



COLCIENCIAS
Ciencia, Tecnología e Innovación



**TODOS POR UN
NUEVO PAÍS**
PAZ EQUIDAD EDUCACIÓN

Nº
012016

SERIE DE ESTUDIOS Y EVALUACIONES DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN





COLCIENCIAS
Ciencia, Tecnología e Innovación



Título:

Informe Ejecutivo
Evaluación de Impacto de los Instrumentos de la Política en Capital
Intelectual: Programas Jóvenes Investigadores y Becas Doctorado

Tipo de evaluación: Impacto

Fedesarrollo
Métrica consultores

Descripción de la evaluación:

Este documento presenta una revisión ejecutiva de los principales hallazgos de la evaluación realizada por Fedesarrollo en 2013 sobre los programas de capital intelectual

Para el apoyo a la formación doctoral, se analizaron impactos en términos de la producción científica, la productividad de las empresas y la generación de ingresos para los beneficiarios. Frente a la evaluación de jóvenes investigadores se identificaron impactos en términos de la producción científica generada por el joven en los grupos de investigación, y su continuidad en procesos de investigación. de igual forma, se realizan análisis cualitativos con los beneficiarios del programa y se estiman los costos y beneficios de este programa.

Año de realización: 2016

Palabras claves: Evaluación Impacto, Formación Doctores, Jóvenes Investigadores

Evaluación de Impacto y Análisis Costo Beneficio de los Programas de Formación de Capital Intelectual de Colciencias:

Jóvenes Investigadores y Becas de Doctorados

Resumen Ejecutivo

Introducción

Como parte de los objetivos estratégicos de Colciencias está promover el desarrollo tecnológico y la innovación en el país. Uno de los mecanismos empleados para tal fin es la formación de capital altamente calificado y la inserción del mismo en las instituciones que conforman el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Sin embargo, las cifras en cuanto a capital humano altamente calificado no son del todo alentadoras. En 2012 se graduaron 6.6 doctores por millón de habitantes en Colombia, lo que contrasta con los 70.7 doctores de Brasil, 43.7 de México, 31.2 de Chile y los 37.5 doctores que es el promedio de América Latina¹. De ahí la importancia de los programas de formación de investigadores de excelencia diseñados por Colciencias, a saber, Becas de Doctorado y Jóvenes Investigadores.

Los programas de formación de investigadores tienen como objetivo apoyar la creación y consolidación de una comunidad científica y tecnológica en el país, superando el rezago en capital humano avanzado y mejorando las capacidades en investigación e innovación. Así, el programa de Becas de Doctorado financia estudios en el país o en el exterior. Esta segunda modalidad tiene como fin formar profesionales a nivel de doctorado en universidades reconocidas internacionalmente, de modo tal que se pueda contar con capital humano altamente calificado que permita consolidar el sistema de formación de alto nivel en el país a partir de su experiencia, así como fortalecer los vínculos con universidades y centros de investigación en el exterior. La beca financia estudios por un máximo de cuatro años, y cubre los gastos de matrícula, seguro médico, sostenimiento mensual y tiquetes aéreos; todo esto hasta un valor máximo establecido por Colciencias en cada una de sus convocatorias. La financiación se entrega como un crédito educativo condonable, cuyas condiciones de condonación se establecen en cada convocatoria.

Ahora bien, como parte del componente de doctores nacionales Colciencias ofrece un crédito educativo condonable para estimular profesionales para que hagan doctorados en las mejores universidades del país y de paso ayudar a fortalecer los programas de doctorado nacional. Hasta 2012 la selección se realizó con base en las características de los aspirantes; en adelante, las universidades son las encargadas de realizar la selección de los programas empleando sus propios criterios y mecanismos de asignación. Tanto los doctorados nacionales como extranjeros van dirigidos a estudiantes que estén cursando el programa, que ya hayan sido admitidos o que aún estén sin admisión; adicionalmente, tienen como requisito la dedicación exclusiva y presencial de los beneficiarios y pueden llegar a condonar hasta el 100% del valor de la beca.

¹ Borrador Documento Conpes de la Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2016-2025

Por su parte, el programa Jóvenes Investigadores busca fortalecer las capacidades de investigación e innovación en jóvenes menores de 28 años recién graduados o con requisitos cumplidos para el grado y que estén interesados en actividades de investigación e innovación. Hasta 2012 la convocatoria para la selección de los beneficiarios estaba dirigida a entidades del SNCTI, las cuales postulaban a los jóvenes para que desarrollaran su proceso de formación como investigadores en un grupo de investigación. Actualmente, la convocatoria del programa está dirigida a grupos de investigación, quienes deben tener un proyecto de investigación con financiación garantizada, presentar un plan de formación para el joven investigador y asignarle un tutor. Los jóvenes que resultan beneficiados reciben una beca-pasantía de doce meses por un valor mensual equivalente a tres salarios mínimos, que son cofinanciados entre Colciencias y el grupo de investigación; durante este tiempo, los jóvenes deben ejecutar el plan de investigación presentado durante la convocatoria y cuyo líder es el investigador tutor, escribir un artículo científico publicable y estar vinculados al grupo de investigación. La entidad a la que pertenece el grupo de investigación realiza un convenio con Colciencias y adquieren compromisos con la entidad en cuanto a la designación del tutor, apoyo logístico y operativo para que el joven pueda adelantar su proceso de investigación, supervisión de las actividades descritas en los planes de trabajo y presentar el informe final de la ejecución del convenio entre otras.

En virtud de lo anterior, en este documento se presentan los resultados de la evaluación de impacto de los programas de Becas de Doctorado y Jóvenes Investigadores en variables como ingresos, publicaciones, estabilidad laboral, crédito, continuación de estudios, entre otros. Para ello se emplearon metodologías cuantitativas y cualitativas para llegar a una mejor comprensión de los efectos de los programas en sus beneficiarios. Adicionalmente, se realizó un análisis costo-beneficio a partir de los impactos encontrados, para determinar la eficiencia de ambos programas.

