

ISSN: 2594-0937

REVISTA ELECTRÓNICA MENSUAL

Debates sobre *i*nnovación

DICIEMBRE
2019

VOLUMEN 3
NÚMERO 2

XVIII Congreso Latino Iberoamericano de Gestión Tecnológica
ALTEC 2019 Medellín



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA
METROPOLITANA
Unidad Xochimilco



MEGI
MAESTRÍA EN ECONOMÍA, GESTIÓN
Y POLÍTICAS DE INNOVACIÓN



LALICS

LATIN AMERICAN NETWORK FOR ECONOMICS OF LEARNING,
INNOVATION AND COMPETENCE BUILDING SYSTEMS

Panorama de la Ingeniería Biomédica y la Bioingeniería, utilizando la Búsqueda Sistemática de la Bibliografía en las Instituciones de Educación Superior de Colombia.

Diana Milena Jaramillo Quiceno

Universidad Pontificia Bolivariana, Médica- Especialista en Ingeniería Biomédica - Maestría en Ingeniería (E).
Grupo de Investigación en Bioingeniería GIBIOING, Línea de Ingeniería Clínica, Escuela de Ingeniería. Facultad de
Ingeniería, Colombia
Email: diana.jaramilloq@upb.edu.co

Nelson. Javier Escobar Mora

Universidad Pontificia Bolivariana, Ingeniero Mecánico, Magíster en Ingeniería Mecánica. Grupo de Investigación
en Bioingeniería GIBIOING, Línea de Ingeniería Clínica, Escuela de Ingeniería. Facultad de Ingeniería, Colombia
Email: nelson.escobar@upb.edu.co

Kelly Johanna Salazar Flórez

Universidad Pontificia Bolivariana - Clínica Universitaria Bolivariana, Bioingeniera - Magíster en Ingeniería
Administrativa, Coordinadora de Infraestructura, Bioingeniería y Mantenimiento.
E-mail: kellyj.salazar@upb.edu.co

Resumen

En este artículo se presenta el panorama actual de los Programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería que ofrecen las Instituciones de Educación Superior en Colombia (IES), sus principales Grupos de investigación y el sector geográfico en el que se encuentran, a través de un ejercicio de vigilancia tecnológica y la revisión sistemática de la literatura. Como resultado, se observa el crecimiento y el fortalecimiento de los programas de pregrado y posgrado ofertados en las IES, el incremento de los Grupos de Investigación cada vez más especializados, así como la trayectoria y el mejoramiento de la calidad de las publicaciones de las revistas de divulgación científica y académica de acuerdo con su indexación, lo cual las ha consolidado como fuentes de información de alto impacto tanto a nivel nacional como internacional.

Palabras clave

Ingeniería Biomédica, Bioingeniería, Instituciones de Educación Superior (IES), Grupos de investigación, Hospital Universitario.

Abstract

This article presents the current overview of the Biomedical Engineering and Bioengineering Programs offered by the Higher Education Institutions in Colombia (IES), their main research groups and the geographical sector in which they are located, through the use of the technological surveillance and the systematic review of the literature. As a result, the growth and strengthening of the undergraduate and postgraduate programs offered at IES, the increase of specialized Research Groups, and the trajectory and improvement of the quality of journals published by journals of scientific and academic dissemination, according to their indexation it is evident, which has consolidated them as high impact information sources at a national and international level.

Keywords

Biomedical Engineering, Bioengineering, Higher Education Institutions, Research groups, University Hospital.

1 Introducción

En la actualidad se ha evidenciado que la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica cumplen un papel fundamental en el mejoramiento de la calidad de vida del hombre, ambas disciplinas relativamente nuevas incursionaron en la década de los años 50 en Estados Unidos y en Europa (Castaño, 2009). Estas surgieron por la necesidad de tener profesionales con la formación, competencias, habilidades y experiencia para aplicar e integrar los principios de la Ingeniería en las áreas de la Biología y la Medicina.

De acuerdo con el SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior), el inicio de los programas de Ingeniería Biomédica y Bioingeniería se dio en el año de 1998 (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior., 2019). Se cita el SNIES como referencia, ya que el Ministerio de Educación de Colombia, en el Decreto 5012 de 2009 (Ministerio de Educación., 2009), define sus funciones y señala en el artículo 30.15 que debe encargarse de las “certificaciones relacionadas con el registro de Instituciones de Educación Superior y de programas académicos”; además, es gestor de la información en la educación superior y es regulado por el Ministerio, como lo refiere en su artículo 33.5 del Decreto anterior, donde debe “velar por la calidad de la información y el adecuado funcionamiento del Sistema Nacional de Información de la Educación Superior”. El SNIES es entonces una fuente esencial para evidenciar la educación en Colombia.

