OCyT
OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Uptc
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Vie
Vicerrectoría de Investigación y Extensión

OCITEB
OBSERVATORIO DE CIENCIA, INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA
BOYACÁ

ISSN 2665131-9

INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

BOYACÁ 2020

OCITEB
OBSERVATORIO DE CIENCIA INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA
B O Y A C Á

Avenida Central del Norte No. 39 - 115
PBX: (57+8) 740 5626 Ext. 2364
Tunja - Boyacá, Colombia

www.uptc.edu.co

©Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Rector
Óscar Hernán Ramírez

Vicerrector Académico
Manuel Humberto
Restrepo Domínguez

Vicerrector Administrativo y Financiero
Eduardo Avendaño Fernández

Vicerrector de Investigación y Extensión
Enrique Vera López

Directora de Investigaciones
Zaida Zarely Ojeda Pérez

Directora de Extensión Universitaria
Ana Isabel Bernal Camargo

Coordinadora OCITEB
Yasmith Adriana Camargo Gómez

Autores

© Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología OCYT

© Observatorio de Ciencia, Innovación y Tecnología para Boyacá UPTC- OCITEB

Yasmith Adriana
Camargo Gómez

Yenny Alexandra
García Lemus

Yenny Paola
Martínez Acero

INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN BOYACÁ 2020

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Director Ejecutivo
Diego Silva Ardila
Equipo OCYT

Integrantes del Equipo:
Henry Mora Holguín, Diana Marcela Caho Rodríguez, Andrea Guevara Rey, Alida María Acosta, Miguel Ángel Méndez, Efrén Romero Riaño, Mabel Zoraida Ayure Urrego, Juan Camilo Castellanos, Silvia Rojas Aguilar y Juan Manuel García

Diseño y Diagramación:
Camilo Laverde Cárdenas

Portada:
Camilo Laverde Cárdenas

Fotografía:
Juan F. Romero Español
Of. Comunicaciones - UPTC

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Avenida Central del Norte 39-115
Edificio administrativo, 4 piso.

PBX: (57+8) 7405626 Ext. 2364

ociteb@UPTC.edu.co

Tunja - Boyacá, Colombia

Libro financiado por la Dirección de Investigaciones de la UPTC, según convenio OCYT-UPTC . Se permite la reproducción parcial, total o difusión telemática siempre y cuando sea para uso personal de los lectores y no con fines comerciales con la autorización expresa de los titulares del derecho de autor. Este libro es registrado en Depósito Legal, según lo establecido en la Ley 44 de 1993, el Decreto 460 de 16 de marzo de 1995, el Decreto 2150 de 1995 y el Decreto 358 de 2000.

Uptc®
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

OCITEB
OBSERVATORIO DE CIENCIA INNOVACIÓN Y TECNOLOGÍA
B O Y A C Á

OCyT
OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Vie
Vicerrectoría
de Investigación y Extensión

CONTENIDO

CAP. 01
Inversión en Actividades de CTI Pág. 12

I01 Inversión en I+D y ACTI en Boyacá

I02 Inversión en I+D en Boyacá por tipo de entidad

I03 Inversión en ACTI en Boyacá por tipo de entidad

I04 Inversión ACTI en Boyacá por tipo de actividad

I05 Participación de la inversión en ACTI e I+D departamental con respecto al nacional

I06 Participación de la Inversión en ACTI e I+D en Boyacá relacionada con el PIB

CAP. 02
Formación en CTI Pág. 22

F01 Programas académicos ofrecidos por nivel académico

F01.1 Programas ofrecidos en el departamento por nivel académico y por área OCDE

F02 Graduados de Instituciones de Educación Superior por nivel académico y área OCDE

F03 Jóvenes Investigadores Minciencias

F03.1 Jóvenes Investigadores Minciencias por área OCDE

CAP. 03
Capacidades en CTI Pág. 30

C01 Grupos de investigación categorizados por Minciencias

C01.1 Grupos de investigación categorizados según área OCDE

C02 Investigadores reconocidos por Minciencias

PÁG. 08
Glosario de Siglas y Abreviaturas

PÁG. 10
Introducción

CAP. 04
Producción Bibliográfica
Pág. 36

PB01 Revistas indexadas por Publindex

PB02 Producción científica de autores vinculados a instituciones colombianas en Boyacá por base de datos

CAP. 05
Propiedad Intelectual
Pág. 42

PI01 Número de patentes en Boyacá

PI02 Tipo de patentes solicitadas en Boyacá con respecto al % Nacional

PI03 Tipo de patentes concedidas en Boyacá con respecto al % Nacional

PI04 Número de registros de software en Boyacá

CAP. 06
Innovación Empresarial
Pág. 50

IE01 Distribución de las empresas de manufactura de Boyacá de acuerdo con su grado de innovación respecto al nivel nacional

IE02 Origen de ideas de innovación en empresas de manufactura de Boyacá, respecto al total nacional 2017-2018

IE03 Inversión en actividades conducentes a la innovación empresarial, para Boyacá y nacional, 2017 (Miles de pesos corrientes)

IE04 Número de personas que participó en la realización de actividades conducentes a la innovación, en empresas de manufactura y servicios, en Boyacá y Nacional

Glosario de Siglas y Abreviaturas

AECID:
Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo

ACTI:
Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación

ASCT:
Apropiación Social de la Ciencia y la Tecnología

MINCIENCIAS:
Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación

CTeI:
Ciencia, Tecnología e Innovación

CyT: Ciencia y Tecnología

DANE:
Departamento Administrativo Nacional de Estadística

EDIT:
Encuesta de Innovación y Desarrollo Tecnológico

FCTI:
Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación

I+D: Investigación y Desarrollo

I+D+I:
Investigación, Desarrollo e Innovación

IES: Institución de Educación Superior

IPFSL:
Instituciones Privadas Sin Fines de Lucro

H INDEX: Índice de Hirsch

MINTIC:
Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

OCDE:
Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OCITEB:
Observatorio de Ciencia, Innovación y Tecnología para Boyacá

OCYT:
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

ONG: Organización No Gubernamental

PIB: Producto Interno Bruto

PNCT+I:
Programa Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

PUBLINDEX:
Sistema Nacional de Indexación de Publicaciones Especializadas de Ciencia, Tecnología e Innovación

RICYT:
Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología

SNCTI:
Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación

SNCYT:
Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología

SNIES:
Sistema Nacional de Información de la Educación Superior

UPTC:
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

WoS: Web of Science Core Collection

SCOPUS: Base de Datos Elsevier

INTRODUCCIÓN

El Observatorio de Ciencia, Innovación y Tecnología para Boyacá (OCITEB) liderado por la UPTC mediante convenio 129 de 2015 el desde el año 2014, clasifica y organiza los indicadores en CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN -CTI para el departamento de Boyacá, seleccionados según la pertinencia , el impacto, con base en en la información generada en el BOLETÍN DE INDICADORES EN CTI NACIONAL 2020, a través del convenio OCYT.

La información del Boletín de Indicadores de Ciencia, Tecnología e Innovación 2020, presenta la estructura de categorías CTI, con un total de 24 indicadores clasificados en las siguientes categorías: Capitulo 1 Inversión en actividades de CTI (6); Capítulo 2- Formación en Ciencia, Tecnología e Innovación (5); Capítulo 3- Capacidades en Ciencia, Tecnología e Innovación (3); Capítulo 4- Producción bibliográfica (2); Capítulo 5-Propiedad Industrial (4) y Capitulo 6- Innovación Empresarial (4).

La dinámica de la CTI en el departamento ha mejorado a lo largo de los años, el incremento en la inversión, el fortalecimiento de capacidades , el aumento en la formación postgradual inciden positivamente en los resultados y el avance en la productividad, lo cual se evidencia en el

Yasmith Adriana Camargo Gómez

Coordinadora OCITEB
Profesional Vicerrectoría de investigación y Extensión Uptc

trabajo desarrollado para este Boletín por el semillero de investigación del CREPIB, que presenta las interacciones entre variables inversion, capacidades, formacion y produccion cientifica.

Agradecimientos al OCYT en su trabajo continuo en la generación de cifras de calidad para el Departamento, al equipo de trabajo del OCITEB , a los estudiantes semilleros del Grupo CREPIB de la Escuela de Economía de la UPTC, por aceptar la invitación de realizar alianzas con el OBSERVATORIO, lo que se constituye en un aporte en la generación de conocimiento y apropiación social de conocimiento.

Inversión en actividades de CTI

Cap.

01

La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, se ajusta a la propuesta de los actores de SNCTel del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología – OCyT, en cuanto a la información y los datos de investigación dentro de los procesos de medición de inversión mediante revisiones metodológicas permanentes, se ha actualizado el cálculo de inversión nacional en ACTI e I+D siendo fuente de primer orden para organizaciones públicas y privadas en este ámbito.

El I+D, el apoyo a la formación, la capacitación científica y tecnológica, los servicios científicos y tecnológicos, la administración y otras actividades de apoyo y, actividades de innovación, conforman las actividades ACTI -Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación-. De acuerdo con el Manual de Frascati (OCDE, 2015), se definen cada una de las actividades.

I+D: Trabajo que aumenta el volumen de conocimientos del hombre, de la cultura y la sociedad, así como la aplicación de los resultados.

Formación: Incluye la inversión destinada a apoyar la formación de maestrías y doctorados, la oferta de estos en las IES, los programas de jóvenes investigadores y los semilleros de investigación.

Servicios Científicos y Tecnológicos:

Actividades relacionadas con I+D que contribuyen con la producción, difusión y aplicación de conocimientos científicos y técnicos. A su vez, se dividen en recolección de datos con fines científicos, servicios de información, estudios para la planeación y formulación de políticas, estudios de factibilidad o viabilidad, ensayos, normalización, metrología y control de calidad; asistencia técnica y transferencia tecnológica.

Administración y otras actividades de apoyo:

Actividades de soporte a I+D para administrar y distribuir los fondos a las entidades ejecutoras, dentro de las cuales se encuentran: Ministerios, Direcciones o Vicerrectorías de Investigación, Organismos de Investigación, Fundaciones, entre otras.

Actividades de Innovación:

La innovación se define como la introducción de algo nuevo o significativamente mejorado, ya sea un bien, un servicio, un proceso o un método organizativo según el Manual de Oslo.

Nota Metodológica

OCyT: a continuación, la nota metodológica que explica las diferencias existentes entre la información de la inversión en ACTI e I+D para Boyacá que se presenta en el presente boletín, comparada la que se presentó para las versiones 2017 y 2018. La principal diferencia consistió en dejar de utilizar los registros administrativos como fuente principal de información y utilizar de nuevo encuestas directas a los ejecutores y financiadores de las ACTI; como se explicará con más detalle adelante.

Luego de un trabajo detallado en el que se revisaron los cambios que, para los dos años anteriores (2017 y 2018), se implementaron en la medición de la inversión en ACTI, en el cual también participaron otras entidades del sector, como Minciencias, DNP y el DANE y algunos investigadores invitados, se decidió retomar el espíritu de la metodología que se venía implementando en el OCyT hasta el año 2016.

Esto incluyó actividades como la revisión de los formularios y las guías para ponerlos en sintonía con los cambios propuestos por los manuales internacionales como Frascati y Oslo; rescatar y actualizar el software utilizado para la recopilación de la información de las entidades (aplicativo Barrus); utilización de los registros administrativos como herramientas complementarias (tal como lo sugieren los manuales); retomar la metodología para el cálculo de la inversión anual de los proyectos de Regalías y; volver a realizar encuestas a cerca de 350 instituciones que, a nivel nacional, ejecutan o financian ACTI. De este modo se llevó a cabo el levantamiento de información para el cálculo de los indicadores de inversión que se presentan.

Las encuestas que se aplican son la nuez del proceso y ellas se complementan con diferentes tipos de registros administrativos, los cuales se pueden utilizar a la entrada

del proceso, como es el caso de las entidades del PGN que indican a cuáles entidades hay que encuestar y cuáles no, porque no invierten en estas actividades; pero también se pueden utilizar para complementar la información o para incluir datos faltantes.

De otra parte, se retomó la medición de la información de Regalías, que había desarrollado el OCyT hace unos 5 años, que consistí calcular, para cada proyecto, el gasto efectivo que se hacía en cada año; esto permite actualizar los tipos de ACTI, los tipos de entidades que hacen la inversión, las entidades territoriales en donde se hacía la inversión, entre otras.

Pero para tomar la decisión de regresar a aplicar encuestas a las entidades ejecutoras o financiadoras de ACTI y dejar de lado el cálculo de la inversión utilizando únicamente registros administrativos, tuvieron un peso muy grande dos hechos; i) se perdieron buena parte de las desagregaciones que se podían hacer cuando se utilizaban encuestas; no se podía definir si la información era de ejecución o de financiación, no fue posible desagregar la información por entidad territorial, no se pudo clasificar la I+D por área de la ciencia, entre otros inconvenientes; de 18 indicadores que se reportaban a la Ricyt antes hasta 2017, en 2018 y 2019 solo se pudieron reportar ocho; y ii) Para las denominadas Entidades de Conocimiento (IES y Centros de investigación) había un déficit de información de entre el 30% y el 40%; para las entidades públicas, entre tanto, se confundió completamente el concepto de ejecución real y el de financiación.

