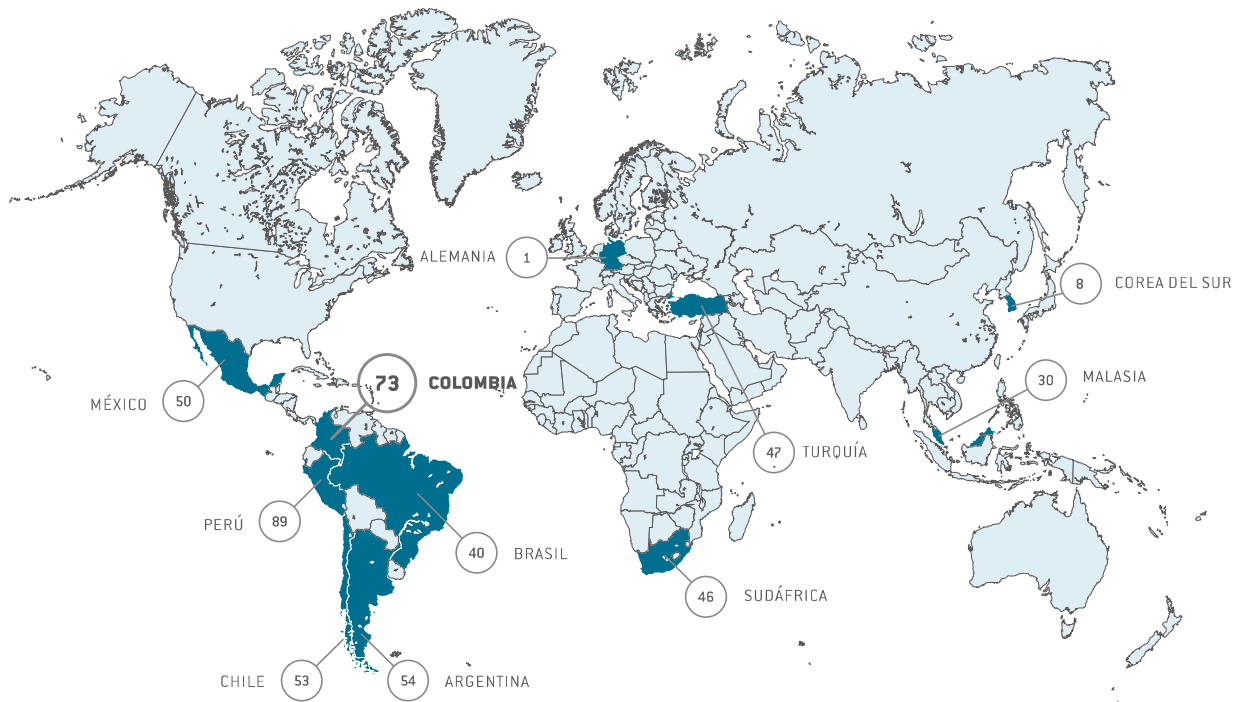




CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN



Capacidad de innovación. Puesto entre 140 países (1 indica el país con mayor capacidad de innovación).
Fuente: WEF (2018).



PERFIL DE COLOMBIA EN MATERIA DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

2018-2019

INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

Tema	Indicador	Valor Colombia 2018	Ranking en América Latina 2018	Mejor país en América Latina 2018 (valor)	Fuente
Inversión	Inversión en ACTI (% del PIB) ¹	0,69 %	7 de 11	Costa Rica (2,08 %)	RICYT
	Inversión en I+D (% del PIB) ¹	0,27 %	9 de 14	Brasil (1,28 %) ²	RICYT
	% de I+D financiado por el sector privado ¹	49,9 %	1 de 10	Colombia (49,9 %)	Unesco Institute for Statistics
	Inversión en I+D por habitante (USD) ¹	15,49	9 de 14	Brasil (112,51) ²	RICYT
Generación de conocimiento	Investigadores por millón de habitantes ²	131,96	9 de 12	Argentina (1.220)	Unesco Institute for Statistics
	Artículos en revistas científicas y tecnológicas por cada 100.000 habitantes ¹	12,6	5 de 18	Chile (37,7)	Banco Mundial
Transferencia de conocimiento y tecnología	Número de patentes otorgadas a residentes por millón de habitantes ¹	2,03	5 de 10	Chile (10,89)	WIPO-Banco Mundial
	Pagos por uso de propiedad intelectual (% total de comercio exterior) ¹	0,9 %	8 de 16	Argentina (3 %)	Global Innovation Index
	Colaboración multiactor para I+D (entre 1 y 7, donde 7 representa un mejor desempeño)	3,6	6 de 18	Costa Rica (3,8)	WEF
Innovación	Certificados de calidad ISO 9001 por mil millones PIB ¹	17,3	2 de 16	Uruguay (18)	Global Innovation Index
	Exportación de productos creativos (% total de comercio exterior) ¹	0,2 %	4 de 13	Costa Rica (0,4 %)	Global Innovation Index
	Tasa de eficiencia de la innovación (resultados de innovación/ insumos de innovación)	0,5	12 de 16	Costa Rica (0,68)	Global Innovation Index

Nota: 1/ Dato correspondiente al año 2016. 2/ Dato correspondiente al año 2015.



La ciencia, tecnología e innovación (CTI) es necesaria para diversificar y sofisticar el aparato productivo y lograr aumentos en productividad que lleven a un crecimiento sostenido de la economía. Sin excepción, los países que han hecho inversiones en capacidades para facilitar la generación de conocimiento en CTI y su efectiva transferencia hacia el sector productivo facilitando la producción de bienes y servicios más sofisticados, han logrado mayores tasas de crecimiento.

Una estrategia de CTI debe buscar corregir las fallas de mercado y asimetrías de información que impiden o limitan la articulación de actores, el desarrollo de apuestas productivas, la formación de capital humano especializado, la conformación de emprendimientos dinámicos o el desarrollo de proyectos de generación de conocimiento científico y tecnológico. Se requiere un entorno institucional sólido, articulado, eficiente y enfocado en una visión común. Adicionalmente, se deben destinar los recursos suficientes para que los distintos eslabones de la estrategia funcionen adecuadamente.

En este esfuerzo es necesaria la participación del sector público, empresas y universidades. Las empresas son los usuarios finales de los desarrollos científicos y tecnológicos, pero además juegan un papel central como generadores de desarrollo tecnológico y de necesidades para ser resueltas de manera conjunta con la academia. Esta, a su vez, debe responder a las necesidades sociales y económicas del país y establecer relaciones estables y funcionales tanto con el Gobierno como con el sector productivo.

Actualmente, la política de CTI del país está compuesta por las leyes que establecen los lineamientos más generales y mandatorios para la política¹, así como por las políticas específicas que orientan diferentes aspectos del

ordenamiento del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCCTI)². Sin embargo, no se han visto aún los resultados deseados, por lo que se hace necesario contar con una política pública unificada de CTI, para que los esfuerzos que realizan los distintos actores sean articulados. La política de CTI debe buscar la creación y funcionamiento de un sistema de innovación en el que se coordinen y se facilite la interacción entre los actores e instituciones que proveen el conocimiento y financiamiento para el desarrollo exitoso de innovaciones. Así mismo, debe solucionar los retos actuales que incluyen la necesidad de contar con personal calificado para investigación, desarrollo e innovación (I+D+i), aumentar la participación de empresas en actividades de innovación y lograr resultados que se conviertan en valor agregado y sofisticación de la economía. Para lograrlo, la política de CTI requiere recursos estables en el tiempo, claridad institucional sobre cómo direccionarlos para maximizar su impacto, y un monitoreo y evaluación constante para asegurar que se generen los resultados deseados.

Este capítulo contiene cuatro secciones de acuerdo con el proceso de innovación. La primera aborda la inversión del país en CTI en los últimos diez años, en comparación con América Latina y algunos países de rápido desarrollo como Corea, Malasia, Turquía y Sudáfrica. La segunda presenta los resultados del país en el tema de generación de conocimiento y tecnología. La tercera analiza el desempeño nacional en cuanto a transferencia de conocimiento y tecnología (TCT). La cuarta revisa el estado del país en términos de innovación, entendida como la aplicación exitosa del nuevo conocimiento y tecnología en nuevos productos, servicios o procedimientos que las empresas llevan al mercado.



INVERSIÓN

2018-2019

INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

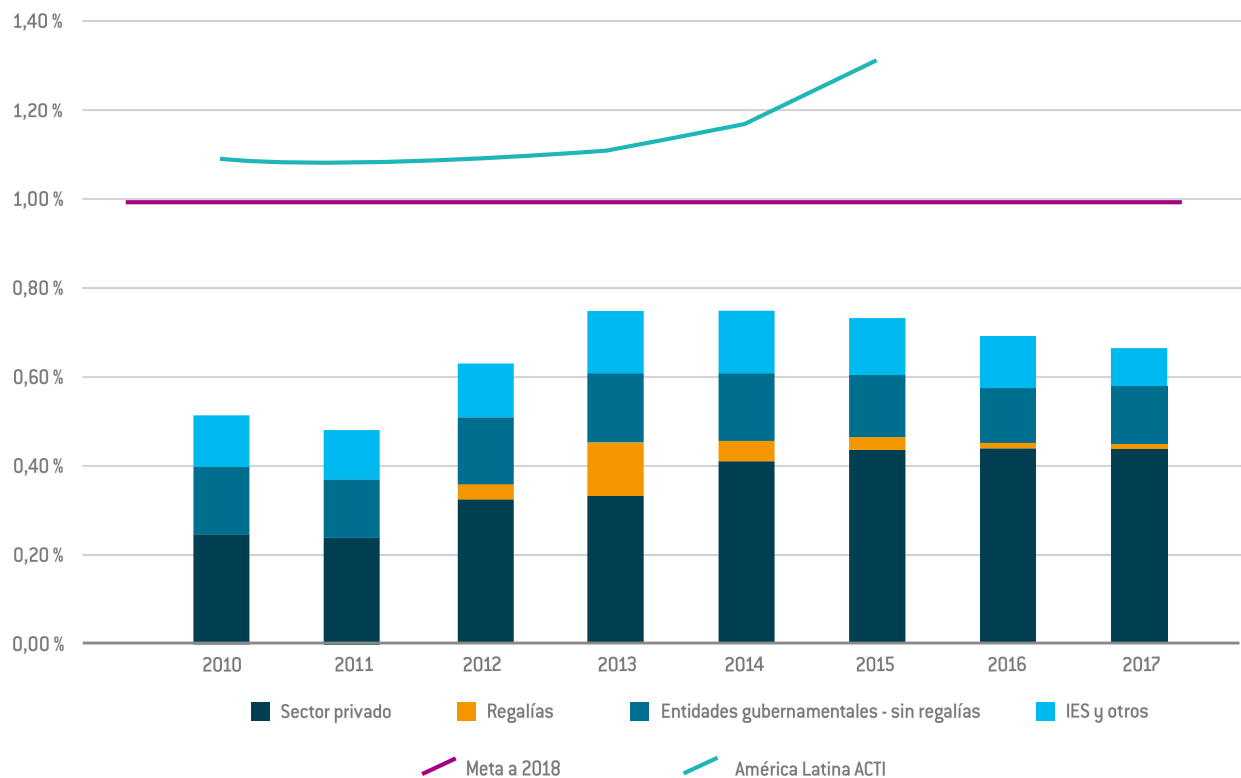
La inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) creció 72,18 % entre 2010 y 2017. Sin embargo, el crecimiento del PIB fue mayor, por lo que, como porcentaje del mismo, la inversión en ACTI pasó de 0,51 % en 2010 a 0,67 % del PIB en 2017. Vale la pena recordar que desde 2010 la meta del Plan Nacional de Desarrollo era llegar al 1 % del PIB; sin embargo, en el periodo no se logró superar el 0,75 % del PIB (Gráfica 1).

El crecimiento de la inversión en ACTI se explica principalmente por el aumento en la inversión privada, que en 2017 financió el 66,2 % de toda la inversión en ACTI. Por el contrario, la inversión pública creció solamente 12 % en el periodo y representa el 20,8 % de la inversión, lo que significa que el aumento de recursos por regalías destinadas a CTI simplemente sustituyó la inversión pública que venía de otras fuentes. Por esta razón, la inversión pública en ACTI se hizo vulnerable a las fluctuaciones en ingresos por regalías, además de los problemas de subejecución que presentó el Fondo de Ciencia, Tecnología e Innovación (FCTel)³.

Para dar solución a estos problemas, en agosto de 2017 se reformó el artículo 361 de la Constitución Política y se reglamentó con la Ley 1923 de julio de 2018 para que los programas o proyectos de inversión que se financien con los recursos del FCTel se definan por el respectivo Órgano Colegiado de Administración y Decisión (OCAD), a través de convocatorias públicas, abiertas y competitivas. Además, dispone que las convocatorias deben estructurarse a partir de los planes y acuerdos estratégicos departamentales en ciencia, tecnología e innovación (PAED)⁴ y que los proyectos serán ejecutados por las entidades del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación que los formulen, reduciendo así el conflicto de interés que se presentaba con la ejecución únicamente por parte de las gobernaciones.

Por su parte, la inversión de las instituciones de educación superior (IES) creció hasta 2014, momento a partir del cual ha caído, y en 2017 estuvo, en términos reales, al mismo nivel que en 2010, lo que explica que su participación en el total haya caído de 22,7 % en 2010 a 13 % en 2017.

Gráfica 1. Inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) como % del PIB y según fuente de financiación. Colombia y América Latina, 2010-2017.



CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

INVERSIÓN

En cuanto a I+D, Colombia incrementó la inversión en términos reales 62,8 % entre 2010 y 2017, pero desde 2014 hay una tendencia a la baja y actualmente se encuentra en niveles similares a los de 2013. Esto es preocupante, ya que en 2016 en el país la inversión en I+D como porcentaje del PIB se encontraba en 0,27 %, por debajo del promedio de la región (0,32 %), y por debajo de México (0,5 %), Argentina (0,63 %) y Brasil (1,27 %). Los líderes en el mundo, Israel y Corea del Sur, invierten más del 4 % de su PIB en I+D, y los países de la OCDE, 1,97 % en promedio⁵.

Es importante resaltar que en los últimos años aumentó significativamente la participación del sector privado en la inversión en I+D en el país. En 2010, el 37,4 % de la inversión vino del sector público y 61,6 % del sector privado. En 2017, el 21,8 % provino del sector público y 77,9 % del sector privado. Esto significa que la inversión del sector privado casi se duplicó, mientras que la del sector público aumentó 6,7 % en el periodo.

RECOMENDACIONES

Acción pública. Establecer una política de Estado en CTI, que garantice mantener en términos reales la inversión pública en ACTI.

Es necesario actualizar la política de Estado respecto a CTI, de modo que su punto central sea dar foco y asegurar la financiación de las ACTI para darles permanencia. Se recomienda modificar la Ley 1286 de 2009 para incluir un artículo que establezca

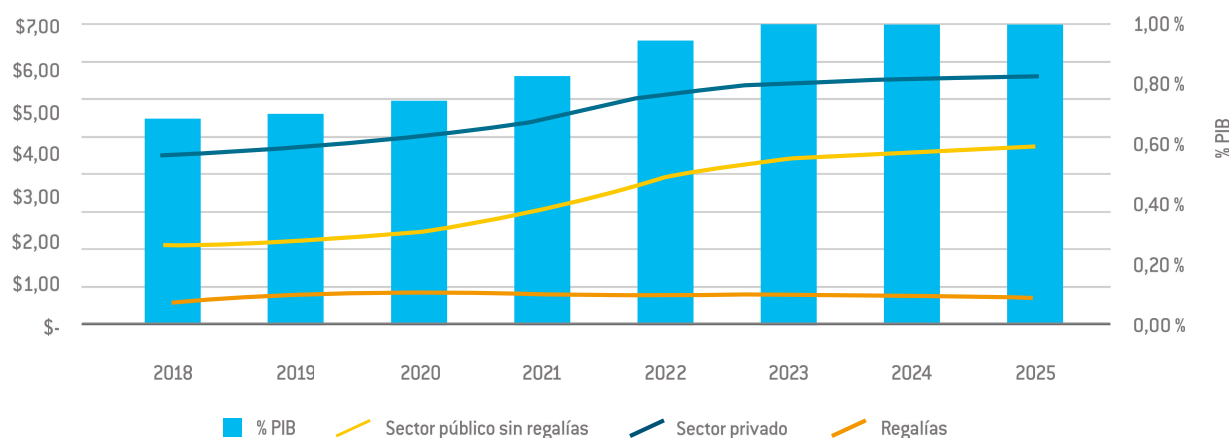
que los recursos para la implementación de la política de Estado para CTI no pueden ser inferiores a los invertidos en la vigencia inmediatamente anterior, de manera consistente con el Marco Fiscal de Mediano Plazo y el Marco de Gasto de Mediano Plazo.

Acción pública. Destinar el equivalente al 0,3 % del PIB para inversión estatal en ciencia, tecnología e innovación del presupuesto nacional.

Para avanzar de manera decidida hacia una inversión de 1 % del PIB⁶, compensar el atraso de los últimos años y dar mayor estabilidad a las ACTI y las entidades que las llevan a cabo, es importante que se destine de manera constante al menos el 0,3 % del PIB como inversión pública (en 2017 fue de 0,13 %), independientemente de los recursos de regalías. Esto, aunado a la inversión creciente del sector privado, permitirá realizar las inversiones de mediano y largo plazo necesarias para aumentar el impacto de las ACTI en el desarrollo económico del país. Los nuevos recursos deben destinarse a apoyar la investigación y la innovación en sectores y etapas estratégicos del proceso de CTI.

La Gráfica 2 muestra la progresión necesaria para lograr una inversión del 1 % en ACTI en 2023. Esta inversión incluye las acciones que ya se llevan a cabo, más las necesidades de recursos para las acciones planteadas en el proyecto de documento CONPES de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación preparado en 2016, así como recursos adicionales para implementar las acciones de política delineadas en el proyecto de CONPES.

Gráfica 2. Necesidades de inversión para lograr 1 % del PIB en ACTI (Billones COP). Colombia, 2018-2025.



Fuente: OCyT, proyecto CONPES CTI, Marco Fiscal de Mediano Plazo 2018⁷.



INVERSIÓN

2018-2019

INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

Para lograr estos niveles de inversión es necesario buscar fuentes de financiación externas al Presupuesto General de la Nación (como puede ser un porcentaje de las rentas de los juegos de suerte y azar, que actualmente financian el Fondo de Investigación en Salud). Adicionalmente, es necesario fortalecer la capacidad de negociación presupuestal del sector CTI. Esto requiere definir un Marco de Gasto de Mediano Plazo del sector CTI ampliado, es decir, que incluya a Colciencias, los 21 institutos públicos de investigación y desarrollo tecnológico (que actualmente reciben su presupuesto de cada uno de sus sectores) y otras entidades cuya misión principal sea CTI. De esta manera se tendría mayor poder de negociación presupuestal y se mejoraría el gasto en CTI al tener una visión consolidada de las acciones y objetivos.

Acción pública. Crear fondos sectoriales que financien y potencien la I+D en áreas del conocimiento y tecnologías prioritarias.

Es necesario focalizar la investigación básica en áreas prioritarias con el fin de incrementar el impacto de los recursos y lograr avances sustantivos. Como lo han mostrado casos exitosos en el país —como el Fondo de Investigaciones en Salud (FIS) creado por la Ley 643 de 2001⁸—, ese tipo de avances requiere además contar con financiación estable en el tiempo, que permita el desarrollo de proyectos de investigación que pueden tomar años en dar resultados. Con este fin, se recomienda crear fondos sectoriales con recursos concursables para investigación del Fondo Francisco José de Caldas, cuyo fin sea financiar proyectos de I+D en áreas prioritarias para el país⁹. Estos fondos podrían tener un funcionamiento similar al del FIS, en el que año a año se aseguran recursos provenientes de las rentas de los juegos de suerte y azar del orden de los COP 60 mil millones para financiar programas de investigación en salud, con foco en temáticas que son identificadas conjuntamente entre Colciencias y el Ministerio de Salud y Protección Social. El FIS luego establece convocatorias competitivas en las que se asignan los recursos a los proyectos, grupos y centros de investigación de mayor calidad. Esto permite que la agenda de investigación en salud no esté sujeta a las variaciones presupuestales de Colciencias o entidades del sector salud. En complemento a esto, se recomienda que, al igual que en el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología en Salud¹⁰, en

el comité de selección de estos fondos sectoriales exista representación del sector privado para incluir una perspectiva de mercado en el diseño y selección de proyectos, como señal de orientación estratégica de los recursos. Una posibilidad sería estructurar estos fondos sectoriales como fondos mixtos para que puedan recibir inversión privada.

Acción pública. Incluir en la Ley del Presupuesto un lineamiento para que los recursos de ACTI no comprometidos ni ejecutados por los distintos sectores administrativos en la vigencia fiscal anterior sean trasladados a Colciencias y al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo.

Este mecanismo permitiría que los recursos de los diferentes ministerios y sectores administrativos del Gobierno destinados a ACTI que no hayan sido comprometidos ni ejecutados en una vigencia fiscal puedan ser trasladados como asignaciones de la siguiente vigencia fiscal, para ser invertidos por Colciencias o por el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo en estrategias definidas en conjunto con los sectores administrativos de donde provienen los recursos. Esto brindará los incentivos correctos a los diferentes ministerios a definir con mayor claridad sus inversiones en CTI y evitar atomizar los recursos públicos destinados a este tipo de programas.

Coordinación público-privada. Facilitar la financiación en etapas tempranas a emprendimientos de base tecnológica.

Una de las principales dificultades que tienen los emprendimientos para crecer es la falta de financiación, especialmente aquellos de base tecnológica que requieren más tiempo para pasar de prototipos o pruebas de concepto a productos en el mercado. Se recomienda la creación de una línea de crédito de redescuento que facilite la participación de la banca comercial en la financiación de este tipo de negocios. El capítulo de Financiación empresarial incluye recomendaciones en este aspecto.

Acción pública. Incluir en los criterios para acreditación de alta calidad el nivel de inversión en I+D.

La inversión de las IES en I+D no ha crecido en el tiempo, a pesar de ser uno de los actores más importantes para el

CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

346



avance de CTI en el país. El Ministerio de Educación debe ajustar los criterios de evaluación de alta calidad para incluir esta variable, de modo que se incentive la inversión.

Acción pública. Realizar evaluaciones de resultados y de impacto de los instrumentos para CTI y hacer obligatoria la revisión de presupuesto asignado basada en los resultados.

Además de asegurar recursos para dar continuidad a las actividades de CTI en el país, es necesario aumentar el impacto de los recursos disponibles, por lo que se requiere evaluar los instrumentos del Gobierno de manera sistemática, incorporando los resultados y satisfacción de sus distintos usuarios: IES, empresas, grupos de investigación, instituciones de enlace, entre otros. El análisis de gasto público en CTI que adelanta el Departamento Nacional de Planeación (DNP) junto con el Banco Mundial desde 2015 ha dado varias recomendaciones para lograr evaluaciones sistemáticas y oportunas que mejoren la eficiencia de los instrumentos de CTI. Principalmente, se requiere: i) levantamiento de indicadores de manera sistemática, tanto indicadores líderes (*leading indicators*) como de rezago (*lagging indicators*) que permitan obtener información oportuna para realizar mejoras efectivas, conforme se da la ejecución, y en nuevos ciclos de implementación; ii) desarrollo de sistemas estandarizados de generación de información administrativa, de resultados e impacto del instrumento, y de percepción de calidad de servicio por parte de los usuarios a nivel de cada agencia implementadora, que permitan la generación de indicadores de eficiencia comparables a nivel de todo el sistema de innovación y que contengan información de beneficiarios y no beneficiarios de los programas; iii) contar con una plataforma digital de información a nivel central para generar y actualizar los indicadores de funcionalidad y eficiencia y mejorar así la gestión presupuestaria y administrativa de los instrumentos; iv) utilizar las interventorías para levantamiento y actualización de información; y v) exigir a las empresas participantes que provean información básica de uno a cinco años posterior a su participación en los programas. Por último, es necesario que los resultados de estas evaluaciones sean tomados en cuenta para definir si el instrumento continúa o no de manera obligatoria.

Coordinación público-privada. Evaluar los resultados de los pactos por la innovación liderados por Colciencias como mecanismo para acrecentar la inversión privada en ACTI.

Actualmente, hay 4.000 organizaciones firmantes de pactos por la innovación en Antioquia, Norte de Santander, Santander, Valle del Cauca, Atlántico, Bogotá, Eje Cafetero, Llanos Orientales y Bolívar. Este programa ayuda a las empresas participantes a guiar y fortalecer sus actividades innovadoras e incrementar su inversión en innovación. De las empresas participantes, 39 % son innovadoras emergentes, 17 % se encuentran en consolidación, 24 % en evolución y 20 % son avanzadas. Es decir, cuentan con distintas capacidades y avances en la interiorización de una estrategia de crecimiento y competitividad basada en la innovación. Es necesario evaluar los resultados del programa, así como de sistemas por la innovación y alianzas por la innovación, para conocer su impacto en la inversión privada en ACTI, y el uso de los beneficios asociados a los pactos (como acceso a servicios de apoyo o puntos adicionales en la evaluación de proyectos para beneficios tributarios), de manera que se puedan realizar los ajustes pertinentes para aumentar su impacto. En caso que se demuestre su eficacia, se recomienda replicarlos en un grupo más amplio de regiones del país y que su desempeño sea monitoreado por la Comisión Regional de Competitividad y la cámara de comercio de la ciudad líder del pacto.

Acción pública. Mejorar la gobernanza del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación de modo que el uso de los recursos sea más eficiente y efectivo.

Actualmente, falta mayor claridad sobre los roles de los distintos actores del sistema de innovación en el país. Esto lleva a duplicidades y baja efectividad en el uso de recursos. Es necesario mejorar la gobernanza del SNCCTI a través de una delimitación clara de roles y del fortalecimiento de los espacios de articulación y coordinación entre entidades. Esto implica, en primer lugar, definir una agenda de competitividad que establezca las acciones a realizarse en el corto plazo para alcanzar las metas planteadas a 2030. Para su



INVERSIÓN

adecuado cumplimiento, se recomienda que al menos cada tres meses se le haga seguimiento en Consejo de Ministros.

En segundo lugar, se requiere la participación de un delegado de alto nivel del Consejo Asesor de Ciencia, Tecnología e Innovación de Colciencias, del Comité Ejecutivo del SNCCTI y del Consejo Superior del Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA), en cada uno de estos consejos y comités, de modo que exista información sobre las decisiones que se toman en cada uno de ellos que impactan el

funcionamiento del sistema en su totalidad. Adicionalmente, se recomienda que Colciencias, como lo es Planeación Nacional, sea invitado permanente al Consejo de Ministros.