El propósito de esta investigación es presentar los antecedentes sobre el estado actual de los programas relacionados con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica en el país, a través de la revisión sistemática de la literatura, buscando aportar información que amplíe la comprensión de este proceso en Colombia, la cobertura actual de las IES que ofrecen estos programas ; teniendo en cuenta que en los últimos años se han incrementado el número de publicaciones como resultado de los trabajos desarrollados por los Grupos de investigación en las áreas de Bioingeniería, Ingeniería Biomédica o Ingeniería Clínica, así como su participación en los diferentes eventos académicos y su inclusión en las revistas de divulgación científica. Es importante caracterizar estas disciplinas y resaltar que ambas han alcanzado un alto reconocimiento y *goodwill* tanto a nivel nacional como internacional y que la integración con las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud (IPS) mediante convenios docencia-servicio ha logrado potenciar sus niveles de aplicación médica, permitiendo estandarizar los procesos organizacionales, articulándose con las necesidades clínicas y epidemiológicas de la Comunidad que es usuaria del Sistema de Salud Colombiano (Velez, Jaramillo, & Giraldo, 2018).

El proceso de educación del talento humano en salud, se complementa con la realización de las prácticas académicas en las IPS a través de convenios docencia-servicio, ya que estas se constituyen como lugares que facilitan a los estudiantes encontrar una relación integral entre la formación teórica y su aplicación a la práctica profesional, fortaleciendo su preparación específica (Ortiz, Restrepo, & Vélez, 2015).

A su vez, las actividades de asistencia técnica que son desarrolladas por los estudiantes de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica en la realización de su práctica profesional, son supervisadas por los docentes y profesionales de la salud especializados que son responsables de la prestación del servicio, proporcionando el cumplimiento al Sistema Obligatorio de Garantía de la Calidad (SOGC) del Ministerio de Salud y Protección Social a través de la Dirección de Desarrollo del Talento Humano en Salud en Colombia (Ministerio de Salud y Protección Social, 2019).

Con el fin de ofrecer algunas soluciones en la práctica de la educación médica y de los profesionales de la salud y de fortalecer los convenios docencia-servicio en Bioingeniería e Ingeniería Biomédica, se cuenta con Hospitales Universitarios; como es el caso de la Clínica Universitaria Bolivariana que además de ofrecer servicios asistenciales, promueve la realización de procesos de formación, investigación y transferencia de conocimiento con alto grado de calidad. Un reconocimiento que exalta el compromiso de la Universidad Pontificia Bolivariana y de su Clínica Universitaria con la protección de la vida, y que igualmente le permite afrontar nuevos retos regulatorios, asistenciales, científicos y académicos (Clínica Universitaria Bolivariana, 2019).

La Ley 1164 de 2007 (Ministerio de Salud y Protección Social, 2007) define un Hospital Universitario en Colombia como “una IPS que proporciona entrenamiento universitario y es reconocida por ser hospital de enseñanza y práctica supervisada por autoridades académicas competentes y que ofrece formación y atención médica en cada uno de los niveles de complejidad”. Así, el Hospital no solo está comprometido con las funciones esenciales de la Universidad centradas en los programas de formación, investigación y extensión; sino que además cuenta con su proceso misional de Prestación de servicios de salud para el mejoramiento de la calidad de la atención en salud.

En España, los Hospitales Universitarios se encuentran dotados de Fundaciones Biomédicas de investigación, para el fortalecimiento de los proyectos de investigación, pertenencia a redes y ensayos clínicos, con el fin de servir a las IPS para que desarrollen nuevos prototipos y diseños que proporcionen soluciones científicas y tecnológicas para mejorar la calidad de vida de los pacientes. De esta manera han alcanzado recursos económicos, han incorporado profesionales de la salud en la asistencia sanitaria y desarrollado líneas de investigación sólidas, entendiendo que es parte de los procesos misionales de un Hospital Universitario (Argente, 2012).

El artículo se encuentra estructurado en tres secciones, la primera asociada a la metodología de investigación propuesta y a los aspectos relevantes de cada una de las etapas desarrolladas; la segunda sección hace referencia a los resultados obtenidos y finalmente se presentan las conclusiones generales del estudio.