En esta categoría se relacionan 6 Indicadores que representan la inversión departamental comparada con la inversión nacional, participación de la inversión e instituciones ejecutoras de recursos en CTI. Los indicadores se encuentran codificados por letra I (Inversión), y con sus respectivas desagregaciones, como se muestra a continuación:

I01 Inversión en I+D y ACTI en Boyacá

I02 Inversión en I+D en Boyacá por tipo de entidad

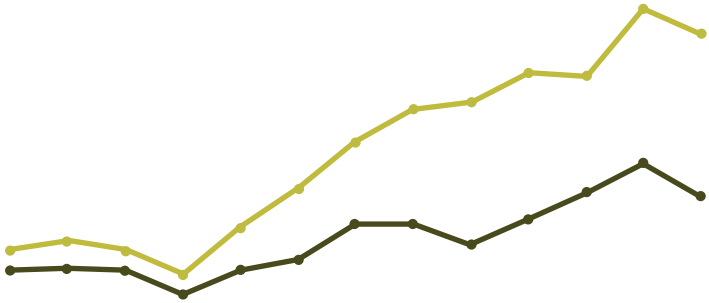
I03 Inversión en ACTI en Boyacá por tipo de entidad

I04 Inversión ACTI en Boyacá por tipo de actividad

I05 Participación de la inversión en ACTI e I+D departamental con respecto al nacional

I06 Participación de la Inversión en ACTI e I+D en Boyacá relacionada con el PIB

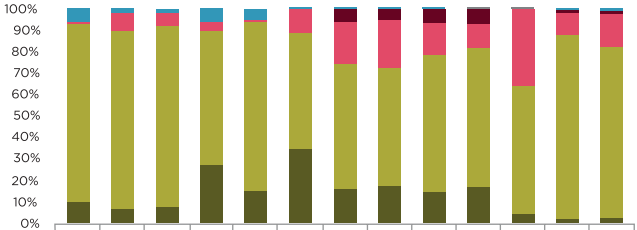
I01 Inversión en I+D y ACTI en Boyacá



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
I+D	0,04%	0,05%	0,04%	0,01%	0,05%	0,06%	0,10%	0,10%	0,08%	0,11%	0,14%	0,18%	0,14%
ACTI	0,07%	0,08%	0,07%	0,04%	0,09%	0,14%	0,20%	0,24%	0,25%	0,29%	0,28%	0,37%	0,34%

Fuentes: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 – 2020 Cálculos: OCyT *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

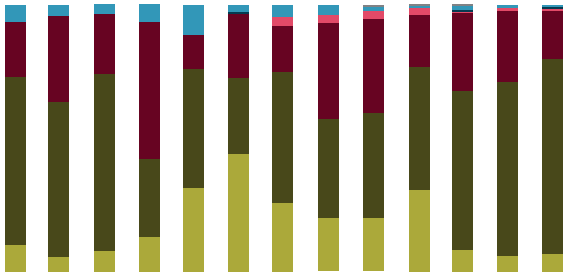
I02 Inversión en I+D en Boyacá por tipo de entidad



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
IPSFL al servicio de las empresas	6,7%	2,3%	2,2%	6,7%	5,1%	0,2%	0,3%	0,3%	0,1%	0,2%	0,3%	0,8%	1,2%
Hospitales y Clínicas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	6,4%	5,0%	6,5%	7,0%	0,2%	1,0%	1,6%
Entidades Gubernamentales	0,5%	7,8%	6,1%	3,7%	1,2%	11,0%	19,1%	22,3%	14,8%	10,9%	35,1%	10,4%	14,8%
Instituciones de educación superior	82,9%	83,1%	84,1%	62,7%	78,3%	54,2%	58,3%	54,7%	64,3%	64,6%	59,8%	85,5%	79,5%
Empresas	10,0%	6,8%	7,6%	27,0%	15,4%	34,6%	15,9%	17,7%	14,4%	17,3%	4,6%	2,3%	2,9%

Fuentes: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 – 2020
Cálculos: OCyT
*Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

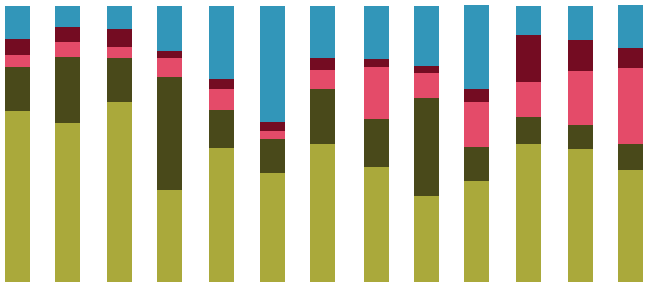
I03 Inversión en ACTI en Boyacá por tipo de entidad



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,7%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
IPSFL al servicio de las empresas	6,2%	3,4%	3,7%	6,2%	11,0%	3,1%	4,3%	4,0%	2,0%	0,9%	2,3%	1,2%	1,2%
Hospitales y Clínicas	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,1%	0,0%	0,1%
Centros de investigación y desarrollo tecnológico	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,2%	2,5%	2,5%	2,7%	0,5%	0,7%	0,8%
Entidades Gubernamentales	20,7%	32,4%	21,9%	51,3%	13,0%	24,2%	17,6%	36,0%	35,1%	19,5%	29,3%	26,9%	17,9%
Instituciones de educación superior	62,6%	57,9%	66,3%	29,3%	44,5%	28,1%	44,2%	36,6%	39,4%	46,0%	59,4%	65,2%	73,0%
Empresas	10,5%	6,3%	8,2%	13,2%	31,6%	44,4%	25,5%	20,7%	20,3%	30,8%	8,5%	6,0%	6,9%

Fuentes: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 – 2020
Cálculos: OCyT, *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

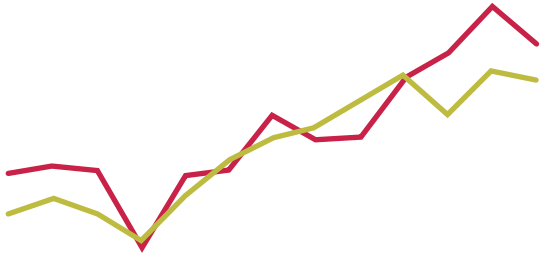
I04 Inversión ACTI en Boyacá por tipo de actividad



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Innovación	12,2%	7,4%	8,8%	16,6%	26,4%	42,1%	18,9%	19,2%	22,0%	30,3%	10,4%	12,6%	15,6%
Administración	5,7%	5,6%	6,4%	2,2%	3,6%	3,4%	4,5%	2,8%	2,2%	4,7%	17,3%	11,1%	6,8%
Servicios	4,3%	5,5%	3,8%	7,1%	7,6%	3,2%	7,1%	19,1%	9,3%	16,3%	12,5%	19,5%	27,7%
Formación	16,1%	24,0%	15,8%	41,1%	13,9%	11,9%	19,8%	17,2%	36,0%	12,0%	10,0%	8,8%	9,6%
I+D	61,7%	57,5%	65,2%	33,0%	48,4%	39,4%	49,7%	41,7%	30,5%	36,7%	49,9%	48,0%	40,3%

Fuentes: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 – 2020. **Cálculos:** OCyT *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

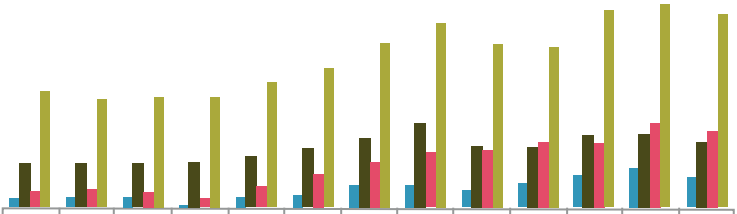
I05 Participación de la inversión en ACTI e I+D departamental con respecto al nacional



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
ACTI % Boyacá / ACTI Nacional	0,37%	0,45%	0,37%	0,23%	0,48%	0,65%	0,77%	0,84%	0,97%	1,11%	0,90%	1,13%	1,09%
I+D % Boyacá / I+D Nacional	0,59%	0,62%	0,60%	0,18%	0,57%	0,60%	0,90%	0,76%	0,77%	1,09%	0,23%	1,48%	1,27%

Fuentes: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 – 2020
Cálculos: OCyT, *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares

I06 Participación de la Inversión en ACTI e I+D en Boyacá relacionada con el PIB



	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
I+D Boyacá	0,04%	0,05%	0,04%	0,01%	0,05%	0,06%	0,10%	0,10%	0,08%	0,11%	0,14%	0,18%	0,14%
I+D Nacional	0,20%	0,19%	0,19%	0,20%	0,22%	0,26%	0,30%	0,37%	0,27%	0,26%	0,31%	0,32%	0,29%
ACTI BOyacá	0,07%	0,08%	0,07%	0,04%	0,09%	0,14%	0,20%	0,24%	0,25%	0,29%	0,28%	0,37%	0,34%
ACTI Nacional	0,50%	0,47%	0,48%	0,48%	0,54%	0,60%	0,71%	0,80%	0,70%	0,69%	0,85%	0,87%	0,84%

Fuentes: OCyT; DANE – EDIT VIII a IX, EDITS V a VIII; Ruta N – Centro Nacional de Consultoría - Medición anual de innovación, 2015 – 2020
Cálculos: OCyT, *Cifras 2019 provisionales; +cifras 2020 preliminares.

Formación en CTI

Cap. 02

Actualmente, para que Colombia sea competitiva, el Departamento Nacional de Planeación (2007), afirma que es necesario incrementar el conocimiento, lo que implica contar con un grupo significativo de personas dedicado a realizar actividades de CTI para desarrollar las competencias laborales e investigativas en todos los niveles. Así, se reconoce que los programas de maestría y doctorado transfieren conocimiento y, proporcionan las habilidades y competencias propicias para desarrollar actividades de CTI, concordante con lo planteado por Osorio & Martins (2010).

Asimismo, Acevedo y González (s.f.) plantean la importancia en la formación de jóvenes investigadores que comprendan el significado de hacer ciencia en un contexto específico y "ser científico e investigador", dimensionando y contextualizando el tipo de ciencia y de innovaciones tecnológicas que su contexto necesita, adquiriendo o desarrollando las competencias científicas en su paso por el sistema educativo. En este sentido, el Ministerio de Ciencia Tecnología e Innovación y la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia, ha implementado programas de becas - pasantías para incentivar a los profesionales recién graduados a incursionar en la investigación e innovación (Conpes, 2009).

Nota Metodológica

El capítulo de Formación en Ciencia y Tecnología, presenta indicadores sobre tendencias y dinámicas del capital humano en Boyacá y su capacidad para realizar actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI), a su vez, considerado insumo fundamental en la generación de nuevo conocimiento, desarrollo de nuevas tecnologías

y, fortalecimiento de la innovación. Por lo tanto, este capítulo se abre con la oferta de programas de maestría y doctorado, lo que evidencia la formación de capital humano con potencial para promover y desarrollar competencias en CTI, número de graduados de Instituciones de Educación Superior, recurso humano en proceso de formación a partir del programa Jóvenes investigadores, apoyos dirigidos a fortalecer los recursos humanos a nivel de maestría y doctorado, y número de niños y niñas que ayudan a fomentar la cultura ciudadana de Ciencia, Tecnología e Innovación en la población infantil y juvenil colombiana a través de la investigación como estrategia pedagógica.

Las cifras presentadas fueron suministradas por el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT), adelantando las consultas en diciembre de 2020, referenciándose por medio de distintas fuentes de información como la plataforma ScienTi de Minciencias, el Sistema Nacional de Información de la Educación Superior SNIES del Ministerio de Educación Nacional (MEN), y el Observatorio Laboral para la Educación (OLE).

Presentando información para los siguientes indicadores:

F01 Programas académicos ofrecidos por nivel académico

F01.1 Programas ofrecidos en el departamento por nivel académico y por área OCDE

F02 Graduados de Instituciones de Educación Superior por nivel académico y área OCDE

F03 Jóvenes Investigadores Minciencias

F03.1 Jóvenes Investigadores Minciencias por área OCDE

F01 Programas académicos ofrecidos por nivel académico

Nivel académico	Entidad territorial	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Maestría	Boyacá	8	11	12	18	24	31	35	39	68	72	134	68
	Nacional	438	511	568	726	812	1004	1152	1328	2161	2316	2423	2517
Doctorado	Boyacá	1	2	2	4	4	4	4	4	9	9	14	11
	Nacional	86	103	130	162	168	202	216	232	266	293	310	385
Total	Boyacá	9	13	14	22	28	35	39	43	77	81	148	79
	Nacional	524	614	698	888	980	1206	1368	1560	2427	2609	2733	2902

Fuente: MEN, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES). Consulta y actualización a diciembre 2020.
Cálculos: OCyT

F01.1 Programas ofrecidos en el departamento por nivel académico y por área OCDE

Nivel académico	Área OCDE	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Maestría	Ciencias agrícolas	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	8	6
	Ciencias médicas y de la salud	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	1
	Ciencias naturales y exactas	0	0	1	1	1	3	3	3	5	5	10	6
	Ciencias sociales y humanidades	5	7	6	12	17	19	22	25	41	40	86	39
	Ingeniería y tecnología	2	3	4	4	4	6	7	8	15	16	28	14
	Sin clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	0	2
	Total	**8**	**11**	**12**	**18**	**24**	**31**	**35**	**39**	**68**	**72**	**134**	**68**
Doctorado	Ciencias agrícolas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ciencias médicas y de la salud	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Ciencias naturales y exactas	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3	3	3
	Ciencias sociales y humanidades	1	2	2	3	3	3	3	3	5	5	3	2
	Ingeniería y tecnología	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	4	3
	Sin clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
	Total	**1**	**2**	**2**	**4**	**4**	**4**	**4**	**4**	**9**	**9**	**14**	**9**
TOTAL	Ciencias agrícolas	1	1	1	1	2	3	3	3	4	4	8	6
	Ciencias médicas y de la salud	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	2	1
	Ciencias naturales y exactas	0	0	1	1	1	3	3	3	8	8	13	9
	Ciencias sociales y humanidades	6	9	8	15	20	22	25	28	46	45	89	41
	Ingeniería y tecnología	2	3	4	5	5	7	8	9	16	17	32	17
	Sin clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	4	3
	Total	**9**	**13**	**14**	**22**	**28**	**35**	**39**	**43**	**77**	**81**	**148**	**77**

Fuente: MEN, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre 2020.
Cálculos: OCyT

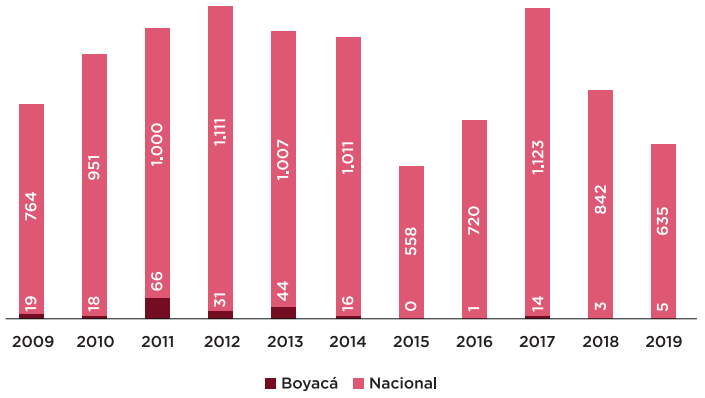
F02 Graduados de Instituciones de Educación Superior por nivel de formación y por área OCDE

Nivel académico	Área OCDE	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Maestría	Ciencias agrícolas	0	3	1	4	4	3	8	8	13	23	40	31
	Ciencias naturales y exactas	0	0	1	0	1	9	6	5	20	17	27	37
	Ciencias sociales y humanidades	1	13	28	109	117	142	160	219	273	609	538	425
	Ingeniería y tecnología	4	10	11	6	15	15	17	13	28	43	82	84
	Sin clasificar	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Total	5	26	41	119	137	169	191	245	334	693	687	577
Doctorado	Ciencias naturales y exactas			0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Ciencias sociales y humanidades	0	0	5	1	4	2	3	3	15	18	12	9
	Ingeniería y tecnología			0	0	0	0	0	0	1	1	2	9
	Total	0	0	5	1	4	2	3	3	16	19	14	19
TOTAL BOYACÁ		5	26	46	120	141	171	194	248	350	712	701	596

Fuente: MEN, Sistema Nacional de Información de la Educación Superior (SNIES), consulta y actualización a diciembre 2020.
Cálculos: OCyT

F03 Jóvenes Investigadores Minciencias

Entidad	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Boyacá	19	18	61	31	44	16	0	1	14	3	5
Nacional	764	951	1.000	1.111	1.007	1.011	558	720	1.123	842	635



Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias).
Cálculos: OCyT.