1. Marco general de la evaluación

Se evaluó el impacto de los programas de formación de capital humano avanzado sobre variables como ingresos, estabilidad laboral, acceso al crédito, productividad académica y continuidad de estudios. Para ello se emplearon técnicas de evaluación cuantitativas y cualitativas que permitieran una mejor aproximación y comprensión de los impactos. Para el análisis cuantitativo del programa de becas se utilizó información de los postulantes y beneficiarios del programa correspondientes al período 1992-2012. Adicionalmente, se emplearon las bases de GrupLac y CvLac para tener datos suficientes sobre la hoja de vida académica de los individuos y grupos de investigación. También se empleó la Planilla Integrada de Liquidación de Aportes (PILA) del Ministerio de Salud disponible a partir del segundo semestre de 2008 y hasta 2013, de donde se pudo obtener la información del Ingreso Base de Cotización (IBC) y de la estabilidad laboral, medida esta como el número promedio de meses cotizados. El análisis tuvo en cuenta información de la base de datos de Supersociedades para obtener resultados de las empresas que contratan y no contratan a doctores. Por último, se empleó la base de datos de créditos del Banco de la República para determinar el impacto del programa en acceso al crédito, la cual está disponible

entre 1992 y 2009. Para el análisis del programa de Jóvenes investigadores se emplearon las bases de datos de beneficiarios del programa entre 2004 y 2012 y la base de datos de GrupLac.

Adicional a lo anterior, se recolectó información de carácter cualitativo para profundizar, comprender y complementar los resultados cuantitativos. Se realizaron entrevistas semiestructuradas y grupos focales para conocer las percepciones, opiniones y expectativas de los actores involucrados en las diferentes etapas de la implementación del programa de becas. Las entrevistas se realizaron con directores de grupos de investigación y programas de doctorado, vicerrectorías de investigación y directivos de empresas que emplean al menos una persona con formación doctoral. Entre tanto, los grupos focales se realizaron con beneficiarios del programa de becas doctorales que ya habían finalizado sus estudios, así como con jóvenes investigadores beneficiarios del programa de Colciencias. El trabajo de campo cualitativo se realizó en cinco ciudades: Bogotá, Cali, Medellín, Barranquilla y Bucaramanga.

2. Programa de Becas Doctorales

Se emplearon principalmente métodos de emparejamiento de beneficiarios y no beneficiarios para estimar los impactos insesgados del programa. Esta técnica econométrica busca establecer correspondencia entre individuos del grupo de tratamiento y control; es decir, el objetivo es encontrar un grupo que no se benefició del programa con características similares a cada beneficiario, luego de ello se estima el impacto promedio del programa. En términos generales, la metodología requiere: i) seleccionar una muestra representativa de beneficiarios y no beneficiarios, ii) estimar la probabilidad de participación en el programa con base en un conjunto de variables que pueda estar relacionado con ella, de ahí se calcula una probabilidad o *propensity score* para cada individuo; iii) determinar un soporte común, iv) encontrar para cada individuo tratado uno o un conjunto de individuos de control que tengan un *propensity score* similar, posteriormente se calcula el promedio de la variable de impacto para los controles; v) calcular la diferencia entre el valor del beneficiario y sus controles, lo cual representa la ganancia del programa para cada observación. El promedio de estas ganancias constituye el impacto promedio del programa.

Lo anterior necesita una buena definición de los grupos de tratamiento y control. En el marco de la evaluación del programa de becas doctorales estos se definieron con base en personas que a pesar de haber sido aceptadas en el programa, no recibieron la intervención. En el grupo de tratamiento se seleccionaron personas beneficiarias como: i) aprobado en período de gracia, ii) en reembolso, iii) período de gracia, iv) proceso de evaluación, v) segunda fase de condonación y vi) terminada. Por el lado del grupo de control, se seleccionaron personas que fueron aceptados pero que aparecen catalogados como: i) aplazada, ii) cancelación en reembolso, iii) cancelada, iv) no utilizada y v) sin admisión. Con base en esta definición se pueden eliminar algunos sesgos que pueden aparecer en la estimación de impacto, específicamente, se elimina el sesgo de selección en la medida en que tanto tratamiento como control se postularon al programa.

En total, luego de realizar los cruces entre la base de datos de beneficiarios y la PILA se contó con un total de 1.878 personas, 1.421 en el grupo de tratamiento y 457 en el grupo de control. En el primer panel de la Tabla 1 se muestra la distribución de los beneficiarios y no beneficiarios según género, encontrándose que el número de hombres que aplican al programa de becas de doctorado de Colciencias es casi el doble que el número de mujeres. Adicionalmente, en la misma tabla se observa que una mayor proporción de personas aplica a becas en el exterior, 56% frente al 44% de personas que aplican a becas de doctorado en el país.

Tabla 1. Distribución de tratados y controles según género y ámbito de la beca

Tratamiento	Género		Ámbito		Total
	Femenino	Masculino	Exterior	Nacional	
Control	182	275	257	200	457
	27.58	22.58	24.41	24.24	24.33
Tratamiento	478	943	796	625	1,421
	72.42	77.42	75.59	75.76	75.67
Total	660	1,218	1053	825	1,878
	100	100	100	100	100

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias y PILA

En la Tabla 2 se presenta la distribución de los beneficiarios y los controles según área de conocimiento. En el caso de los tratados, la mayoría realizó su programa en el área de ingeniería y tecnología, seguido del área de ciencias naturales y en menor medida las ciencias médicas y de la salud. Esto es similar para los controles quienes, sin embargo, participan en mayor medida en las áreas de humanidades y ciencias agrícolas.

Tabla 2. Distribución de tratados y controles según área de conocimiento

Área	Control	Tratamiento
Ciencias Naturales	32.39	32.84
Ingeniería y Tecnología	32.86	35.62
Ciencias Médicas	11.74	18.37
Ciencias Agrícolas	5.63	0.93
Ciencias Sociales	10.8	9.83
Humanidades	6.57	2.41
Total	100	100

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias y PILA

a. Impactos en ingresos, estabilidad laboral y productividad académica

En primer lugar, se realizaron pruebas de diferencias de medias para las variables de interés para conocer si el valor medio de dos muestras difiere entre sí. Estas diferencias de medias no tienen en cuenta ningún control, por lo que no pueden considerarse como impacto del programa. En la Tabla 3 se presentan las diferencias de medias entre tratamiento y control para el programa de becas doctorales de Colciencias, se encuentra que los beneficiarios ganan en promedio cerca de

\$870.000 más que las personas del grupo de control, ocho meses de cotización más y publican más de once artículos que las personas del grupo de control. Cuando las diferencias se realizan sólo entre hombres tratados y controles (panel B), los beneficiarios ganan \$1.000.000 más que los no tratados, cotizan siete meses más y publican doce artículos adicionales. Al comparar sólo las mujeres (panel C), aquéllas que pertenecen al grupo de tratamiento ganan \$500.000 pesos más que las del grupo de control, cotizan 10 meses más que las del grupo de control y publican poco más de nueve artículos en revistas indexadas.