2 Metodología

La metodología propuesta para el desarrollo de este estudio comprende dos etapas:

La primera etapa se basa en la revisión bibliográfica y documental de publicaciones en revistas científicas, documentos de Instituciones gubernamentales y de portales web oficiales de las IES existentes en Colombia, identificando cuáles de estas ofrecen un programa de formación en pregrado o posgrado en Bioingeniería, Ingeniería Biomédica e Ingeniería Clínica o áreas afines. Se utilizaron descriptores en Ciencias de la Salud (DeCs) o los de la biblioteca virtual en salud (BVS) (Portal Regional da BVS, 2019) con las siguientes ecuaciones de búsqueda: “relación docencia-servicio” AND “práctica formativa” AND “salud” AND “Colombia”, “Instituciones de Educación Superior” AND “Salud” AND “Colombia”, “Instituciones de Educación Superior” AND “Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud” AND “estudiantes de salud”.

La segunda etapa, consistió en la verificación de los Grupos de investigación y de las Revistas de divulgación científica que actualmente se encuentran vigentes y que son afines con los pregrados y posgrados identificados en la fase anterior. Para esto se revisaron: las páginas oficiales de cada Institución de Educación Superior, las IES que ejecutaban Congresos, Seminarios y Simposios, así como su periodicidad en la página en línea de Colciencias GrupLac (Colciencias., 2019), la página de Publindex (Sistema de Indexación y Homologación de Revistas Especializadas de CTI) de Colciencias (Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación) (Colciencias., 2019) y en Scopus (base de datos de citas y resúmenes de literatura revisada por pares) (Scopus., 2019). Finalmente se revisó en las páginas en línea de las IES si ejecutaban Congresos, Seminarios y Simposios, así como su periodicidad.

Una de las principales barreras identificadas al acceder a la información específica relacionada con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica, es que se debió revisar las bases de datos de cada Universidad por separado, así como las de las revistas de divulgación científica para determinar las temáticas requeridas para publicar en cada una de ellas y la de los eventos académicos que las universidades realizan, lo cual fue un proceso complejo y dispendioso para obtener datos relevantes para la investigación.

3 Resultados

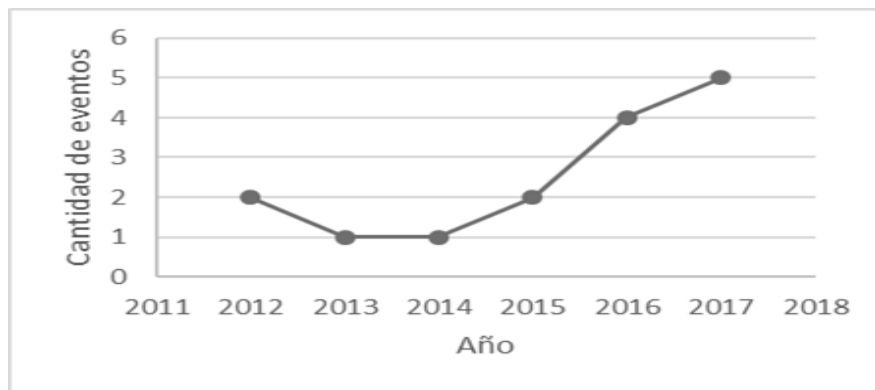
La revisión en la página del SNIES (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior., 2019) se ejecutó usando la palabra clave: “Instituciones de Educación Superior”, donde se encontró que en el país se cuenta con 367 Instituciones, de las cuales 291 están activas (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior., 2019); además, se utilizó el botón de búsqueda “consulte programas académicos” (Sistema Nacional de Información de la Educación Superior., 2019) con la ecuación de búsqueda constituida por las palabras claves “Bioingeniería” e “Ingeniería Biomédica”. El listado completo de los resultados obtenidos se observa en la TABLA II, donde se incluye la ubicación geográfica en el país, el sector al que pertenece (público o privado), la caracterización del nivel de formación educativo (Tecnológico, pregrado, especialización, maestría o doctorado) y el tipo de programa ofrecido (Bioingeniería o Ingeniería Biomédica).

En la *Figura 1*, se evidencia el número de publicaciones realizadas en el período comprendido entre 2011 y 2018, por las IES que desarrollan eventos de divulgación científica y académica en Bioingeniería e Ingeniería Biomédica.

Los resultados encontrados se describen a continuación:

- A. Instituciones de Educación Superior que realizan eventos propios de índole académico para divulgar los resultados de los trabajos ejecutados en las disciplinas de Bioingeniería e Ingeniería Biomédica (incluyendo todas sus áreas de investigación y profundización).**

Figura. 1 Cantidad de eventos académicos realizados por las IES entre 2011 y 2017.



