
ESTUDIOS / RESEARCH STUDIES

Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015

José Antonio Castillo*^{**,*}, Michael A. Powell*

* Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Quito (Ecuador).
Correo-e: jcastillo@yachaytech.edu.ec | ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-8941-9040>

** Escuela de Ciencias Biológicas e Ingeniería, San Miguel de Urququí (Ecuador).
Correo-e: mpowell@mpowellinternational.com | ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-5460-2301>

Recibido: 15-02-2018; 2ª versión: 26-04-2018; Aceptado: 10-05-2018

Cómo citar este artículo/Citation: Castillo, J. A.; Powell, M. A. (2019). Análisis de la producción científica del Ecuador e impacto de la colaboración internacional en el periodo 2006-2015. *Revista Española de Documentación Científica*, 42 (1): e225. <https://doi.org/10.3989/redc.2019.1.1567>

Resumen: La producción científica del Ecuador en relación con otros países latinoamericanos ha sido históricamente baja, en gran parte debido a la falta de cultura científica y políticas adecuadas que promuevan la investigación, además del descuido en priorizar la investigación en las universidades. Sin embargo, en los últimos 10 años, el gobierno ha implementado diversas políticas para ayudar a remediar esta situación. Presentamos un análisis bibliométrico de la producción de la investigación ecuatoriana durante el periodo 2006-2015. Los resultados muestran que la producción científica de Ecuador ha aumentado 5.16 veces en los últimos años, lo que supera el crecimiento latinoamericano. Más del 80% de las publicaciones ecuatorianas incluyen colaboración internacional, principalmente con EE.UU., España, el Reino Unido, Alemania, Francia, Brasil y Colombia. Se discuten las implicaciones de política pública.

Palabras clave: producción científica; colaboración internacional; coautoría; Ecuador; análisis bibliométrico.

Analysis scientific production from Ecuador and the impact of international collaboration in the period 2006-2015

Abstract: Ecuador's research outputs has been historically low when compared with other major Latin-American countries, largely due to a lack of a proper research culture that promotes adequate conditions for the research process and to the lack of prioritization of research in universities. However, over the past 10 years, the government has introduced several policies to remedy this situation. We present here a bibliometric analysis of Ecuadorian research production along the period 2006-2015. Results show that the scientific production of Ecuador has increased 5.16 times over the past years, which exceeds Latin-American growth. Over 80% of Ecuadorian publications include international collaboration, mainly with the USA, Spain, UK, Germany, France, Brazil and Colombia. Public policy implications are also discussed.

Keywords: scientific production; international collaboration; co-authorship; Ecuador; bibliometrics.

Copyright: © 2019 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

1. INTRODUCCIÓN

El impacto de la investigación científica y el desarrollo tecnológico en el progreso económico de los países es bien reconocido (King, 2004, Solarin y Yen, 2016). El estudio de los resultados científicos en forma de publicaciones es esencial porque permite un diagnóstico de la capacidad institucional o nacional (Inglesi-Lotz y Pouris, 2011; Pouris, 2012). Esta información es útil para los que toman decisiones, quienes la utilizan para diseñar, ajustar, generar e implementar políticas públicas dirigidas a aumentar la producción y la calidad de la investigación científica (Coccia y Rolfo, 2007; Heitor y otros, 2014). Una parte clave de este esfuerzo es la colaboración científica nacional e internacional y la internalización general de la ciencia (Glänzel, 2001; Kwiek, 2015). Los países con producción científica relativamente baja reciben mayores beneficios de la colaboración internacional, que los países con gran producción científica (Boshoff, 2010). Sin embargo, los países con elevada producción científica también reciben grandes beneficios de la colaboración internacional (Narin y otros, 1991; Frenken y otros, 2005). Un ejemplo es la marcada mejora en los resultados de la investigación de Alemania después de que pasaron de contar con una colaboración internacional incipiente a un sistema que promueve la colaboración global, impulsada por las políticas del gobierno federal (BMBF, 2008; Wollin, 2009).

La colaboración internacional en investigación implica actividades conjuntas entre científicos con sede en institutos localizados en diferentes países y que comparten un objetivo común (Ulnicane, 2015). Estos esfuerzos interactivos brindan beneficios a ambas partes. En el caso de países pequeños o países con baja producción científica, la colaboración con países más experimentados puede generar investigaciones que de otro modo serían imposibles (Harris, 2004). Usualmente, la colaboración científica se realiza a través de redes formales, donde los países o instituciones firman acuerdos o contratos que estipulan beneficios y responsabilidades o a través de colaboraciones informales donde los científicos comparten información, materiales, muestras y esquemas de capacitación con estudiantes (Glänzel y Schubert, 2005; Adams, 2012; Ulnicane, 2015).

El Ecuador se ha beneficiado de la colaboración internacional en ciencia y tecnología desde principios de los años sesenta (Ayala-Mora, 2015). Sin embargo, tradicionalmente ha producido bajos resultados científicos en forma de publicaciones. Para poner esto en contexto, el Ecuador es un país de habla hispana con 16.5 millones de personas y un PBI cercano a los 100 mil millones de dólares

(precios actuales, FMI 2016). Pocos investigadores ecuatorianos tienen un doctorado o un título equivalente, existe un alto nivel de endogamia académica en las universidades e históricamente, la investigación no ha sido una prioridad en estas instituciones (Van Hoof, 2015). La poca investigación científica que se realiza se lleva a cabo principalmente en universidades, pero también en institutos nacionales de investigación financiados con fondos públicos. Existen 60 universidades y escuelas politécnicas, de las cuales 33 son financiadas parcial o completamente con fondos públicos, y 12 institutos públicos de investigación.

En los últimos años, el gobierno ecuatoriano ha promovido el aumento de la producción científica mediante la promulgación de leyes, mejoras en las universidades, incentivos para obtener títulos de postgrado, la creación de programas de transferencia científica y tecnológica y el suministro de fondos para financiar proyectos interinstitucionales de investigación científica a nivel nacional e internacional (Medina y otros, 2016). Estos esfuerzos han "despertado" al Ecuador a la investigación científica y al desarrollo tecnológico, lo que se refleja en el aumento de los resultados científicos que se describen en este trabajo. Muchos de estos esfuerzos reflejan la deseada transición del gobierno hacia una economía basada en el conocimiento (Ramírez, 2014).

No hay estudios exhaustivos sobre el impacto de las iniciativas recientes del gobierno ecuatoriano para fortalecer la ciencia y la tecnología en el país. Tampoco sobre estadísticas de la producción científica ecuatoriana en general. Las búsquedas bibliográficas han resultado en una serie de documentos sobre investigación ecuatoriana; sin embargo, están desactualizadas, se refieren solo a algún campo de conocimiento particular o están dedicadas a un análisis más amplio como América Latina. En 2008, Masson reportó una visión general de la ciencia y la tecnología ecuatoriana desde la década de 1950 hasta abril de 2008, que incluye los gastos en ciencia y tecnología, personal académico, publicaciones y patentes. Alvarez-Muñoz y Pérez-Montoro (2015) realizaron un análisis de la producción y la visibilidad científica del Ecuador en comparación con otros países andinos. Usaron información de SCImago para identificar indicadores de producción científica y tasas de crecimiento del Ecuador para el período 2000-2013. Looor y Carriel (2014) estudiaron el progreso científico del Ecuador, América Latina y el Caribe durante un período similar (2000-2012). Concluyeron que el Ecuador estaba por debajo del promedio del gasto en ciencia y tecnología y tenía el menor número de investigadores en comparación con otros países

de la región. Huamani y otros (2014) evaluaron la producción y la red de colaboración de investigación que trabaja sobre Leishmaniasis en América del Sur e incluyeron datos para el Ecuador. El análisis bibliométrico de la producción científica ecuatoriana en salud humana fue realizado por Sisa y otros (2011) utilizando las bases de datos LILACS y MEDLINE para los años 1999 a 2009. La investigación bibliométrica en ciencias del deporte de 1970 a 2012 incluye datos del Ecuador como parte de Sudamérica (Andrade y otros, 2013). Johnson (2017) describió la complejidad actual del entorno de la educación superior en el Ecuador impulsado por las reformas contemporáneas, pero no muestra análisis estadísticos de datos. Uno de los mejores resúmenes sobre la situación actual en el Ecuador, basado en datos bibliométricos, es el Informe Científico de la UNESCO (Lemarchand, 2015), que incluye una revisión del estado actual de la ciencia en América Latina, incluidos los factores que influyen en la ciencia, las tendencias en políticas públicas y la capacitación de recursos humanos, los gastos relacionados con ciencia y tecnología y los resultados de investigación. En los perfiles de país, para el caso ecuatoriano, el autor resume los desarrollos más importantes desde 2010 y presenta información sobre el progreso logrado.