Tabla 3. Diferencias de medias, grupo de tratamiento vs. Control

A. Tratamiento vs. Control				
Outcome	Tratamiento	Control	Dif	t
Ln IBC	14.5864	14.0712	0.515***	-6.92
IBC	2,161,602	1,291,403		
Meses Cotizados	55.25	46.58	8.675***	-8
Artículos Publicados	20.16	8.99	11.17***	-9.26
B. Tratamiento vs. Control (Hombres)				
Outcome	Tratamiento	Control	Dif	t
Ln IBC	14.6426	14.0094	0.633***	-5.7
IBC	2,286,699	1,213,926		
Meses Cotizados	54.47	46.87	7.608***	-5.35
Artículos Publicados	21.92	10.14	11.78***	-7.3
C. Tratamiento vs. Control (Mujeres)				
Outcome	Tratamiento	Control	Dif	t
Ln IBC	14.4888	14.1524	0.336***	-4.06
IBC	1,960,578	1,400,612		
Meses Cotizados	56.6	46.2	10.40***	-6.17
Artículos Publicados	16.7	7.26	9.439***	-5.46

Niveles de significancia: *** Significancia al 1%, ** Significancia al 5%, * Significancia al 10%

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias, PILA y CvLac

Ahora bien, aplicando PSM se encuentra que, en promedio, las personas del grupo de tratamiento tienen un IBC mayor que las personas que pertenecen al grupo de control (ver Tabla 4). Es decir, aquellas personas que terminaron su doctorado financiados con una beca de Colciencias tienen un salario 48% por encima del reportado por las personas que a pesar de haber aplicado a una beca de Colciencias, no terminaron su doctorado; el diferencial en el salario es de 0.3897 en escala logarítmica o de \$615,326. Esta diferencia se mantiene cuando se compara los hombres del grupo de tratamiento contra los hombres del grupo de control, mientras que para las mujeres no se observa tal diferencia en el IBC. En cuanto al tipo de la beca (doctorados en el extranjero o en el país), los resultados muestran que cuando se comparan las personas que pertenecen al grupo de tratamiento y que realizaron sus estudios en el extranjero con el grupo de control sin diferenciar por ámbito, se encuentra una diferencia positiva en el IBC a favor de las personas del grupo de tratamiento. Por último, no se encuentra ningún impacto en términos de IBC para las personas

que acceden al programa de becas de doctorado de Colciencias en la modalidad de ámbito nacional.

Respecto al número de meses cotizados a la PILA entre julio de 2008 y diciembre de 2013, no se encuentran impactos estadísticamente significativos entre los grupos de tratamiento y control; esta variable es muy importante dado que da cuenta de la estabilidad laboral de las personas, tanto en el empleo, como en la seguridad social y su ahorro pensional. El resultado se mantiene al comparar hombres beneficiarios y no beneficiarios y cuando la comparación se realiza entre mujeres de ambos grupos.

Estos resultados no sorprenden si se tiene en cuenta las percepciones reportadas por los beneficiarios en los grupos focales. Según ellos, los esfuerzos para adelantar estudios de doctorado son subvalorados social y culturalmente y son poco remunerados en el mercado laboral. Si bien muchos doctores opinaron que reciben mayores ingresos y mayor estabilidad gracias al título; hay otros que manifestaron que esta no es una inversión rentable en la medida en que muchas personas con menos años de educación tienen muchos mejores ingresos. Más aún, hay quienes mencionaron que no hay suficiente oferta de plazas doctorales en el país en condiciones adecuadas.

Tabla 4. Impactos del Programa Becas de Doctorado

Outcome	Total	Mujeres	Hombres	Exterior	Nacional
Ln IBC	0.3897*	0.0020	0.6020*	0.3151*	0.1982
T	1.68	0.01	1.93	1.73	0.86
Meses Cotizados	-0.9334	-0.3618	-1.9296	-17.0909	-1.8376
T	-0.41	-0.11	-0.54	-2.04	-0.74
Artículos Publicados	5.714***	2.281	6.373***	6.931**	5.718***
T	3.93	0.88	3.18	2.06	3.63

*Niveles de significancia: *** Significancia al 1%, ** Significancia al 5%, * Significancia al 10%*

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias, PILA y CvLac

Con relación al número de artículos publicados en revistas indexadas, los resultados muestran que en general las personas que pertenecen al grupo de tratamiento publican 5.714 (63.6%) artículos de más que las personas que pertenecen al grupo de control. El resultado es similar cuando se comparan únicamente los hombres del grupo de tratamiento contra los hombres del grupo de control y para todos los ámbitos de las becas. Sin embargo, no se encuentra un impacto en esta variable cuando se comparan únicamente las mujeres de los grupos de tratamiento y control (ver Tabla 4).

Un hecho destacado del programa de becas es que ha incidido en el incremento en la productividad académica, pues ha facilitado la apertura de nuevos doctorados y líneas de investigación. Adicional a ello, los doctores entrevistados se encuentran satisfechos con la aplicación de habilidades, experiencia y herramientas en el desarrollo de laboratorios, plataformas y líneas investigativas ajustadas a las consideraciones, necesidades y posibilidades nacionales. Sin

embargo, varios factores pueden estar limitando los resultados en cuanto a producción académica. En particular, existen dificultades para que los doctores que estudiaron en el exterior se adapten a la realidad de la investigación en Colombia: bajos recursos, infraestructura inadecuada y muchos trámites para acceder a fuentes de financiamiento.