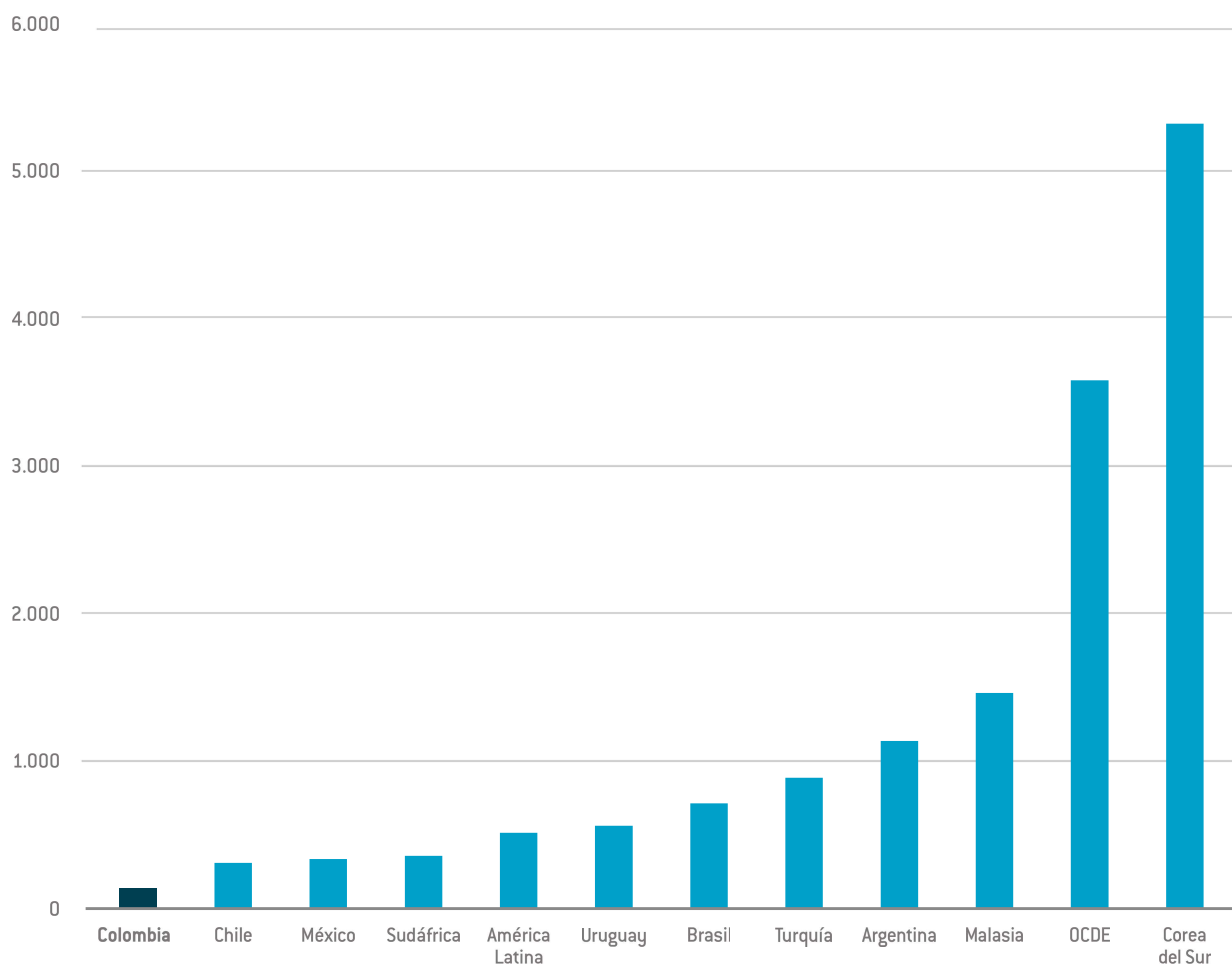
Finalmente, se requiere dotar de mecanismos de cumplimiento a los comités técnicos mixtos que son el brazo operativo del SNCCTI. Esto significa la participación obligatoria de las entidades que hacen parte del sistema y seguimiento a las acciones en el Consejo de Ministros para asegurar su cumplimiento.

GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

En 2015 por cada millón de habitantes en Colombia había 131,9 investigadores. Este número solo supera a Guatemala, Honduras y El Salvador en la región y es la mitad de los que hay en México y muy por debajo de los 1.120 investigadores por millón de habitantes en Argentina. En los países de la OCDE hay más de 3.500 y en Corea del Sur 5.330, como se observa en la Gráfica 3. Esto hace evidente que los esfuer-

zos para contar con más investigadores en el país no son suficientes y están concentrados en Colciencias, lo que le impide fortalecer los programas de I+D, la infraestructura científica, los institutos públicos, entre otras actividades. Entre 2012 y 2016 Colciencias ofreció el 81 % de las becas y créditos para doctorado, y el 27,3 % para maestrías (OCyT, 2018). Esto significó el 70 % del presupuesto de la entidad.

Gráfica 3. Número de investigadores por cada 1.000.000 habitantes. Colombia y países de referencia, 2015.



Fuente: Unesco Institute for Statistics.

En cuanto a producción bibliográfica en el país, en los últimos años el número de artículos de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Web of Science y Scopus aumentó considerablemente, al pasar de 3.600 y 2.512 en 2007 a 12.460 y 9.469 en 2016, respectivamente. Sin embargo, al medir el número de artículos

científicos y técnicos por cada mil millones de PIB (PPP), Colombia se encuentra en el octavo puesto de dieciséis países de América Latina. Mientras que el primero, Chile, cuenta con 13,4 publicaciones, Colombia cuenta con 4,5. En la OCDE el promedio es de 22,5 publicaciones científicas y tecnológicas por cada mil millones de PIB.



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

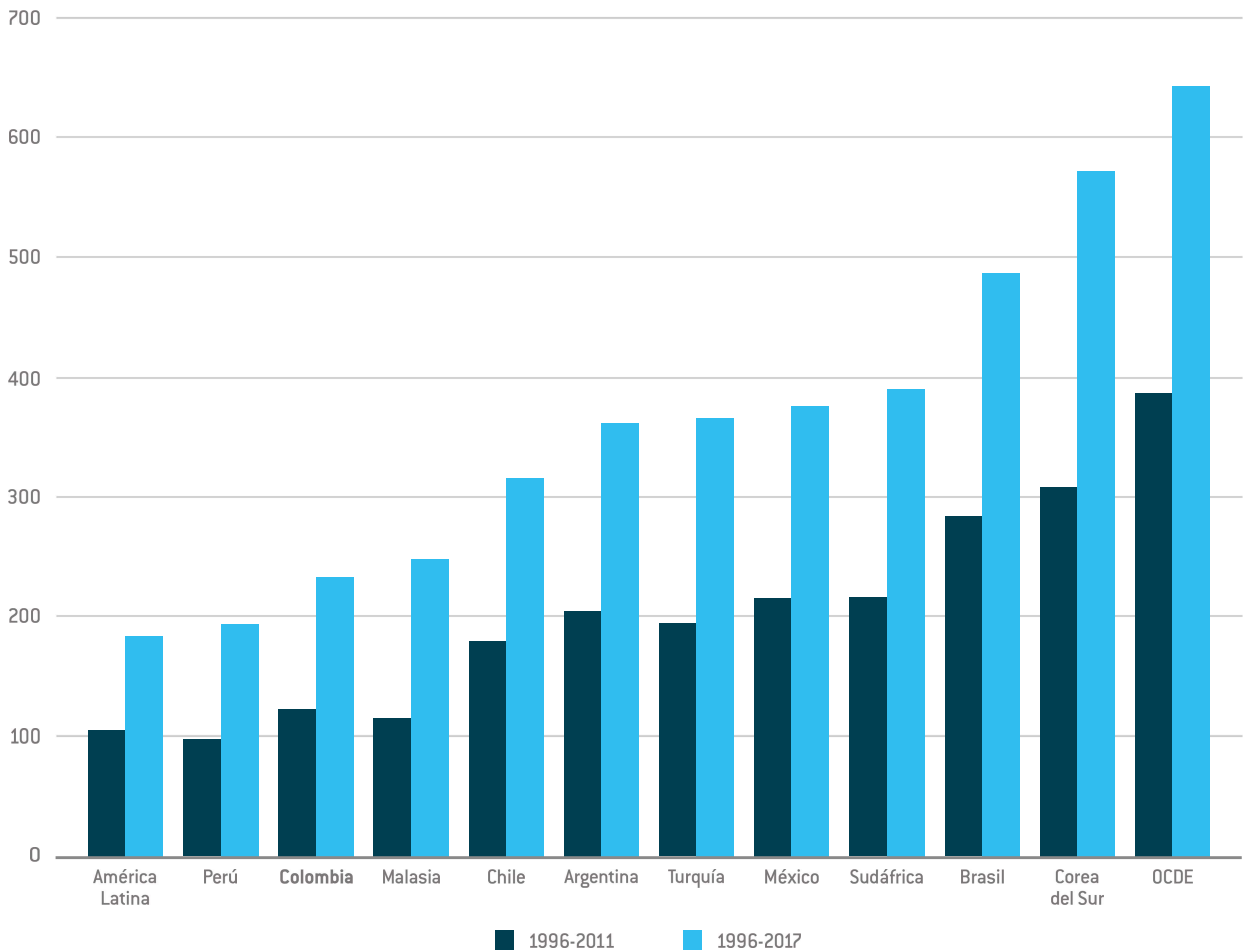
2018-2019

INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

Ahora bien, en el índice H, que mide la productividad e impacto de la producción científica de un país, entre 2011 y 2017 Colombia mejoró su índice 93 %, solo por debajo

de Malasia y Perú. No obstante, el impacto de las publicaciones del país sigue por debajo del de Brasil, México, Argentina y Chile (Gráfica 4).

Gráfica 4. Índice H para Colombia y países seleccionados, 2011 y 2017.



*El índice H es el número de artículos de un país (h) que han recibido al menos h citas. Cuantifica la productividad científica de un país, así como su impacto.

Fuente: Scimago Research Group, 2017.

Al analizar los indicadores de generación de conocimiento por área, se observa que las ciencias sociales y las humanidades concentran la mayoría de las becas y créditos para doctorado o maestría (48,4 %) y la mayoría de investigadores activos (36,3 %). Sin embargo, esta área tiene la segunda menor proporción de grupos de investigación de alta calidad, es decir, aquellos clasificados por Colciencias como A1 o A; además, tiene una menor tasa de revistas indexadas en Publindex como A1 o A2 (Gráfica 5). En contraste,

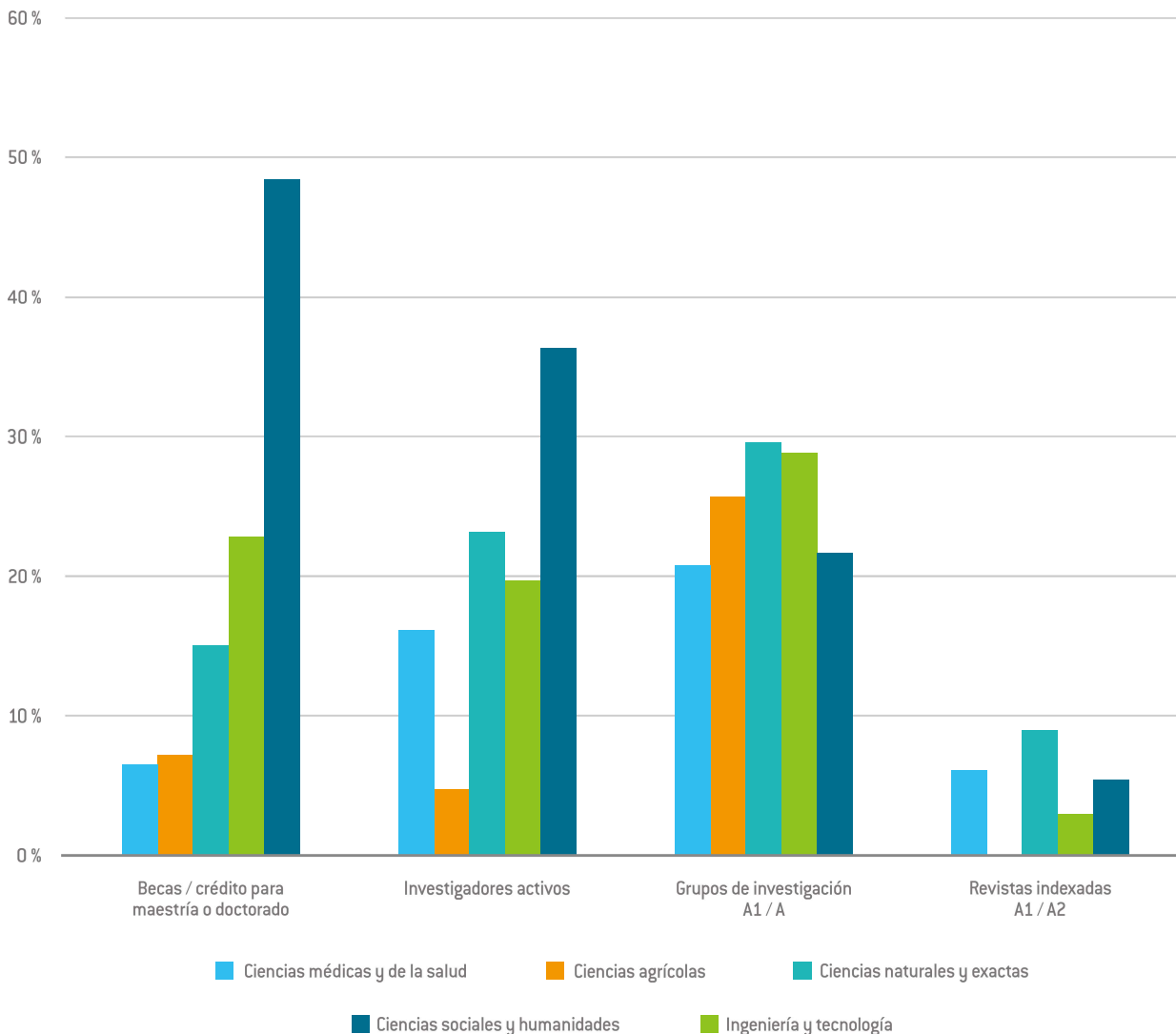
las ciencias agrícolas, que cuentan solo con el 4,8 % de los investigadores activos, tienen el tercer puesto en grupos de investigación de alta calidad. Esto pone de manifiesto la necesidad de generar capacidades de investigación en disciplinas de ciencia, ingeniería y matemáticas, y de revisar las prioridades para la asignación de recursos de becas o créditos para estudios superiores, de modo que vayan de acuerdo con las necesidades y apuestas del país, así como con los resultados obtenidos.

CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO



Gráfica 5. Generación de conocimiento según área de la ciencia y la tecnología (OCDE). Colombia, 2016.



Fuente: OCyT. Cálculos: CPC.

RECOMENDACIONES

Acción pública. Desarrollar habilidades de investigación desde la educación básica.

El nivel y calidad de la educación y actividad de investigación son determinantes de la capacidad de innovación de un país. Por tanto, una política de desarrollo de talento que asegure el recurso humano futuro y la cultura de innovación debe brindar las bases y habilidades

necesarias para resolver problemas, desarrollar procesos y adoptar nuevas tecnologías. El programa Ondas de Colciencias o Clubes de Ciencia son un primer paso, pero para lograr una verdadera apropiación social de la ciencia es necesario que los proyectos y la experiencia en investigación no sean solo durante algunas tardes o semanas al año, sino que hagan parte del currículo escolar. Esto requiere además capacitar a los docentes en estos temas y brindarles los métodos y recursos pedagógicos más actualizados y efectivos.



GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO

2018-2019

INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

Acción regulatoria. Reformar los estímulos a la productividad académica para aumentar su calidad e impacto.

Es necesario actualizar el Decreto 1279 de 2002 del Ministerio de Educación que establece el régimen salarial y prestacional de los docentes de las universidades estatales para que los estímulos a la productividad académica estén fundados en métodos objetivos y aceptados internacionalmente para la medición de la calidad y el impacto de la producción científica. Específicamente, se recomienda revisar el Capítulo V sobre criterios para el reconocimiento de puntos salariales por productividad académica, de modo que los incentivos no limiten en el mediano plazo las posibilidades de realizar inversiones en ACTI de las IES.

Acción pública. Fortalecer a los institutos públicos de investigación y a los centros de desarrollo tecnológico.

La investigación pública, es decir, aquella que es llevada a cabo por instituciones públicas de investigación o financiada con recursos públicos, juega un rol central en los sistemas de innovación, ya que por lo general es investigación de largo plazo y mayor riesgo de la que acometen actores privados. Particularmente, a través de los institutos públicos de investigación y los centros de desarrollo tecnológico el Estado puede influir en la dirección que toma el desarrollo científico en el país más allá de la esfera administrativa e institucional. Puede promover el desarrollo de tecnologías emergentes y tecnologías facilitantes que son necesarias para resolver problemas de la industria y la sociedad.

Actualmente, Colombia cuenta con 21 institutos públicos de investigación y desarrollo tecnológico especializados en temas como ambiente, salud, defensa, cultura y sociedad, industria y comercio, justicia, agropecuario, minas y energía, y estadísticas. Estos cuentan con 150 investigadores (3 % del total de investigadores activos) y 80 grupos de investigación reconocidos por Colciencias. Es necesario asegurar el funcionamiento de estos institutos a través de financiación adecuada y promover su alineación con los retos sociales

y económicos en el país. Esto implica un modelo de financiación basado en el desempeño, que incluya métricas de impacto más allá de medidas bibliométricas (OCDE, 2014), así como requisitos de interdisciplinariedad y alineación con los objetivos nacionales. Se recomienda establecer un modelo que asegure financiación base para el desarrollo de agendas de investigación de mediano y largo plazo, además de un componente de fondos sectoriales concursables (ver siguiente recomendación).

Así mismo, para mejorar su articulación, se recomienda mantener el funcionamiento de la Comisión Intersectorial de Institutos Públicos de Investigación que comenzó a reunirse en 2017. Esta comisión ha identificado acciones para fortalecer a los institutos, tanto en sus capacidades científicas, a través de facilitar y profundizar la inserción laboral de becarios doctorales apoyados por Colciencias, como en su articulación e impacto, a través de una propuesta de un modelo de centros nacionales de I+D+i en articulación con otros actores del SNCTI.

Acción pública. Alinear los esfuerzos en investigación aplicada con las apuestas productivas en ejecución identificadas en la Política de Desarrollo Productivo (PDP).

La investigación aplicada debe responder a las necesidades del aparato productivo nacional. En el marco de la Política de Desarrollo Productivo, Planeación Nacional y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo desarrollaron una metodología para preidentificar apuestas productivas en las regiones de acuerdo con sus ventajas comparativas reveladas o latentes. Los recursos para investigación aplicada, desde becas para formación y recursos de cofinanciación hasta proyectos de regalías, deben ir prioritariamente hacia esas apuestas de modo que se logre una mayor diversificación y complejidad del aparato productivo. La PDP establece que para los sectores priorizados se privilegiarán bienes públicos sobre intervenciones de mercado. Ejemplos de este tipo de bienes son centros de investigación, desarrollo de paquetes de asistencia técnica, entre otros.

CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT)



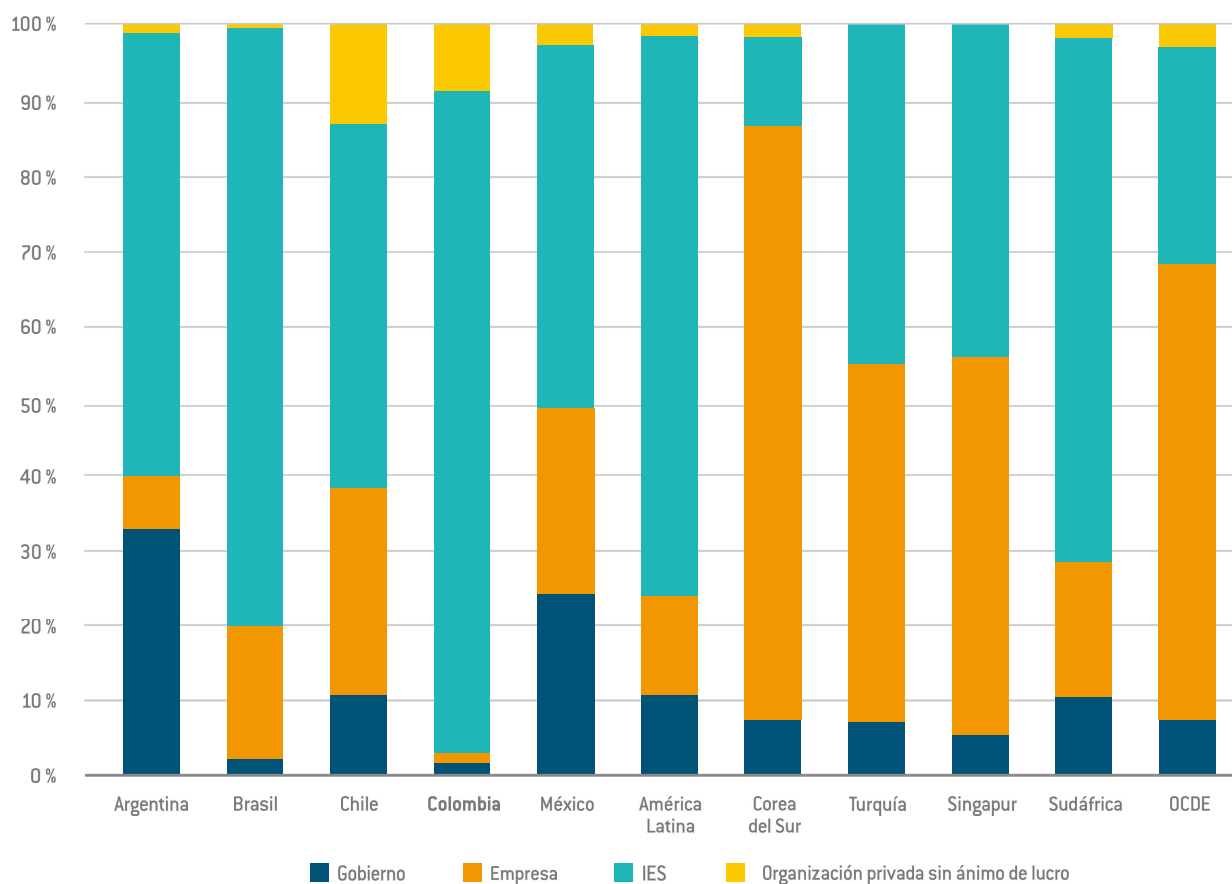
La transferencia de conocimiento y tecnología (TCT) es fundamental para llevar el conocimiento científico y tecnológico generado en las universidades y centros de investigación al sector productivo y a la sociedad. Esto incluye la generación de conocimiento y la integración de conocimiento de fuentes externas, como la difusión de conocimientos sobre tecnologías y técnicas maduras.

La TCT sucede a través de varios canales, tanto formales como informales (OCDE, 2013a), que dependen del campo científico y del sector productivo. Patentes, licencias y *spin-offs* son canales de comercialización de investigación formales, al igual que investigación colaborativa (alianzas público-privadas), movilidad de docentes y estudiantes, así como contratos de investigación y consultoría universitaria. También cabe mencionar en este sentido el emprendimiento de estu-

diantes para la transferencia de conocimiento y comercialización. Los canales informales incluyen publicaciones conjuntas entre industria y academia, conferencias y *networking*, o infraestructura compartida. Los canales informales son más difíciles de contabilizar.

La evidencia empírica muestra que las patentes y licencias, las publicaciones, las contrataciones por la industria, la ubicación de estudiantes y los contratos de investigación son los canales más importantes para sectores intensivos en I+D como ciencias biomédicas o ingeniería química. Patentes y licenciamiento son importantes para investigadores en ciencias materiales, mientras que estos canales son menos importantes para ciencias computacionales. En las ciencias sociales y humanidades los canales más relevantes son contactos personales y movilidad laboral (Bekkers & Bodas Freitas, 2008).

Gráfica 6. Vinculación laboral de investigadores por sector (% del total de investigadores). Colombia y países de referencia, 2015.



*El dato para México corresponde a 2013; para Brasil y Singapur, a 2014.
Fuente: OCDE y Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT).



TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT)

2018-2019

INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

En el proceso de TCT se generan relaciones de largo plazo entre los actores, por ejemplo universidad y empresa, que lleva a mayor colaboración en ideas, recursos, contratos de investigación y publicaciones o patentes conjuntas. Para que estas relaciones se den, se necesitan, además de incentivos, actores que las faciliten. Las Oficinas de Transferencia y Resultados de Investigación (OTRI) son las encargadas de propiciar la transferencia de conocimiento y tecnología desde las universidades y centros de investigación hacia la sociedad a través de la gestión de la propiedad intelectual. El tipo de actividades que puedan llevar a cabo depende de la dotación de infraestructura y recursos, así como de la escala y foco de sus actividades, y de la experiencia en transferencia de tecnología. Actualmente, Colciencias apoya las oficinas de la Corporación Connect Bogotá Región, la Universidad Distrital en Bogotá, la Corporación Technova UEE en Medellín, CienTech en Barranquilla y las cámaras de comercio de Bucaramanga y Cali. Entre 2015 y 2017, se han logrado 11 licenciamientos de tecnología provenientes de universidades a través de las OTRI. Otras entidades facilitadoras son los centros de desarrollo tecnológico, centros de innovación en empresas, entre otras.

En cuanto a canales específicos de la TCT, uno de los más importantes para la interacción ciencia-industria es el flujo de capital humano especializado de universidad a la industria. El número de doctores y dónde se emplean muestran el grado de sofisticación del capital humano local actualmente empleado. La Gráfica 6 muestra que la principal fuente de empleo de investigadores colombianos es la academia, que cuenta con

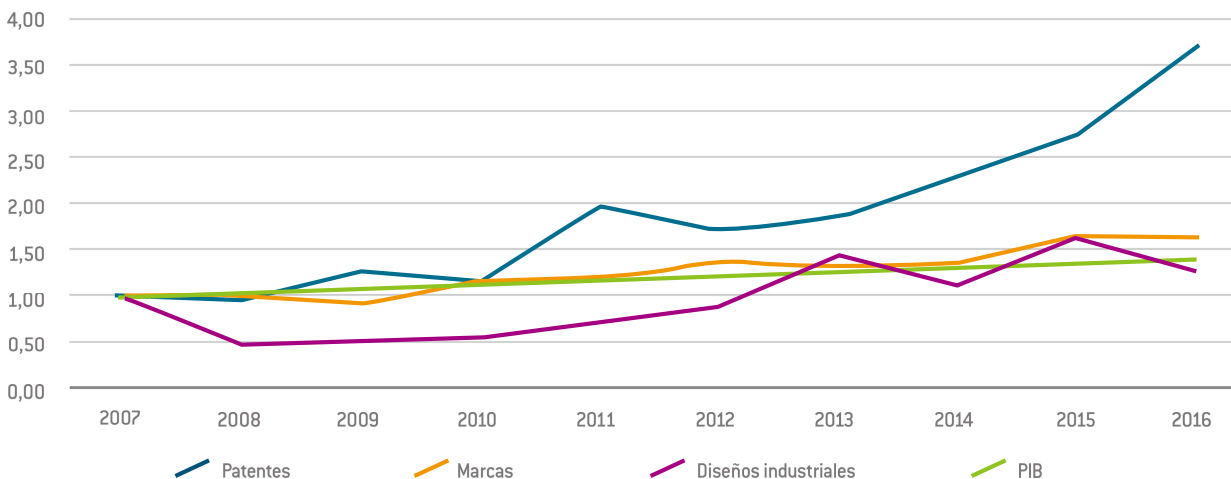
una movilidad muy baja entre lugares de trabajo (88,9 de los investigadores). Las empresas y el Gobierno vinculan la menor cantidad de investigadores, aunque es ahí donde se daría una transferencia de conocimiento y tecnología más efectiva.