Este trabajo tiene como objetivo particular analizar la producción científica del Ecuador durante el período 2006-2015. Hemos elegido este intervalo de estudio porque refleja el período antes y después de las intervenciones del gobierno ecuatoriano dirigidas a aumentar los resultados nacionales de ciencia y tecnología. La producción científica está indisolublemente relacionada con la colaboración internacional en el caso del Ecuador, por esta razón, incluimos un análisis de la colaboración internacional en la ciencia ecuatoriana. Usamos herramientas bibliométricas para alcanzar los objetivos mencionados. El análisis bibliométrico es un método importante para caracterizar la producción de la investigación y proporciona información útil para tomar decisiones con respecto a la financiación futura y el desarrollo de las prioridades científicas (Traynor y Rafferty, 2001; Smith y Marinova, 2005). Los resultados expuestos en este artículo serán de gran valor para el Ecuador y otros países de la región (este trabajo es parte de un análisis más amplio sobre la colaboración entre Europa y América Latina en el marco del proyecto "EU-LAC Focus", financiado por el programa Horizonte 2020 de la Unión Europea). Este tipo de estudios en otros países han impulsado una mayor producción científica, que se ha traducido en un incremento del número de artículos publicados en revistas con factores de alto impacto a lo largo de los años (Loyola y otros, 2012).

El trabajo que presentamos agrega información nueva y actualizada sobre la producción de la investigación científica del Ecuador mediante el examen de datos bibliométricos y el análisis de las tendencias actuales de colaboración internacional y cómo ésta ha impactado a la producción científica del país. Hemos analizado la coautoría como parte integral de la colaboración científica internacional. La coautoría en publicaciones de investigación se considera una aproximación confiable para estimar la colaboración en investigación. El análisis de la coautoría proporciona abundante información sobre el alcance de la colaboración, las redes científicas, los esquemas de financiación y otros (Melin y Persson, 1996).

2. METODOLOGÍA

Este estudio se enfoca en publicaciones científicas que incluyen al menos un autor ecuatoriano afiliado a una universidad u otra institución de investigación ecuatoriana, publicadas entre 2006 y 2015. Los datos provienen de la base de datos Scopus (www.scopus.com; datos retirados en agosto de 2016, y se actualizaron en enero y mayo de 2017). Scopus es la base de datos más grande del mundo de colecciones internacionales multidisciplinarias de publicaciones de investigación revisadas por pares que comprenden más de 22.000 revistas, libros y actas de congresos de cuatro campos de conocimiento principales: ciencias de la vida, ciencias físicas, ciencias de la salud y ciencias sociales y humanidades. La decisión de utilizar Scopus sobre otras bases de datos (es decir, Web of Science -WoS-, ScienceOpen y otros) se basó en la cantidad de títulos que Scopus incluye en sus colecciones. Diversas evaluaciones de las dos bases de datos más grandes (Chadegani y otros, 2013; Cavacini, 2015; Mongeon y Paul-Hus, 2016) señalan que Scopus cubre más revistas que WoS y que la mayoría de las revistas contenidas en el último también están incluidas en Scopus. La estrategia de búsqueda se limitó a identificar las publicaciones científicas con al menos un autor afiliado a una institución ecuatoriana. La mayoría de estas publicaciones son compartidas en esquemas de co-autoría con investigadores de diferentes países, por lo tanto, la búsqueda se realizó utilizando el motor de búsqueda que dispone Scopus por la palabra clave 'Ecuador' conjuntamente con 'affiliation country' y, si fuera el caso, por el nombre de algún otro país o países en el componente 'country/territory'. La información se limpió manualmente comprobando visualmente cada cita y el nombre de cada revista científica para evitar la superposición debido a faltas de ortografía o ligeras variaciones en los nombres, problemas que son

poco comunes pero existentes en la base Scopus. El portal público SCImago (www.scimagojr.com) se utilizó para obtener datos que complementan aquellos retirados de la base Scopus, específicamente el porcentaje de colaboración internacional de algunos países de la región.

En este estudio, se consideraron todos los tipos de publicaciones (es decir, artículos, reseñas, libros, capítulos de libros, documentos de conferencias, revisiones de conferencias, cartas, editoriales, notas, encuestas breves y artículos comerciales). Usamos el sistema Scopus que divide todas las publicaciones en 27 campos principales de conocimiento, sin embargo, para su interpretación y discusión, seleccionamos solo los 10 campos más representados por las publicaciones ecuatorianas.

Se usaron estadísticas descriptivas e indicadores seleccionados para los análisis. El aumento en la producción científica del Ecuador durante el intervalo 2006-2015 se determinó con base en el porcentaje de publicaciones totales por año. Se analizó el nivel de colaboración ecuatoriana con diversas regiones del mundo para capturar la internacionalidad de la producción ecuatoriana. Se realizó una comparación de la proporción de la colaboración internacional de otros países en América Latina para estimar la importancia relativa en la colaboración con el Ecuador. Diferenciamos las publicaciones en coautoría (entre ecuatorianos y colegas extranjeros) en dos tipos: "Número total de publicaciones", son aquellas publicaciones en coautoría de ecuatorianos y autores del país respectivo más autores de los demás países (como en la columna 1, Tabla II), y "Número de publicaciones en colaboración bilateral", publicaciones en coautoría de ecuatorianos y autores del país respectivo, sin incluir a autores de otros países (columna 2, Tabla II).

La tasa de crecimiento anual compuesta (CAGR, 'Compound Annual Growth Rate') es un indicador que normalmente se utiliza para describir el crecimiento económico de países, empresas o instituciones. Este indicador también se puede usar para medir el crecimiento científico a lo largo del tiempo (Hassan y otros, 2015). Consiste en un cálculo aritmético estándar que estima el crecimiento promedio durante varios años tomando los valores iniciales y finales del periodo (Chan, 2012). El CAGR fue calculado con la siguiente ecuación:

$$CAGR = \sqrt[n]{\frac{P2}{P1}} - 1$$

Donde las entidades P1 y P2 denotan el número de publicaciones de Ecuador en los años 2006 y 2015, respectivamente, es decir, el número de

publicaciones al comienzo (313 publicaciones) y al final del período de estudio (1.605 publicaciones) y n el número de años del periodo (10 años). Así mismo, se utilizó la medida de Salton para normalizar los datos del análisis de colaboración entre el Ecuador y otro país (Salton y McGill, 1983). La medida de Salton es un estimador de la fortaleza de la colaboración internacional y se define como el número de publicaciones conjuntas entre dos países dividido por la raíz cuadrada del producto del número de los resultados totales de publicación de los dos países (Glänzel, 2001). Esta medida se calculó usando datos de 'Número de publicaciones en colaboración bilateral' (ver explicación arriba). A pesar de que el Ecuador ha producido un número menor de publicaciones en comparación con los países con los que ha colaborado, realizamos la medida de Salton para normalizar los datos y determinar la importancia de la coautoría entre el Ecuador y estos países.

Se realizó el análisis de la colaboración internacional a nivel nacional y regional, utilizando datos del "Número de publicaciones en colaboración bilateral" (colaboración exclusiva entre Ecuador y otro país, sin participación de terceras regiones o países). Seleccionamos los países que han colaborado con el Ecuador con más del 20% de todas sus publicaciones en coautoría para sus regiones (aunque Perú no ha producido más del 20% del total de publicaciones en coautoría, incluimos a Perú porque comparte frontera con el Ecuador y porque la colaboración es importante en términos de producción relativa de publicaciones). En orden decreciente los países que han colaborado con el Ecuador son: Estados Unidos (EE.UU.), España, Brasil, Reino Unido, Alemania, Francia, Colombia, México, Argentina y Perú. Para los análisis de región, seleccionamos Europa, Norteamérica y Latinoamérica. "Europa" incluye a todos los países pertenecientes a la Unión Europea y también a los de Europa oriental (Serbia, Letonia, Armenia, Georgia, Azerbaiyán, Macedonia, Bosnia y Herzegovina, Moldavia, Albania y Montenegro); Latinoamérica incluye a México y países del Caribe, América Central y del Sur; y Norteamérica incluye los EE. UU. y Canadá. No consideramos otras regiones del mundo (por ejemplo, Asia, Oceanía y África) porque su colaboración total con el Ecuador solo representa el 2% de la producción total de publicaciones. Finalmente, se consideraron todas las combinaciones de estas tres regiones: Europa + Latinoamérica, Europa + Norteamérica, Norteamérica + Latinoamérica, y Europa + Norteamérica + Latinoamérica. Esta combinación de regiones fue útil para clasificar las publicaciones ecuatorianas de acuerdo con la colaboración con diferentes regiones y determinar qué regiones han sido más productivas con el Ecuador en los últimos 10 años.