F03.1 Jóvenes Investigadores Minciencias por áreas OCDE

Área OCDE	Entidad	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Ciencias Naturales y exactas	Boyacá	4	1	11	4	6	6	0	0	4	1	2
	Nacional	139	124	273	304	272	351	241	93	99	137	100
Ciencias agrícolas	Boyacá	3	8	9	9	10	0	0	0	2	0	0
	Nacional	94	186	107	143	126	72	44	33	54	9	20
Ciencias médicas y de la salud	Boyacá	2	0	6	8	5	1	0	0	0	1	0
	Nacional	188	178	113	188	166	199	119	57	26	138	250
Ingeniería y Tecnología	Boyacá	5	3	11	10	2	2	0	0	0	0	3
	Nacional	124	194	224	346	212	216	150	427	79	60	173
Ciencias sociales y humanidades	Boyacá	5	6	24	0	21	7	0	1	2	1	0
	Nacional	219	269	283	130	231	173	4	110	94	148	88
Sin clasificar	Boyacá	0	0	0	0	0	0	0	0	6	0	0
	Nacional	0	0	0	0	0	0	0	0	771	350	4
TOTAL	Boyacá	19	18	61	31	44	16	0	1	14	3	5
	Nacional	764	951	1000	1111	1007	1011	558	720	1123	842	635

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias).
Cálculos: OCyT.

*Para los años 2000 a 2007, las áreas OCDE se calcularon a partir de las profesiones de los beneficiarios. Desde el año 2008 a 2017, los datos se calculan a partir de la información registrada de propuestas presentadas por cada joven investigador. En 2013 a 2015, se clasificaron de acuerdo del Programa Nacional de Ciencia y Tecnología (PNCyT).

Capacidades en CTI

Cap.

03

Para el crecimiento económico y desarrollo social tanto nacional, regional como local, las capacidades en ciencia, tecnología e innovación CTI juegan un rol importante. En este sentido, las políticas de CTI direccionan y promueven la inversión en formación de recursos humanos, lo que permite consolidar dichas capacidades necesarias para que la CTI esté al servicio del desarrollo sostenible (Unesco, 2017).

Nota Metodológica

Este capítulo presenta la descripción de las capacidades en CTI con las cuales cuenta el país y el departamento de Boyacá, en términos de grupos de investigación e investigadores, siendo fundamentales en el fortalecimiento de los procesos de generación de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico a nivel nacional, departamental e institucional. Se tienen en cuenta únicamente los investigadores y grupos de investigación que, a través de convocatorias realizadas por Minciencias, fueron reconocidos o categorizados. Los datos se generan a partir de la plataforma La ciencia en cifra de Minciencias.

En este apartado encontrará información sobre los siguientes indicadores para Boyacá y Colombia:

C01 Grupos de investigación categorizados por Minciencias

C01.1 Grupos de investigación categorizados según área OCDE

C02 Investigadores reconocidos por Minciencias

C01 Grupos de investigación categorizados por Minciencias

Categoría	Conv 640-2013		Conv 693-2014		Conv 737-2015		Conv 781-2017		Conv 833-2018	
	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional
A1	2	367	0	293	1	408	5	523	8	717
A	5	296	5	386	8	549	11	762	23	1.023
B	15	722	15	869	24	952	32	1.168	61	1.285
C	45	1.262	56	1.543	66	1.939	96	2.113	95	2.328
D	47	1.113	27	749	32	610	-	-	-	-
R*	17	544	6	130	3	180	29	641	7	419
Total	131	4304	109	3970	134	4638	173	5207	194	5772

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), resultados Convocatorias 640 de 2013, 694 de 2014, 737 de 2015, 781 de 2017 y 833 de 2018.
Cálculos: Ociteb/VIE. Consulta y actualización 2020
https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos

La categoría R* corresponde a los grupos de investigación que no alcanzaron alguna categoría de Minciencias, pero cumplieron los requisitos mínimos quedando Reconocidos.

C01.1 Grupos de investigación categorizados según área OCDE

Área OCDE	Categoría	Conv 640-2013		Conv 693-2014		Conv 737-2015		Conv 781-2017		Conv 833-2018	
		Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional
Ciencias Sociales	A1	0	49	0	38	0	71	0	115	0	164
	A	1	89	2	105	3	167	4	256	7	366
	B	2	200	2	244	4	300	6	370	19	425
	C	12	386	14	454	18	595	39	682	40	773
	D	31	595	15	324	19	263	0	0	0	0
	R*	4	201	2	56	1	56	15	225	3	124
Ciencias Naturales	A1	1	119	0	108	1	120	4	137	4	174
	A	1	71	1	107	2	124	0	155	4	191
	B	5	175	4	196	3	202	7	208	14	228
	C	10	281	11	328	15	377	17	377	14	372
	D	4	99	5	98	5	68	0	0	0	0
	R*	3	113	0	18	2	51	3	103	0	69

Área OCDE	Categoría	Conv 640-2013		Conv 693-2014		Conv 737-2015		Conv 781-2017		Conv 833-2018	
		Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional
Humanidades	A1	1	16	0	6	0	17	0	21	3	41
	A	2	41	0	27	1	39	1	61	2	88
	B	1	49	2	41	2	55	3	99	5	120
	C	2	83	6	118	6	189	8	194	6	223
	D	5	146	1	84	3	56	0	0	0	0
	R*	4	58	1	15	0	12	2	62	0	41
Ingeniería y Tecnología	A1	0	94	0	78	0	101	0	129	0	167
	A	1	50	1	61	1	109	6	158	8	204
	B	4	114	5	158	9	171	10	205	13	237
	C	8	193	14	287	13	337	14	398	18	448
	D	3	134	1	107	4	104	0	0	0	0
	R*	4	65	0	13	0	16	6	97	1	68
Ciencias médicas y de la salud	A1	0	65	0	44	0	69	0	90	0	132
	A	0	29	0	56	1	78	0	93	1	134
	B	0	136	0	178	2	172	1	232	5	209
	C	7	246	6	271	7	343	13	359	11	401
	D	2	116	2	114	0	93	0	0	0	0
	R*	2	66	2	22	0	34	2	110	2	92
Ciencias agrícolas	A1	0	25	0	19	0	30	1	31	1	39
	A	0	16	1	30	0	32	0	39	1	40
	B	3	47	2	52	4	52	5	54	5	66
	C	6	73	5	85	7	98	5	103	6	111
	D	2	23	3	22	1	26	0	0	0	0
	R*	0	41	1	6	0	11	1	44	1	25

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), resultados Convocatorias 640 de 2013, 694 de 2014, 737 de 2015, 781 de 2017 y 833 de 2018.
Cálculos: Ociteb/VIE. Consulta y actualización 2020.
https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos

La categoría R* corresponde a los grupos de investigación que no alcanzaron alguna categoría de Minciencias, pero cumplieron los requisitos mínimos quedando Reconocidos.

C02 Investigadores reconocidos por Minciencias

Categoría Minciencias	Conv 640-2013		Conv 693-2014		Conv 737-2015		Conv 781-2017		Conv 833-2018	
	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional
IE	0	0	0	0	0	74	2	124	0	53
IS	3	694	4	1057	5	1166	13	1707	29	2473
IA	26	1822	25	2064	40	2759	60	3595	112	4349
IJ	104	5495	110	5159	137	6051	205	7575	323	9921
Total	133	8011	139	8280	182	10050	280	13001	464	16796

Fuente: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), resultados Convocatorias 640 de 2013, 694 de 2014, 737 de 2015, 781 de 2017 y 833 de 2018.
Cálculos: Ociteb/VIE. Consulta y actualización 2020.
https://minciencias.gov.co/la-ciencia-en-cifras/grupos

IE: Investigador Emérito, IS: Investigador Sénior, IA: Investigador Asociado, IJ: Investigador Junior.

Producción Bibliográfica

Cap. 04

Es vital para las instituciones de educación superior conocer la productividad de sus investigadores e identificar su respectivo impacto; la cual se ve reflejada en el reconocimiento institucional, nacional e internacional; generación y difusión del conocimiento; consolidación de investigadores; aumento en recursos financieros, entre otros.

De acuerdo con Maz Machado et al. (2007), si un departamento o un grupo de investigación ha recibido financiación para realizar proyectos de investigación y, a partir de sus resultados no se realizan publicaciones científicas, es claro que, algo está fallando en el proceso de investigación; por tanto, se deben tomar las medidas necesarias para mejorar estas limitaciones dado que, es prioritaria la difusión de los resultados de investigación.

Por lo anterior, se utilizan principalmente los artículos en revistas especializadas, siendo las publicaciones en revistas internacionales, el único mecanismo para determinar el rendimiento y la productividad de las instituciones (Maz Machado et al. ,2007).

Nota Metodológica

Este capítulo presenta dos indicadores que permiten conocer las revistas y la producción científica del departamento, comparada con la productividad nacional, para esto se toman como referencia las publicaciones realizadas en revistas indexadas en bases de datos internacionales y de mayor visibilidad como son Web of Science, Scopus y SciElo, porque estas bases incluyen todo tipo de documentación científica, desde artículos científicos hasta documentos de conferencias (proceedings), resúmenes de conferencia,

correcciones, fe de erratas, reseñas, capítulos de libros, entre otros. Además, se presenta un indicador sobre las revistas nacionales, departamentales e institucionales indexadas por Publindex.

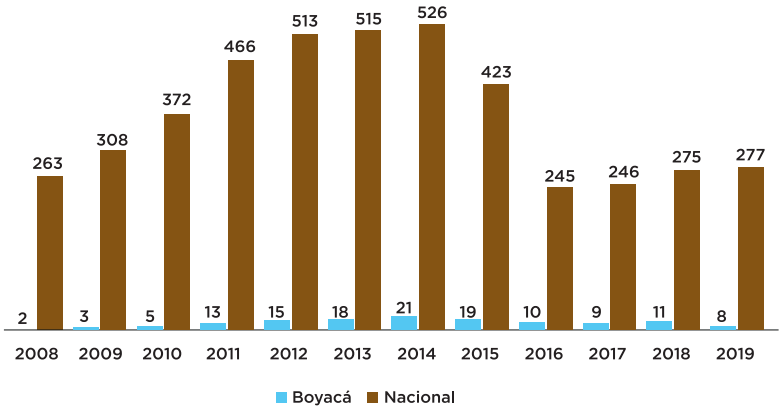
Para la construcción de los indicadores provenientes de las bases WoS, SciELO y Scopus, el OCyT, en compañía de expertos bibliométricos y estadísticos, desarrollaron un algoritmo que permite generar, sistematizar y unificar las bases de datos, con el objetivo de identificar los productos únicos y establecer las categorías o desagregaciones asociadas a la tipología del producto, tipo de colaboración, áreas de conocimiento y citaciones, entre otros.
En este apartado encontrará información sobre los siguientes indicadores para Boyacá y Colombia:

PB01 Revistas indexadas por Publindex

PB02 Producción científica de autores vinculados a Instituciones colombianas en Boyacá por base de datos.

PB01 Revistas indexadas por Publindex

Entidad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Boyacá	2	3	5	13	15	18	21	19	10	9	11	8
Nacional	263	308	372	466	513	515	526	423	245	246	275	277



Fuente: Publindex
Cálculos: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias) - OCyT.

PB02 Producción científica de autores vinculados a instituciones colombianas en Boyacá por base de datos

Base	Entidad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
WoS	Boyacá	24	25	31	34	47	47	44	150	177	146	120	168
	Nacional	2.503	2.825	3.261	3548	4.032	4.325	4.299	7.931	5.945	10.106	10.374	12.143
SciELO	Boyacá	7	11	8	23	28	32	43	28	33	103	130	121
	Nacional	2.674	2.940	3.397	3.889	4.153	3.663	4.485	4.116	4.736	4.996	4.252	4.413
Scopus	Boyacá	29	29	37	45	65	69	79	74	117	156	131	198
	Nacional	3.495	4.115	4.875	5.621	6.519	7.448	8.311	9.038	10.344	11.701	13.099	14.720

Fuente: Wos core collection, SciELO, Scopus.
Cálculos: OCyT.

Propiedad Intelectual

Cap. 05

Desde la academia, las Instituciones de Educación Superior, han centrado sus esfuerzos en innovar, con el fin de obtener mayores recursos y a su vez, mayor prestigio, siendo promotoras de cambio en la sociedad, resolviendo problemáticas actuales en su entorno. Asimismo, cuentan con personal altamente cualificado y han instituido redes de conocimiento a nivel interinstitucional, nacional e internacional; siendo una incubadora de ideas que faciliten la investigación e innovación y que promuevan el desarrollo de la sociedad.

La Superintendencia de Industria y Comercio SIC, con el fin de proteger invenciones como máquinas, aparatos, objetos y metodologías cuenta con diferentes tipos de protección, dentro de las cuales se encuentran las patentes de invención, modelos de utilidad y diseños industriales (Superintendencia de Industria y Comercio, 2017). A continuación, se realiza una breve descripción de cada una:

Patente de invención: Protege los nuevos productos o procedimientos que ofrecen una nueva solución a un problema técnico.

Patente de modelo de utilidad: Protege toda modificación, configuración a algún objeto o parte de uno, que permite un mejor o diferente funcionamiento a la versión original.

Diseño industrial: Protege la creación de un diseño que se aplica a un producto o artículo con el fin poder fabricarlo a escala y diferenciarlo de sus competidores en el mercado.

Nota Metodológica

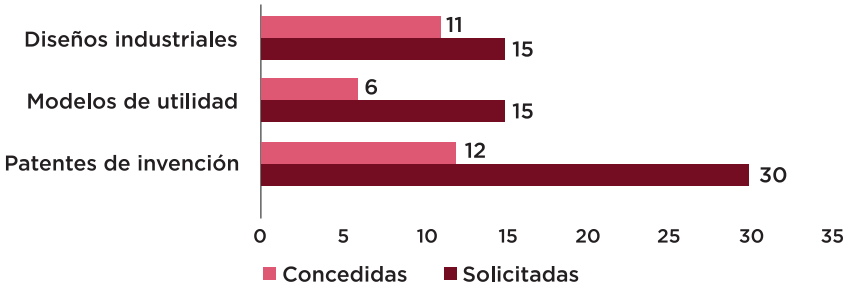
Los sistemas de protección a la propiedad industrial tienen como propósito garantizar la apropiación de un producto o servicio nuevo temporalmente, con el fin de que la competencia no lo reproduzca sin su autorización y poder obtener ingresos que recuperen las inversiones realizadas. Dentro de los instrumentos formales de protección, se encuentran las patentes y los registros de diseños industriales (Superintendencia de Industria y Comercio, 2017).

Un tratamiento acertado de la propiedad intelectual, incentivará la investigación y la producción de nuevas creaciones y generará un clima de seguridad para la inversión y en particular, aquella destinada a innovación (CONPES 3533, 2008). La Superintendencia de Industria y Comercio, es el ente nacional encargado de recibir las solicitudes de registro y determinar si se cumplen los requisitos para acceder a un título de propiedad, entre ellos: patentes de innovación, modelos de utilidad y diseños industriales registrados tanto a nivel nacional como departamental. Para determinar el lugar de origen, se toma como referente el departamento donde los creadores registraron su lugar de residencia.

