17980>
17. Ortiz-Rivera, Laurie; Sanz-Casado, Elías; Suárez-Balseiro, Carlos (2000). Scientific Production in Puerto Rico in Science and Technology during the Period 1990 to 1998. *Scientometrics*, 49(3), 403-418. <https://doi.org/10.1023/A:1010585522899>

18. Pogodaeva, Taisia; Zhaparova, Daria; Efrenova, Irina (2015). Changing role of the university in innovation development: New challenges for Russian regions. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 214, 359-367. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.659>
19. Santa, Samaly; Herrero-Solana, Victor (2010). Cobertura de la ciencia de América Latina y el Caribe en Scopus vs Web of Science. *Investigación Bibliotecológica*, 24(52), 13-27. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-358X2010000300002&lng=es&tlng=es
20. Sanz-Casado, Elías (1995) *Estudio bibliométrico de la producción científica del Departamento de Química del Recinto de Río Piedras de la Universidad de Puerto Rico durante el periodo 1989-1994*. Río Piedras, Puerto Rico.
21. Sanz-Casado, Elías (1998). *Estudio bibliométrico de la producción científica del Centro de Investigaciones Sociales de la Universidad de Puerto Rico durante el periodo 1988-1994*. Río Piedras, Puerto Rico.
22. Sanz-Casado, Elías; Martín-Moreno, Carmen; Maura-Sardó, Mariano; Rodríguez, Beatriz; García-Zorita, Carlos; Lascurain-Sánchez, María Luisa (2002). Análisis de la interdisciplinariedad de los investigadores puertorriqueños en ciencias químicas durante el periodo 1992-1999. *Revista Española de Documentación Científica*, 25(4), 421-432. <https://doi.org/10.3989/redc.2002.v25.i4.276>
23. Sanz-Casado, Elías; Martín-Moreno, Carmen; García-Zorita, Carlos; Lascurain-Sánchez, María Luisa (2004). Study of interdisciplinarity in chemistry research base on the production of Puerto Rican scientists 1992-2001. *Information Research*, 9(4). <http://InformationR.net/ir/9-4/paper182.html>
24. Shinn, Terry (2002). The triple helix and new production of knowledge: prepackaged thinking on science and technology. *Social Studies of Science*, 32(4), 599-614. <https://doi.org/10.1177/0306312702032004004>
25. Suárez-Balseiro, Carlos; Maura-Sardó, Mariano; Maura-Pérez, Jordi (2015). Ciencia en Puerto Rico: caracterización y potencialidades de la investigación científica en la Universidad de Puerto Rico en un contexto de crisis. En Jon Zabala-Vázquez; Rodrigo Sánchez-Jiménez; Maria Antonia García-Moreno (Coords.), *Desafíos y oportunidades de las Ciencias de la Información y la Documentación en la era digital: actas del VII Encuentro Ibérico EDICIC 2015* (Madrid, 16 y 17 de noviembre de 2015) (1-20). Madrid: Universidad Complutense. http://edicic2015.org.es/ucmdocs/actas/art/280-SuarezBalseiro_ciencia-Puerto-Rico.pdf
26. UPR (2016-2017). *Plan Estratégico UPR 2017-2022*. <https://www.juntagobierno.upr.edu/plan-estrategico-upr-2017-2022/>
27. Walker-Ramos, Uroyoán (2015). *Memorial de presupuesto de la Universidad de Puerto Rico. Año fiscal 2015-2016*. San Juan: Cámara de Representantes de Puerto Rico.