Las publicaciones también se clasificaron de acuerdo con el número de autores por documento: 1) los documentos de un solo autor son aquellos que incluyen únicamente a los autores ecuatorianos; 2) los documentos bajo co-autoría son los producidos por uno o más investigadores ecuatorianos o investigadores ecuatorianos y no ecuatorianos de cualquier país o región. Dentro de este grupo, estimamos el crecimiento relativo de las publicaciones y calculamos la mejor línea de ajuste para ver la tendencia de crecimiento de los últimos años (2011-2015). La línea de ajuste relaciona las variables 'número de publicaciones' y 'año' e indica la tendencia del crecimiento.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Análisis bibliométrico

Dado que el Ecuador es un país pequeño y no ha tenido una tradición de investigación científica, no es sorprendente que haya producido un número bajo de publicaciones durante el período 2006-2015. Según la base de datos Scopus, el número total de publicaciones en todas las categorías es de 6.548. Todas estas publicaciones fueron generadas por investigadores afiliados a instituciones ecuatorianas con o sin colaboración internacional. El 89% de los documentos se publicaron en inglés y el 11% en español u otros idiomas.

A pesar de la baja producción ecuatoriana, en general, en comparación con otros países de la re-

gión, los datos muestran que el Ecuador ha mejorado significativamente en los últimos años. La producción total en 2006 fue de 313 documentos, mientras que en 2015 la cantidad aumentó a 1.605 (Figura 1). Esto corresponde a un aumento de 5,1 veces, que es mucho más alto que el crecimiento promedio de Latinoamérica (1,77 veces, 121.502 documentos en 2015 frente a 68.706 documentos en 2006). Durante este período, la contribución del Ecuador a las publicaciones de Latinoamérica aumentó de 0,46% en 2006 a 1,33% en 2015, desplazando al Ecuador del puesto duodécimo al noveno en Latinoamérica (Figura 1). Este importante crecimiento en la producción científica ecuatoriana, que supera a la media latinoamericana, es relativo ya que inicia con un bajo número de publicaciones (313 en 2006) en comparación a la producción latinoamericana que está alcanzando su nivel de estabilización. La CAGR también indica que el Ecuador es el país de la región con mayor crecimiento de producción científica (17,7%), seguido de Colombia (14,8%), Perú (11,2%), Brasil (6,6%), Argentina (5,2%) y México (4,6%). El promedio CAGR para todos los países de Latinoamérica fue de solo 5,9% para el período 2006-2015, lo que significa que el Ecuador superó a Latinoamérica en 3 veces.

Un análisis de los tipos de documentos y de las áreas de investigación es importante para entender las fortalezas y debilidades de la ciencia ecuatoriana. Como se muestra en la Figura 2, el 75%

Figura 1. Número de publicaciones de autores ecuatorianos en colaboración con otros países (barras), y contribución de Ecuador a las publicaciones de América Latina (curva). 2006-2015

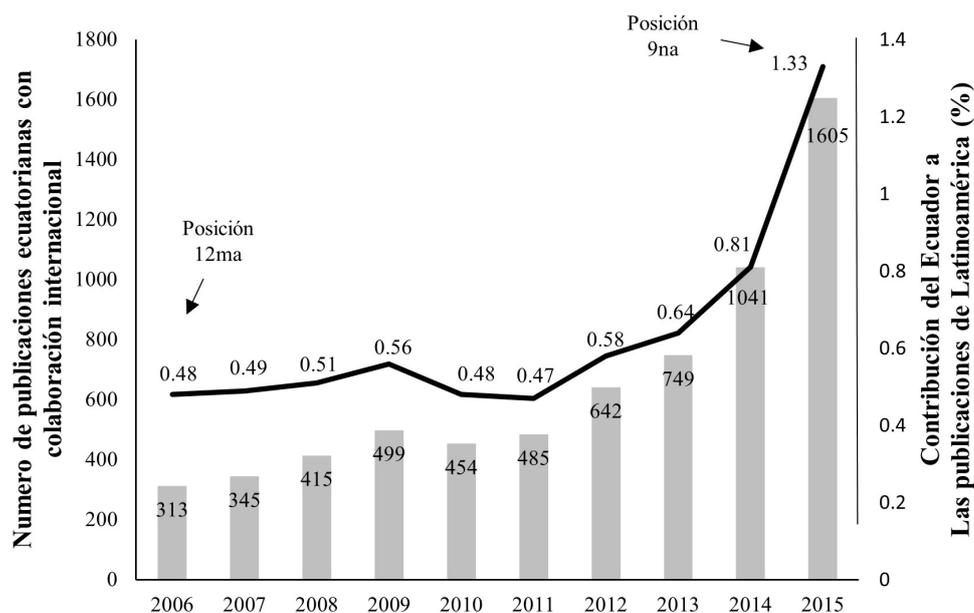
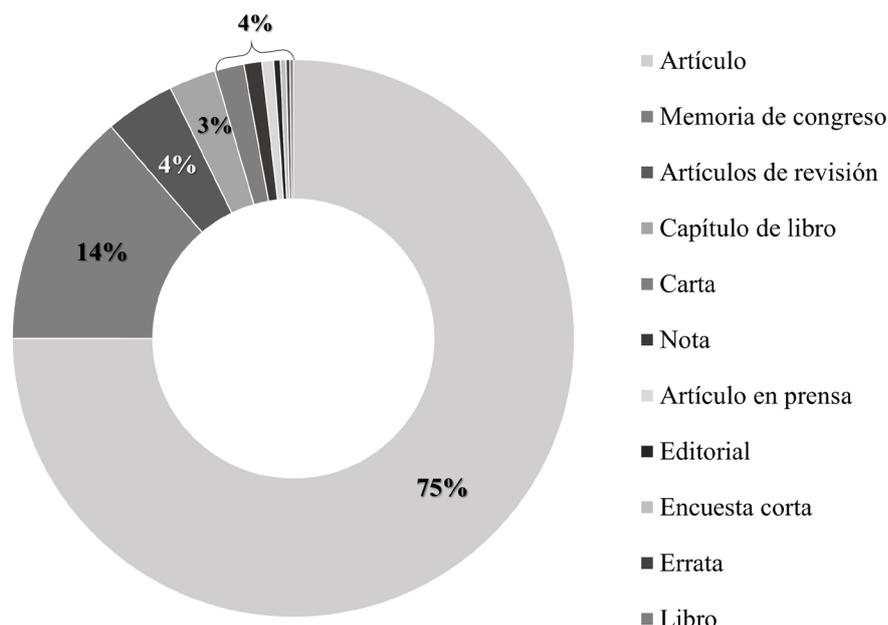


Figura 2. Distribución de publicaciones científicas ecuatorianas según tipo de publicación. 2006-2015



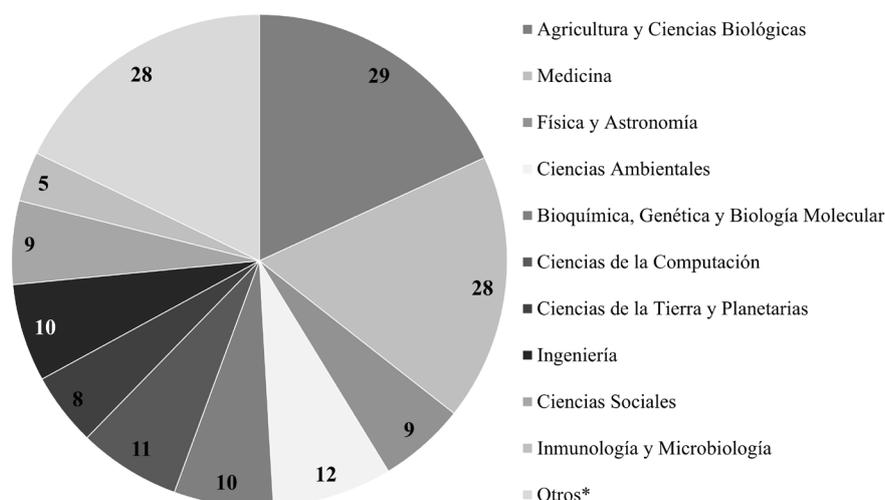
de los documentos publicados durante los años de este estudio son artículos científicos, el 14% son memorias de congresos, el 4% son artículos de revisión y el resto son capítulos de libros, cartas, notas, editoriales, encuestas cortas, erratas y libros. Las áreas de mayor producción para los investigadores ecuatorianos son Agricultura/Ciencias Biológicas y Medicina (Figura 3), que comprenden el 29% y el 28% de las publicaciones, respectivamente. Las Ciencias Ambientales, la Informática, la Bioquímica/Genética/Biología molecular, la Ingeniería y la Física/Astronomía también estuvieron bien representadas, aunque en menor medida. Las demás áreas del conocimiento (17 áreas: Artes y Humanidades, Negocios, Administración y Contabilidad, Ingeniería Química, Química, Ciencias Conductuales y de las Decisiones, Odontología, Economía, Econometría y Finanzas, Energía, Profesiones de la Salud, Ciencia de los Materiales, Matemáticas, Multidisciplinario, Neurociencia, Enfermería, Farmacología, Toxicología y Farmacia, Psicología, Veterinaria) aportan con menos del 5% cada una y totalizan el 28% restante. Parece que la tendencia común en los países con bajo nivel científico es un énfasis en el estudio de los recursos naturales y las enfermedades humanas (Pouris y Ho, 2014), y este énfasis se ve en el Ecuador.