Ahora bien, los impactos en publicaciones son más altos para quienes estudiaron doctorado en el extranjero que en Colombia. En promedio, los beneficiarios de becas en el exterior tuvieron 6.93 publicaciones más que sus pares del grupo de control; mientras que los beneficiarios de becas nacionales tuvieron 5.72 artículos más que sus controles (ver Tabla 4). Esto puede deberse a que en los programas de doctorados nacionales persisten limitaciones en disponibilidad de equipos y masa crítica para avanzar en temas de investigación y se pueden acceder a menos redes que cuando se realiza un doctorado en el exterior. Entre tanto, quienes estudian en el exterior pueden profundizar en temáticas y problemas de investigación que aún no están lo suficientemente desarrollados en el país, con el costo de pérdida de pertinencia de las investigaciones para las necesidades de desarrollo del país.

b. Impacto del programa sobre la productividad de las empresas que contratan doctores

Adicionalmente, se estimó el impacto del programa de becas de doctorado de Colciencias sobre la productividad de las empresas que contratan a los doctores beneficiarios del programa. La información se obtuvo de la base de datos de Supersociedades de 2012 y se tomó como grupo de tratamiento a aquellas empresas que tuvieran al menos a una persona que hubiera sido beneficiaria de la beca. Estas empresas se obtuvieron a partir del NIT reportado para cada observación de la PILA, base de datos que ya se había cruzado con los postulantes y beneficiarios del programa de becas. En caso de que la firma no tuviera al menos una persona tratada, se consideraba como un control para las estimaciones de productividad de las empresas. En total, se contó con 750 firmas, 400 de tratamiento y 350 de control. En la Tabla 5 se presenta la distribución sectorial de las empresas según su código CIIU, puede observarse que la mayoría de las empresas pertenecían al sector manufacturero, seguido del sector de actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler y de la explotación de minas y canteras.

Tabla 5. Distribución sectorial de las firmas analizadas

Sector	Porcentaje
Agricultura, ganadería, caza y silvicultura	2.81
Explotación de minas y canteras	10.96
Industrias manufactureras	47.41
Construcción	1.63
Comercio	11.7
Hoteles, restaurantes, transporte, almacenamiento y comunicaciones	3.11
Intermediación financiera	2.67
Actividades inmobiliarias, empresariales y de alquiler	17.63
Otras actividades de servicios	2.07

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias, PILA y Supersociedades

De la base de datos de Supersociedades se tomaron variables relacionadas con las utilidades de la empresa o con las pérdidas y ganancias como variables de resultados, pues permiten tener un indicio de la productividad de las firmas. Tal como se presenta en la Tabla 6, no se encuentra ningún impacto en las variables de interés.

Tabla 6. Impacto del programa de Becas de Doctorado en la Productividad de las Empresas

Tratamiento	
Utilidad Bruta	-0.1108
t	-0.46
Utilidad Operacional	0.3727
t	0.95
Pérdidas y Ganancias	-0.3120
t	-0.88

*Niveles de significancia: *** Significancia al 1%, ** Significancia al 5%, * Significancia al 10%*

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias, PILA y Supersociedades

En general, las empresas que en algún momento contrataron personas que realizaron sus estudios de doctorado financiadas por el programa de becas de doctorado de Colciencias tienen una productividad similar a aquellas firmas que contrataron a personas que a pesar de haber aplicado al programa, no culminaron sus estudios. De acuerdo con las opiniones de los doctores en los grupos focales, la articulación de la investigación con el sector empresarial es inexistente o difícil de alcanzar, las oportunidades para desarrollar actividades de investigación en el sector productivo son pocas y restringidas.

Otra explicación para la ausencia de impactos en este componente es que los resultados de la incorporación de doctores pueden ser de muy largo plazo, incluso los altos costos de la implementación de actividades de investigación y desarrollo pueden estar limitando los efectos. Cuando una firma contrata un doctor es porque espera potencializar sus actividades de investigación y liderar procesos orientados a las necesidades de la compañía: reducción de costos, mejoramiento de la productividad y obtención de innovaciones; sin embargo, estos resultados pueden no ser inmediatos. Es de destacar que las compañías que han contratado doctores se encuentran satisfechas con la vinculación de doctores, pues esto les permite tener acceso a redes de conocimiento y facilitar la solución de problemas concretos para la empresa. No obstante, también destacan los altos costos de la contratación de personas con formación doctoral y la falta de infraestructura y recursos para llevar a cabo las actividades de investigación, lo cual es necesario para mejorar la efectividad de incluir doctores a la compañía.

c. Impacto del programa en el acceso al crédito

Por último, se realizaron ejercicios para determinar el impacto del programa en el acceso al crédito de los beneficiarios. Para ello se utilizó la información de créditos del Banco de la República; como esta información está disponible entre 1992 y 2012, fue posible realizar estas estimaciones empleando el método de diferencias en diferencias, el cual es una metodología

mucho más robusta dado que permite eliminar efectos no observables. Las estimaciones también se realizaron empleando PSM, para validar qué tan diferentes dan los resultados comparando ambos métodos.

En la Tabla 7 se presentan los resultados de las estimaciones empleando PSM y diferencias en diferencias condicionado para el período 2004-2009. Los primeros cuatro resultados (filas) de la tabla son los resultados de las estimaciones mediante PSM y los restantes cuatro resultados corresponden al de las diferencias en el tiempo y entre grupos de tratamiento y control. En la cuarta columna se presentan los impactos estimados. En general, se encuentran impactos positivos para los beneficiarios en las variables relacionadas con acceso al crédito: el número de créditos es 0.439 más alto que el de los controles y el número de créditos con capital positivo para los beneficiarios está 0.512 por encima si se comparan con los controles. Al comparar las estimaciones de diferencias en diferencias con las de PSM se encuentra que son bastantes similares tanto en la dirección como en el nivel de significancia, a pesar de que varía la magnitud del coeficiente, esto permite tener mayor confianza en los impactos estimados en salario, estabilidad laboral y producción académica.