A continuación, se relacionan los indicadores de la categoría Propiedad Industrial codificada con PI:

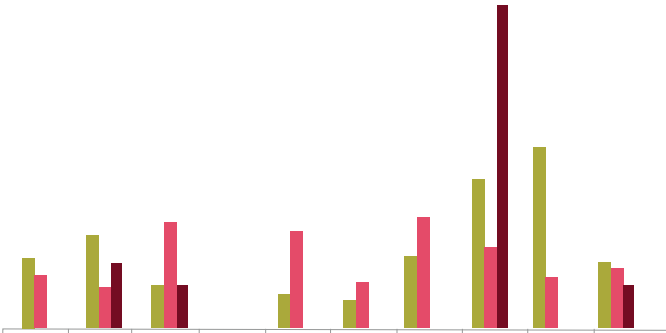
PI01 Número de patentes en Boyacá
PI02 Tipo de patentes solicitadas en Boyacá con respecto al % Nacional
PI03 Tipo de patentes concedidas en Boyacá con respecto al % Nacional
PI04 Número de registros de software en Boyacá

PI01 Número de patentes en Boyacá



Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial
Nota: La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores. Años 2010-2019

PI02 Tipo de patentes solicitadas en Boyacá con respecto al % Nacional



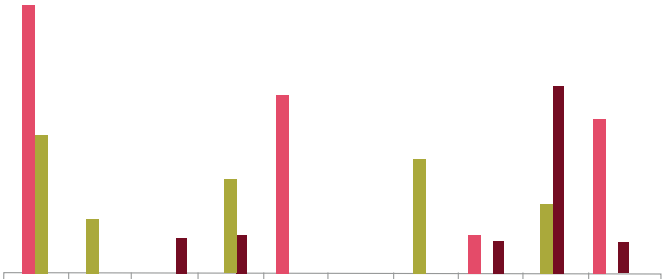
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Patentes de invención	0,8%	1,0%	0,5%	0,0%	0,4%	0,3%	0,8%	1,6%	2,0%	0,7%
Modelos de utilidad	0,6%	0,5%	1,2%	0,0%	1,1%	0,5%	1,2%	0,9%	0,6%	0,6%
Diseños industriales	0,0%	0,7%	0,5%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	3,5%	0,0%	1,2%

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial
Nota: La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Tipo de Patente	Departamento / Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Patentes de Innovación	Boyacá	1	2	1	0	1	1	4	9	8	3
	Nacional	129	197	206	241	259	318	507	556	406	422
Modelos de utilidad	Boyacá	1	1	3	0	2	1	3	2	1	1
	Nacional	169	220	259	238	188	202	252	226	177	155
Diseños Industriales	Boyacá	0	1	1	0	0	0	0	9	0	4
	Nacional	121	139	209	317	271	359	227	259	288	331

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial
Nota: La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

PI03 Tipo de patentes concedidas en Boyacá con respecto al % Nacional



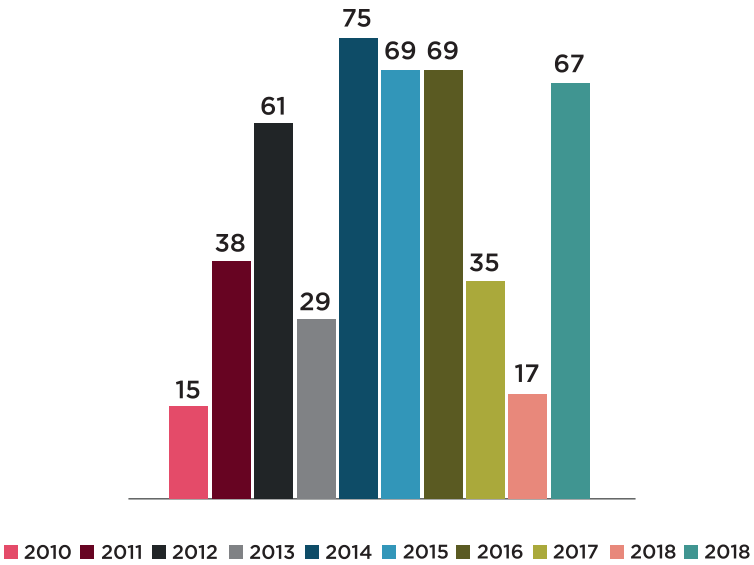
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Patentes de invención	3,8%	0,0%	0,0%	0,0%	2,6%	0,0%	0,0%	0,6%	0,0%	2,2%
Modelos de utilidad	2,0%	0,8%	0,0%	1,4%	0,0%	0,0%	1,6%	0,0%	1,0%	0,0%
Diseños industriales	0,0%	0,0%	0,5%	0,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	2,7%	0,5%

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial
Nota: La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

Tipo de Patente	Departamento / Año	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Patentes de Invención	Boyacá	1	0	0	0	3	0	0	1	0	7
	Nacional	26	34	109	146	117	88	103	170	219	314
Modelos de utilidad	Boyacá	1	1	0	2	0	0	1	0	1	0
	Nacional	50	127	124	145	75	82	61	116	97	51
Diseños Industriales	Boyacá	0	0	1	1	0	0	0	1	7	1
	Nacional	65	315	190	171	209	219	197	194	260	204

Fuente: Superintendencia de Industria y Comercio (SIC), http://www.sic.gov.co/drupal/estadisticas-propiedad-industrial
Nota: La SIC hace un trabajo permanente de depuración de sus bases de datos, lo que explica las variaciones respecto a los datos presentados en ediciones anteriores.

PI04 Número de registros de software en Boyacá



Fuente: Dirección Nacional de Derechos de Autor (DNDA), http://derechodeautor.gov.co/indicadores-de-gestion

Innovación Empresarial

Cap. 06

Las principales estrategias de las empresas para avanzar en la complejidad del proceso de innovación, logra mayor impacto en los resultados, y se encuentra el uso de redes de cooperación.

El OCYT para la construcción y procesamiento de las estadísticas presentadas, se utilizaron las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica de los sectores de manufactura y servicios y comercio. Estas encuestas tienen como propósito caracterizar las dinámicas tecnológicas y analizar las actividades de innovación y desarrollo tecnológico en las empresas colombianas. El diseño y ejecución de las Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica es un ejercicio realizado por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), atendiendo las recomendaciones del Manual de Oslo de la OCDE y los lineamientos de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología.

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística DANE, a través de la encuesta EDITS (DANE, 2016) clasifica el grado de innovación que tienen las empresas, como se describe a continuación:

Innovadoras en sentido estricto: Empresas con un producto o servicio nuevo o con mejoras significantes en el mercado internacional.

Innovadoras en sentido amplio: Empresas con un producto o servicio, un proceso productivo, una forma organizacional o de comercialización nueva o con mejoras significantes en el mercado nacional o en la empresa.

Potencialmente innovadoras: Empresas que reportan tener un proceso o haber cancelado algún proyecto de innovación.

Nota Metodológica

A nivel nacional, la medición se realiza con las empresas que reportan información a la Encuesta Anual Manufacturera, a la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera – EDIT, Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en los Sectores Servicios y Comercio-EDITS que lidera el DANE bienal. En las cuales, mediante el uso de encuestas y capacitación previa se recolectan información sobre las actividades de innovación, fuentes de financiación, personal ocupado, entre otras que realizan las empresas.

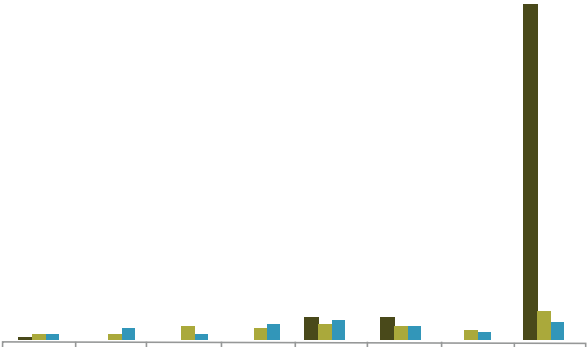
IE01 Distribución de las empresas según grado de innovación respecto al nivel nacional

IE02 Origen de ideas de innovación en empresas de manufactura de Boyacá, respecto al total nacional 2017-2018

IE03 Inversión en actividades conducentes a la innovación empresarial, para Boyacá y nacional, 2017 (Miles de pesos corrientes)

IE04 Número de personas que participó en la realización de actividades conducentes a la participación, en empresas de manufactura y servicios, en Boyacá y Nacional

IE01 Distribución de las empresas de manufactura de Boyacá de acuerdo con su grado de innovación respecto al nivel nacional



	2008-2009	2010-2011	2012-2013	2014-2015	2015-2016	2016-2017	2017-2018	2018-2019
Sentido estricto	0,22%	0,0%	0,0%	0,0%	3,3%	3,3%	0,0%	50,0%
Sentido amplio	0,79%	0,8%	1,9%	1,7%	2,3%	2,1%	1,5%	4,4%
Potencialmente innovadoras	0,90%	1,6%	0,9%	2,2%	2,8%	2,1%	1,1%	2,6%

Fuente: DANE: EDITS -VII (9.304 empresas encuestadas)
Cálculos: OCyT
*Para la Departamentalización de la encuesta se toma como referencia la participación del personal dedicado a actividades de ciencia y tecnología.

Año	Sentido estricto		Sentido amplio		Potencialmente innovadoras	
	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional	Boyacá	Nacional
2008-2009	1	450	33	4188	6	664
2010-2011	0	69	35	4487	11	685
2012-2013	0	23	64	3354	6	683
2014-2015	0	22	62	3559	14	635
2015-2016	3	91	76	3371	94	3367
2016-2017	1	30	71	3345	12	560
2017-2018	0	11	24	1561	3	278
2018-2019	3	6	118	2690	8	312

Fuente: DANE: EDITS -VII (9.304 empresas encuestadas)
Cálculos: OCyT
*Para la Departamentalización de la encuesta se toma como referencia la participación del personal dedicado a actividades de ciencia y tecnología.

IE02 Origen de las ideas de innovación en empresas de manufactura de Boyacá respecto al total nacional 2017-2018

Fuente	Origen	2008	2010	2012	2014	2015-2016*	2016-2017*	2017-2018	2018-2019
Fuentes internas de la empresa	Departamento interno de I+D	0,5%	0,9%	0,6%	1,2%	0,65%	0,64%	1,40%	11,19%
	Departamento de producción	1,0%	1,1%	1,3%	1,9%	0,74%	0,70%	1,50%	4,86%
	Departamento de ventas y administrativo	0,7%	0,7%	0,9%	1,2%	0,83%	0,81%	1,40%	3,04%
	Grupos Interdisciplinarios	0,7%	1,3%	0,9%	1,6%	0,50%	0,42%	1,50%	8,74%
	Directivos de la empresa	0,9%	1,0%	1,8%	2,0%	1,82%	1,80%	1,40%	4,20%
	Otra empresa relacionada (si hace parte de un conglomerado)	-	1,1%	1,2%	1,8%	0,25%	0,00%	2,10%	8,58%
	Casa Matriz	0,8%	0,3%	0,0%	0,5%	0,08%	0,00%	4,50%	6,32%
Fuentes externas de la empresa	Departamento de I+D de otra empresa del sector	0,7%	0,7%	0,4%	2,4%	2,66%	2,64%	2,20%	12,70%
	Competidores u otras empresas del sector (excepto el departamento de I+D)	0,8%	1,0%	1,7%	0,9%	2,63%	2,57%	0,40%	7,21%
	Clientes	0,8%	1,0%	1,2%	1,9%	2,42%	2,41%	1,30%	4,72%
	Proveedores	0,6%	0,9%	1,3%	2,8%	2,42%	2,37%	1,70%	4,39%
	Empresas de otro sector	0,8%	1,1%	1,1%	2,8%	2,61%	2,56%	1,80%	7,84%
	Cámaras de Comercio	0,3%	1,0%	1,1%	3,2%	2,70%	2,62%	1,80%	5,29%
	Centros de Desarrollo Tecnológico (CDT)	-	1,1%	0,6%	1,4%	2,71%	2,65%	1,20%	12,36%
	Centros de Investigación Autónomos	-	0,5%	2,5%	0,7%	2,74%	2,07%	0,00%	12,21%
	Incubadoras de Empresas de Base Tecnológica (IEBT)	1,5%	0,0%	0,0%	1,5%	2,77%	1,52%	0,00%	13,89%
	Parques Tecnológicos	-	1,0%	2,8%	1,1%	2,75%	1,90%	0,00%	12,50%
	Centros Regionales de Productividad	1,8%	1,6%	1,7%	1,1%	2,73%	2,02%	2,60%	8,70%
	Universidades	0,3%	0,5%	1,2%	2,1%	2,59%	2,54%	3,00%	10,47%
	Centros de Formación y/o Tecnoparques	0,4%	2,0%	1,7%	2,4%	2,76%	2,36%	2,30%	12,70%
	Consultores, expertos o investigadores	0,7%	0,5%	1,4%	2,4%	2,52%	2,46%	2,60%	6,34%
	Ferias y exposiciones	0,3%	0,7%	0,9%	1,0%	2,66%	2,58%	1,30%	6,06%
	Seminarios y conferencias	0,7%	1,2%	1,4%	2,2%	2,57%	2,53%	1,70%	6,63%
	Libros, revistas o catálogos	60,0%	1,1%	1,5%	1,9%	2,50%	2,47%	1,30%	7,40%

Fuente	Origen	2008	2010	2012	2014	2015-2016*	2016-2017*	2017-2018	2018-2019
Fuentes externas de la empresa	Sistemas de información de propiedad industrial (banco de patentes)	0,0%	0,8%	1,2%	1,0%	2,72%	2,30%	0,90%	9,92%
	Sistema de información de derechos de autor	0,0%	0,8%	0,7%	2,3%	2,73%	2,31%	0,00%	10,29%
	Internet	0,7%	1,2%	1,9%	2,6%	2,29%	2,28%	1,50%	5,50%
	Bases de datos científicas y tecnológicas	0,7%	0,9%	0,6%	1,6%	2,52%	2,41%	0,00%	9,01%
	Normas y reglamentos técnicos	0,8%	1,5%	1,9%	3,5%	2,49%	2,46%	1,70%	6,39%
	Instituciones públicas (Ministerios, entidades descentralizadas, secretarías)	0,9%	1,6%	1,5%	3,9%	2,52%	2,38%	1,70%	9,94%

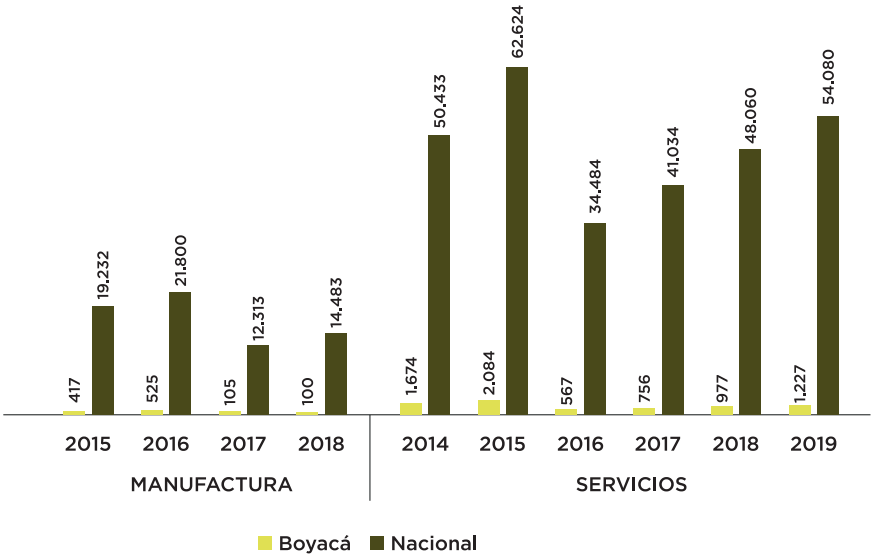
Fuente: DANE: EDITS -VII (9.304 empresas encuestadas)
Cálculos: OCyT
*Para la Departamentalización de la encuesta se toma como referencia la participación del personal dedicado a actividades de ciencia y tecnología.