La colaboración internacional ha beneficiado al Ecuador y se ha vuelto indispensable para fomentar el progreso científico. De 2006 a 2015, el número

total de documentos producidos por investigadores ecuatorianos es 1.302, o aproximadamente el 20% de la producción total para estos años (Tabla I). El 80% restante se produjo en colaboración con colegas de Europa, Norteamérica y Latinoamérica, o alguna combinación de estas regiones. La colaboración exclusiva con investigadores de otras regiones del mundo (Asia, África u Oceanía) es marginal, corresponde al 2% y no se considera en este trabajo. Cuando se analiza la colaboración por regiones de forma individual, la colaboración con países europeos fue la más prolífica, produciendo el 26,6% de todos los documentos, seguida por Norteamérica (15,5%) y luego Latinoamérica (11,5%). La colaboración multiregional más importante incluyó todas las regiones (8,3%, Tabla I).

Europa ha colaborado principalmente en las áreas de Agricultura/Ciencias Biológicas (28%), Medicina (24%) y Física/Astronomía (14%). La colaboración de Norteamérica también es sólida en Agricultura/Ciencias Biológicas (36%) y Medicina (30%), con las Ciencias Ambientales (16%) en el tercer lugar (Figura 4). La colaboración de Latinoamérica-Ecuador produjo publicaciones principalmente en los campos de la Medicina (30%), Agricultura/Ciencias Biológicas (27%) y Física/Astronomía (18,5%). El énfasis en Agricultura/Ciencias Biológicas y Medicina no es sorprendente ya que el Ecuador tiene en su territorio una gran extensión de selva amazónica donde se encuentra una gran diversidad biológica.

Figura 3. Distribución del porcentaje de publicaciones ecuatorianas según 10 campos científicos. 2006-20015



*Otros, se refiere a los siguientes campos que están pobremente representados en publicaciones ecuatorianas: Artes y Humanidades, Negocios, Administración y Contabilidad, Ingeniería Química, Química, Ciencias Conductuales y de las Decisiones, Odontología, Economía, Econometría y Finanzas, Energía, Profesiones de la salud, Ciencia de los materiales, Matemáticas, Multidisciplinario, Neurociencia, Enfermería, Farmacología, Toxicología y Farmacia, Psicología, Veterinaria.

Tabla I. Número de publicaciones del Ecuador con o sin colaboración internacional. 2006-2015

Tipo de colaboración	Número de documentos publicados ^a	Porcentaje total de documentos publicados ^a
Documentos por autores ecuatorianos		
Solo Ecuador	1.302	19,9
Documentos en co-autoría. Ecuador en colaboración con:		
Solo Norteamérica	1.017	15,5
Solo Europa	1.743	26,6
Solo Latinoamérica	751	11,5
Europa+Latinoamérica	444	6,8
Europa+Norteamérica	322	4,9
Norteamérica+Latinoamérica	292	4,5
Europa+Norteamérica+Latinoamérica	546	8,3
Otras regiones (Asia, África y Oceanía) ^b	131	2,0
Total	6.548	100

a) Los datos reflejan volúmenes de publicaciones (número y porcentaje) solo para Ecuador o para Ecuador con colaboración internacional, con cada una de las regiones separadas o combinadas, sin participación de terceras regiones.

b) No están incluidas en el análisis las publicaciones en co-autoría de autores ecuatorianos y autores de Asia, África u Oceanía.

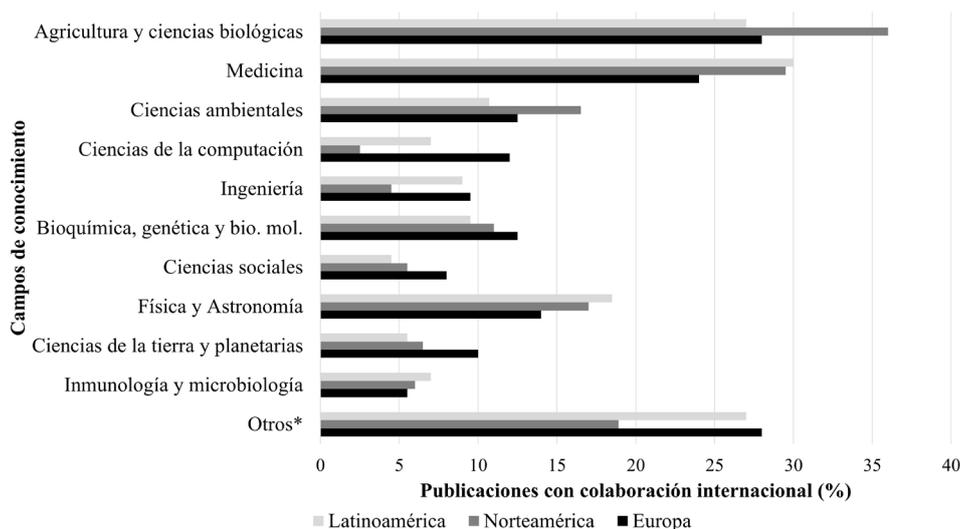
gica y su ubicación cerca de la línea ecuatorial da lugar a una alta incidencia de enfermedades humanas tropicales (Cartelle y otros, 2015). Además, los países con baja producción científica suelen enfatizar la investigación científica en estos campos, probablemente debido a la necesidad de resolver problemas básicos de salud y subsistencia (Pouris y Ho, 2014; Hassan y otros, 2015).

La evaluación de los datos en función de la contribución de cada país ofrece una imagen diferente a la de la contribución regional debido al número relativo de publicaciones de cada país. Los principales países europeos que cooperan con científicos ecuatorianos son: España, el Reino Unido, Alemania y Francia (Tabla II y Tabla III). España tiene una relación natural con el Ecuador, ya que comparten

historia, idioma y cultura. Dadas estas similitudes, no sorprende que la colaboración del Ecuador con España produjera 1.249 documentos, o el 40,4%, del total de documentos producidos entre el Ecuador y Europa (Tabla II; tenga en cuenta que el número de publicaciones que se muestra en esta tabla

puede incluir cierta superposición, por ejemplo, una publicación que aparece como procedente de "Europa" puede duplicarse en la lista de otro país, por ejemplo, "Alemania", sin embargo, el impacto de esta superposición es insignificante). Otros países europeos con una importante colaboración con el

Figura 4. Número de publicaciones de Ecuador en colaboración, por región y tema. 2006-2015



*Otros, se refiere a los siguientes campos del conocimiento pobremente representados en las publicaciones ecuatorianas: Artes y Humanidades, Negocios, Administración y Contabilidad, Ingeniería Química, Química, Ciencias Conductuales y de las Decisiones, Odontología, Economía, Econometría y Finanzas, Energía, Profesiones de la salud, Ciencia de los materiales, Matemáticas, Multidisciplinario, Neurociencia, Enfermería, Farmacología, Toxicología y Farmacia, Psicología, Veterinaria.

Tabla II. Número total y bilateral de publicaciones en colaboración entre Ecuador y otros países. 2006-2015

Países	Número total de publicaciones ^a	Nº de publicaciones en colaboración bilateral ^b	Porcentaje ^c	Medida de Salton
Ecuador	6.548	n.a.	n.a.	n.a.
EE.UU.	2.073	829	93,5	0,43
España	1.249	572	40,4	0,83
Brasil	862	106	41,8	0,16
Reino Unido	807	77	26,1	0,07
Alemania	749	116	24,2	0,12
Francia	720	119	23,3	0,14
Colombia	694	52	33,7	0,28
México	692	87	33,6	0,26
Argentina	561	56	27,2	0,21
Perú	336	24	16,3	0,28

a Número de publicaciones por autores de Ecuador y del país respectivo más todos los demás países, no solo los países que se muestran aquí.

b Número de publicaciones por autores de Ecuador y del país respectivo, sin incluir a otros países.

c Porcentaje de publicaciones en colaboración con Ecuador, por país en relación con su región respectiva (incluye terceros países).

n.a. no aplicable.

Ecuador son el Reino Unido, Alemania y Francia. Estos países se encuentran entre los países más competentes y colaborativos del mundo y cuentan con sólidos sistemas de ciencia y tecnología basados en una amplia cooperación e intercambio internacional (Witze, 2016). En el caso de Norteamérica, los científicos de EE.UU. son colaboradores prodigiosos con el Ecuador, juntos produjeron más de 2000 documentos durante este período, convirtiéndose EE.UU. en el principal colaborador del Ecuador (93,5%, Tabla II). La preponderancia científica general de los EE.UU. y la gran cantidad de estudiantes ecuatorianos que persiguen títulos de posgrado pueden explicar el alcance de esta colaboración. Finalmente, la colaboración con Latinoamérica se limitó principalmente a Brasil, Colombia, México y Argentina (Tabla II). Brasil es el país líder en la región que suministra más del 40% de los artículos coautores de Latinoamérica, seguido por Argentina y otros. Hemos incluido a Colombia y Perú en los análisis porque estos países comparten frontera con el Ecuador y, aunque no son responsables de un número significativo de publicaciones en la región, su colaboración es importante debido a su proximidad con el Ecuador y porque comparten una gran área de Amazonia, que constituye un laboratorio natural para estudios ambientales y de biodiversidad.