Fuente: Elaboración propia

De las veintidós (22) IES citadas en la TABLA II, doce (12) realizan eventos propios de índole académico para divulgar resultados de los trabajos desarrollados en Bioingeniería e Ingeniería Biomédica, para un total de 15 eventos identificados a partir de los años 2012 a 2017. En el momento de la revisión no se encontró reporte del año 2018. (Universidad de Antioquia, 2019) (Universidad el Bosque., 2019) (Universidad Manuela Beltrán., 2019) (Universidad Autónoma de Bucaramanga., 2019) (Universidad Antonio Nariño., 2019) (Universidad Autónoma de Occidente., 2019) (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito., 2019) (Universidad ECCI., 2019) (Universidad Distrital-Francisco José de Caldas., 2019) (Pontificia Universidad Javeriana., 2019) (Universidad Santiago de Cali., 2018) (Universidad de los Andes., 2019). En la *Figura 1*, se observa el incremento en el número de eventos académicos realizados de acuerdo con el período de tiempo analizado; las 10 instituciones restantes no presentan eventos en sus páginas web.

- B. Clasificación de los Grupos de investigación de los programas relacionados con Bioingeniería e Ingeniería Biomédica (incluyendo todas sus áreas de investigación y profundización) de acuerdo con Colciencias.**

Al revisar las páginas web de las IES se encontraron doscientos (200) Grupos de investigación adscritos y relacionados con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica. Entre sus principales líneas de investigación se encuentran: la Biomecánica, la Bioelectrónica, el Diseño de prótesis y ortesis, la Robótica, la Inteligencia artificial, la Innovación y gestión tecnológica, el Desarrollo de dispositivos médicos y la Ingeniería Clínica. De acuerdo con la categorización efectuada por Colciencias los mejores puntuados se encuentran en la clasificación A1 y los menos puntuados en D (Colciencias., 2017). En la TABLA I, se observan los resultados obtenidos, soportados en los listados publicados en la convocatoria 781 de 2017 y en la Resolución 1490 de 2017 (Colciencias, 2019) (Colciencias, 2017).

Estos resultados se encuentran vigentes hasta la publicación de la convocatoria 833 de 2018 que se cierra el 10 de junio de 2019 y serán divulgados el 6 de noviembre de 2019 (Colciencias, 2019).

TABLA I GRUPOS DE INVESTIGACIÓN POR CATEGORÍA

Clasificación	Cantidad
A1	48
A	27
B	35
C	52
D	5
Sin clasificar en Colciencias	3
Sin reporte en Colciencias	30

Fuente: Elaboración propia.

TABLA II INSTITUCIONES QUE OFRECEN LOS PROGRAMAS ASOCIADOS

<i>Institución</i>	<i>Ubicación</i>	<i>Sector</i>	<i>Nivel</i>	<i>Programa</i>
Universidad Ces (Universidad CES, 2019)	Antioquia	Privada	Pregrado y maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad Nacional de Colombia (Universidad Nacional de Colombia., 2019)	Bogotá D.C	Oficial	Maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad Militar-Nueva Granada (Universidad Militar-Nueva Granada., 2019)	Bogotá D.C	Oficial	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad de Antioquia (Universidad de Antioquia, 2019)	Antioquia	Oficial	Tecnología, pregrado, maestría	Ingeniería Biomédica Bioingeniería
Universidad del Valle (Universidad del Valle., 2019)	Valle del Cauca	Oficial	Pregrado, maestría, doctorado	Ingeniería Biomédica
Universidad Pontificia Bolivariana (Universidad Pontificia Bolivariana., 2019)	Antioquia	Privada	Especialización y maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad del Rosario (Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario) (Universidad del Rosario (Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario)., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado y maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad el Bosque (Universidad el Bosque., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado y maestría	Bioingeniería- Ingeniería Biomédica