Tabla 7. Impacto en acceso a créditos del programa de becas de doctorado de Colciencias (2004-2009)

Variable		Media Controles (d.e.)	Coeficiente MCO, Sin Controles	Coeficiente MCO, Con Controles	Coeficiente Dif-Dif(s.e)
Número de Créditos	<i>Coeficiente</i>	1.308	0.483	0.468	0.381
	<i>d.e./e.e.</i>	(1.527)	(0.14)**	(0.14)**	(0.156)**
	<i>Observac.</i>	156	754	754	754
Número de Créditos con Capital Positivo	<i>Coeficiente</i>	1.199	0.502	0.483	0.440
	<i>d.e./e.e.</i>	(1.504)	(0.138)***	(0.139)**	(0.152)**
	<i>Observac.</i>	156	754	754	754
Capital adeudado (Mlls.)	<i>Coeficiente</i>	21.313	3.300	2.775	5.760
	<i>d.e./e.e.</i>	(61.479)	(5.271)	(5.498)	(4.365)
	<i>Observac.</i>	156	754	754	754
Intereses adeudados (Mlls.)	<i>Coeficiente</i>	0.316	-0.106	-0.128	0.000
	<i>d.e./e.e.</i>	(1.994)	(0.16)	(0.182)	(0.058)
	<i>Observac.</i>	156	754	754	754
Dif. Número de Créditos	<i>Coeficiente</i>	0.776	0.479	0.554	0.439
	<i>d.e./e.e.</i>	(1.564)	(0.143)**	(0.145)***	(0.156)**
	<i>Observac.</i>	156	754	754	754
Dif. Número de Créditos con Capital Positivo	<i>Coeficiente</i>	0.679	0.516	0.587	0.512
	<i>d.e./e.e.</i>	(1.553)	(0.142)***	(0.145)***	(0.156)**
	<i>Observac.</i>	156	754	754	754
Dif. Capital adeudado (Mlls.)	<i>Coeficiente</i>	18.609	4.017	4.194	6.710
	<i>d.e./e.e.</i>	(60.361)	(5.188)	(5.414)	(4.39)

	Observac.	156	754	754	754
Dif. Intereses adeudados (Mlls.)	<i>Coeficiente</i>	0.294	-0.109	-0.122	0.001
	<i>d.e./e.e.</i>	(1.983)	(0.159)	(0.182)	(0.057)
	<i>Observac.</i>	156	754	754	754

Niveles de significancia: *** Significancia al 1%, ** Significancia al 5%, * Significancia al 10%

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias y Base de créditos del Banco de la República

También se estimaron impactos por género, donde se encontró que los impactos para las mujeres son mucho más altos que los de los hombres (ver Tabla 8); mientras los hombres tratados acceden casi en un 40% más que los hombres del grupo de control a créditos formales, las mujeres lo hacen cerca de 80% más. Además, para las mujeres se encuentran impactos positivos en el capital adeudado y en los intereses adeudados, efectos que no son estadísticamente significativos para los hombres. Los impactos en las mujeres son de 18,600 millones en el capital adeudado y de 150,000 en los intereses adeudados.

Tabla 8. Impactos de hombres y mujeres en acceso a créditos del programa de becas de doctorado de Colciencias (2004-2009)

		Mujeres				Hombres			
Variable		Media Controles Mujeres (d.e.)	Coeficiente MCO, Sin Controles (e.e.)	Coeficiente MCO, Con Controles (e.e.)	Coeficiente Dif-Dif(s.e)	Media Controles Hombres (d.e.)	Coeficiente MCO, Sin Controles (e.e.)	Coeficiente MCO, Con Controles (e.e.)	Coeficiente Dif-Dif(s.e)
Número de Créditos	<i>Coeficiente</i>	1.169	0.383	0.407	0.534	1.407	0.524	0.533	0.391
	<i>d.e./e.e.</i>	-1.496	(0.212)*	(0.225)*	(0.245)**	-1.549	(0.185)**	(0.187)**	(0.194)**
	<i>Observac.</i>	65	286	286	286	91	468	468	468
Número de Créditos con Capital Positivo	<i>Coeficiente</i>	1.062	0.423	0.473	0.794	1.297	0.531	0.534	0.394
	<i>d.e./e.e.</i>	-1.467	(0.209)**	(0.221)**	(0.241)**	-1.531	(0.183)**	(0.187)**	(0.187)**
	<i>Observac.</i>	65	286	286	286	91	468	468	468
Capital adeudado (Mlls.)	<i>Coeficiente</i>	12.389	3.865	5.937	14.954	27.687	1.826	1.523	3.538
	<i>d.e./e.e.</i>	-40.05	-5.435	-4.586	(5.323)**	-72.596	-8.05	-8.485	-6.299
	<i>Observac.</i>	65	286	286	286	91	468	468	468
Intereses adeudados (Mlls.)	<i>Coeficiente</i>	0.131	0.011	0.029	0.135	0.449	-0.199	-0.226	-0.147
	<i>d.e./e.e.</i>	-0.433	-0.057	-0.043	(0.048)**	-2.583	-0.271	-0.294	-0.104
	<i>Observac.</i>	65	286	286	286	91	468	468	468
Dif. Número de Créditos	<i>Coeficiente</i>	0.538	0.552	0.658	0.795	0.945	0.405	0.544	0.419
	<i>d.e./e.e.</i>	-1.705	(0.237)**	(0.243)**	(0.251)**	-1.44	(0.175)**	(0.181)**	(0.199)**
	<i>Observac.</i>	65	286	286	286	91	468	468	468
Dif. Número de Créditos con Capital Positivo	<i>Coeficiente</i>	0.446	0.617	0.758	1.076	0.846	0.427	0.561	0.445
	<i>d.e./e.e.</i>	-1.714	(0.238)**	(0.243)**	(0.258)**	-1.414	(0.172)**	(0.18)**	(0.194)**
	<i>Observac.</i>	65	286	286	286	91	468	468	468

Dif. Capital adeudado (Mlls.)	<i>Coficiente</i>	8.911	5.911	9.169	18.603	25.537	1.665	2.29	4.779
	<i>d.e./e.e.</i>	-43.906	-5.868	(5.473)*	(6.312)**	-69.193	-7.719	-8.189	-6.21
	<i>Observac.</i>	65	286	286	286	91	468	468	468
Dif. Inter. adeudados (Mlls.)	<i>Coficiente</i>	0.101	0.022	0.053	0.151	0.433	-0.211	-0.227	-0.148
	<i>d.e./e.e.</i>	-0.444	-0.059	-0.045	(0.049)**	-2.567	-0.269	-0.292	-0.103
	<i>Observac.</i>	65	286	286	286	91	468	468	468

*Niveles de significancia: *** Significancia al 1%, ** Significancia al 5%, * Significancia al 10%*

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias y Base de créditos del Banco de la República

3. Impactos del Programa Jóvenes Investigadores

También se estimaron los impactos cuantitativos del programa jóvenes investigadores de Colciencias en variables como continuación de estudios y productividad de los grupos de investigación que integran los jóvenes. Para esto se realizó un cruce de la base de datos de beneficiarios del programa de jóvenes investigadores (2004-2012) con la base de datos de GrupLac que cuenta con toda la información de los grupos de investigación que se encuentran registrados en Colciencias. Una aclaración importante es que para la información de GrupLac se contó con un corte a 2012, por lo que no es posible diferenciar los impactos acumulados del programa en los grupos de investigación. En este sentido, un grupo que haya contado con jóvenes investigadores en años posteriores pero no los tenga al momento del corte de la información, será clasificado en el grupo de control, y se desconocerán los impactos acumulados.