En sentido general, los científicos de Latinoamérica tienden a colaborar internacionalmente más a menudo que los científicos de otras partes del mundo (Nature index, 2016). Utilizando datos de SCImago realizamos una estimación de la colaboración interna-

cional de algunos países de la región. Los resultados indican que, entre los países estudiados en este trabajo, aquellos con sistemas de investigación débiles reciben más colaboración internacional. Los resultados de este análisis indican que el Ecuador y Perú dependen de la colaboración internacional en un 80% y el 73%, respectivamente, en cambio, Brasil y México, con sistemas de investigación más sólidos en la región, tienen menor dependencia de la colaboración internacional (27% y 41% respectivamente) mientras que Colombia y Argentina están en el medio del grupo (43% y 49% respectivamente; Figura 5) Este mismo patrón se ve en los países africanos donde la baja capacidad científica se correlaciona positivamente con la colaboración internacional (Pouris y Ho, 2014).

La información sobre los campos de cooperación científica que son favorecidos por los países colaboradores es útil para establecer estrategias dirigidas a fortalecer ciertas áreas del conocimiento bajo esquemas de colaboración internacional. En general, la colaboración con EE. UU. ha tenido una influencia significativamente mayor en las publicaciones ecuatorianas en los campos de Agricultura/Ciencias Biológicas, Medicina, Ciencias Ambientales, Bioquímica/Genética/Biología Molecular, Física/Astronomía, Ciencias Terrestres/Planetarias e Inmunología/Microbiología que cualquier otro país (Tabla III). El segundo mayor colaborador con el Ecuador es España, que es fuerte en Ciencias de la Computación, Ingeniería y Ciencias Sociales. El resto de los países colaboran en menor medida en todos los campos analizados.

Figura 5. Porcentaje de publicaciones de países de América Latina en colaboración internacional. 2006-2015.

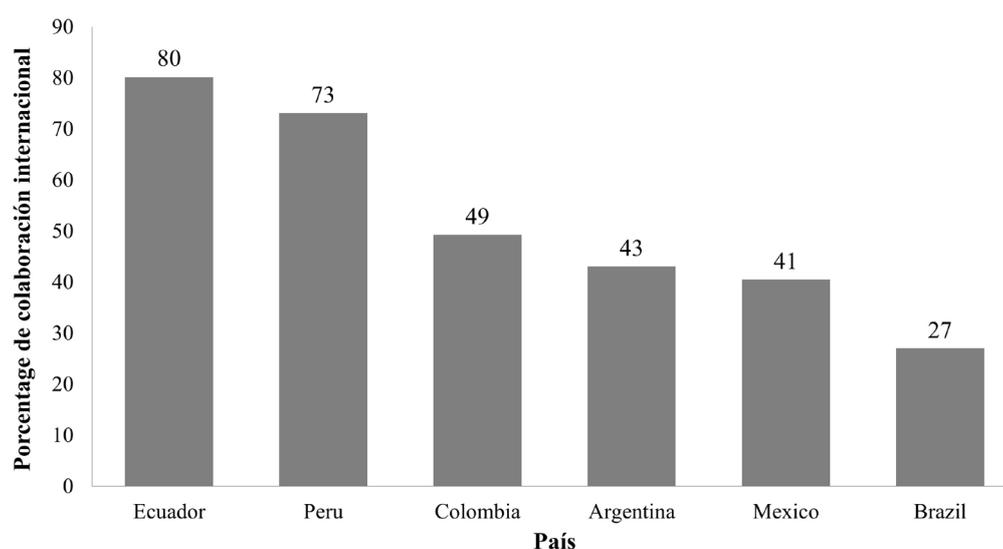


Tabla III. Número de documentos co-publicados por Ecuador y el país seleccionado (bilateral), y con el país seleccionado y todos los demás países (total), según campo científico. 2006-2015

Campo ^a	Tipo de colaboración ^b	País ^c									
		EEUU	Esp	R.U.	Ale	Fra	Bra	Arg	Mex	Col	Per
Agricultura y Ciencias Biológicas	Bilateral	325	99	24	49	44	33	9	38	14	12
	Total	750	259	173	177	167	154	58	116	108	111
Medicina	Bilateral	283	138	20	11	9	18	9	20	15	9
	Total	621	345	196	104	72	248	181	187	196	182
Ciencias Ambientales	Bilateral	160	32	14	39	18	14	1	13	4	2
	Total	344	108	92	94	76	85	24	43	50	36
Informática	Bilateral	20	188	5	5	13	19	12	8	7	3
	Total	30	238	10	20	20	31	22	18	13	3
Bioquímica, Genética y Bio. Molecular	Bilateral	98	60	5	5	12	13	3	13	6	2
	Total	243	164	64	53	46	65	32	52	59	28
Ingeniería	Bilateral	49	114	9	3	5	14	14	8	11	2
	Total	80	157	22	24	17	33	28	18	21	5
Física y Astronomía	Bilateral	32	26	4	0	1	5	5	1	4	0
	Total	380	199	328	329	329	330	244	326	323	3
Ciencias Sociales	Bilateral	67	90	12	6	5	4	4	3	3	2
	Total	110	132	28	27	14	20	15	17	16	16
Tierra y Ciencias Planetarias	Bilateral	59	21	9	31	41	8	1	3	0	2
	Total	135	63	58	81	115	42	15	17	25	37
Inmunología y Microbiología	Bilateral	51	9	11	2	4	6	2	3	0	1
	Total	134	32	73	17	22	58	30	27	31	35

a Datos recolectados en enero 16, 2017. Tenga en cuenta que los totales de fila y columna no suman 100% porque en la base de datos Scopus algunas revistas/documentos se incluyen en múltiples campos.

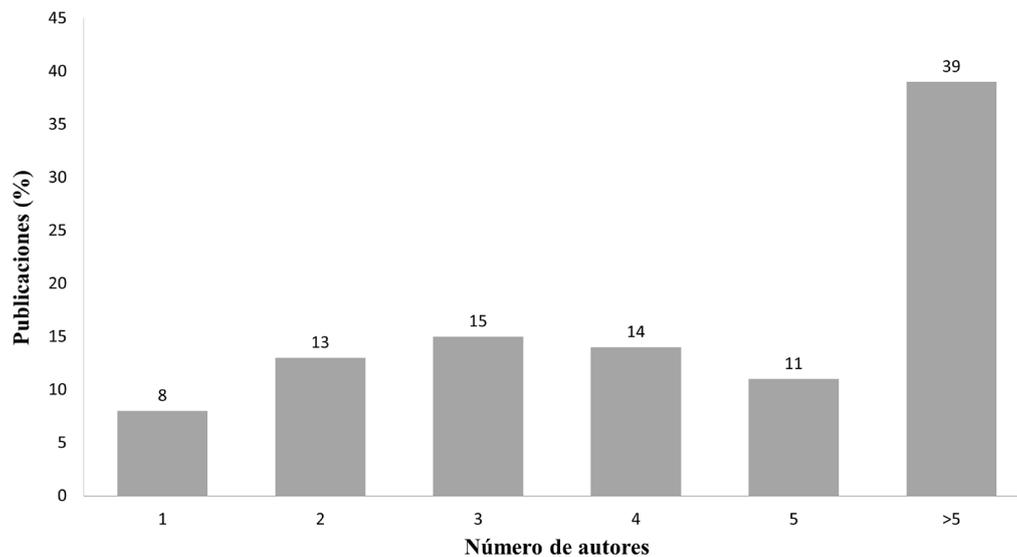
b Bilateral: Número de publicaciones, incluida la autoría de solo Ecuador y del país único que se muestra (no se incluye ningún otro país). Total: número de publicaciones, incluida la autoría de Ecuador, el país mostrado y otros países que colaboraron en las publicaciones.

c Número de publicaciones de Ecuador resultantes de la colaboración con los países mostrados. Los países con el mayor número de publicaciones por campo se resaltan con caracteres en cursiva. Abreviaturas de los países: EE.UU.: Estados Unidos de América; Esp: España; R.U.: Reino Unido; Ale: Alemania; Fra: Francia; Bra: Brasil; Ar: Argentina; Mex: México; Col: Colombia; Per: Perú.