IE03 Inversión en actividades conducentes a la innovación empresarial, para Boyacá y nacional, 2017 (Miles de pesos corrientes)

Actividad	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
I+D Interna	0,10%	0,02%	0,02%	0,01%	0,33%	0,73%	0,31%	35,16%	1,94%	4,92%	1,10%
I+D Externa	0,00%	0,06%	0,03%	0,00%	0,00%	0,00%	2,60%	0,49%	0,15%	6,11%	0,98%
Maquinaria y Equipo	0,35%	0,29%	0,24%	0,14%	0,32%	1,01%	0,62%	1,06%	1,30%	2,76%	0,96%
TIC	0,06%	0,04%	0,06%	0,05%	1,17%	0,56%	0,38%	13,38%	3,50%	13,57%	0,78%
Mercadeo de Innovaciones	0,01%	0,01%	0,01%	0,04%	0,38%	1,28%	0,23%	2,74%	1,30%	7,75%	3,32%
Transferencia de Tecnología	0,00%	0,08%	0,00%	0,00%	0,00%	0,07%	0,38%	7,92%	3,30%	0,31%	0,06%
Asistencia Técnica y Consultoría	0,08%	0,04%	0,19%	0,10%	0,27%	0,93%	0,25%	3,76%	1,02%	1,65%	0,16%
Ingeniería y Diseño Industrial	0,26%	0,16%	0,18%	0,07%	0,73%	0,08%	1,25%	0,13%	0,20%	3,61%	0,54%
Formación y Capacitación	0,10%	0,11%	0,20%	0,22%	0,35%	0,34%	0,02%	8,79%	1,10%	4,02%	0,72%
Total actividades de innovación	0,21%	0,18%	0,16%	0,08%	0,43%	0,74%	0,54%	2,15%	1,94%	6,08%	0,96%

Fuente: DANE: EDIT-IX (7.529 empresas encuestadas), EDITS-VII (9.304 empresas encuestadas)
Cálculos: OCyT
*Para la departamentalización de la encuesta se toma como referencia la participación del personal dedicado a actividades de ciencia y tecnología.

IE04 Número de personas que participaron en la realización de actividades conducentes a la innovación, en empresas de manufactura y servicios, en Boyacá y Nacional



Fuente: DANE: EDITS-VIII, EDIT-IX, EDITS-V, EDITS-VI, EDITS-VII
Cálculos: OCyT

SEPARA

ATA

PRESENTACIÓN

José Mauricio Gil - Docente Escuela Economía UPTC

La apuesta por impulsar la inversión destinada en Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación (ACTI) se ha trazado bajo los lineamientos de incrementar la productividad de la economía, enfrentar los retos sociales, económicos y ambientales de Colombia y avanzar hacia una sociedad del conocimiento (CPP, 2021). Es así como la presente separata tiene como objetivo presentar un análisis de la inversión en actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación realizada, en el departamento de Boyacá, por la interacción de tres hélices fundamentales que comprenden el sector público, privado y académico, último quién realiza la mayor inversión en I+D e i gracias al papel que desempeñan las Instituciones de Educación Superior (IES).

Encontramos que la inversión en ACTI en las IES en Boyacá ha mostrado en los últimos años una tendencia favorable que incide en mayor medida en el número de graduados de los programas de maestría, pero en menor proporción en los graduados de doctorado dado su nivel de complejidad. Estos resultados corresponden, además, a que una mayor inversión en formación en estos dos programas académicos aumentó el número de programas ofrecidos por las instituciones educativas, lo cual, resulta acorde a la teoría del crecimiento endógeno en cuanto a que la Inversión en Formación busca acrecentar el recurso humano.

Al analizar el papel de la inversión en I+D, se evidencia su impacto positivo en la formación de grupos de investigación y en la cantidad de producción bibliográfica obtenida, sin embargo, los resultados evidencian que estas variables podrían estar influenciadas por otros factores, particularmente en los años donde su mayor dinamismo corresponde a periodos de menor inversión. En cambio, lo que resulta consistente y muestra una tendencia clara y positiva, es la relación que manifiesta que, a mayor generación de grupos de investigación, se fomenta, por ejemplo, mayor producción bibliográfica.

El papel de la Inversión en I+D+i realizado por la triple hélice ha contribuido al desarrollo de patentes, diseños industriales y en la producción de softwares, pero no en la misma magnitud para la creación de modelos de utilidad al interior de las empresas del departamento, revelando la necesidad de rediseñar el destino del gasto en inversión a fin de hacer una utilización óptima de recursos. Por su parte, el interés del sector empresarial en la generación de investigación y desarrollo para materializar nuevas ideas o mejores productos tangibles se visualizó en el incentivo para la creación de patentes industriales y en el desarrollo de software, más no para el impulso de diseños industriales, lo cual, estaría explicado por la preferencia del sector empresarial de enfocar su gasto a la obtención de patentes de innovación dados los mayores beneficios que para ellos representan.

Es así como estos resultados permitieron evidenciar que para el departamento de Boyacá no existe una correspondencia entre los recursos invertidos en actividades de ciencia, tecnología e investigación y el número de personas que participan en procesos de innovación empresarial,

sugiriendo la importancia de fomentar la sinergia entre los sectores directamente implicados. Esto condujo, a su vez, a evaluar la capacidad del departamento en cuanto a su producción científica, mediante un modelo de carácter bivariado y multivariado entre las diferentes instituciones y variables que conforman el Sistema Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación – SDCTI, concluyendo que la relación más fuerte está entre la inversión y la producción científica, seguida de la oferta académica y la producción, y de esta ultima al fomentar e incentivar la creación de grupos de investigación en el departamento de Boyacá.

INTRODUCCIÓN

José Mauricio Gil León, Julieth Alejandra Sánchez Doza, María Alexandra Rodríguez Parra, Gisell Natalia Peña Agudelo, Angelica María Chaparro Rojas, Wanderley Sánchez Bustamante, Jhayr Alexis Sepulveda Leon, William Alejandro Pacheco Ayala, Jhancarlos Gutierrez Ayala

La presente separata tiene el objetivo de presentar un análisis de carácter bivariado y multivariado entre las diferentes instituciones y variables que conforman el Sistema Departamental de Ciencia, Tecnología e Innovación – SDCTI. Se parte de la consideración de que el SDCTeI está conformado por al menos 3 hélices fundamentales que interaccionan de forma constante, por un lado está el sector público, representado por instituciones gubernamentales que se encargan de proveer infraestructura y recursos financieros representado en convocatorias, programas y proyectos de carácter investigativo y/o de desarrollo tecnológico; en el

mismo renglón de interacción se presenta el sector privado, representado por empresas departamentales que realizan procesos de innovación internos a partir de tomar ventaja de los sectores público y académico; es precisamente este último la tercera hélice de relación, la academia con su papel de formación e investigación, los cuales permiten la adquisición de capacidades que respondan a las necesidades propias del sistema productivo regional. Estas tres hélices interactúan de forma constante y permiten el desarrollo de procesos innovadores en la región, partiendo del dinamismo propio de la inversión en actividades de CTeI, pasando por la producción científica, la formación de capital humano y llegando a la generación y evidencia de patentes, diseños de utilidad, softwares y otros productos de desarrollo tecnológico que representan alcances innovadores en Boyacá.

Este corto documento presenta las interacciones más destacadas entre las variables de inversión, desarrollo y resultado tecnológico de empresas, instituciones de educación superior y entes gubernamentales, con esto se espera comprobar la hipótesis de que el departamento de Boyacá ha presentado una evolución positiva en los últimos 10 años y de mano al aumento de la inversión, se ha mejorado la producción científica en general.

1. Inversión en I+D+i por tipo de Institución

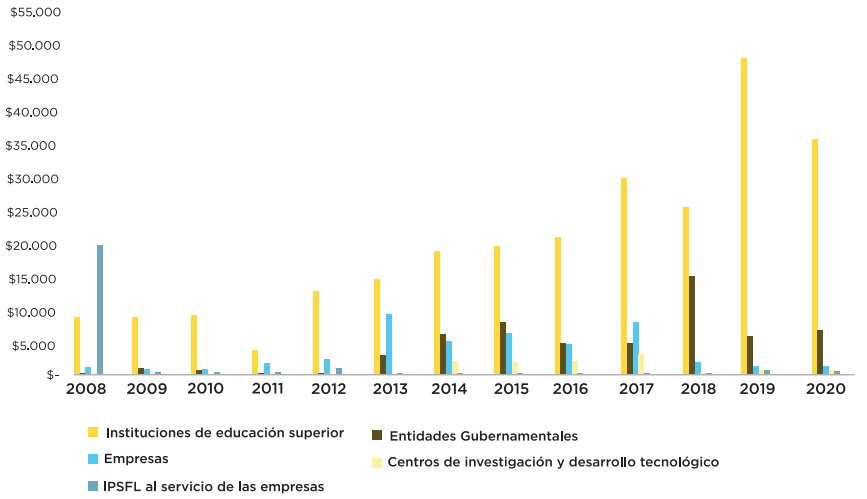
La tabla 1 presenta la inversión en actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación por tipo de investigación; esta información permite identificar el papel de cada una de las hélices en la inversión tanto de procesos previos (investigación y desarrollo) como de innovación (producción tangible de productos empresariales).

Tabla 1. Inversión en I+D+i por tipo de Institución

	Instituciones de Educación Superior	Entidades Gubernamentales	Empresas	Centros de investigación y Desarrollo Tecnológico	IPSFL al servicio de la empresas
2008	$ 8,568	$ 51	$ 1,030	-	$ 691
2009	$ 8,580	$ 802	$ 700	-	$ 238
2010	$ 8,809	$ 634	$ 796	-	$ 233
2011	$ 3,575	$ 210	$ 1,540	-	$ 379
2012	$ 12,420	$ 193	$ 2,446	-	$ 809
2013	$ 14,057	$ 2,846	$ 8,965	-	$ 54
2014	$ 18,368	$ 6,012	$ 5,008	$ 2,029	$ 80
2015	$ 18,972	$ 7,728	$ 6,151	$ 1,726	$ 92
2016	$ 20,367	$ 4,691	$ 4,547	$ 2,052	$ 21
2017	$ 29,127	$ 4,923	$ 7,793	$ 3,168	$ 103
2018	$ 24,878	$ 14,629	$ 1,910	$ 67	$ 144
2019	$ 47,072	$ 5,698	$ 1,262	$ 570	$ 447
2020	$ 34,890	$ 6,499	$ 1,260	$ 682	$ 539

Fuente: OCYT (2021)

Figura 1. Inversión en I+D+i por tipo de Institución



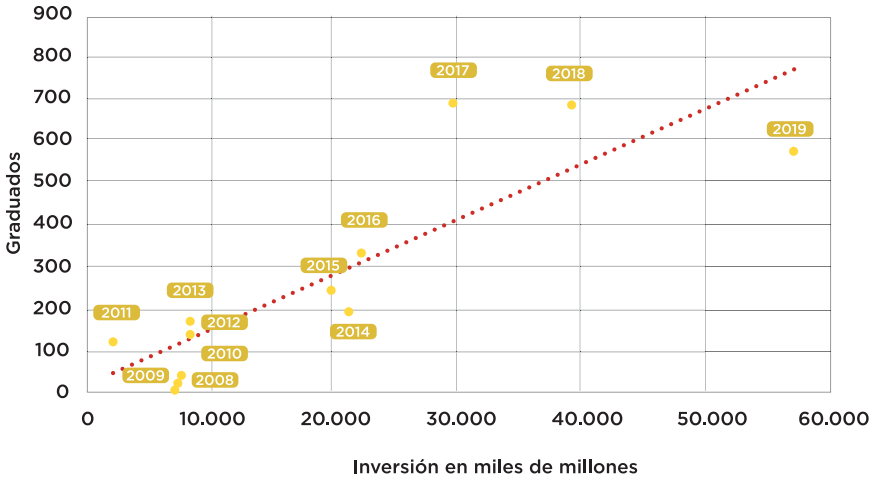
Fuente: OCYT (2021)

Es claro el papel que juega las instituciones de educación superior en esta área de la inversión. A lo largo del periodo las IES son las que han hecho la mayor inversión en I+D e i, mostrando su compromiso con el desarrollo del departamento y generando valor agregado en el mismo. Por otro lado, se destaca la labor de las entidades gubernamentales y las empresas en torno a la inversión en I+D e i; en primer lugar, las entidades gubernamentales que hasta el 2012 no tenían gran participación en la inversión en I+D e i en el departamento, cambiaron este patrón en 2013 y se convirtieron en la segunda entidad con mayor inversión en esta área; asimismo, las empresas que empezaron jugando un papel poco relevante en la inversión de este tipo, adquieren significancia y aumentan el monto de su inversión logrando estar entre las tres entidades del departamento que más invierten en I+D e i. Para terminar, es destacable el papel de los centros de investigación y desarrollo tecnológico, y los IPSFL al servicio de las empresas, que ante los limitados recursos de los que disponen, invierten el I+D e i.