Al realizar el cruce de la base de datos de los beneficiarios del programa Jóvenes Investigadores con la base de datos de GrupLac se encontró que los jóvenes se concentran en el 18% de los grupos (de un total de 14.906); de ahí que se definiera como tratamiento a los grupos de investigación que contaron con jóvenes investigadores (2.713 grupos) y como grupo de control a los que no (12.193 grupos). En la Tabla 9 se presentan la distribución de grupos beneficiarios y controles según área de conocimiento. La mayor proporción de los grupos de investigación se circunscriben al área de ciencias sociales, lo que no se mantiene para los grupos beneficiarios que en mayor proporción están ubicados en el área de ciencias naturales, seguido por las ciencias sociales y las ingenierías.

Tabla 9. Distribución de los grupos de investigación según área de conocimiento

Área de conocimiento	Controles	Beneficiarios	Total
Ciencias Agrícolas	3.6	7.58	4.34
Ciencias Médicas y de la Salud	15.13	12.91	14.72
Ciencias Naturales	14.73	26.83	16.99
Ciencias Sociales	43.34	25.86	40.07
Humanidades	9.86	7.15	9.36
Ingeniería y Tecnología	13.33	19.68	14.52
Total	100	100	100

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias y GrupLac

En la Tabla 10 (panel A) se presentan algunas diferencias de medias entre los grupos que cuentan con jóvenes investigadores (tratados) y los que no. Se encuentra que el porcentaje de grupos reconocidos dentro del grupo de tratamiento es nueve puntos porcentuales más alto si se comparan con los grupos no beneficiarios; adicionalmente, los grupos que incorporan jóvenes de investigación publican un promedio de 28 artículos adicionales. Al estimar los impactos mediante PSM para estas dos variables se encuentran impactos positivos y significativos de contar con jóvenes investigadores para el reconocimiento de los grupos de tratamiento (5.3%). Adicionalmente, los grupos beneficiarios publican 12.34 más artículos que los grupos de control (ver Tabla 10, panel B). Esto es positivo y es esperable dadas las condiciones del programa, el cual establece que como resultado del proyecto de investigación se derive un artículo publicable. Se destaca también que esta condición ayuda a que los jóvenes adquieran habilidades para la escritura de artículos académicos para publicar en el futuro.

Tabla 10. Diferencias de medias e impacto del Programa Jóvenes Investigadores para grupos de investigación

A. Diferencia de medias					B. Impacto	
Outcome	Tratamiento	Control	Dif. Medias	t	Coefficiente	t
Reconocidos	0.944	0.851	0.0932***	-22.28	0.05346***	-3.97
Artículos	143	115	28***	-15.63	12.34*	-1.69

Niveles de significancia: *** Significancia al 1%, ** Significancia al 5%, * Significancia al 10%

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias y GrupLac

Adicionalmente, se estimaron los impactos del programa en la continuación de los estudios de los jóvenes investigadores. En el panel A de la Tabla 11, se evidencia que una mayor proporción de jóvenes en el grupo de tratamiento continúa sus estudios, en comparación con el grupo de control (0.453 frente a 0.414). Sin embargo, cuando se emparejan los jóvenes mediante PSM dicha diferencia no es estadísticamente significativa (ver Tabla 11, panel B). Es decir, tanto los jóvenes que se beneficiaron de la beca como los que se postularon para la beca pero que no la obtuvieron tienen una probabilidad similar de continuar sus estudios. Este resultado se sustenta con la información analizada de los grupos focales. Si bien algunos jóvenes continuaron sus estudios de doctorado, pues el programa les facilitaba el acceso a un círculo de investigadores que les permitía enterarse de oportunidades de posgrado; muchos otros se mostraron indecisos dado que consideran que dicho sacrificio no es valorado por fuera de la academia y que las posibilidades laborales pueden llegar a ser muy complicadas.

Tabla 11. Diferencias de medias e impacto del Programa Jóvenes Investigadores

A. Diferencia de					B. Impacto	
Outcome	Tratamiento	Control	Dif.	t	Coefficiente	t
Continúan	0.453	0.414	0.039**	-2.28	0.0152	-1.27

Niveles de significancia: *** Significancia al 1%, ** Significancia al 5%, * Significancia al 10%

Fuente: Cálculos propios con base en Colciencias y GrupLac

En general, los jóvenes manifestaron sentirse satisfechos desarrollando investigación y, en particular, con su participación en el programa; la gran mayoría trabajó en temas afines a sus intereses, lo que les permitió apasionarse con la investigación. Los jóvenes destacan varios aspectos positivos del programa: la independencia para adelantar las actividades de investigación, el aprendizaje de habilidades particulares a cada tema, la flexibilidad horaria y los recursos que en muchos casos permitieron que los jóvenes adelantaran sus estudios de maestría mientras estaban en el programa. Pero también destacan problemas relacionados con la plataforma para enviar los documentos de la aplicación, falta de claridad que algunos jóvenes perciben para definir el banco de elegibles, demora en la contratación, retrasos en el desembolso de los recursos, sobre todo en el primer mes, fallas en el seguimiento de las labores de investigación de los jóvenes, falta de vinculación de los jóvenes una vez termina el programa, al respecto, muchos mencionaron que la experiencia de ser jóvenes no ayuda a conseguir trabajo en el sector productivo.