Los datos sobre la colaboración internacional se normalizaron utilizando la medida de Salton a nivel de país (Tabla II) (Glänzel, 2001; Salton y Bergmark, 1979). Para nuestro propósito, esta medida ayuda a cuantificar la importancia de la colaboración (es decir, la fuerza relativa de las asociaciones) entre el Ecuador y otros países al considerar las diferencias en el volumen de publicaciones de ambas partes. Los resultados indican que España (0,83) tiene fuertes vínculos con el Ecuador, seguido por los Estados Unidos (0,43). En tercer lugar,

los dos países limítrofes, Colombia y Perú, muestran valores similares (0,28) que reflejan una historia sociocultural compartida, el idioma y el acceso a entornos naturales compartidos.

Analizamos el número de autores por documento como un indicador indirecto para reflejar el grado de colaboración. Los resultados indican que la producción científica del Ecuador no solo es altamente colaborativa, sino que también está correlacionada con el número de autores (Figura 6).

Figura 6. Número de autores por publicación para todas las publicaciones ecuatorianas. 2006-2015

Aproximadamente el 8% de las publicaciones son creadas por un investigador ecuatoriano, el resto fueron escritas por dos o más autores (ya sean ecuatorianos o ecuatorianos + extranjeros). La colaboración nacional (entre ecuatorianos) alcanza al 12,4% (814 publicaciones) del total para el periodo en estudio. Las publicaciones con 5 o más autores contribuyeron con un 39%; la mayoría de estos artículos se publicaron en el área de la Física experimental de partículas, que generalmente incluye un alto número de autores (King, 2012). Además, entre 2011 y 2015, la tasa de crecimiento de los documentos con autoría única, es decir, un solo autor fue menor (2,3 veces) que la de aquellos con dos o más autores (3,5 veces; Figura 7), de manera que se observa un crecimiento modesto y lineal en el primer caso comparado con un crecimiento exponencial en el último caso. Este resultado indica que la colaboración entre autores ecuatorianos y ecuatorianos con extranjeros es más fructífera que el trabajo solitario. Esto no es sorprendente ya que la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovaciones en el Ecuador (SENESCYT) alentó la creación de redes científicas con socios nacionales e internacionales durante este período.

Otra aproximación para interpretar la importancia de la coautoría se muestra por orden de los autores en las publicaciones y país de origen de ellos (Figura 8). El orden de autoría (por ejemplo, ser el primero, el segundo o el autor corresponsal) implica una mayor contribución a la planificación, implementación e interpretación de los experimentos y a la redacción de los documentos científicos.

Para el caso de autores corresponsales, el 40% de ellos está afiliado a instituciones ecuatorianas y el resto a instituciones de Europa, Norteamérica, Latinoamérica y otras regiones. Similarmente, el 42% de los primeros autores de las publicaciones en coautoría están afiliados a instituciones ecuatorianas, y los demás primeros autores a instituciones internacionales. Estos resultados indican que casi la mitad de todas las publicaciones conjuntas fueron lideradas por investigadores afiliados a instituciones ecuatorianas y la otra mitad por colaboradores extranjeros.

Implicaciones de política pública

La producción científica del Ecuador ha aumentado significativamente durante la última década, debido en parte a los cambios en la política gubernamental. A continuación, se discuten las diferentes estrategias implementadas desde el gobierno central durante los últimos años que han contribuido a este incremento. La Constitución del Ecuador (modernizada en 2008) establece, entre otras cosas, que el país y el gobierno nacional deben priorizar la educación con calidad, aspecto que está íntimamente ligado a la investigación científica (Constitución del Ecuador, artículos 385-388). En 2010, se promulgó la Ley Orgánica de Educación Superior (LOES) para promover la investigación en universidades. La LOES insiste en que todos los profesores de la universidad deben tener al menos una maestría y el 70% de ellos debe tener un doctorado en universidades de investigación. Este mandato incentivó el incremento del número de doctores (por ejemplo, de 951 a 1449 doctores en-

Figura 7. Crecimiento de la producción científica en Ecuador, medida por la cantidad de publicaciones de autoría única y coautoría (incluida la colaboración internacional). 2006-2015

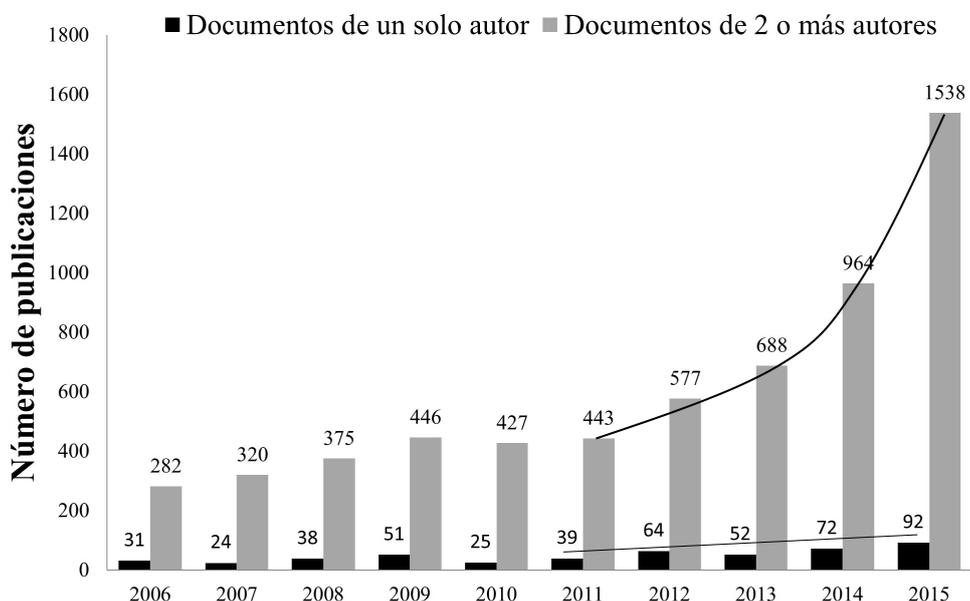
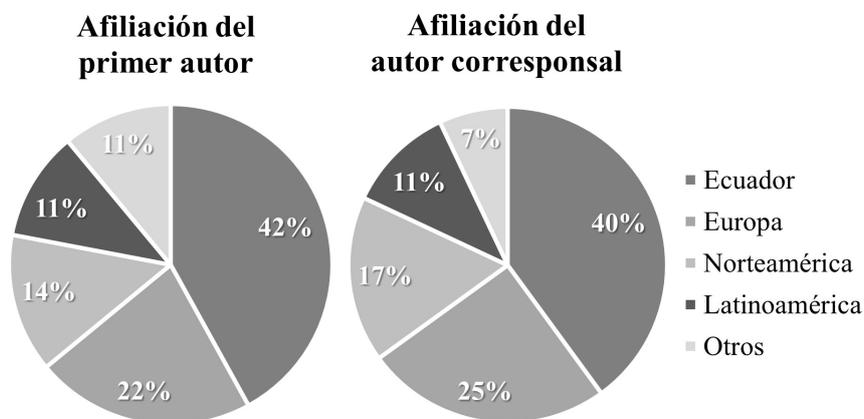


Figura 8. Afiliación de primeros autores y autores corresponsales (por regiones) de documentos científicos publicados por investigadores ecuatorianos en colaboración con colegas extranjeros



tre los años 2012 y 2014; Medina y otros, 2016), pero el número de profesores con doctorado es todavía bajo. Aunque no es directamente cuantificable, se estima que este aumento de profesores con doctorado ha contribuido al incremento de las publicaciones científicas. Además, la LOES creó un nuevo organismo de acreditación para la educación superior en el Ecuador, el Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (CEAACES), que supervisa a las universidades para que cumplan varias normas

de calidad incluyendo aquellas relativas a la investigación. Este mecanismo de evaluación induce a las universidades a otorgar mayor importancia a la investigación, por tanto, aquellas universidades que publican, obtienen mejor puntaje nacional (CEAACES, 2017).

Adicionalmente, dos programas han contribuido significativamente al aumento de la producción científica en el Ecuador: Proyecto Prometeo y el Programa de Becas. El proyecto Prometeo fue

creado para atraer a expertos extranjeros para investigar o enseñar en el Ecuador. Este programa comenzó en 2010; sin embargo, el número de expertos extranjeros que arribaron al Ecuador alcanzó su punto máximo en los años 2013 y 2014 con 253 y 468 personas, respectivamente. Se publicaron 449 documentos científicos en revistas indexadas por Scopus por los expertos Prometeo durante los años 2010-2015 con el mayor número en 2014 y 2015 (123 y 234 documentos, respectivamente). Estas cifras contribuyeron significativamente a la producción ecuatoriana. Por otro lado, el Programa de Becas apoyó económicamente a más de 11,000 estudiantes ecuatorianos en el lapso 2006-2015 para cursar estudios de pregrado y postgrado en extranjero. La contribución real del trabajo de estos estudiantes no se puede determinar con exactitud, ya que algunos firman como afiliados a entidades ecuatorianas y otros afiliados a sus respectivas universidades en el extranjero.