ACADEMIA

2. Relación de Graduados frente a la Inversión en ACTI en Instituciones Educación Superior en Boyacá

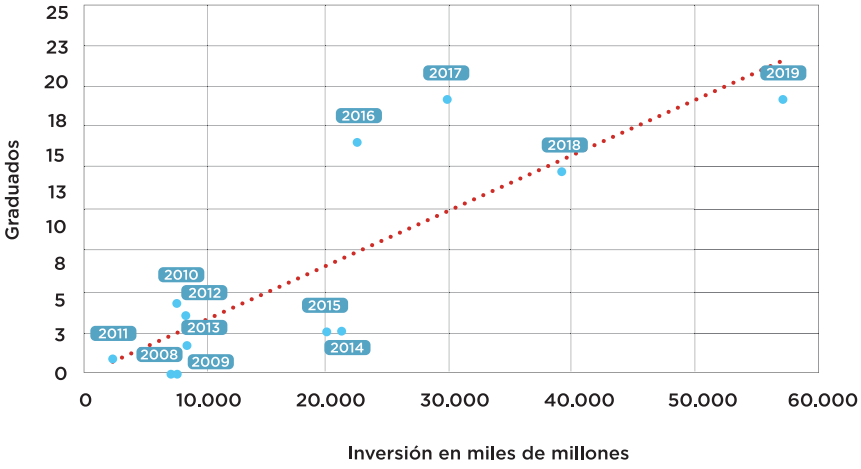
a) Graduados de Maestría



Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

La relación entre el número de graduados en maestría y la inversión en ACTI en IES en Boyacá es positiva, deja ver una tendencia al alza; conforme aumenta la inversión en ACTI aumenta el número de graduados, situación que plantea un panorama favorable para el departamento al tener mayor capital humano. En el 2017 y el 2018 se presentan los resultados más eficientes del periodo estudiado, en estos años el número de graduados por monto de inversión es el más alto. De igual forma, para el año 2008 se presenta el resultado más bajo: ante una inversión en ACTI en IES de siete mil millones de pesos, aproximadamente, el número de graduados es el más bajo con un dato de 5 graduados ese año.

a) Graduados de Doctorado

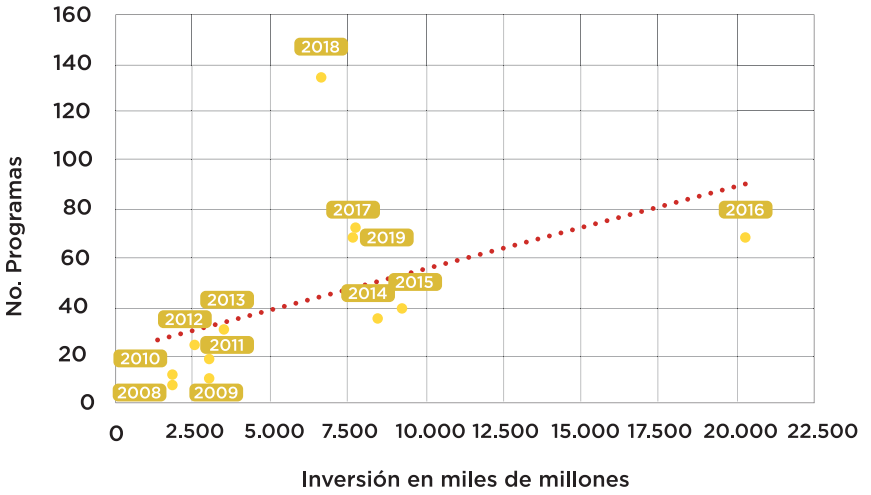


Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

En el caso de la relación entre el número de graduados en doctorado y la inversión en ACTI en IES en Boyacá la tendencia es alcista al igual que en la relación anterior, con la salvedad de que la cifra de graduados es menor debido al nivel de complejidad en torno a los doctorados. Aún así, se puede apreciar cómo en el año 2017 se tiene la relación más alta del periodo: 19 graduados por casi 30 mil millones de pesos invertidos. Por otro lado, en el año 2008 y 2009 no hubo graduados de doctorado en el departamento de Boyacá.

3. Relación N° Programas Académicos frente a Inversión en Formación

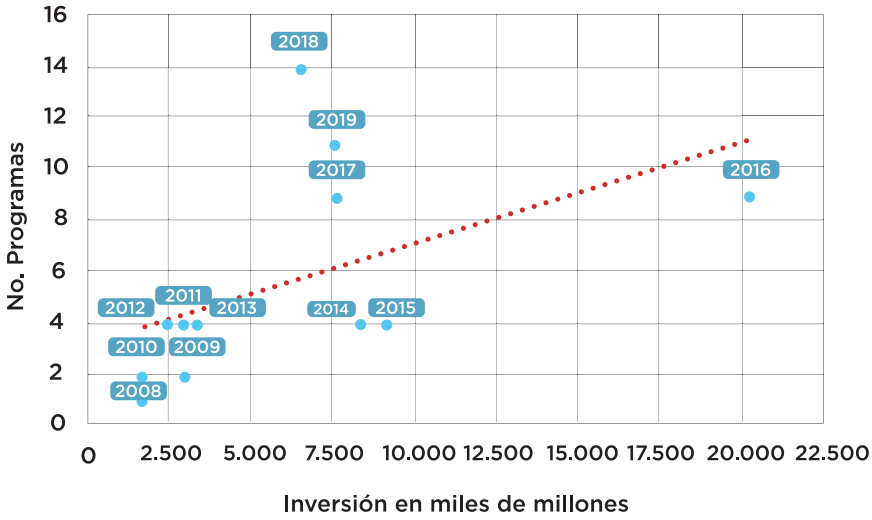
a) Programas de Maestría



Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

El número de programas académicos de maestría relacionado con la inversión en formación arroja una tendencia positiva; a medida que aumenta la inversión en formación, aumenta el número de programas ofrecidos por las instituciones educativas. Con esto, se inicia con un 2008 con baja inversión y pocos programas ofertados, situación que va cambiando favorablemente y, en el año 2018, la relación entre inversión y numero de programas obtiene el resultado más alto: ante un monto determinado de inversión se alcanzó el número más alto de programas ofrecidos.

b) Programas de Doctorado

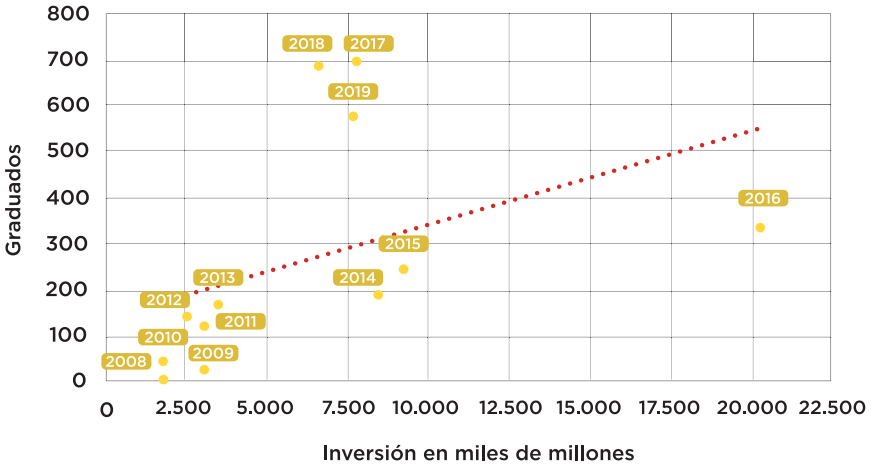


Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

Por el lado de la educación a nivel doctoral, el número de programas de doctorado frente a la inversión en formación presentó de igual forma una tendencia positiva, conforme aumenta la inversión en formación aumentan los programas ofrecidos. Como en el caso de las maestrías, la relación inicia con un 2008 muy débil, baja inversión y pocos programas de doctorado ofrecidos, pero que conforme avanza el tiempo, y aumenta la inversión, mejoran las condiciones y en 2018 se presenta la mayor relación entre el número de programas de doctorado y la inversión en formación; con una inversión de menos de la mitad de lo invertido en 2016, el número de programas es el más alto desde 2018.

4. Relación entre Graduados e Inversión en Formación

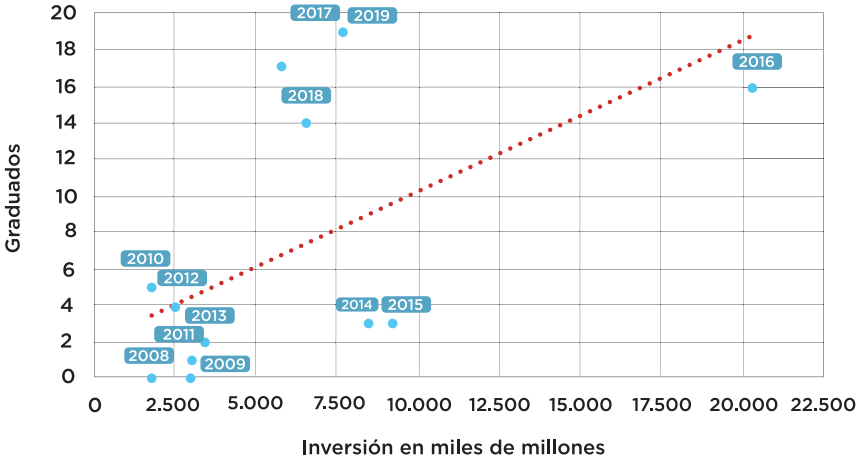
a) Graduados de Maestría



Fuente:elaboración propia con base en OCYT (2021)

Respecto de la relación entre Inversión en Formación y número de graduados a nivel de maestría, puede observarse una tendencia positiva teóricamente plausible. Lo anterior estaría siendo explicado por los últimos años (2017-2019) en los cuales, se ha presentado mayor relación en términos de magísteres graduados por miles de millones invertidos. Por otro lado, el 2016 fue el año con menor relación; considerando que se invirtieron más de 20 mil millones y, se graduaron tan solo poco más de 300 estudiantes. Ahora bien, para los primeros años (2008-2013) puede apreciarse una correlación sutil, pues la mayor Inversión no repercutió tan coherentemente en un mayor número de graduados de Maestría.

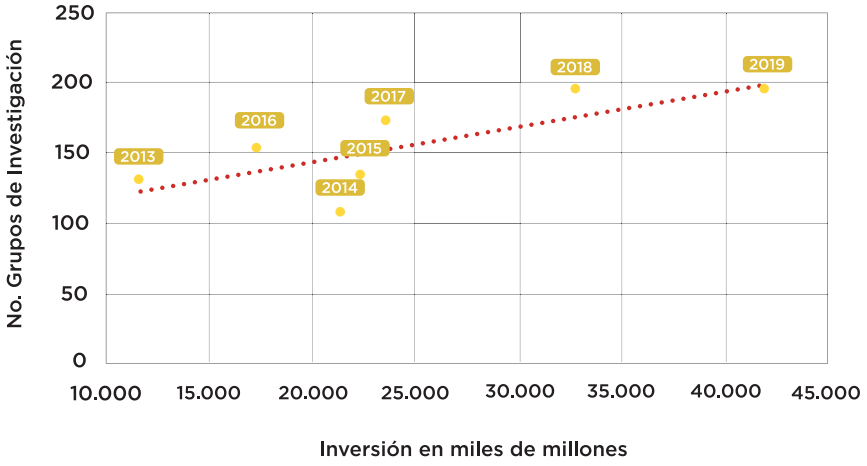
b) Graduados de Doctorado



Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

En relación con los graduados de Doctorado, se registra una relación positiva acorde a la teoría dado que, la Inversión en Formación busca acrecentar el recurso humano. Sin embargo, puede apreciarse que para algunos años (2008-2013), los montos bajos de Inversión produjeron efectos bajos y ambiguos en el número de graduados. Aunque también este resultado implica que el resultado de la inversión se presenta en años posteriores. Dicha tendencia se sostuvo en 2014 y 2015, donde a pesar de aumentos en la Inversión, los graduados fueron menos que para 2010 —cuando la Inversión fue menor—. Por otro lado, 2017 y 2019 fueron los años donde la relación fue más clara, reflejado en 19 Doctores, auque seguramente es resultado de inversiones de años anteriores. Mientras que, 2016 fue un año en donde el resultado en número de doctores (apenas 16 graduados) no se asoció con la enorme inversión (20 mil millones).

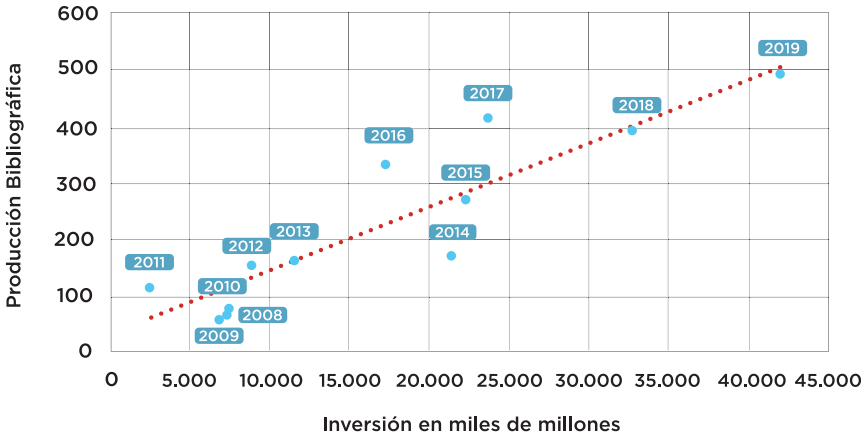
5. Grupos de Investigación frente a Inversión en I+D



Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

Para este caso se ha considerado la variable Inversión en I + D, porque los grupos de investigación justamente se dedican a investigar y realizar desarrollos tecnológicos. Así pues, la relación positiva observada es consistente, pues una mayor Inversión en I + D incentiva un mayor número de grupos de investigación. Aun así, la tendencia presenta ciertos años de baja correlación (2014, 2015 y 2019), considerando que la mayor Inversión no se asoció con el mayor número de grupos de investigación relativo a los años 2013, 2016 y 2017, comparativamente. Por otro lado, es cierto que 2018 es a priori el año con mayor correlación; no obstante, habría que analizar si un aumento de casi 10 mil millones es óptimo para tan sutil aumento marginal en los grupos de investigación o más bien el gasto se orientó a mejorar los existentes.

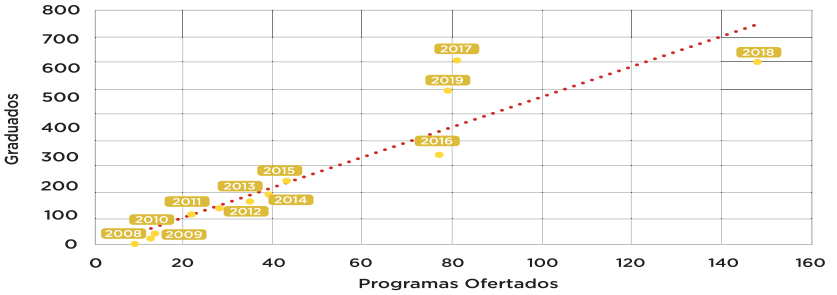
6. Producción bibliográfica frente a Inversión en I+D



Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

La producción bibliográfica, entendida principalmente como libros, artículos y capítulos de libros, manifiesta una tendencia positiva respecto a la magnitud de inversión en I+D dentro del periodo de estudio (2008 -2019), demostrándose ampliamente, desde los primeros años que fueron de menor inversión en comparación con los últimos años de mayor inversión . Aunque, años como el 2011 y 2016 no siguen esta tendencia, los cuales reciben menor inversión en comparación a los años anteriores, y denotan mayor producción bibliográfica; en contraste, también se encuentran años como el 2018 que perciben mayor inversión, pero no prosigue a mejores resultados en términos de cantidad de producción bibliográfica de acuerdo con el año anterior.