Universidad Manuela Beltrán-UMB (Universidad Manuela Beltrán., 2019)	Bogotá D.C, Santander	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB (Universidad Autónoma de Bucaramanga., 2019)	Santander	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad Autónoma de Manizales (Universidad Autónoma de Manizales., 2019)	Caldas	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad Antonio Nariño (Universidad Antonio Nariño., 2019)	Bogotá D.C (pregrado y posgrado), Risaralda, Bolívar, Cauca	Privada	Pregrado, especialización y maestría	Ingeniería Biomédica
Universidad Autónoma de Occidente (Universidad Autónoma de Occidente., 2019)	Valle del Cauca	Privada	Pregrado y maestría	Ingeniería Biomédica
Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito (Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad EIA (Universidad EIA., 2019)	Antioquia	Privada	Pregrado, maestría y doctorado.	Ingeniería Biomédica
Corporación Universitaria reformada – CUR (Corporación Universitaria reformada., 2019)	Atlántico	Privada	Tecnología, y pregrado,	Ingeniería Biomédica
Instituto Tecnológico Metropolitano (Instituto Tecnológico Metropolitano., 2019)	Antioquia	Oficial	Pregrado y maestría, tecnología biomédica y doctorado	Ingeniería Biomédica
Universidad ECCI (Universidad ECCI., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado	Ingeniería Biomédica
Universidad Distrital-Francisco José de Caldas (Universidad Distrital-Francisco José de Caldas., 2019)	Bogotá D.C	Oficial	Especialización	Bioingeniería
Pontificia Universidad Javeriana (Pontificia Universidad Javeriana., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Maestría	Bioingeniería
Universidad Santiago de Cali (Universidad Santiago de Cali., 2018)	Valle del Cauca	Privada	Pregrado	Bioingeniería
Universidad de los Andes (Universidad de los Andes., 2019)	Bogotá D.C	Privada	Pregrado y maestría	Ingeniería Biomédica

Fuente: Elaboración propia.

C. Clasificación de las Revistas que realizan publicaciones asociadas con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica que se encuentran indexadas en Scopus o Publindex de Colciencias.

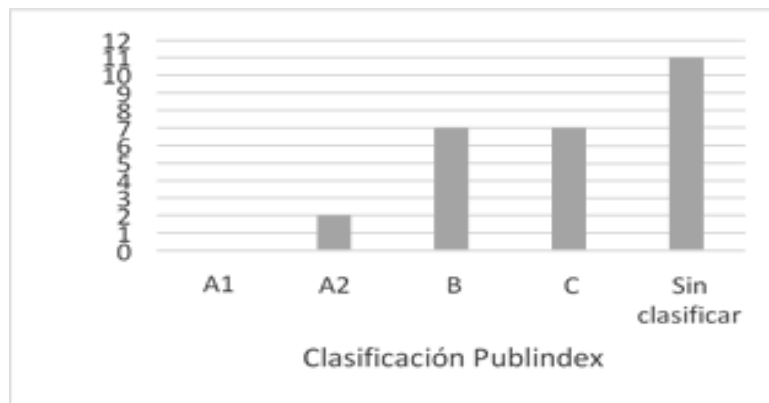
En la verificación de las páginas de las IES se encontraron diversas revistas relacionadas con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica. Estas a su vez, fueron revisadas para confirmar que si realizan publicaciones en esta materia. Además, se verificó la página de Ranking Rev.-Sapiens 2016 (Ranking Rev- Sapiens, 2019), donde se observa la clasificación de las mejores revistas colombianas de acuerdo con el número de citas en las publicaciones internacionales donde han sido objeto de referenciación.

De las veintisiete (27) revistas encontradas, solamente se encuentran en Scopus en el buscador de Scimago Journal & Country Rank (Scimago Journal & Country Rank, 2019): Ingeniería e Investigación de la Universidad Nacional (Q3) (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista de la Facultad de Medicina de la Universidad Nacional de Colombia (Q4) (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia (Q3) (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista Ingeniería y Universidad de la Pontificia

Universidad Javeriana en Q3 (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista Colombia Médica de la Universidad del Valle Q3 (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista DYNA de la Universidad Nacional (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista Iatreia de la Universidad de Antioquia (Q4) (Scimago Journal & Country Rank, 2019), Revista Vitae de la Universidad de Antioquia (Q4) (Scimago Journal & Country Rank, 2019) y la Revista Gerencia y Políticas de Salud de la Pontificia Universidad Javeriana en Q4 (Scimago Journal & Country Rank, 2019).