Durante los últimos años, la SENESCYT comenzó una política de acreditación de investigadores basada en productos. El incentivo alienta a los profesores a actualizar sus credenciales y aumentar las tasas de publicación para mejorar sus posibilidades de empleo y elevar su salario. Si bien este esquema ha mejorado las tasas de publicación, muchas de estas publicaciones se envían a universidades locales y revistas internas, y muchos de los congresos a los que asisten los investigadores ecuatorianos son también de carácter local. Dado que este trabajo se centra únicamente en publicaciones indexadas en Scopus, no se contabilizan las publicaciones en revistas indexadas en otras bases de datos o sin indexación.

La SENESCYT también abrió convocatorias para financiar investigaciones en universidades y centros de investigación ecuatorianos (Medina y otros, 2016) a través de concursos públicos. Aunque muy prometedor al principio, el esquema de financiación no ha logrado apoyar a la mayoría de los investigadores debido a retrasos administrativos y burocráticos, tanto para el financiamiento nacional como internacional. Sin embargo, ha financiado algunos proyectos los cuales han generado publicaciones.

El gobierno nacional, buscando mejorar la producción científica nacional, generó una nueva ley, "Código Ingenios", que fue aprobada en diciembre de 2016. Esta ley promete alentar, financiar y regular la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la creatividad, así como regular la generación, el uso y la explotación económica de la propiedad intelectual (es decir, patentes, prototipos, etc.). Sin embargo, los resultados de la aplicación de esta ley en el corto tiempo transcurrido desde la aprobación son pobres, por consiguiente, se prevé

que esta ley no contribuirá significativamente a la producción científica ecuatoriana.

El impacto de la colaboración internacional en la producción científica ecuatoriana es significativo. Da cuenta del 80% de la producción científica, como se ha visto en este trabajo. Comúnmente la colaboración internacional es en gran medida impulsada por los países desarrollados y con frecuencia no refleja las prioridades de los países en desarrollo (Pan y Bos, 2015), a pesar de que se benefician de esta cooperación, como hemos visto en el caso del Ecuador. Por esta razón el Ecuador debería promover una colaboración dirigida hacia asociaciones equilibradas, que incluya el pensamiento creativo, el intercambio de conocimientos, el desarrollo de habilidades y un modelo de costo compartido que sea bidireccional (Laudel, 2001). Este es un paradigma difícil de seguir para el Ecuador y otros países pequeños. De hecho, como se muestra en otros estudios (Pan y Bos, 2015), frecuentemente los países externos que brindan apoyo financiero y científico lo hacen para acceder a lugares y materiales (muestras) no disponibles en sus localidades de origen. Se deben realizar investigaciones adicionales para dilucidar si la colaboración internacional con ecuatorianos es a largo plazo y cuán sostenible y equitativa es, o cuánto beneficio obtienen los investigadores ecuatorianos o si se mejora su capacidad para realizar investigaciones de forma independiente.

Si bien existen grandes adelantos a nivel de producción científica en el Ecuador, existen aún grandes desafíos por resolver. Aunque los siguientes comentarios no están directamente relacionados con los resultados de esta investigación deseamos expresarlos porque, sin duda, ayudarán a incrementar la producción científica ecuatoriana. La mayoría de las investigaciones del Ecuador se realizan en universidades, pero también hay institutos de investigación financiados con fondos públicos. La investigación ecuatoriana sufre algunos problemas que reducen la productividad: 1) la excesiva burocracia que impulsa a los profesores e investigadores a que realicen una cantidad anormal de tareas administrativas y docentes además de su investigación, 2) la mayoría de las autoridades y personal administrativo de las universidades e institutos no entiende el concepto de "investigación" desde el punto de vista del compromiso con las actividades de investigación y con los recursos, 3) el complicado y sobre-controlado sistema de compras públicas que entorpece la adquisición de equipos de laboratorio, insumos y reactivos, 4) la incertidumbre en los compromisos presupuestarios, y 5) la dificultad de obtener permisos de muestreo de ambientes naturales y exportación de muestras o moléculas (por ejemplo, ADN).

4. CONCLUSIONES

Los resultados presentados en este trabajo proporcionan evidencia convincente sobre el aumento en la producción científica ecuatoriana para el intervalo 2006-2015 y también confirman los beneficios que el Ecuador recibe de la colaboración internacional, que debería seguir siendo un componente importante de la política científica y tecnológica del país. La fuente y el impacto de esa colaboración es muy importante y varía de acuerdo a las regiones y países. Estados Unidos y España han contribuido más a la producción científica del Ecuador que los demás países. Ambos están seguidos por los países europeos y luego por los países de Latinoamérica cuya contribución es menor. La selección de colaboradores de Norteamérica y Europa refleja el deseo de los investigadores ecuatorianos de acceder a mayores fondos, a la experiencia científica y a investigación de alta calidad. Sin embargo, los vínculos culturales o históricos también juegan un papel importante en el momento de establecer colaboraciones con colegas extranjeros. El Ecuador debe priorizar la colaboración que maximice la investigación en áreas estratégicas y con los socios sólidos en investigación.

Durante los últimos años, el Ecuador ha implementado leyes y herramientas públicas que han contribuido al incremento de la producción científica tal como lo demuestra este estudio. Estos incentivos son aún jóvenes y los resultados deben ser evaluados a largo plazo. Empero las mejoras en la producción científica, existen varios problemas que todavía entorpecen el desarrollo de la ciencia ecuatoriana. El gobierno es consciente de muchos de estos problemas. Los obstáculos existentes en las

universidades y en centros de investigación deben eliminarse si el Ecuador quiere aumentar su producción científica. La flexibilidad, la transparencia, la responsabilidad, la estabilidad y la coherencia deben integrarse en un nuevo panorama de investigación para el futuro.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la valiosa ayuda de Helen Guigues, Priscila Ulloa, Christian Rodas, Mishelle Bustamante, Gabriela Cueva, Ekaterina Gualoto y Jandry Fernández en el procesamiento de los datos y de María Luisa Morales en la edición gramatical del documento. Este trabajo ha sido apoyado por el "Proyecto Prometeo" de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación, Ecuador y ha sido financiado por el programa de investigación e innovación Horizonte 2020 de la Unión Europea bajo el proyecto N° 693781, titulado "Giving focus to the Cultural, Scientific and Social Dimension of EU – CELAC Relations".

The authors acknowledge the valuable help of Helen Guigues, Priscila Ulloa, Christian Rodas, Mishelle Bustamante, Gabriela Cueva, Ekaterina Gualoto and Jandry Fernández in the data processing and María Luisa Morales in the grammatical edition of the document. This work was supported by the "Proyecto Prometeo" of the Secretariat of Higher Education, Science, Technology and Innovation, Ecuador and it has received funding from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 693781 – "Giving focus to the Cultural, Scientific and Social Dimension of EU – CELAC Relations".

6. REFERENCIAS

- Adams, J. (2012). Collaborations: The rise of research networks. *Nature*, 490: 335-336. <https://doi.org/10.1038/490335a>
- Alvarez-Muñoz, P.; Pérez-Montoro, M. (2015). Análisis de la producción y de la visibilidad científica de Ecuador en el contexto Andino (2000-2013). *Revista Internacional de Información y Comunicación*, 24 (5), 577-586.
- Andrade, D. C.; López, B. A.; Ramírez-Campillo, R.; Beltrán, A. R.; Rodríguez, R. P. (2013). Bibliometric analysis of South American research in sports science from 1970 to 2012. *Motriz: Revista de Educação Física*, 19 (4), 783-791. <https://doi.org/10.1590/S1980-65742013000400017>
- Ayala Mora, E. (2015). La investigación científica en las universidades ecuatorianas. *Anales*, 57, 61-72.
- BMBF (Federal Ministry of Education and Research), Germany. (2008). Strengthening Germany's role in the global knowledge society. Strategy of the Federal Government for the Internationalization of Science and Research. Disponible en: https://www.eduserver.de/onlineresource_e.html?onlineresourcen_id=39935 [Fecha de consulta: 12/01/2017].
- Boshoff, N. (2010). South-South research collaboration of countries in the Southern African Development Community (SADC). *Scientometrics*, 84 (2), 481-503. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0120-0>
- Cartelle, M.; Holban, A. M.; Escalante, S.; Cevallos, M. (2015). Epidemiology of tropical neglected diseases in Ecuador in the last 20 years. *PLoS ONE*, 10 (9), e0138311. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138311>
- Cavacini, A. (2015). What is the best database for computer science journal articles? *Scientometrics*, 102 (3), 2059-2071. <https://doi.org/10.1007/s11192-014-1506-1>
- Chadegani, A. A.; Salehi, H.; Yunus, M. M.; Farhadi, H.; Fooladi, M.; Farhadi, M.; Ebrahim, N. A. (2013). A comparison between two main academic literature