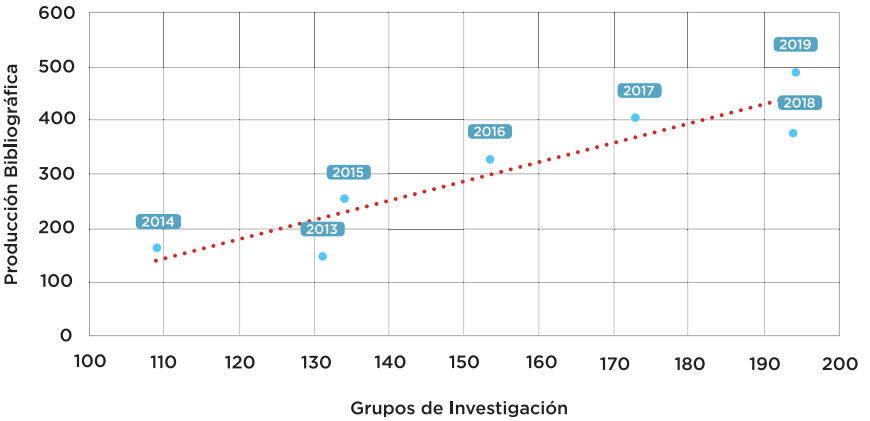
7. Total de graduados frente a oferta académica



Fuente:elaboración propia con base en OCYT (2021)

La oferta de programas de maestría y doctorado se relaciona de manera directa con el resultado de la cantidad de graduados que se examinan dentro de los años 2008 – 2018, demostrándose una clara evolución en forma de aumento de estas dos variables a través de los años; excepto en la comparación del año 2017 con el 2018, donde se percibe similar cantidad de graduados a relación de casi el doble de programas ofertados (2018), considerándose el 2017 un año con alta correlación respecto a toda la correlación analizada.

8. Producción Bibliográfica frente a Grupos de Investigación

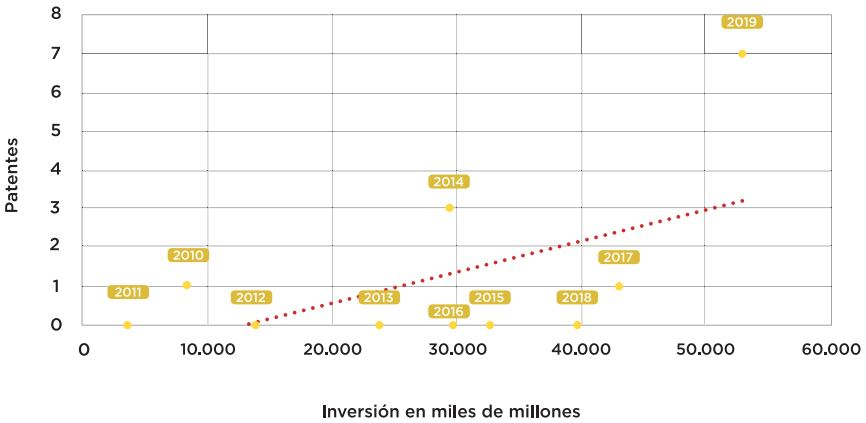


Fuente:elaboración propia con base en OCYT (2021)

La producción bibliográfica se compone de artículos, capítulos de libros y libros, observamos según los datos de análisis, que, existe una tendencia positiva en cuanto a la relación de una mayor cantidad de grupos de investigación frente a mayores producciones bibliográficas. La evolución histórica del departamento, para los años de análisis, nos muestra que los años con menores grupos de investigación, presentan una menor cantidad en la producción bibliográfica, es así que, el año 2013, 2014 y 2015 con menos de 140 grupos de investigación, reflejan una producción bibliográfica de menos de 300 artículos, capítulos de libros y libros. Para el año con mayor correlación se encuentra el 2019, con 195 grupos de investigación que generaron 500 producciones bibliográficas en el departamento.

EMPRESAS

9. Patentes frente a Inversión en I+D+i

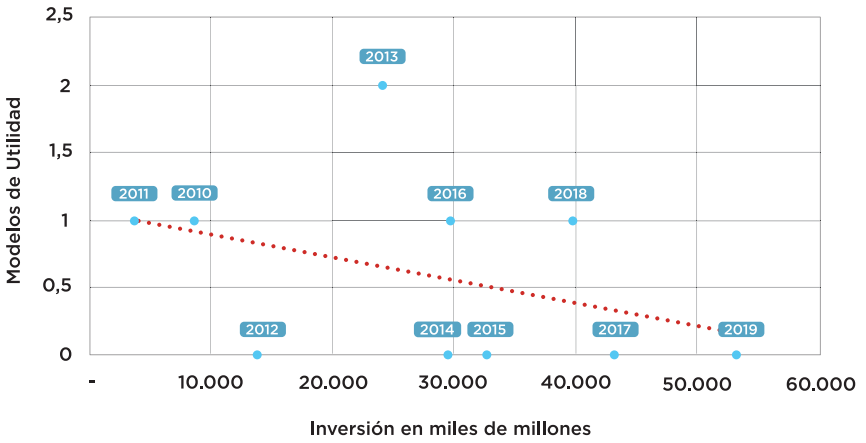


Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

Para este caso, se modifica la variable de análisis pasando de Inversión en I+D, a inversión en I+D+i, considerando así que, la investigación, el desarrollo y la innovación son fases complementarias y necesarias para el desarrollo de patentes. Según los datos de análisis se observa una tendencia positiva, donde a mayor inversión por parte de instituciones de educación superior, empresas, organismos gubernamentales, ONGs, se ve reflejado en los datos una mayor producción en el número de patentes.

La evolución histórica del departamento nos muestra que los años 2010, 2011 y 2012, no tienen ningún tipo de desarrollo en tema de patentes y progresivamente se destacan los datos del año 2014, con una inversión de 30.000 millones, lo que generó una producción de 3 patentes. Seguidamente el año con mayor eficiencia se encuentra el 2019, con una inversión cercana a los 60.000 millones para generar una producción de 7 patentes en el departamento.

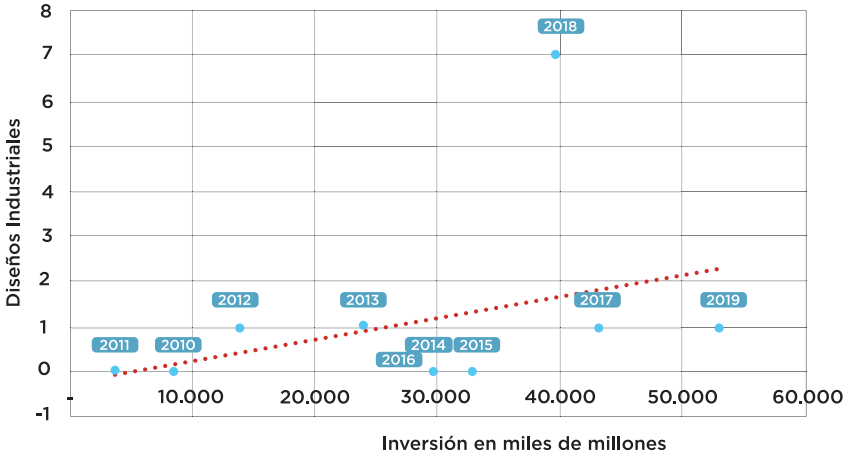
10. Modelos de utilidad frente a Inversión en I+D+i



Fuente:elaboración propia con base en OCYT (2021)

A pesar de que la inversión en I+D+i en Boyacá ha contribuido al desarrollo de patentes y diseños industriales, el componente de inversión en innovación en el departamento no ha cumplido su papel en la creación de modelos de utilidad al interior de las empresas, en efecto la evidencia empírica refleja una relación negativa, puesto que, para los años 2011, 2010 e incluso en el 2013, se generaron más modelos de utilidad con una menor inversión con respecto a los años 2017, 2018 y 2019. En parte la explicación radica en que el resultado de la inversión se presenta años posteriores de la misma. En ese sentido, la destinación del gasto en la inversión para el aumento en la generación de modelos de utilidad debe diseñarse buscando una utilización óptima de los recursos.

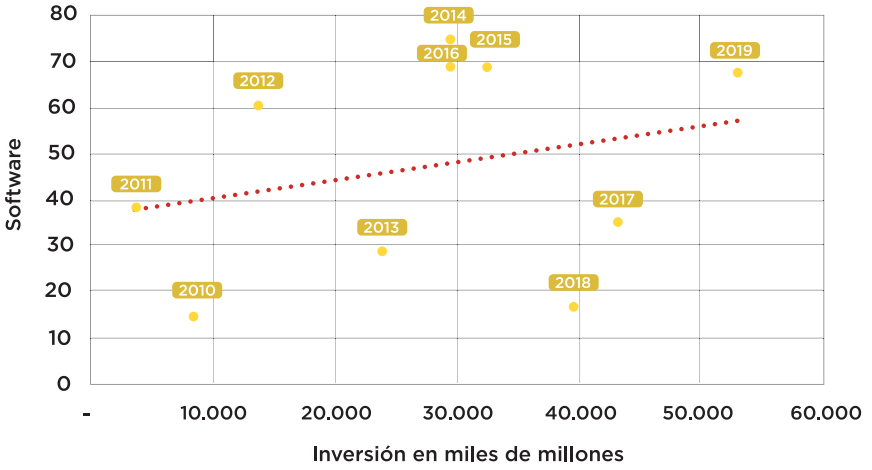
11. Diseños Industriales frente a Inversión en I+D+i



Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

El aumento de la inversión en I+D+i en todas las organizaciones del departamento de Boyacá en los últimos años ha contribuido ligeramente al incremento de los diseños industriales según lo expresan los datos, ya que en el 2011 el monto de inversión realizada no era suficiente para generar diseños, situación diferente a la expresada en el 2019 en donde la ampliación de la inversión permitió la generación de los mismos. Sin embargo, la baja relación positiva entre el monto de inversión y el número de los diseños industriales, ponen de manifiesto la necesidad de mejorar el manejo del dinero dirigido a este rubro.

12. Software frente a Inversión en I+D+i

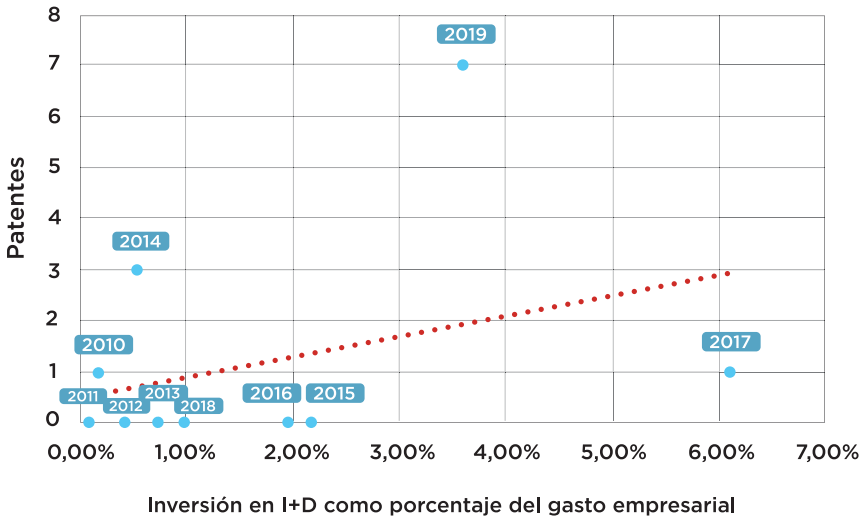


Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

El incremento de la inversión en I+D+i en el departamento ha favorecido la producción de Software en Boyacá, dado que, durante el periodo de 2011-2019, el número de softwares pasó de 38 a 67, respectivamente. Además, en la gráfica se muestra que, en los años 2014, 2015, 2016 y 2019 se utilizaron los recursos

de la manera más eficiente obteniendo el máximo número de Softwares. No obstante, esta tendencia se vio afecta en el año 2018, debido a que, la inversión realizada no generó el número de softwares esperados.

13. Patentes frente a Inversión empresarial en I+D+i

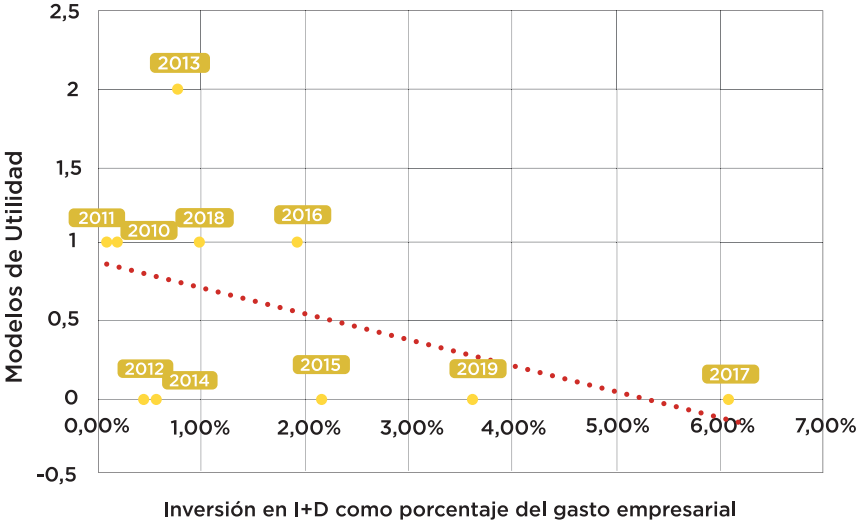


Fuente:elaboración propia con base en OCYT (2021)

Con relación al porcentaje del gasto empresarial en inversión frente al número de patentes durante 2010-2019, se observa la existencia de una relación positiva que es explicada por el mayor interés del sector empresarial en la generación de investigación y desarrollo para materializar nuevas ideas o mejores productos tangibles, como patentes industriales. Obsérvese que, para los primeros años de estudio las empresas invertían menos del 1% del total de sus ingresos, mientras que para años posteriores como 2019 y 2017 la proporción destinada a inversión es mayor

llegando su gasto en ese rubro al 3,5% e incluso hasta el 6% del total respectivamente, lo cual se ve reflejado en la generación de un mayor número de patentes (un máximo de 7 en 2019). Sin embargo, nótese que se encuentra una situación atípica para el año 2014, donde la proporción destinada a inversión que es menor al 1% generó un mayor número de patentes en relación con el porcentaje destinado, por ejemplo, en 2017.