4. Análisis Costo-Beneficio

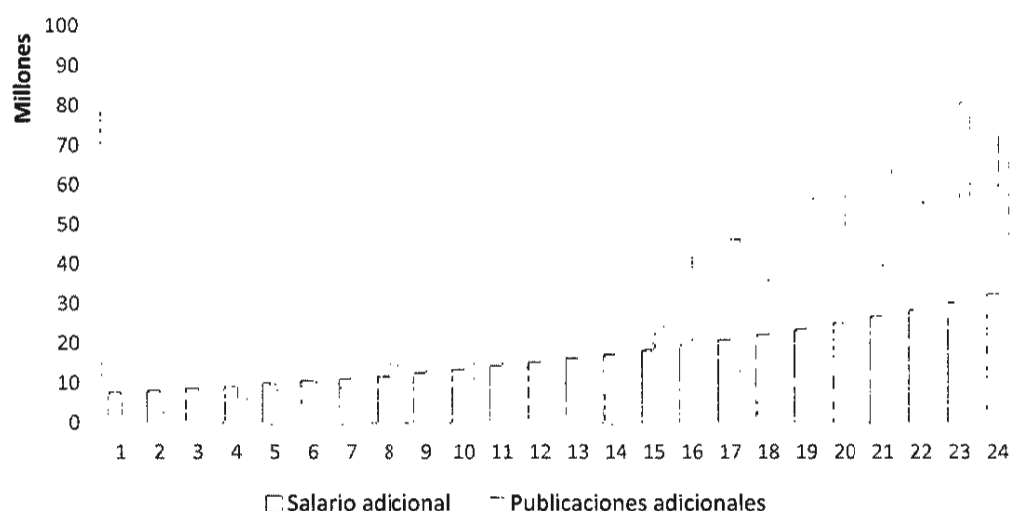
Se realizó un análisis costo beneficio (ACB) de los dos programas de Formación de Capital Intelectual de Colciencias. Este tipo de análisis tiene como objetivo principal proporcionar una medida de rentabilidad de un programa, para ello es necesario: i) monetizar los flujos de costos y beneficios de la intervención, ii) calcular el valor presente neto (VPN), que no es más que la sumatoria de la diferencia entre beneficios y costos de cada período traídos a valor presente, teniendo en cuenta una tasa social de descuento, y iii) calcular la tasa interna de retorno (TIR), que es el valor que iguala el VPN a cero y mide la rentabilidad de la inversión realizada.

Para el cálculo de los costos se tuvieron en cuenta los gastos directos del programa, estos son, los de inversión y funcionamiento. Si bien el costo de oportunidad en que incurren los beneficiarios es un factor importante a considerar, dicho factor no fue incluido en el análisis puesto que en el caso de los jóvenes, el incentivo mensual ofrecido por el programa es competitivo si se compara con el promedio salarial de jóvenes recién graduados; y en el caso de los doctores, porque el salario según la información de la PILA da cuenta de que los salarios promedios recibidos por los postulantes es inferior al giro para sostenimiento mensual recibido por los beneficiarios. Así, teniendo en cuenta los costos de funcionamiento de los programas y su costo administrativo, se estimó que el costo total por usuario incluyendo tanto el dinero destinado a la financiación de la beca como a los trámites administrativos fue de \$318.248.068 para los beneficiarios de doctorado y de \$15.068.248 para el programa de jóvenes investigadores.

Por su parte, los beneficios se monetizaron teniendo en cuenta los objetivos de los programas planteados por Colciencias y los resultados de la evaluación de impacto. En el caso de los doctores, se cuantificaron los beneficios salariales y de producción académica arrojados en la evaluación de impacto. Así, los beneficiarios ganan cerca de \$615.326 más que el grupo de control, diferencial que puede recibirse durante 24 años más, puesto que la edad promedio de los becarios al finalizar el programa doctoral es 36 años y la edad de jubilación en Colombia es de 59.5 años. Adicionalmente, se tuvo en cuenta que según la evaluación realizada un becario de Colciencias

publica 1.14 artículos más al año que un individuo del grupo de control y que estos pueden ser percibidos durante toda su vida laboral después de terminar el programa, esto se monetizó teniendo en cuenta el sistema de puntos salariales del Decreto 1279 de 2002 y el valor de cada punto salarial que para 2014 fue de \$10.745. Teniendo en cuenta esto y un incremento promedio del salario mínimo legal vigente de 6.6% anual, el incremento promedio en el valor promedio del puntaje salarial entre 2008 y 2014 (4.28%), el puntaje promedio obtenido por cada artículo publicado y el máximo permitido (275), se proyectaron los ingresos adicionales de los doctores a lo largo de su vida, los cuales se presentan en la Figura 1.

Figura 1. Proyecciones de salarios e ingresos adicionales por publicaciones adicionales para doctores



Considerando estas proyecciones y trayéndolas a valor presente se encuentra que el valor presente de los beneficios del programa de doctorados es de \$811.290.775; lo que, descontando los costos mencionados anteriormente de \$318.248.068, arroja un VPN de \$493.042.707 y una TIR de 6.74% para el programa de becas de doctorado.

En el caso de los jóvenes, la evaluación de impacto arrojó que los grupos de investigación que vinculan personas del programa publican 2.47 artículos más al año que su grupo de comparación. Este impacto se monetizó como el valor monetario adicional que pueden ganar los autores por los artículos o patentes que desarrollen dentro del grupo de investigación, teniendo en cuenta el puntaje promedio que anualmente una publicación o desarrollo científico pueden generar en una universidad pública, los diferentes tipos de revistas indexadas y sus puntajes asociados, así como el valor en pesos de cada punto; se encuentra que el salario adicional mensual por autor puede llegar a ser de \$252.131. Así, se supuso que se les otorga a los investigadores un bono salarial una sola vez equivalente a 23 puntos salariales por las 2.47 publicaciones adicionales del grupo.

Adicionalmente, los jóvenes becarios reciben un salario por parte de Colciencias que es \$262.025 por encima de los recién graduados, es decir, más de tres millones de pesos al año por becario. También se incluyó entre los beneficios que el programa de formación intelectual le genera al joven un año de experiencia, lo que en el mercado laboral puede representar un 2.3% salario adicional con respecto al salario promedio del mercado; asumiendo que los beneficiarios serán recompensados por su experiencia, se concluye que podrían ganar \$372.730 más que un recién egresado.