Respecto a patentes, en Colombia entre 2007 y 2016 el número de solicitudes de patentes tuvo un aumento significativo: en 2007, Colombia tuvo 2.049, y en 2016, 18.552. Durante este periodo se presentaron 3.110 solicitudes de patentes vía nacional y 17.932 vía TCP¹¹.

El número de patentes presentadas vía nacional aumentó 163 % en el periodo, al pasar de 235 en 2007 a 620 en 2016. La proporción de solicitudes de residentes también aumentó, al pasar de 49 % a 86 % del total de solicitudes. Esto ha hecho que caiga el índice de dependencia¹²: mientras que en 2007 era de 13,85, en 2016 fue de 3,04. Por su parte, el número de patentes presentadas vía TCP se ha mantenido constante, con una caída entre 2015 y 2016. De estas, 99,2 % son presentadas por no residentes. Respecto a la tasa de concesión, entre 2007 y 2016 se concedieron 48,6 % de las solicitudes presentadas vía nacional y 46 % de las presentadas vía TCP.

En cuanto a modelos de utilidad, el número de solicitudes, tanto de residentes como no residentes presentadas vía nacional creció 52 % entre 2007 y 2016. Las solicitudes presentadas vía TCP crecieron 40 % en el periodo. De estas solicitudes, 40,7 % de las presentados vía nacional y 73,5 % de las presentados vía TCP son concedidas. Finalmente, 86,6 % de los diseños industriales presentados en la Superintendencia de Industria y Comercio son concedidos.

Gráfica 7. Solicitudes de patentes, marcas y diseños industriales. Colombia, 2007-2016 (2007=1).



Fuente: WIPO Statistics Database.

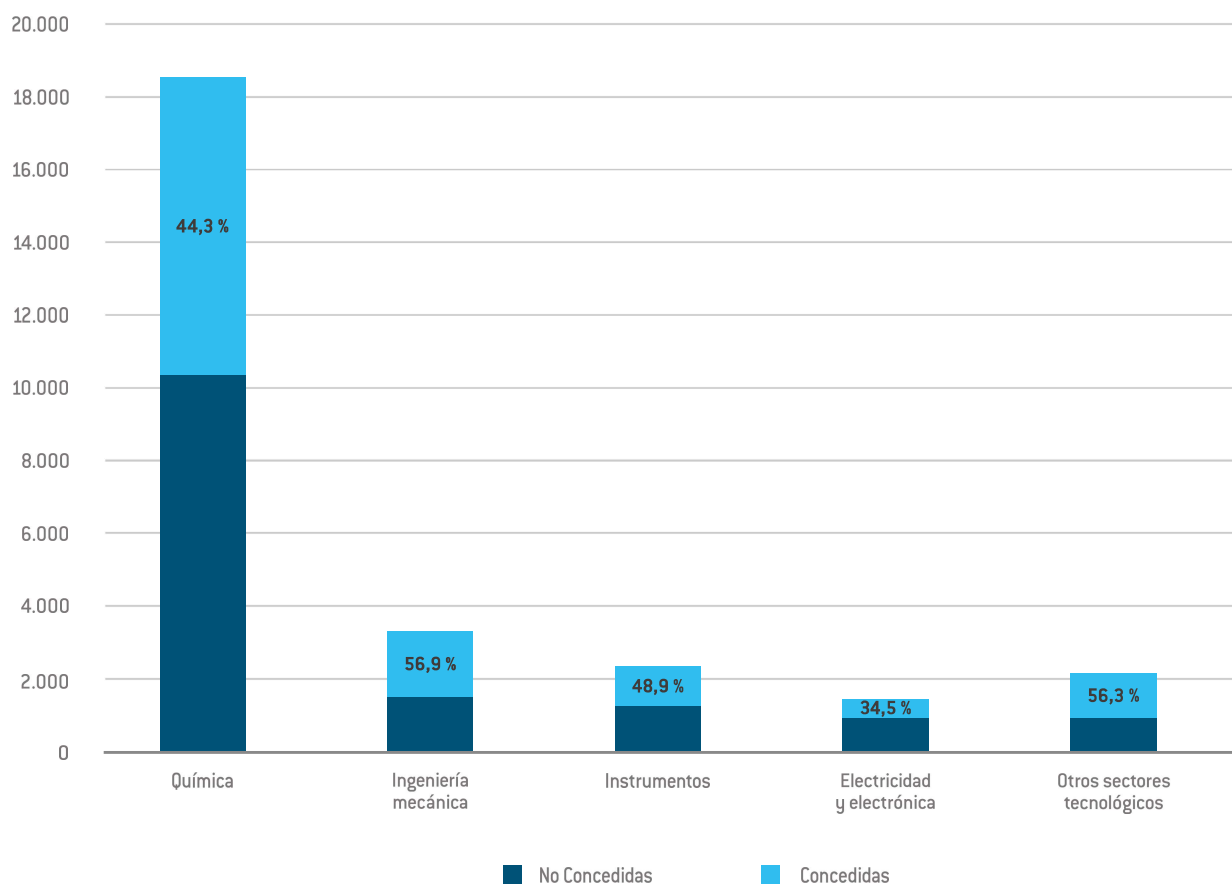
CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT)

El mayor número de solicitudes de patentes se da en el sector de química, seguido de ingeniería mecánica e instrumentos. La tasa de concesión más alta es para solicitudes de

patente en ingeniería mecánica (56,9 %) y otros sectores tecnológicos (56,3 %), seguidos por instrumentos (48,9 %) y química (44,3 %).

Gráfica 8. Patentes de invención presentadas y concedidas en la Superintendencia de Industria y Comercio según la Clasificación Internacional de Patentes (CPI). Colombia, 2007-2016.



Fuente: OCyT. Cálculos: CPC.

Las solicitudes de patentes muestran invención, pero no dan cuenta de su explotación comercial o aplicación (innovación de proceso). Para esto, es necesario conocer el uso por parte del sector productivo o comercialización. La medida es los ingresos provenientes del licenciamiento como ingreso total proveniente del conocimiento y propiedad industrial. En Colombia, los ingresos por pagos de propiedad intelectual son 0,9 % del comercio total¹³. El promedio regional es de 1,12 %, y en países como Chile, Brasil, Argentina o Costa Rica representan más del 2 % de los ingresos totales del comercio. En la OCDE son el 2,04 %.

La TCT involucra también la adquisición y difusión de tecnología del exterior. En 2017 Colombia ocupó el puesto 10 en América Latina sobre disponibilidad y adopción de la última tecnología según el WEF. Sin embargo, en la última década el país ha mejorado su posición en cuatro puestos en cuanto a disponibilidad de la última tecnología. En adopción solamente ha mejorado un puesto.

Las importaciones de alta tecnología en Colombia han crecido entre 2012 y 2016, de 13 % a 14,6 % del comercio total. El país ocupa el tercer lugar en la región, detrás de México y Paraguay. En cuanto a adopción de



TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT)

tecnología, según la *Colombia Manufacturing Survey* (Youtie, 2017), que cuenta con información de 243 empresas de Cali, Medellín, Bucaramanga y Barranquilla,

el porcentaje de adopción de técnicas y tecnologías de producción generalizadas es bajo. La Tabla 1 muestra los resultados.

Tabla 1. Porcentaje de adopción de técnicas y tecnologías de producción.

Técnicas y tecnologías de producción	Porcentaje de empresas que utilizan la técnica/tecnología
Mantenimiento preventivo	59 %
<i>Enterprise Resource Planning</i> (ERP)	42 %
ISO 9000 (calidad)	41 %
Análisis de ciclo de vida	36 %
Diseño asistido por computador (CAD)	32 %
Lectores de código de barras	17 %
Administración de cadena de suministro	16 %
Sensores para monitoreo	15 %
<i>Lean manufacturing</i>	12 %
Diseño y manufactura en la nube	11 %
<i>Computer-Integrated Manufacturing</i> (CIM)	10 %
Sistemas de calidad	9 %
ISO 14000	9 %
<i>Radio-Frequency Identification</i> (RFID)	9 %
Prototipado rápido	8 %
Materiales avanzados	4 %
Manufactura 3D	4 %
Medición de huella de carbono	3 %
Robótica/Automatización	2 %
ISO 50001 (energía)	0,4 %

Fuente: *Colombia Manufacturing Survey* (Youtie, 2017).

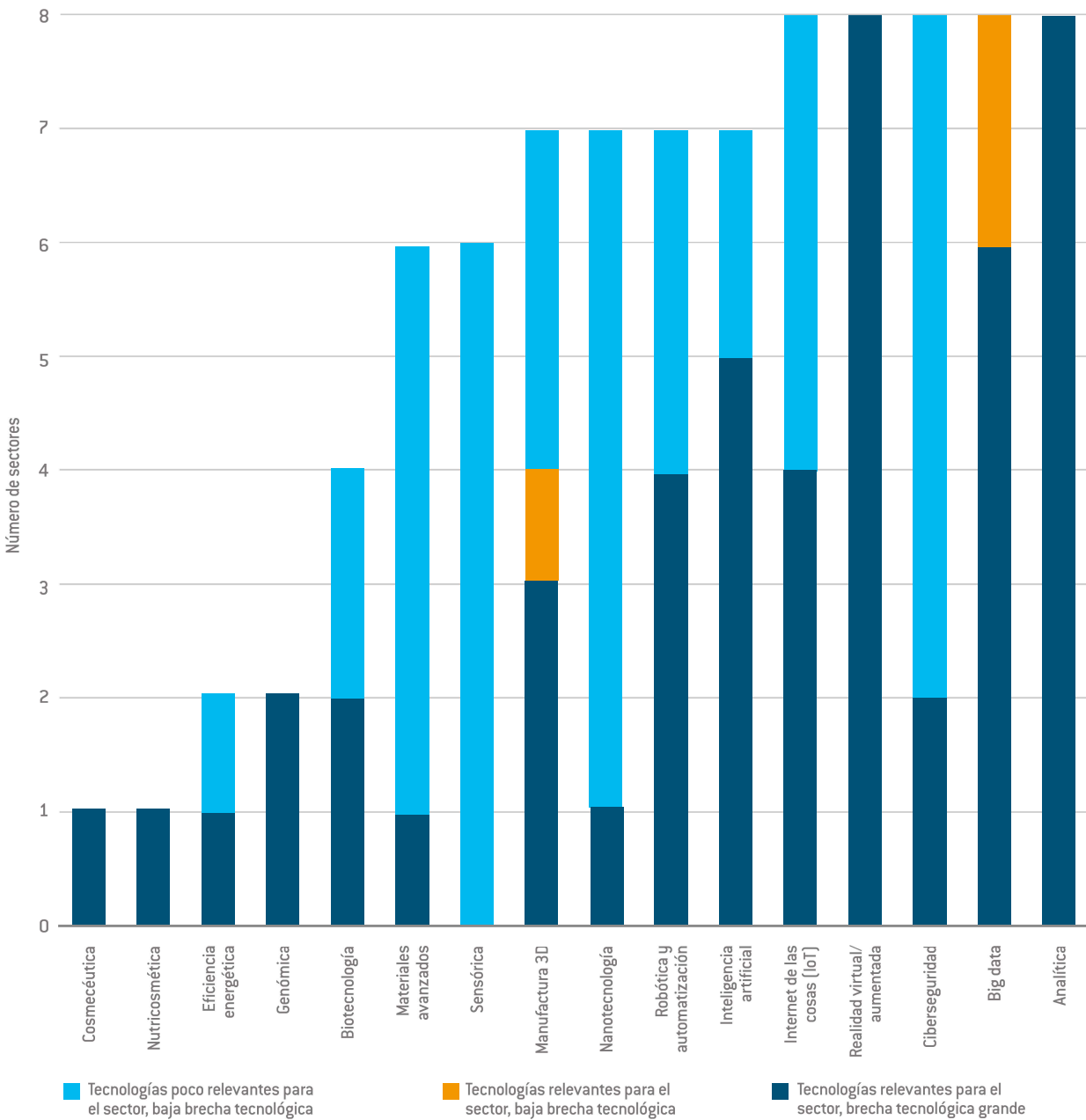
TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT)



En cuanto a tecnologías más avanzadas que son clave para mantener la competitividad de los sectores productivos del país, el estudio sobre *Cierre de brechas de innovación y tecnología*, realizado por la ANDI, iNNpulsa y el Programa de Transformación Productiva en 2018 (ANDI, iNNpulsa & VTSAS, 2018), muestra que para 16 tecnologías

en ocho sectores¹⁴ existen grandes brechas en términos de capacidades financieras y tecnológicas para adoptarlas, a pesar de que son necesarias para acercarse a la frontera productiva de esos sectores en el mundo. Entre las tecnologías en las que no existen grandes brechas, solo unas cuantas son relevantes para los sectores (Gráfica 9).

Gráfica 9. Brechas de adopción tecnológica para sectores. Colombia, 2017.



Fuente: ANDI, iNNpulsa & VTSAS (2018).



TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT)

Para lograr una mayor adopción de tecnología, se requiere un nivel mínimo de competencias en las empresas para buscar, seleccionar, asimilar y adoptar tecnología foránea. Los servicios de extensionismo tecnológico facilitan este proceso. Según *Colombia Manufacturing Survey* (Youtie, 2017), 67 % de las empresas manufactureras utilizaron asistencia externa en los últimos dos años. Sin embargo, en las empresas de menos de 15 empleados es más probable que no se utilice ningún servicio (42 % contra 30 % en empresas más grandes), al igual que en las más jóvenes (47 % contra 27 % en empresas de más de cinco años).

RECOMENDACIONES

Acción pública. Fortalecer las capacidades de las entidades de enlace de TCT asegurando una financiación base.

La transferencia de conocimiento generado en las universidades y centros de investigación a las empresas requiere de entidades que brinden información a las partes y ayuden a identificar el potencial de mercado de los desarrollos en ciencia y tecnología, así como las necesidades de soluciones para el sector productivo. Estas entidades ayudan a generar relaciones y transacciones estables entre actores (academia y sector productivo), que por su naturaleza tienen diferentes motivaciones, tiempos y lenguaje. Las entidades de enlace incluyen OTRI, centros de desarrollo tecnológico, centros de innovación empresarial, entre otras.

En Colombia una de las principales dificultades que tienen las entidades de enlace es la financiación. Al no contar con recursos basales, no pueden asegurar un personal y portafolio de servicios estable, sino que dependen de proyectos específicos, lo que puede alejarlas de su misión principal. Aunque es deseable que estas entidades logren la autosuficiencia, en los casos en que esto se ha logrado el proceso tomó cerca de una década. Por esta razón, debe existir un compromiso del Estado para asegurar una oferta de servicios mínimos para la TCT. Estos recursos deben ir ligados a métricas de desempeño, de modo que se logren los objetivos deseados y a generar capacidades de transferencia en los profesionales de estas entidades. El resto de la financiación puede ser a partir de convocatorias específicas (ver siguiente recomendación) y recursos privados. Adicio-

nalmente, se recomienda fomentar el desarrollo de centros de excelencia en tecnologías habilitantes, como *big data*, *Internet of Things (IoT)* o manufactura avanzada, entre otros, de modo que el aparato productivo del país avance hacia la frontera tecnológica.

Acción pública. Fortalecer la relación universidad-empresa a través de alianzas público-privadas, con base en el caso del programa Colombia Científica.

En las alianzas público-privadas para la investigación y la innovación, las empresas, las universidades, los centros de investigación y los emprendedores coinvierten recursos que son apalancados con cofinanciación pública. Esto permite compartir los riesgos, resultados y responsabilidad de estas inversiones, que son por definición inciertas y riesgosas. El programa Ecosistema Científico es un buen ejemplo de un mecanismo de este estilo: alianzas conformadas por IES, empresas y centros de investigación presentan una propuesta de investigación a cuatro años en áreas prioritarias de investigación para el país, y compiten en convocatorias abiertas por el financiamiento público de estas. En la medida en que estas iniciativas generen confianza entre las partes, existe el potencial de que surjan compromisos de largo plazo, materializados en centros de excelencia o consorcios de tecnología en los que participen institutos de educación o de investigación y empresas (como es el caso del Centro de Innovación de Argos y la Universidad de EAFIT, en Medellín). Adicionalmente, logra apalancar recursos y coordinar esfuerzos de distintas entidades: Ministerio de Educación, Colciencias, Icetex y el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, que es el tipo de iniciativas que dan más efectividad a los recursos públicos.

Acción pública. Establecer instrumentos para la acreditación de laboratorios y centros que proveen servicios para actividades de I+D+i, de acuerdo con el proyecto CONPES Política Nacional de Laboratorios.

En la medida en que se apliquen y acrediten buenas prácticas internacionales y estándares técnicos en los laboratorios y centros, es posible aumentar los niveles de precisión, validación y comparabilidad internacional de los resultados obtenidos. Esto facilita la difusión y valorización de los re-

TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT)

sultados de I+D+i en el país. El proyecto de CONPES sobre Política Nacional de Laboratorios identifica las acciones y recursos necesarios para establecer los mínimos necesarios en cuanto a acreditación y calidad de laboratorios. Es necesario retomar esta propuesta y asegurar los recursos necesarios para su implementación.

Coordinación público-privada. Revisar y escalar la estrategia para la vinculación de doctores en empresas.

La producción de nuevo conocimiento y desarrollo tecnológico se encuentra asociada a mayores niveles de formación del capital humano. No obstante, en Colombia menos del 1 % de los doctores se vinculan laboralmente a empresas. Es necesario fomentar que las empresas, particularmente aquellas con unidades de I+D reconocidas o altamente innovadoras, vinculen a doctores en sus procesos de innovación, sea de manera directa o indirecta a través de alianzas con universidades o trabajo con centros de investigación.

La evaluación de impacto de los programas de formación de capital intelectual de Colciencias realizada por Núñez *et al.* en 2014 y los resultados del programa Es Tiempo de Volver indican que la mayoría de empresarios perciben la contratación de recurso humano con estudios de doctorado como un costo alto que es difícil de asumir, por lo que esas contrataciones tienden a ser poco estables. El programa de estancias posdoctorales para beneficiarios de Colciencias es una iniciativa positiva, pero solo cubre la estancia de los PhD durante un año en universidades, empresas, centros e institutos de investigación y entidades de gobierno.

Es necesario evaluar qué sucede con los doctores una vez termina el apoyo gubernamental. En general, al inicio de las carreras de investigación la precariedad laboral por horizontes contractuales menores a dos años genera deserción por ocupaciones más estables. Así, para permitir el desarrollo de I+D en la empresa y brindar seguridad laboral de los investigadores, se recomienda establecer esquemas de intercambio de personal entre las universidades o centros de investigación públicos y las empresas alrededor de proyectos específicos de investigación, como se ha hecho con éxito en Argentina, Italia o Finlandia [EC/OECD, 2014].

Acción pública. Evaluar el impacto de las brigadas de patentes sobre la innovación tecnológica en el país.

Las brigadas de patentes de Colciencias buscan identificar proyectos con potencial de protección mediante patentes para luego cofinanciar el alistamiento de la solicitud de patente y su posterior presentación ante la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC). La meta a 2018 es llegar a 600 registros de patentes solicitadas por residentes en oficina nacional y a través del Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (PCT por sus siglas en inglés). Es necesario evaluar el resultado de esta iniciativa en cuanto a solicitudes otorgadas y permanencia del registro. A la par, es preciso identificar cuáles son las dificultades que enfrentan las IES, los centros de investigación, las empresas y los inventores independientes para poder comercializar y valorizar sus desarrollos científicos y tecnológicos.

Coordinación público-privada. Fortalecer las capacidades de comercialización de la innovación.

La SIC ha hecho avances importantes en facilitar y hacer más eficientes los procesos de registro de propiedad industrial. Por ejemplo, la Oficina Virtual de Propiedad Industrial SIPI ha reducido los costos de transacción y ofrece información clara sobre el estado de los procesos de solicitud o renovación. Sin embargo, es necesario realizar mayores esfuerzos para la comercialización de la PI, de modo que los usuarios vean materializados los retornos a la innovación. La Ley 1838 de 2017 es un paso en la dirección correcta al permitir a las instituciones de educación superior y a los investigadores comercializar los nuevos conocimientos generados en los grupos de investigación a través de *spin-offs*. Para los investigadores, la ley permite que sean partícipes de los beneficios económicos que se generen a partir de estas empresas de base tecnológica.

Asimismo, las garantías mobiliarias establecidas en 2013 y reglamentadas en 2015 incluyen la propiedad industrial como posible colateral, por lo que las empresas en el país podrían obtener recursos a partir de su propiedad industrial para inversión en I+D, comercialización o expansión. Sin embargo, como se menciona en el capítulo



TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTO Y TECNOLOGÍA (TCT)

de Financiación Empresarial, aún no se ha hecho un uso extendido del instrumento. Se requiere superar el desconocimiento que existe en entidades financieras y empresarios sobre este mecanismo. Adicionalmente, es necesario contar con instrumentos financieros adecuados para este tipo de emprendimientos que enfrentan una brecha de financiación para lograr llevar prototipos a un uso comercial. Actualmente no existen instrumentos con periodos o condiciones apropiados para estos desarrollos.

Coordinación público-privada. Diseñar e implementar el Programa Nacional de Escalamiento de la Productividad.

La Política de Desarrollo Productivo establece el diseño e implementación de un programa nacional de escalamiento de la productividad. Este programa debe incluir generación y fortalecimiento de capacidades tanto gerenciales como de adopción tecnológica y mejora continua. Requiere de tres condiciones para un adecuado funcionamiento: i) capacidad de atención y relación permanente con las empresas en las regiones; ii) prestadores de servicios certificados y calificados; y iii) apoyo a las empresas, sobre todo las más jóvenes y pequeñas para acceder a los servicios.

Este programa debe partir de las experiencias previas del país, como el Piloto de Extensión Tecnológica liderado por el DNP para adopción de prácticas gerenciales en pymes y el Piloto de Transferencia de Tecnología que adelantan el Consejo Privado de Competitividad, en alianza con Georgia Tech, el PTP, la CAF, cámaras de comercio y centros de productividad regionales. En cuanto al apoyo a las empresas, es necesario un apoyo del Gobierno para cubrir los costos de los servicios, especialmente para empresas jóvenes o pequeñas, pero también el desarrollo de

líneas de crédito específicas para mejoras de productividad (ver siguiente recomendación).

Acción pública. Estructurar productos de deuda para mejorar la productividad de las mipymes.

Una de las dificultades que enfrentan las mipymes para llevar a cabo acciones de aumento de productividad es la falta de recursos en el corto plazo para hacerlo. Se recomienda estructurar productos de deuda para mejorar la productividad de mipymes que hayan recibido asesoría de prestadores de servicios de extensionismo. Estos productos pueden fondearse a través de bonos de apoyo a la productividad emitidos por un banco de segundo piso (como Bancóldex, Findeter o Finagro). Estos productos de deuda deberán considerar modelos de *scoring* alternativos que no solo incluyan el comportamiento histórico de ventas y utilidades sino también el potencial de crecimiento, el comportamiento del sector y la capacidad del equipo de trabajo de la empresa para permitir financiar tecnologías, maquinaria, transferencia de tecnología y otras necesidades identificadas conjuntamente entre la mipyme y el prestador del servicio. Así mismo, se deben considerar mecanismos de financiación de mediano y largo plazo.

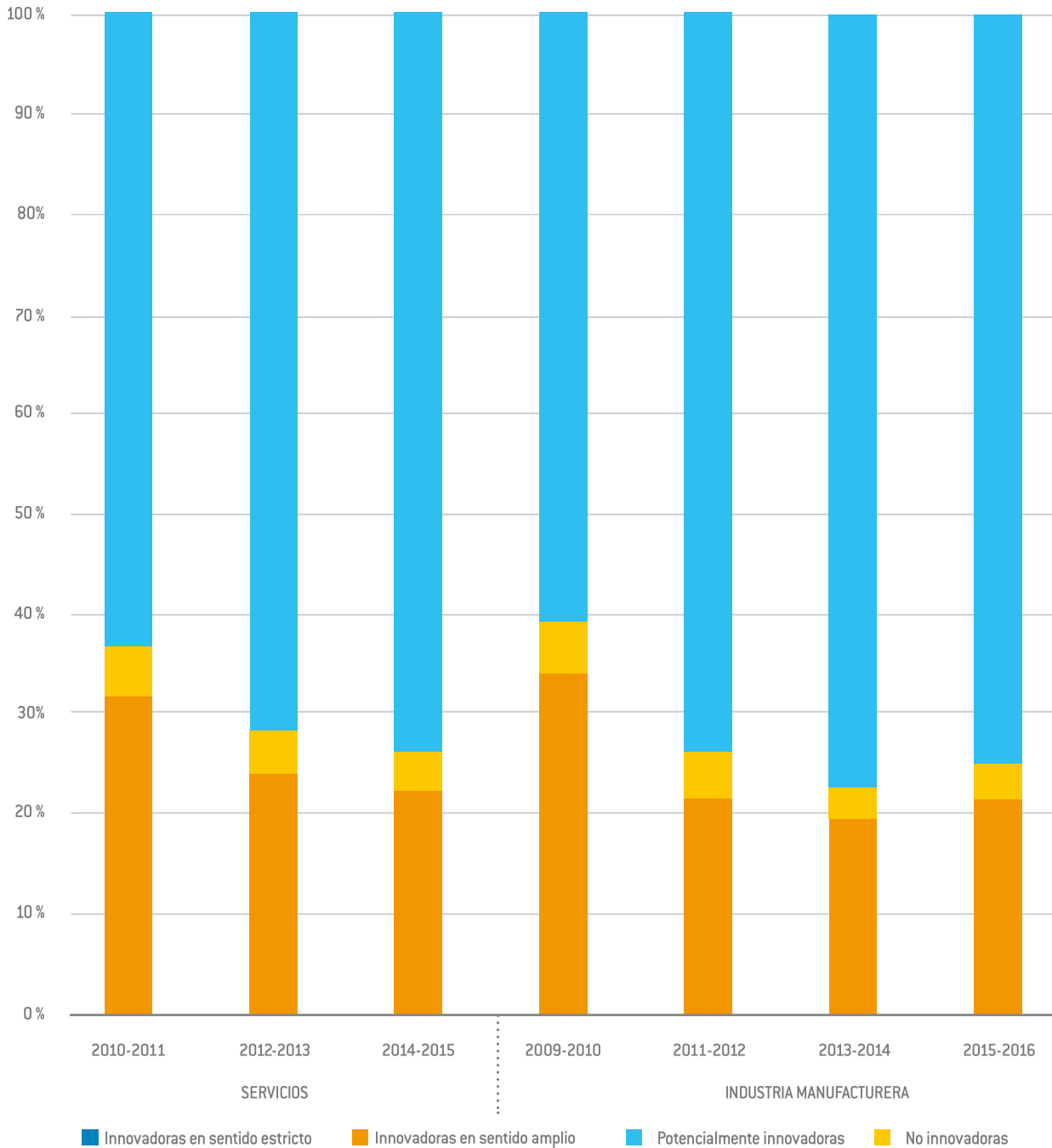
Para reducir el riesgo de los intermediarios se propone una garantía automática del 70 % al 80 % para productos de deuda (20 % o 30 % adicionales a la garantía automática que ofrece el Fondo Nacional de Garantías –FNG–) para reducir el nivel de riesgo para los intermediarios, dada la novedad del segmento al que se dirigen los productos. Esto sería un esquema parecido al desarrollado por el FNG con iNNpulsa para mipymes innovadoras con alto potencial de crecimiento (ver capítulo Financiación Empresarial).