14. Modelos de Utilidad frente a Inversión empresarial en I+D+i

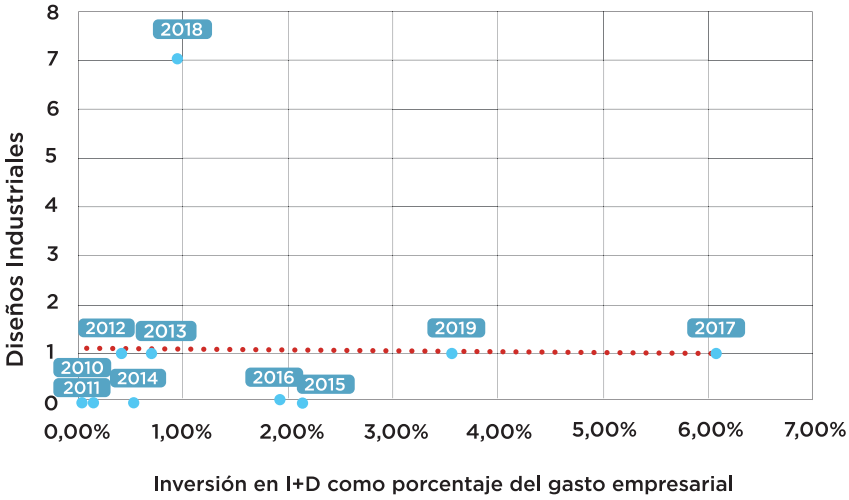


Fuente:elaboración propia con base en OCYT (2021)

Respecto del rubro destinado a inversión por parte del sector empresarial para la generación de modelos de utilidad, se observa que entre 2010 y 2019 hubo un desincentivo por parte de las empresas para destinar inversión para el logro de títulos de propiedad industrial, dado el menor numero de modelos de utilidad obtenidos. Los primeros años del análisis permiten observar que la inversión que llegó a ser menor del

1%, lo que permitió que en 2013 se patentara dos modelos de utilidad. Esta tendencia negativa podría ser explicada por la preferencia del sector empresarial a destinar inversión en otro tipo de patentes, debido a sus mejores resultados y por los beneficios que les crea la obtención, por ejemplo, de patentes de innovación.

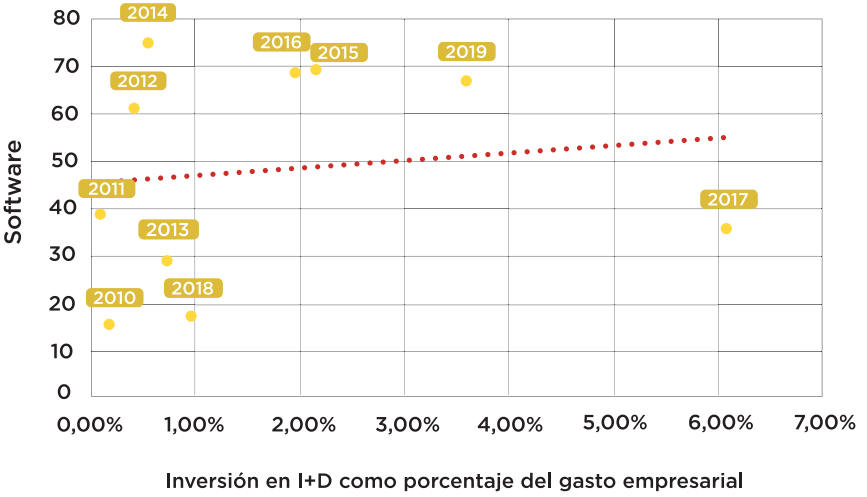
15. Diseños Industriales frente a Inversión empresarial en I+D+i



Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

De acuerdo con los datos analizados en el periodo comprendido entre 2011 y 2019, se observa una relación relativamente estable, pero con una tendencia a ser negativa, esto evidencia el hecho de que las empresas están enfocando su gasto en desarrollo de otras actividades como patentes o software y se está dejando de lado el desarrollo de modelos de utilidad y diseños industriales. Más, sin embargo, aunque en el año 2018 se presenta una situación atípica, pues hubo el desarrollo de 7 diseños industriales respecto de un bajo grado de inversión, este suceso se presenta como algo meramente circunstancial y no rinde evidencia para abarcarlo de manera generalizada.

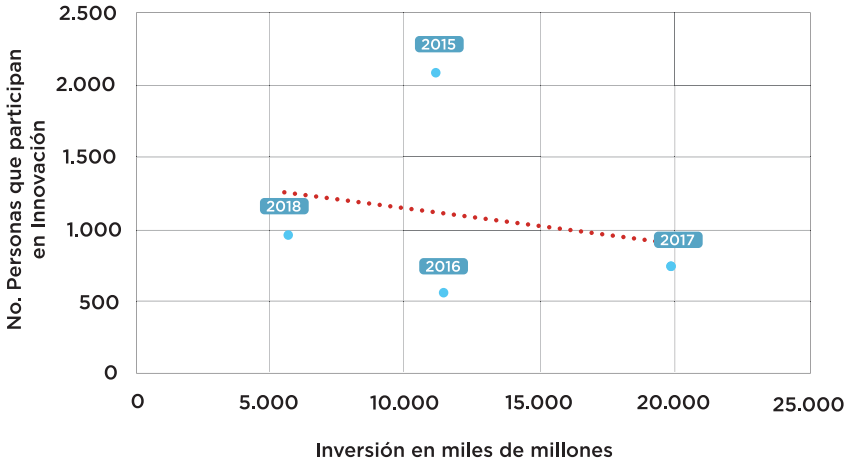
16. Software frente a Inversión empresarial en I+D+i



Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

Para el caso del desarrollo de software, se muestra una relación positiva con la inversión realizada en actividades de investigación, desarrollo e innovación por parte de las empresas del departamento, teniendo para destacar los años 2014, 2015, 2016 y 2019, donde se presentó el mayor número de desarrollos de software, respecto a un bajo nivel de gasto por parte de las empresas. Es de mencionar que, los resultados mostrados anteriormente no se mantienen por igual a lo largo del periodo, ya que en el año 2017 se presentó el mayor grado de inversión (6%) en términos de gasto empresarial y a su vez tuvo lugar una baja producción de software.

17. Inversión en ACTI frente a número de personas que participan en procesos de innovación empresarial



Fuente: elaboración propia con base en OCYT (2021)

Para la presente gráfica, es de destacar que esta exhibe un comportamiento negativo, hecho que sugiere que para el departamento de Boyacá, no existe una correspondencia entre los recursos invertidos en actividades de ciencia, tecnología e investigación y el número de personas que participan en procesos de innovación empresarial, dado que si se observa que a lo largo del tiempo ha aumentado los montos de inversión esto no se refleja directamente en más personas involucradas en la innovación, por tanto, es preocupante el riesgo que esto representa para las actividades de innovación empresarial en el largo plazo. Como consecuencia de lo anterior, es necesario que tanto las empresas, como las instituciones de educación superior, tomen medidas que promuevan la participación y el acceso a estas actividades de innovación por parte de los estudiantes o trabajadores directamente implicados.

18. Modelo de correlación de producción científica

Con el objetivo de evaluar la capacidad del departamento de Boyacá en cuanto a su producción científica se presenta un modelo de correlación entre 4 variables: Producción Científica como producto de la Inversión, la estructura de los grupos de investigación y la oferta académica de formación. Estas cuatro variables fundamentales se enmarcan en una serie de variables observadas, estas son:

Revistas: Número de Revistas Indexadas en el departamento de Boyacá.

Artículos: Número de artículos, libros y capítulos de libro generados anualmente en las plataformas Scopus y Web of Science en Boyacá.

Patentes: Número de patentes otorgadas por la Superintendencia de Industria y Comercio en Boyacá.

Modelos: Número de Modelos de Utilidad otorgados por la SIC.

Diseños: Número de Diseños Industriales otorgados por la SIC.

ID: Inversión en actividades de Investigación y Desarrollo.

Formación: Inversión en actividades de Formación.

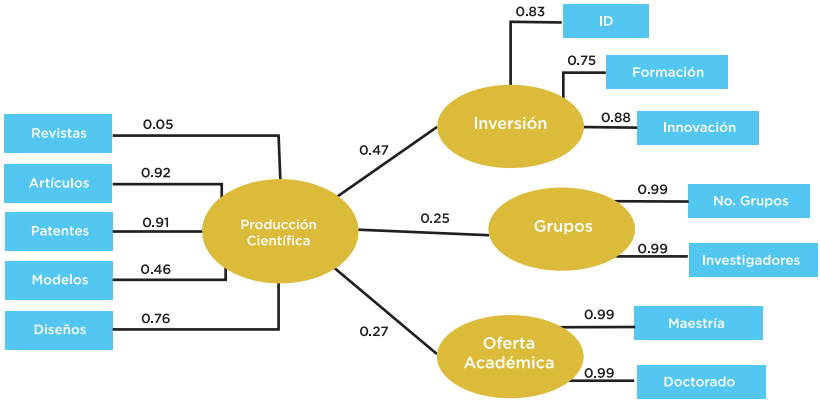
Innovación: Inversión en actividades de Innovación.

N° Grupos: N° de Grupos categorizados por Minciencias.

Investigadores: N° de Investigadores categorizados por Minciencias.

Maestría: Oferta de programas de maestría en el departamento.

Doctorado: Oferta de programas de doctorado en el departamento.



Fuente:elaboración propia con base en OCYT (2021)

Los resultados se presentan desde dos perspectivas, por un lado, el papel de las variables observadas sobre las cuatro variables latentes (Producción Científica, Inversión, Grupos y Oferta académica), en este acápite resaltan las altas correlaciones entre la mayoría de variables, en el caso especifico de la producción científica se encuentra un alto impacto generado por la producción de artículos, patentes y diseños industriales; respecto a la inversión se encuentra que la correlación más alta está con el gasto en innovación (0.88= seguido del gasto en investigación y Desarrollo, y por último en formación, este se plantea como un resultado lógico, ya que el gasto en innovación se relaciona directamente con la generación de patentes, diseños industriales y modelos de utilidad, el gasto en ID se relaciona directamente con la producción de artículos; por otro lado, destacan las bajas correlaciones entre las variables: revistas y modelos frente a la producción científica, lo que muestra que estas dos variables son las de menor desempeño global en el departamento, esto apoya los resultados previos observados con las gráficas de dispersión individuales, las cuales muestran que son estas variables las de peor desempeño en Boyacá.

En segunda medida, el modelo propone relacionar la estructura de relaciones entre las cuatro variables principales, se encuentra que la relación más fuerte está entre la inversión y la producción científica, lo que pone de manifiesto la importancia de generar inversiones de alto impacto en actividades de ciencia, tecnología e innovación, la siguiente correlación es entre la oferta académica y la producción, lo que hace ver que entre más programas y por ende más graduados, se fortalece el capital humano capacitado para trabajar con las empresas. En ultima medida se presenta la correlación entre la producción con los grupos de investigación, encontrando una relación positiva entre el número de grupos y la generación de artículos, patentes, modelos y diseños industriales.

REFERENCIAS

Acworth, E. B. (2008). University-industry engagement: The formation of the Knowledge Integration Community (KIC) model at the Cambridge-MIT Institute. Research Policy, 37(8), 1241-1254. doi: 10.1016/j.respol.2008.04.022

Banco de la República. (2016). Boyacá: un contraste entre competitividad, desempeño económico. Cartagena.

Bellavista, J., Guardiola, E., Méndez, A., & Bordons, M. (1997). Evaluación de la investigación. Madrid: Centro de Investigaciones Sociológicas. Cuadernos metodológicos (23).

Bordons, M., & Gómez Caridad, I. (1996). Limitaciones en el uso de los indicadores bibliométricos para la evaluación científica. Política científica, 46(10), 6.

Campo, J., Cantor, N., Herrera, J. P., Quinto, M. D., Sánchez, D., & Comercio, S. d. (2012). Construcción de un índice de regionalización para el Sistema Nacional de Propiedad Industrial (SPI): una aproximación desde la metodología de componentes principales. Bogotá D.C.

CEPAL. (2008). Generación y protección del conocimiento: propiedad intelectual, innovación y desarrollo económico. México D.F.: Mundi Prensa México S.A

Minciencias. (19 de agosto de 2016). Colombia ascendió en producción científica y tecnológica frente al 2015. [Comunicado de prensa]. Recuperado de: http://www.Minciencias.gov.co/sala_de_prensa/colombia-ascendio-en-produccion-cientifica-y-tecnologica-frente-al-2015

Conpes (2009). Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Disponible en: http://www.Minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/reglamentacion/conpes-3582-2009.pdf

Conpes (2008). Bases de un plan de acción para la adecuación del sistema de propiedad intelectual a la competitividad y productividad Nacional 2008-2010. Bogotá D.C.

INSEAD, Cornell University, WIPO. (2018). The global innovation index 2018: energizing the world with innovation. Geneva: WIPO.

DANE. (2016). EDITS-Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en los sectores servicios y comercio. Bogotá D.C. recuperado el 13 de septiembre de 2018, de https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/edit/Pres_EDIT_servicios_2014_2015.pdf

DNP (2007). Plan Nacional de Desarrollo 2006-2010. Estado Comunitario: Desarrollo para todos.

Franco-Ricart, C., & Rodríguez-Morales, A. J. (2009). Artículo Especial–Special Article El Proceso Editorial. RevSocMedQuirHospEmerg Pérez de León, 40(1), 82-95.

Hirsch, J. E. (2005). An index to quantify an individual's scientific research output. Proceedings of the National academy of Sciences, 102(46), 16569-16572.

Maz Machado A., Torralbo R M., Vallejo R M. &Fernandez C A. (2007). La producción bibliográfica: un criterio evaluador del rendimiento científico universitario. Revista Tumbaga, 2(1) pp 95-105.

Moya-Anegón, F., Vargas-Quesada, B., Herrero-Solana, V., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., & Muñoz-Fernández, F. (2004). A new technique for building maps of large scientific domains based on the cocitation of classes and categories. Scientometrics, 61(1), 129-145.

OCDE. (2014). Estudios de la OCDE de las políticas de innovación: Colombia. Bogotá.

OCDE. (2013). Manual de Frascati. Propuesta de prácticas estándar para encuestas sobre proyectos de investigación y desarrollo experimental

OCyT (2017). Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2017. ISSN: 2323-072X

Osorio, C., & Martins, I. R. (2010). La educación científica y tecnológica para el Espacio Iberoamericano de Conocimiento. In M. Albornoz (Ed.), Ciencia, tecnología y universidad en Iberoamérica.

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología. (2018). RICYT. Recuperado el 08 de 09 de 2018, de http://dev.ricyt.org/ui/v3/comparative.html?indicator=GASTOxPBI#chartitle

RICYT, OEA, CYTED. (2001). Manual de Bogotá. Bogotá: RICYT.

Superintendencia de Industria y Comercio. (2017). Guía rápida de la propiedad industrial. Bogotá D.C. Recuperado el 12 de 09 de 2018, de http://www.sic.gov.co/sites/default/files/files/Nuestra_Entidad/Publicaciones/Guia_Rapida_PI.pdf

Unesco (2017). Ciencia, tecnología e innovación para el desarrollo sostenible. Disponible en: http://www.unesco.org/new/es/office-in-montevideo/natural-sciences/ciencia-tecnologia-e-innovacion/

Unesco. (2011). Medición de la investigación y el desarrollo (I+D): Desafíos enfrentados por los países en desarrollo. En R.-R. d. tecnología, Agenda 2011- Temas de indicadores de Ciencia y Tecnología (págs. 77-86). Buenos Aires: RICYT.

Velasco, B., Eiros, J. M., Pinilla, J. M., & San Román, J. A. (2012). La utilización de indicadores bibliométricos para evaluar la actividad investigadora. Aula abierta, 40(2), 75-84.

INDICADORES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

BOYACÁ 2020

OCyT Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Uptc Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia

Vie Vicerrectoría de Investigación y Extensión

OCITEB Observatorio Científico de Ciencia, Innovación y Tecnología Boyacá