De acuerdo con la búsqueda ejecutada en Publindex, se encontraron 43 revistas que realizan publicaciones relacionadas con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica, de las cuales solo 16 pertenecen a algunas de las IES mencionadas. En la TABLA II, las 11 revistas restantes no fueron encontradas en el ranking de Publindex. Es importante mencionar, que Publindex está conformado por las Revistas Colombianas Especializadas en Ciencia, Tecnología e Innovación, que se han clasificado en las categorías A1, A2, B y C, según la convocatoria No. 768 de 2016 y la Resolución 0929 de 2017 (Colciencias., 2019) (Colciencias, 2019) (Colciencias, 2017), la cual tiene vigencia por dos años después de su publicación en la página de Publindex (vigencia hasta el 31 de diciembre de 2019), siendo mejores puntuadas aquellas que se encuentran en la categoría A1 y las menos puntuadas las que fueron clasificadas en la categoría C. En la *Figura 2* se observa el número de revistas actuales de acuerdo con la clasificación de Publindex.

Figura. 2 Número de revistas y su clasificación de acuerdo con Publindex.



Fuente: Elaboración propia.

4 Discusión

Se encontró que el 72,7%, de las IES del país que cuentan con programas de educación en Bioingeniería e Ingeniería Biomédica son de naturaleza privada, y que la mayoría de los programas ofertados en la modalidad de posgrado permiten la integración de múltiples áreas del conocimiento. Además, de los dieciocho (18) pregrados ofertados prevalecen las Ingenierías y no las tecnologías.

Los departamentos del país donde los programas son mayormente ofertados son: Bogotá Distrito Capital con diecisiete (17), Antioquia con cinco (5) y el Valle del Cauca con tres (3), además,

evaluando la localización de todas las ciudades, se encontró que la mayoría de los programas se ofrecen en la zona central del país.

En relación a los Grupos de investigación y a las Revistas de divulgación científica y académica se encontró que el 9,0% de estos y el 0,8% de los temas desarrollados en las revistas, se encuentran relacionadas con la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica; y que el trabajo colaborativo entre las Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud y las IES es fundamental para la articulación de sus principales investigaciones, trabajos y proyectos de aplicación de acuerdo a las necesidades actuales identificadas en el sector de la Salud.

El 54.5% de los eventos académicos son desarrollados por las IES, esto se evidencia en cada página web a partir del año 2012, con una tendencia a disminuir en el período comprendido entre los años 2013 y 2014. Sin embargo, a partir del año 2015 se observa un incremento considerable. Esto refleja el creciente interés de la Comunidad científica y académica en el desarrollo de investigaciones en las áreas en mención, y la incorporación de los nuevos avances tecnológicos en materia de I+D que se ha presentado en los últimos años.

De los trabajos desarrollados se encontró que la mayoría son ejecutados mediante la modalidad docencia-servicio en IPS tanto del sector público como privado. Aunque algunas de las Clínicas y Hospitales del país se encuentran acreditados o en proceso de acreditación bajo los estándares nacionales e internacionales de calidad en salud, la Universidad Pontificia Bolivariana es la primera Institución de Educación Superior de Antioquia y la tercera en el país en tener su propio Hospital Universitario. En Colombia, solo 13 IPS ostentan la certificación como Hospital Universitario, de 614 que cuentan con el concepto favorable por la Comisión Intersectorial para el Talento Humano. En Medellín, la Clínica Universitaria Bolivariana ocupa el cuarto lugar y en Colombia el décimo tercero en ser certificada como Hospital Universitario.

5 Conclusión

De acuerdo con las diversas fuentes consultadas y con la revisión sistemática de la literatura que se ejecutó mediante un ejercicio de vigilancia tecnológica, se evidencia que en Colombia se le está proporcionando una mayor importancia a las áreas de la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica, así como a la interacción entre estas; lo cual ha incrementado con el paso de los años el número de publicaciones, eventos académicos, proyectos de aplicaciones, y ha generado nuevos frentes de investigación; permitiendo el crecimiento y desarrollo de ambas disciplinas.

Así mismo, las IES en nuestro país están realizando esfuerzos encaminados a la conformación de Grupos de investigación multidisciplinarios y a la creación de Revistas de divulgación científica y académicas cada vez más especializadas, mejorando la calidad de sus publicaciones por medio de la indexación, alcanzando gran impacto tanto a nivel nacional como internacional.

La tecnología biomédica es una de las principales herramientas para las IPS, ya que esta incluye los dispositivos, programas, equipos, prototipos, y otros; que en conjunto con la aplicación de los

procedimientos médicos y quirúrgicos permiten realizar el diagnóstico, prevención, y tratamiento de las enfermedades de los usuarios (Organización Mundial de la Salud, 2012). Para efectuar una gestión adecuada de la tecnología biomédica es fundamental que en las IPS se cuente con profesionales con formación en estas disciplinas, ya que es talento humano altamente capacitado para supervisar la instalación, el desempeño, y la evaluación del impacto que genera su tenencia, previniendo de esta manera los riesgos inherentes a la prestación del servicio de salud; y garantizando el rendimiento y efectividad durante todo su ciclo de vida. Actualmente, la formación y entrenamiento de los profesionales de la salud y específicamente en las disciplinas de la Bioingeniería y la Ingeniería Biomédica se ha fortalecido con la apropiación de la regulación y normatividad vigente aplicable en Colombia en materia de Hospitales Universitarios.