INNOVACIÓN



En 2016 el 21,7 % de las empresas del sector manufacturero incluidas en la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) fueron clasificadas como innovadoras, tanto en sentido amplio como en sentido estricto¹⁵. Para el sector servicios fue el 22,7 % (Gráfica 10).

Gráfica 10. Tipificación de las empresas de acuerdo con su comportamiento innovador (% del total de empresas). Colombia, 2009-2016.



Fuente: DANE.



INNOVACIÓN

2018-2019

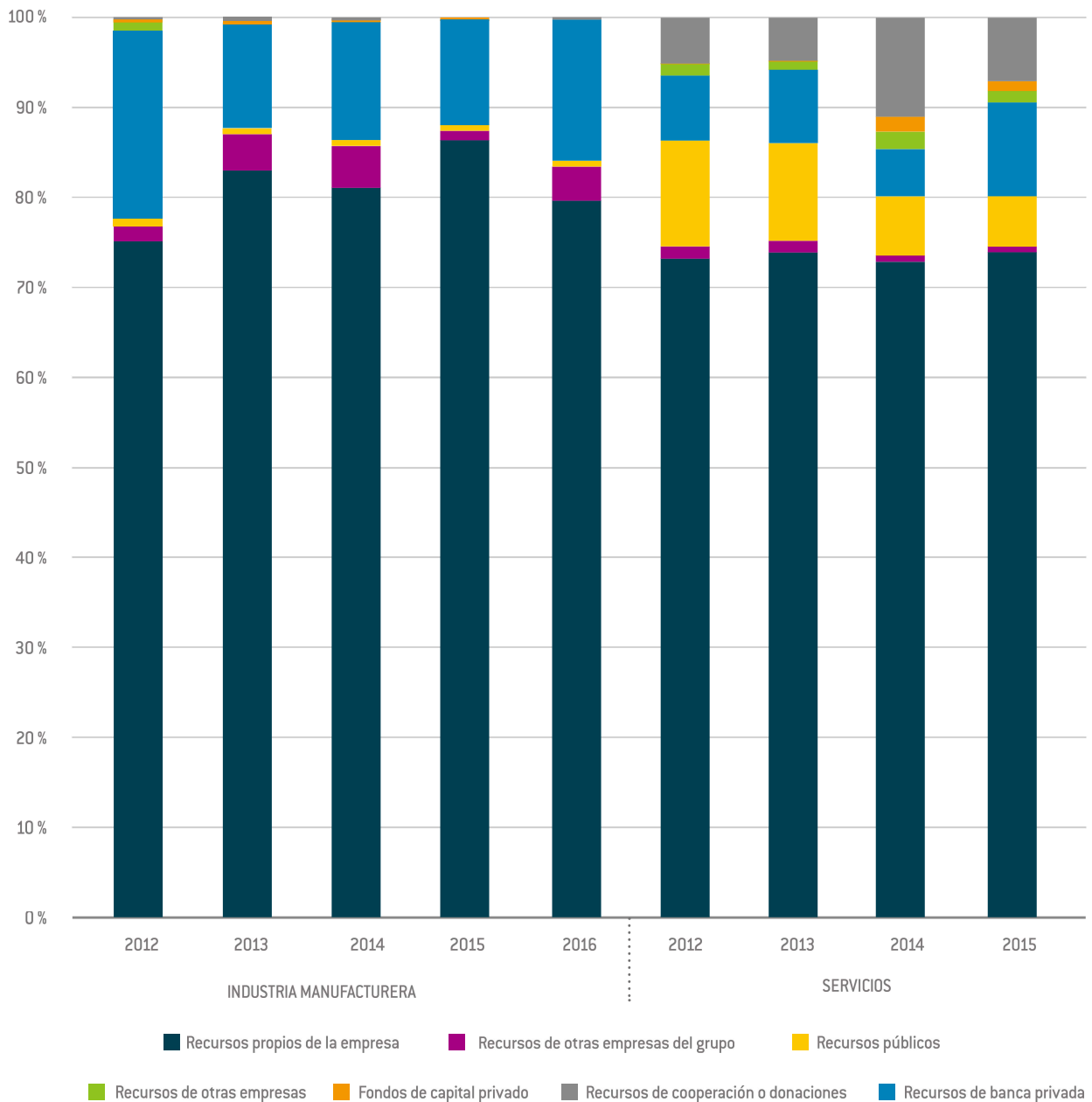
INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

Los recursos propios constituyen la principal fuente de financiación de las ACTI empresariales, con un 73,4 % en el sector de servicios y un 80,9 % en la industria. La banca privada provee cerca del 15 % de la financiación para empresas manufactureras y 11,3 % para empresas de servicios. Los recursos públicos juegan un papel mínimo en las

empresas manufactureras (0,6 % de la financiación) y 4,6 % para las empresas de servicios (Gráfica 11). Entre 2012 y 2016 la inversión en ACTI del sector servicios y del sector manufacturero se concentró en compra de maquinaria y equipo y en actividades de I+D (35,1 % y 28,8 % del total respectivamente).

Gráfica 11. Fuentes de financiación de las ACTI en la industria manufacturera y de servicios (% del total de financiación). Colombia, 2012-2016.



Fuente: DANE.



Ahora bien, de acuerdo con la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica del DANE, el principal obstáculo que identifican las empresas para innovar es la escasez de recursos propios (24 % de las empresas). En segundo lugar están la facilidad de imitación por terceros (19 %) y la incertidumbre frente a la demanda de bienes o servicios innovadores (17 %). Para aquellas empresas que tuvieron la intención de innovar, los principales obstáculos están relacionados con recursos: tanto escasez de recursos propios como acceso a financiamiento externo a la empresa e información sobre instrumentos públicos de apoyo.

Un instrumento para facilitar la inversión en CTI por parte de las empresas son los beneficios tributarios. A partir de 2016, gracias al CONPES 3834 de 2015, se ha utilizado todo el cupo otorgado (COP 600.000 millones en 2017) y ha aumentado el número de empresas, sectores y regiones que acceden a los beneficios. En 2017, 151 empresas accedieron al beneficio, 40 % de las cuales lo hicieron por primera vez. 36,4 % de las empresas son de la industria manufacturera, 15,2 % son del sector TIC y financiero, 13,2 % pertenecen al de comercio y actividades de ingeniería, 10,8 % son de salud y transporte, y el resto corresponden a minas y canteras, construcción y agricultura. A mipymes se asignó 10,3 % del cupo, y 43,5 % se destinó a actividades de innovación. Al igual que en 2016, una tercera parte del cupo del beneficio tributario se otorgó a empresas altamente innovadoras (EAI)¹⁶. En la medida en que se ha facilitado el acceso y promovido el instrumento, son más empresas y sectores los que solicitan el beneficio.

Adicional a los instrumentos de financiación, un elemento central para la innovación en las empresas es la calidad de la gerencia, pues ofrece oportunidades de incorporar tecnología y gestionar los cambios necesarios para adaptarse a diversas formas de competencia. Implica no solamente conocimiento técnico sino habilidades blandas como creatividad [proponer nuevas ideas y soluciones], capacidad de trabajar en equipos multidisciplinarios, pensamiento asociativo para adquirir nuevos conocimientos rápidamente y habilidades de comunicación (Avvisati, Jacotin & Vincent-Lancrin, 2013). Sin embargo, de acuerdo al *World Management Survey*, Colombia se encuentra por debajo del promedio de América Latina y por debajo de México, Chile, Argentina y Brasil en prácti-

cas gerenciales¹⁷. Particularmente bajo es el desempeño de la gerencia en cuanto a gestión de operaciones. Esto se reafirma en el *IMD World Talent Ranking 2017*, en el que Colombia ocupa el puesto 55 de 63 economías.

RECOMENDACIONES

Acción pública. Rediseñar y escalar el programa de cofinanciación de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación empresarial.

El principal obstáculo que enfrentan las empresas para adelantar procesos de innovación es la disponibilidad de recursos. A pesar de los buenos resultados que han empezado a dar los beneficios tributarios, se requieren otros instrumentos que faciliten el desarrollo de estos procesos, tales como un programa de cofinanciación. Este modelo de cofinanciación debería considerar fases de desarrollo del producto o servicio que se vaya a crear, y los montos de financiación podrían ser inversamente proporcionales al tamaño de la empresa. Además, debería permitirse a las empresas desarrollar el proyecto de manera individual (apoyadas por sus propias unidades de I+D+i) o en alianza con instituciones del SNCCTI. Esta propuesta podría ser ejecutada a través de iNNpulsa, y reemplazaría las líneas de financiación de desarrollo tecnológico e innovación del SENA y Colciencias, con el fin de dar mayor claridad a los roles de las entidades ejecutoras de la política de CTI.

Acción pública. Profundizar en la simplificación del uso de los beneficios tributarios de CTI y ampliar el cupo.

En 2015 se expidió el CONPES 3834 para facilitar el uso de los beneficios tributarios para CTI. Se recomienda continuar con las acciones para simplificar el uso de los beneficios tributarios y enfocarse en fortalecer las propuestas y proyectos que se presentan más que en descartarlos por errores en la aplicación. En la medida en que se evalúen los resultados del instrumento, puede ser deseable ampliar el cupo para que más empresas de distintos sectores, tamaños y regiones puedan hacer uso de él. Este instrumento tiene el beneficio adicional de no generar costos fiscales *ex-ante*.



INNOVACIÓN

2018-2019

INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

Acción pública. Implementar la estrategia de compra pública para la innovación.

El Gobierno podría dinamizar el desarrollo tecnológico y la innovación en el país desde la demanda mediante el establecimiento de cuotas de compra pública innovadora como porcentaje de las compras totales de un sector administrativo. Estos procesos de innovación abierta pueden introducir mecanismos que no están en el mercado, promoviendo que el sector privado genere nuevas formas de satisfacer las necesidades de las entidades estatales. Este es un mecanismo que cada vez más se usa en los países para dinamizar los ecosistemas de innovación¹⁸. Actualmente, la normativa del Sistema de Compra Pública es aplicable a la compra pública para la innovación, y Colombia Compra Eficiente ha publicado una guía para entender la compra

pública para la innovación. Se recomienda establecer un plan de acción para que se empiece a utilizar el mecanismo a la brevedad.

Acción pública. Generar información sobre capacidades gerenciales en las empresas del país.

Un punto inicial para el diseño e implementación de estrategias para mejorar las capacidades gerenciales en las empresas es contar con información adecuada sobre su situación. Con este propósito el DNP adelanta con el DANE un piloto para levantar información de gestión empresarial a través de un módulo en la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica. Es necesario llevar a buen término este piloto y asegurar el levantamiento de esta información de manera periódica en el país.

CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

Recomendación	Plazo	Avance 2018	¿Quién puede hacer la diferencia?	Tipo de recomendación
Establecer una política de Estado en CTI, que garantice mantener en términos reales la inversión pública en ACTI	Corto		Colciencias, Minhacienda y Congreso de la República	Acción pública
Destinar el equivalente al 0,3 % del PIB para inversión estatal en ciencia, tecnología e innovación del presupuesto nacional	Corto		MinHacienda y Congreso de la República	Acción pública
Crear fondos sectoriales que financien y potencien la I+D en áreas del conocimiento y tecnologías prioritarias	Mediano		Secretaría General y Oficina de Planeación de Colciencias	Acción pública
Incluir en la Ley del Presupuesto un lineamiento para que los recursos de ACTI no comprometidos ni ejecutados por los distintos sectores administrativos en la vigencia fiscal anterior sean trasladados a Colciencias y al Ministerio de Comercio, Industria y Turismo	Corto		Dirección de Inversiones y Finanzas Públicas del DNP y Minhacienda	Acción pública
Facilitar la financiación en etapas tempranas a emprendimientos de base tecnológica	Corto		Bancóldex e iNNpulsa	Coordinación público-privada
Realizar evaluaciones de resultados y de impacto de los instrumentos para CTI y hacer obligatoria la revisión de presupuesto asignado basada en los resultados	Corto		Dirección de Seguimiento y Evaluación de Políticas Públicas de DNP, Colciencias, Mincomercio, iNNpulsa y SIC	Acción pública
Incluir en los criterios para acreditación de alta calidad el nivel de inversión en I+D.	Mediano		Mineducación	Acción pública



SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

2018-2019

INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

Recomendación	Plazo	Avance 2018	¿Quién puede hacer la diferencia?	Tipo de recomendación
Evaluar los resultados de los pactos por la innovación liderados por Colciencias como mecanismo para acrecentar la inversión privada en ACTI	Corto		Colciencias	Coordinación público-privada
Mejorar la gobernanza del Sistema Nacional de Competitividad, Ciencia, Tecnología e Innovación de modo que el uso de los recursos sea más eficiente y efectivo	Corto		Presidencia de la República	Acción pública
Desarrollar habilidades de investigación desde la educación básica.	Mediano		Mineducación	Acción pública
Reformar los estímulos a la productividad académica para aumentar su calidad e impacto	Corto		Mineducación y Colciencias	Acción regulatoria
Fortalecer a los Institutos Públicos de Investigación y a los centros de desarrollo tecnológico	Mediano		Colciencias	Acción pública
Alinear los esfuerzos en investigación aplicada con las apuestas productivas en ejecución identificadas en la Política de Desarrollo Productivo (PDP).	Corto		Colciencias	Acción pública

SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

Recomendación	Plazo	Avance 2018	¿Quién puede hacer la diferencia?	Tipo de recomendación
Fortalecer las capacidades de las entidades de enlace de TCT asegurando una financiación base	Mediano		Colciencias	Acción pública
Fortalecer la relación universidad-empresa a través de alianzas público-privadas, con base en el caso del programa Colombia Científica.	Corto		MinCIT, Mineducación y Colciencias	Acción pública
Establecer instrumentos para la acreditación de laboratorios y centros que proveen servicios para actividades de I+D+i, de acuerdo con el proyecto CONPES Política Nacional de Laboratorios	Corto		DNP y Colciencias	Acción pública
Revisar y escalar la estrategia para la vinculación de doctores en empresas.	Corto		Colciencias, IES y sector privado	Coordinación público-privada
Evaluar el impacto de las brigadas de patentes sobre la innovación tecnológica en el país	Corto		Colciencias y SIC	Acción pública
Fortalecer las capacidades de comercialización de la innovación	Mediano		Colciencias, DNP, SIC, MinCIT, Minhacienda y Superfinanciera	Coordinación público-privada



SÍNTESIS DE RECOMENDACIONES

2018-2019

INFORME NACIONAL DE COMPETITIVIDAD

CONSEJO PRIVADO DE COMPETITIVIDAD

Recomendación	Plazo	Avance 2018	¿Quién puede hacer la diferencia?	Tipo de recomendación
Diseñar e implementar el Programa nacional de escalamiento de la productividad	Corto		MinCIT, CPC, cámaras de comercio y centros de productividad regionales	Acción pública
Estructurar productos de deuda para mejorar la productividad de las mipymes	Corto		MinCIT y Bancóldex	Acción pública
Rediseñar y escalar el programa de cofinanciación de proyectos de desarrollo tecnológico e innovación empresarial	Corto		Dirección de Innovación de iNNpuls	Acción pública
Profundizar en la simplificación del uso de los beneficios tributarios de CTI y ampliar el cupo	Corto		Colciencias y Minhacienda	Acción pública
Implementar la estrategia de Compra Pública para la Innovación.	Mediano		Colombia Compra Eficiente, DNP, Comité Técnico Mixto de Innovación y Contraloría General de la Nación	Acción pública
Generar información sobre capacidades gerenciales en las empresas del país	Corto		DANE y DNP	Acción pública



NOTAS

- 1 Ley 643 de 2001, Ley 1286 de 2009, Ley 1530 de 2012, Ley 1876 de 2017, Ley 1923 de 2018.
- 2 Política Nacional de Ciencia y Tecnología (CONPES 3582 de 2009), Política de ordenamiento y reconocimiento de los actores que conforman el sistema nacional CTI, la Política de medición de la calidad de grupos e investigadores del SNCTI, los Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias (CONPES 3834), la Política para mejorar el impacto de las publicaciones científicas nacionales, la Política nacional de ética e integridad científica, la Estrategia nacional de apropiación social de la ciencia, la Política nacional CTI para el desarrollo sostenible (Libro Verde 2030), entre otras que pueden ser consultadas en <http://www.colciencias.gov.co/portafolio/unidad-politica/lineas-trabajo/documentos-politica-ctei>.
- 3 Entre 2012 y 2015 las asignaciones al FCTel fueron de COP 3,2 billones. Sin embargo, en el periodo la subejecución fue del 30 % y las demoras promedio en ejecución fueron de año y medio (Contraloría General de la República, 2016).
- 4 Son el instrumento con el cual los departamentos y el Gobierno nacional, en cabeza de Colciencias y en coordinación con el Departamento Nacional de Planeación (DNP), identifican y priorizan las actividades que se desarrollarán en estos departamentos para el cumplimiento de las metas señaladas en el Plan Nacional de Desarrollo y en las políticas públicas de ciencia, tecnología, innovación (Decreto 293 de 2017). Utilizan como insumos el Plan de Desarrollo Departamental, los planes estratégicos departamentales de CTI - PEDCTI, el Plan Regional de Competitividad y estudios de prospectiva, y son insumo para las agendas integradas departamentales de competitividad, ciencia, tecnología e innovación (Ley 1753 de 2015). Deben articularse con los planes o agendas sectoriales de ciencia, tecnología e innovación que se adopten por medio de ley: entre otras, la Ley 1715 de 2014 sobre energías renovables no convencionales y la Ley 1876 de 2017 sobre el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA).
- 5 Unesco Institute for Statistics. No se cuenta con datos internacionales para 2017.
- 6 El CONPES 3918, "Estrategia para la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en Colombia", establece la meta de lograr una inversión en I+D (que es parte de las ACTI) del 0,84 % del PIB para 2030. Actualmente la inversión en el país en I+D es de 0,25 %.
- 7 En los próximos 10 años se espera recaudar en promedio COP 6,9 billones en regalías al año. En otras palabras, dado el comportamiento reciente del precio del petróleo, que a corte de 31 de mayo de 2018 se ubicó en USD 70,2/barril, y a las expectativas hacia el mediano plazo, se espera recaudar, en promedio, un 19 % más a comparación de lo que se había establecido en el Plan de Recursos elaborado en 2016.
- 8 La Ley 643 de 2001, que regula las rentas de los juegos de suerte y azar, determinó que el 7 % de estas rentas deben ir al Fondo de Investigación en Salud.
- 9 El proyecto de CONPES de CTI identificó como áreas del conocimiento y tecnologías transversales prioritarias a la salud, alimentos, energías renovables, biotecnología, materiales y nanotecnología a partir de las capacidades de investigación construidas en el país, así como a los desafíos económicos y sociales que enfrenta Colombia.
- 10 En él participan representantes de Colciencias, Ministerio de Salud, el SENA, Departamento Nacional de Planeación, el sector privado y cinco investigadores del área.
- 11 El Tratado de Cooperación en Materia de Patentes (TCP) ofrece asistencia a los solicitantes que buscan protección internacional por patente para sus invenciones y asiste a las Oficinas en las decisiones sobre el otorgamiento de patentes. Al presentar una solicitud internacional de patente según el PCT, la invención puede quedar protegida en 152 países que hacen parte del Tratado. Es una medida de los vínculos internacionales, que son una manera efectiva de aumentar el retorno a la investigación.
- 12 El índice de dependencia mide el número de solicitudes de patentes de no residentes respecto al número de solicitudes de patentes de residentes.
- 13 Ahora bien, estos ingresos pueden ser menores comparados con otras actividades, como contratos de investigación y servicios de consultoría. En el Reino Unido cada 1 % de comercialización se compara con 17 % de contratos de investigación y 6 % de servicios de consultoría.
- 14 Las tecnologías son cosmeceútica, eficiencia energética, materiales avanzados, nanotecnología, nutricosmética, biotecnología, genómica, ciberseguridad, manufactura 3D, internet





de las cosas (IoT), robótica y automatización, big data, inteligencia artificial, analítica, sensorica y realidad virtual/realidad aumentada. Los sectores son automotriz, dispositivos médicos, cosméticos y aseo, BPO, electrodomésticos, siderúrgico y metalmecánico, confección textil y posconsumo (ANDI, iNNpuls & VTSAS, 2018).

- 15 De acuerdo con la tipología utilizada por el DANE, las empresas innovadoras en sentido amplio son aquellas que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado nacional o un bien o servicio nuevo o mejorado para la empresa, o que implementaron un proceso productivo nuevo o significativamente mejorado para la línea de producción principal o para las líneas de producción complementarias o una forma organizacional o de comercialización nueva. Por su parte, las empresas innovadoras en sentido estricto son las que obtuvieron al menos un bien o servicio nuevo o significativamente mejorado para el mercado internacional.
- 16 Las EAI son empresas que cuentan con personal, procesos y estructura organizacional definidos para la innovación, presupuesto anual asignado para actividades de I+D+i de al menos 0,3 % de las ventas brutas e introducción de innovaciones en el mercado.
- 17 El *World Management Survey* evalúa empresas de 34 países en 4 dimensiones: operaciones, objetivos, seguimiento y talento humano.
- 18 Países con instrumentos para incentivar las compras públicas para la innovación incluyen Australia, Canadá, Croacia, Corea, Latvia, Nueva Zelanda, Estonia, Grecia, Hungría, Turquía, Israel, Suecia, Holanda, Irlanda, Francia, Italia, Latvia, Japón, Austria, Chile, Costa Rica, Alemania, Lituania, Portugal y Tailandia.
- 4 Cirera, X.; Maloney, W.F. (2017). *The Innovation Paradox : Developing-Country Capabilities and the Unrealized Promise of Technological Catch-Up*. Washington, DC: World Bank.
- 5 Contraloría General de la República. (2016). Informe de la situación de las finanzas del Estado en 2016: resultados de Sistema General de Regalías 2015-2016. Bogotá: CGR.
- 6 Cornell University, Insead & World Intellectual Property Organization. (2014). *The Global Innovation Index 2014: The Human Factor in Innovation*. Ginebra: Insead y WIPO.
- 7 Cornell University, Insead & World Intellectual Property Organization. (2015). *The Global Innovation Index 2015: Effective Innovation Policies for Development*. Ginebra: Insead y WIPO.
- 8 Cornell University, Insead & World Intellectual Property Organization. (2016). *The Global Innovation Index 2016: Winning with Global Innovation*. Ginebra: Insead y WIPO.
- 9 Cornell University, Insead & World Intellectual Property Organization. (2017). *The Global Innovation Index 2017: Innovation Feeding the World*. Ginebra: Insead y WIPO.
- 10 Cornell University, Insead & World Intellectual Property Organization. (2018). *The Global Innovation Index 2018: Energizing the World with Innovation*. Ginebra: Insead y WIPO.
- 11 DANE. (2016). *Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica en el sector de servicios*. Bogotá: DANE.
- 12 DANE. (2017). *Encuesta de desarrollo e innovación tecnológica en la industria manufacturera*. Bogotá: DANE.
- 13 Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias. (2016). *Política para mejorar la calidad de las publicaciones científicas nacionales*. Documento No. 1601. Bogotá.
- 14 DNP. (2015a). *CONPES 3834: Lineamientos de política para estimular la inversión privada en ciencia, tecnología e innovación a través de deducciones tributarias*.
- 15 DNP. (2015b). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018: "Todos por un nuevo país"*. Bogotá: DNP.
- 16 DNP. (2016a). *Borrador CONPES: Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2016-2025*.
- 17 DNP. (2016b). *CONPES 3866: Política Nacional de Desarrollo Productivo*.
- 18 DNP. (2017). *Borrador CONPES: Política Nacional de Laboratorios*.
- 19 EC/OECD. (2014). *International Science, Technology and Innovation Policy (STIP) Database*.
- 20 Hekkert, M. P.; Suurs, R. A. A.; Negro, S.; Kuhlmann, S. & Smits, R. E. H. M. (2007). "Functions of Innovation Systems: A New Approach for Analysing Technological Change". *Technological Forecasting and Social Change*, 74(4): 413-432.
- 21 IMD. (2017). *IMD World Talent Report 2017*. Lausana: IMD World Competitiveness Center.



BIBLIOGRAFÍA

- 1 ANDI, iNNpuls & VTSAS. (2018). *Cierre de brechas de innovación y tecnología*.
- 2 Avvisati, F., G. Jacotin and S. Vincent-Lancrin (2013), "Educating higher education students for innovative economies: What international data tell us", *Tuning Journal for Higher Education*, Vol. 1/1.
- 3 Bekkers, R. & Bodas Freitas, I. M. (2008). "Analysing Knowledge Transfer Channels Between Universities and Industry: To What Degree do Sectors also Matter?". *Research Policy*, 37(10): 1837-1853.

- 22** Núñez, J. (2014). *Evaluación de impacto y análisis costo beneficio de los programas de formación de capital intelectual de Colciencias: Jóvenes Investigadores y becas de doctorados*. Fedesarrollo.
- 23** Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. (2018). *Indicadores de ciencia y tecnología 2017*. Bogotá: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología.
- 24** OCDE. (2013a), *Commercialising Public Research: New Trends and Strategies*. OECD Publishing.
- 25** OCDE. (2013b). *OECD Review of Innovation Policy: Colombia*. OCDE Publishing.
- 26** OCDE. (2014). *National Intellectual Property Systems, Innovation and Economic Development: With perspectives on Colombia and Indonesia*. OCDE Publishing.
- 27** OCDE. (2015). *OECD Science, Technology and Industry Scoreboard 2015: Innovation for growth and society*. París: OECD Publishing.
- 28** Paunov, C.; Planes-Satorra, S. & Moriguchi, T. (2017). "What Role for Social Sciences in Innovation? Re-Assessing How Scientific Disciplines Contribute to Different Industries". *OECD Science, Technology and Innovation Policy Papers* (45).
- 29** SCImago. (2016). The SCImago Journal & Country Rank. Recuperado de <http://www.scimagojr.com/>.
- 30** Statistical Office of the European Communities. (1997). Oslo Manual: Proposed Guidelines for Collecting and Interpreting Technological Innovation Data. OECD Publishing.
- 31** Superintendencia de Industria y Comercio. (2014). *Propiedad Industrial 2020*.
- 32** Youtie, J. (2017). *Colombia Manufacturing Survey*. Enterprise Innovation Institute. Georgia Tech.
-