- collections: Web of Science and Scopus databases. *Asian Social Science*, 9 (5), 18-26. <https://doi.org/10.5539/ass.v9n5p18>
- Chan, E. (2012). *Harvard Business School Confidential: Secrets of Success*. John Wiley & Sons. pp. 185.
- CEAACES. (2017). Modelo de evaluación institucional de universidades y escuelas politécnicas.
- Coccia, M.; Rolfo, S. (2007). How research policy changes can affect organization and productivity of public research institutes? Analysis within the Italian national system of innovation. *Journal of Comparative Policy Analysis: Research and Practice*, 9 (3), 215-233. <https://doi.org/10.1080/13876980701494624>
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Disponible en: <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/contenido/constitucion-de-la-republica-del-ecuador-2008-reformada> [Fecha de consulta: 12/01/2017].
- Frenken, K.; Hölzl, W.; Vor, F. de (2005). The citation impact of research collaborations: The case of European biotechnology and applied microbiology (1988-2002). *Journal of Engineering and Technology Management*, 22 (1-2): 9-30. <https://doi.org/10.1016/j.jengtecman.2004.11.002>
- Glänzel, W. (2001). National characteristics in international scientific co-authorship relations. *Scientometrics*, 51 (1), 69-115. <https://doi.org/10.1023/A:1010512628145>
- Glänzel, W.; Schubert, A. (2005). Analysing Scientific Networks Through Co-Authorship. En: Moed, H.F.; Glänzel W.; Schmoch, U. (eds) *Handbook of Quantitative Science and Technology Research*, pp. 257-276. Netherlands: Springer. https://doi.org/10.1007/1-4020-2755-9_12
- Harris, E. (2004). Building scientific capacity in developing countries. *EMBO reports*, 5 (1), 7-11. <https://doi.org/10.1038/sj.embor.7400058>
- Hassan, S-U.; Sarwar, R.; Muazzam, A. (2015). Tapping into intra- and international collaborations of the Organization of Islamic Cooperation states across science and technology disciplines. *Science and Public Policy*, 43 (5), 690-701. <https://doi.org/10.1093/scipol/scv072>
- Heitor, M.; Horta, H.; Mendonça, J. (2014). Developing human capital and research capacity: Science policies promoting brain gain. *Technological Forecasting Social Change*, 82, 6-22. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2013.07.008>
- Hoof, H.B. van (2015). Ecuador's Efforts to Raise Its Research Profile: The Prometeo Program Case Study. *Journal of Hispanic Higher Education*, 14 (1), 56-68. <https://doi.org/10.1177/1538192714543664>
- Huamaní, C.; Román, F.; González-Alcaide, G.; Mejía, M.O.; Ramos, J.M.; Espinoza, M.; Cabezas, C. (2014). South American collaboration in Scientific Publications on Leishmaniasis: Bibliometric Analysis in Scopus (2000-2011). *Revista do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo*, 56 (5), 381-390. <https://doi.org/10.1590/S0036-46652014000500003>
- Inglesi-Lotz, R.; Pouris, A. (2011). Scientometric impact assessment of a research policy instrument: the case of rating researchers on scientific outputs in South Africa. *Scientometrics*, 88, 747-760. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0440-8>
- FMI (Fondo Monetario Internacional). (2016). World Economic Outlook Database. Disponible en: <https://www.imf.org/external/pubs/ft/weo/2017/02/weodata/index.aspx> [Fecha de consulta: 12/01/2017].
- Johnson, M.A. (2017). Contemporary higher education reform in Ecuador: Implications for faculty recruitment, hiring, and retention. *Education Policy Analysis Archives*, 25(68), 1-16. <https://doi.org/10.14507/epaa.25.2794>
- King, D.A. (2004). The scientific impact of nations. *Nature*, 430: 311-316. <https://doi.org/10.1038/430311a>
- King, C. (2012). Multiauthor papers: onward and upward. *ScienceWatch Newsletter*, Thomson Reuters, July 2012.
- Kwiek, M. (2015). The internationalization of research in Europe: A quantitative study of 11 national systems from a micro-level perspective. *Journal of Studies in International Education*, 19 (4), 341-359. <https://doi.org/10.1177/1028315315572898>
- Laudel, G. (2001). Collaboration, creativity and rewards: Why and how scientists collaborate. *International Journal of Technology Management*, 22 (7/8), 762-781. <https://doi.org/10.1504/IJTM.2001.002990>
- Lemarchand, G.A. (2015). Latin America. En: *UNESCO Science Report: towards 2030*, pp. 174-209. Paris: UNESCO.
- Loor, F.; Carriel, V. (2014). Investigación y desarrollo en Ecuador: un análisis comparativo entre América Latina y el Caribe (2000 - 2012). *Compendium*, 1 (2), 28-46.
- Loyola, R. D.; Diniz-Filho, J. A.; Bini, L. M. (2012). Obsession with quantity: a view from the south. *Trends in Ecology & Evolution*, 27 (11): 585-588. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2012.07.016>
- Masson, J. L. (2008). Measures of science technology in Ecuador. Disponible en: https://mpr.aub.uni-muenchen.de/12691/1/MPRA_paper_12691.pdf [Fecha de consulta: 21/05/2017].
- Medina, J.; Cordero L.; Carrillo P.; Rodríguez, D.; Castillo, J. A.; Astudillo, I.; Cárdenas, S.; Trinidad, E de; Powell, M. (2016). Investigación científica. En: Ramírez R. (ed.). *Universidad urgente para una sociedad emancipada*, pp 461-494. Quito, Ecuador: SENESCYT-IESALC.
- Melin G.; Persson O. (1996). Studying research collaboration using co-authorships. *Scientometrics*, 36 (3), 363-377. <https://doi.org/10.1007/BF02129600>
- Mongeon, P., Paul-Hus, A. (2016). The journal coverage of Web of Science and Scopus: a comparative analysis. *Scientometrics*, 106 (1), 213-228. <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1765-5>
- Narin, F.; Stevens, K.; Whitlow, E.S. (1991). Scientific cooperation in Europe and the citation of multinational-

- lly authored papers. *Scientometrics*, 21 (3), 313–323. <https://doi.org/10.1007/BF02093973>
- Nature index 2016. Disponible en: <http://www.natureindex.com> [Fecha de consulta: 21/05/2017].
- Pan, L.; Bos, C. (2015). Sustainability Science in a Global Landscape. Disponible en: https://www.elsevier.com/__data/assets/pdf_file/0018/119061/SustainabilityScienceReport-Web.pdf [Fecha de consulta: 12/01/2017].
- Pouris, A. (2012). Scientometric research in South Africa and successful policy instruments. *Scientometrics*, 91 (2), 317–325. <https://doi.org/10.1007/s11192-011-0581-9>
- Pouris, A.; Ho, Y.S. (2014). Research emphasis and collaboration in Africa. *Scientometrics*, 98 (3), 2169–2184. <https://doi.org/10.1007/s11192-013-1156-8>
- Ramírez, R. (2014). *La virtud de los comunes. De los paraísos fiscales al paraíso de los conocimientos abiertos*. Quito: Ediciones Abya-Yala.
- Salton, G.; Bergmark, D. (1979). A citation study of computer science literature. *IEEE Transactions on Professional Communication*, PC-22 (3), 393–440. <https://doi.org/10.1109/TPC.1979.6501740>
- Salton, G. and McGill, M.J. (1983) Introduction to modern information retrieval. New York: McGrawHill
- Sisa, I.; Espinel, M.; Fornasini, M.; Mantilla, G. (2011). La producción científica en ciencias de la salud en Ecuador. *Revista Panamericana de Salud Pública*, 30 (4), 388–392.
- Smith, K.; Marinova, D. (2005). Use of bibliometric modelling for policy making. *Mathematics and Computers in Simulation*, 69 (1-2), 177–187. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2005.02.027>
- Solarin, S.A.; Yen, Y.Y. (2016). A global analysis of the impact of research output on economic growth. *Scientometrics*, 108 (2), 855–874. <https://doi.org/10.1007/s11192-016-2002-6>
- Traynor, M.; Rafferty, A.M. (2001). Bibliometrics and a culture of measurement. *Journal of Advanced Nursing*, 36 (2), 167–168. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2648.2001.02017.x>
- Ulicane, I. (2015). Why do international research collaborations last? Virtuous circle of feedback loops, continuity and renewal. *Science and Public Policy*, 42 (4), 433–447. <https://doi.org/10.1093/scipol/scu060>
- Witze, A. (2016). Research gets increasingly international. *Nature News*, 19/01. <https://doi.org/10.1038/nature.2016.19198>
- Wollin, K. (2009). The German federal government's strategy for the internationalization of science and research. *FVEE-AEE Topics* pp. 52–54. Disponible en: http://www.fvee.de/fileadmin/publikationen/Themenhefte/th2009-1/th2009-1_05.pdf[Fecha de consulta: 21/05/2017]