El incremento de los programas de posgrado en el país ha propiciado la vinculación de un mayor número de profesionales dedicados al proceso de investigación, con formación de alto nivel como Magíster y/o Doctorado para liderar proyectos que tienen como finalidad la integración de la Universidad, Empresa, Estado, lo que promueve la I+D en estas disciplinas a nivel nacional. Adicionalmente, se puede evidenciar el apoyo que el Gobierno nacional está realizando por medio de Colciencias a través de la clasificación y mediciones de sus Investigadores, Grupos de investigación y revistas de divulgación científica y académica.

6 Referencias

- Ministerio de Salud y Protección Social. (3 de Octubre de 2007). *Ley 1164 de 2007*. Bogota, Colombia.
- Argente, J. (2012). Hospitales universitarios en España: ¿se entiende su concepto y función? *Anales de Pediatría*, 313-316.
- Castaño, J. M. (2009). Ingeniería biomédica. Historia en construcción. *Revista Ingeniería Biomédica.*, 3(5), 28-30.
- Clinica Universitaria Bolivariana. (2 de Agosto de 2019). Obtenido de Clinica Universitaria Bolivariana: <https://www.clinicauniversitariabolivariana.org.co/clinica/es/home>
- Colciencias. (2017). *Resolución 0929*. Bogota D.C: Colciencias.
- Colciencias. (2017). *Resolución 1490*. Bogota. D.C: Colciencias.
- Colciencias. (17 de 01 de 2019). *Convocatorias de investigación* . Recuperado el 17 de 01 de 2019, de <https://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos>
- Colciencias. (21 de 01 de 2019). *Publindex convocatoria indexacion revistas*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <https://www.colciencias.gov.co/convocatorias/investigacion/convocatoria-para-indexacion-revistas-cientificas-colombianas>

- Colciencias. (2017). *Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación. Año 2015*. Bogotá D.C.
- Colciencias. (17 de 01 de 2019). *GrupLAC en Línea*. Recuperado el 17 de 01 de 2019, de <https://scienti.colciencias.gov.co/gruplac/jsp/index.jsp/>.
- Colciencias. (21 de 01 de 2019). *Publindex*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <https://scienti.colciencias.gov.co/publindex/CerrarSesion.do?path=l>
- Corporación Universitaria reformada. (20 de 01 de 2019). *Corporación Universitaria reformada – CUR*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://unireformada.edu.co/>
- Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. (21 de 01 de 2019). *Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <http://www.escuelaing.edu.co/>
- Instituto Tecnológico Metropolitano. (25 de 01 de 2019). *Instituto Tecnológico Metropolitano*. Recuperado el 25 de 01 de 2019, de <http://www.itm.edu.co/>
- Ministerio de Educación. (2009). *Decreto 5012*. Bogota D.C: Republica de Colombia.
- Ministerio de Salud y Protección Social. (2 de Agosto de 2019). *Minsalud*. Obtenido de <https://www.minsalud.gov.co/salud/PO/Paginas/talento-humano-salud.aspx>
- Organización Mundial de la Salud. (2012). *Introducción a la gestión de inventarios de equipos médicos. Serie de documentos técnicos de la OMS sobre dispositivos médicos*. Ginebra, Suiza: Organización Mundial de la Salud.
- Ortiz, Y. A., Restrepo, J. G., & Vélez, A. (2015). *Herramienta para la gestión de convenios de docencia-servicio en Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud. Trabajo de grado para optar al título Magister en Dirección*. Medellín: UNIVERSIDAD DEL ROSARIO - Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario.
- Pontificia Universidad Javeriana. (11 de 01 de 2019). *Pontificia Universidad Javeriana*. Recuperado el 11 de 01 de 2019, de <http://www.javeriana.edu.co/home#.WY8oEVHyjIU>
- Portal Regional da BVS. (2 de Febrero de 2019). *Portal Regional da BVS*. Obtenido de <https://bvsalud.org/>
- Ranking Rev- Sapiens. (02 de 01 de 2019). *Ranking Rev-Sapiens*. Recuperado el 02 de 01 de 2019, de <https://www.srg.com.co/revsapiens.php>.
- Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <http://www.scimagojr.com./index.php>

Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <http://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=19700173003&tip=sid&clean=0>

Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <http://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=20265&tip=sid&clean=0>

Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <http://www.scimagojr.com./journalsearch.php?q=12400154740&tip=sid&clean=0>

Scimago Journal & Country Rank. (13 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19700186845&tip=sid&clean=0>

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=99288&tip=sid&clean=0>

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=12600154771&tip=sid&clean=0>

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=14049&tip=sid&clean=0>

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19700170837&tip=sid&clean=0>

Scimago Journal & Country Rank. (22 de 01 de 2019). *Scimago Journal & Country Rank*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <https://www.scimagojr.com/journalsearch.php?q=19900193218&tip=sid&clean=0>

Scopus. (12 de 01 de 2019). *Scopus Preview*. Recuperado el 12 de 01 de 2019, de <https://www.scopus.com/>

Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (18 de 01 de 2019). *SNIES Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Recuperado el 18 de 01 de 2019, de <https://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/programa#>

Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (13 de 01 de 2019). *SNIES Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <http://www.mineducacion.gov.co/sistemasdeinformacion/1735/w3-propertyname-2672.html>

Sistema Nacional de Información de la Educación Superior. (13 de 01 de 2019). *SNIES Sistema Nacional de Información de la Educación Superior*. Recuperado el 13 de 01 de 2019, de <https://snies.mineducacion.gov.co/consultasnies/institucion#>.

Universidad Antonio Nariño. (20 de 01 de 2019). *Universidad Antonio Nariño*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://www.uan.edu.co/>

Universidad Autónoma de Bucaramanga. (20 de 01 de 2019). *Universidad Autónoma de Bucaramanga-UNAB*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://www.unab.edu.co/>

Universidad Autónoma de Manizales. (20 de 01 de 2019). *Universidad Autónoma de Manizales*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://www.autonoma.edu.co/>

Universidad Autónoma de Occidente. (22 de 01 de 2019). *Universidad Autónoma de Occidente*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.uao.edu.co/>

Universidad CES. (22 de 01 de 2019). *Universidad CES*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.ces.edu.co/index.php/areas-de-formacionbiologia/124-ingenieriabiomedica>

Universidad de Antioquia. (22 de 01 de 2019). *Universidad de Antioquia*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.udea.edu.co>

Universidad de los Andes. (20 de 01 de 2019). *Universidad de los Andes*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <https://uniandes.edu.co/>

Universidad del Rosario (Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario). (22 de 01 de 2019). *Universidad del Rosario*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.urosario.edu.co/>

Universidad del Valle. (19 de 01 de 2019). *Universidad del Valle*. Recuperado el 19 de 01 de 2019, de <http://www.univalle.edu.co/>

Universidad Distrital-Francisco José de Caldas. (21 de 01 de 2019). *Universidad Distrital-Francisco José de Caldas*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <https://www.udistrital.edu.co/>

Universidad ECCL. (22 de 01 de 2019). *Universidad ECCL*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <https://www.eia.edu.co/acreditacion/registro-calificado/>

Universidad EIA. (22 de 01 de 2019). *Universidad EIA*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.eia.edu.co/>

Universidad el Bosque. (22 de 01 de 2019). *Universidad el Bosque*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://www.unbosque.edu.co/>

Universidad Manuela Beltrán. (21 de 01 de 2019). *Universidad Manuela Beltrán-UMB*. Recuperado el 21 de 01 de 2019, de <http://www.umb.edu.co/>

Universidad Militar-Nueva Granada. (20 de 01 de 2019). *Universidad Militar-Nueva Granada*. Recuperado el 20 de 01 de 2019, de <http://www.umng.edu.co/>

Universidad Nacional de Colombia. (22 de 01 de 2019). *Universidad Nacional de Colombia*. Recuperado el 22 de 01 de 2019, de <http://unal.edu.co/>

Universidad Pontificia Bolivariana. (19 de 01 de 2019). *Universidad Pontificia Bolivariana*. Recuperado el 19 de 01 de 2019, de <https://www.upb.edu.co/>

Universidad Santiago de Cali. (17 de 12 de 2018). *Universidad Santiago de Cali*. Recuperado el 17 de 12 de 2018, de <http://www.usc.edu.co/>

Velez, C., Jaramillo, C. P., & Giraldo, A. (2018). Docencia-servicio: responsabilidad social en la formación del talento humano en salud en Colombia. *Educación Médica*, 179-186.