También se tuvo en cuenta que los jóvenes podrían realizar estudios de doctorado, terminar sus estudios doctorales y recibir ingreso en el futuro por esto. Suponiendo que a partir del año 10 luego de finalizada la beca y de haber terminado estudios doctorales el joven empieza a recibir los ingresos adicionales por publicaciones y salarios de un doctor y asumiendo que el costo promedio de un doctorado es igual al costo promedio de la beca de Colciencias, se encuentra un VPN de \$465.647.517 y una tasa de retorno de 8.75% para el programa de jóvenes investigadores. Si se tiene en cuenta que los jóvenes no necesariamente hacen el doctorado a través de una beca de Colciencias y que esta entidad no tendría que asumir ese costo en todas las ocasiones, se disminuyen los costos y el VPN sería de \$728.262.490 con una TIR asociada de 23,53%.

5. Conclusiones

Las estimaciones de impacto del programa de Becas de Doctorado arrojaron impactos positivos en ingresos, producción académica y acceso al crédito. Del análisis cualitativo se destacaron resultados muy positivos en términos de formación de masa crítica de investigadores, apertura de nuevas líneas de investigación y la generación de demanda para los programas de doctorado nacional. En contraste, no se encontraron impactos en la estabilidad laboral de los beneficiarios, ni en la productividad de las firmas. Esto puede deberse a que no hay suficiente articulación con el sector empresarial, a los costos asociados a la implementación de actividades de investigación y desarrollo en las empresas y a que los resultados de la incorporación de doctores pueden ser de muy largo plazo. Sin embargo, se destaca que las firmas se encuentran satisfechas con la incorporación de doctores pues pueden acceder a redes de conocimiento y facilitar la solución de problemas concretos para la empresa.

Otros aspectos destacados a partir de la información cualitativa fueron las restricciones que enfrentan los doctores para la realización de sus estudios: tienen que balancear su vida personal y familiar con el cumplimiento de los requisitos del programa doctoral, bajo monto de la beca y su impacto en sus condiciones de vida, restricciones con el período de tiempo financiado y dificultades con la gestión operativa del programa. Se encontraron opiniones diversas respecto a los impactos del programa en términos de satisfacción y condiciones laborales para el retorno.

Respecto al programa Jóvenes Investigadores se encontraron impactos en continuación de estudios y en el reconocimiento y producción académica de sus grupos de investigación. En la evaluación cualitativa se encontró una satisfacción generalizada de los jóvenes con el desarrollo de

sus actividades de investigación, la independencia que tuvieron para adelantar actividades de investigación, el aprendizaje y la motivación para continuar con estudios de posgrados. Pero también se destacaron problemas relacionados con la plataforma para enviar los documentos de la aplicación, falta de claridad que algunos jóvenes perciben para definir el banco de elegibles, demora en la contratación, retrasos en el desembolso de los recursos, sobre todo en el primer mes, fallas en el seguimiento de las labores de investigación de los jóvenes.

Tanto para el Programa de becas doctorales como para el de Jóvenes Investigadores se destacó la falta de articulación con el sector productivo y la escasez de financiación para hacer investigación y las deficiencias en infraestructura y recursos físicos. No obstante, se logran beneficios privados y sociales con ambas intervenciones, los cuales superan los costos en los que incurren Colciencias y los mismos beneficiarios.

6. Recomendaciones

A partir de los resultados de la evaluación de impacto y de la información cualitativa recolectada, se proponen las siguientes recomendaciones para mejorar la implementación y funcionamiento del programa, así como para reforzar los impactos encontrados:

- Fortalecer el Programa de Capital Humano de Colciencias con mayores recursos para reducir la brecha que tiene el país en cuanto número de doctores, número de investigadores y resultados en materia de ciencia, tecnología e innovación.
- Involucrar a la comunidad científica en la definición de prioridades de política mediante la consulta pública de los cambios en las convocatorias
- Colciencias debe liderar la definición de prioridades, de identificación de áreas estratégicas, basadas en un estudio minucioso de las capacidades actuales, las vocaciones y las necesidades de desarrollo del país.
- Generar complementariedad entre los diferentes instrumentos de financiación de proyectos de investigación, de financiación de equipos y de financiación de capital humano
- Colciencias debe utilizar instrumentos de evaluación de los programas, tanto de capital humano como otros incentivos.
- Los beneficiarios del Programa de Capital humano deben tener certidumbre mediante reglas claras y estables a lo largo del tiempo
- Complementar la formación de capacidades científicas y tecnológicas que ofrece el Programa de Capital Humano con formación en otras competencias que pueden ser útiles para los beneficiarios.
- El programa de becas para doctorados debe complementarse con acciones específicas para la generación de alternativas de empleo para los doctores una vez concluyan sus estudios.

- Convertir el segundo idioma en un requisito de salida y no en un requisito de entrada.
- Colciencias debe reconocer las diferencias entre universidades regionales y las que se encuentran en las principales ciudades.
- Ofrecer programas de inglés para que los jóvenes investigadores se puedan vincular a programas de doctorado más fácilmente.
- Generar una red de beneficiarios del programa de Jóvenes investigadores, como una red de conocimiento que genere intercambio de información, experiencias y cohesión entre los participantes.
- Promover la creación de semilleros de investigación en los que se vincule a estudiantes de pregrado a actividades de investigación, como paso intermedio entre el programa ondas y el de jóvenes investigadores.
- Colciencias debe establecer canales de comunicación estables con los beneficiarios, que no dependan del funcionario de turno y que tengan la capacidad de responder ágilmente las solicitudes, inquietudes y sugerencias de los beneficiarios.
- Mejorar el registro de información de beneficiarios y aspirantes para futuras evaluaciones.

Ejercicios Adicionales a la Evaluación de Impacto de los Programas de Formación de Capital Intelectual de Colciencias

En este documento se presentan los resultados de unos ejercicios adicionales a la “Evaluación de Impacto y Análisis Costo Beneficio de los Programas de Formación de Capital Intelectual de Colciencias: Jóvenes Investigadores y Becas de Doctorados” realizada por Fedesarrollo en 2014. En primer lugar, se presentan estimaciones del avance en la clasificación y en la producción entre 2008 y 2013 de los grupos de investigación que incorporan beneficiarios del programa jóvenes investigadores. Posteriormente, se muestra un análisis del aporte de los doctores al recaudo tributario y al PIB. Por último, se aborda el tema de retornos a la inversión en educación, para finalmente comparar la tasa interna de retorno del programa de becas de doctorado de Colciencias con programas similares.

1. Impacto del Programa Jóvenes Investigadores en el avance de los grupos de investigación

No sólo los jóvenes se benefician de este programa implementado por Colciencias, también los grupos de investigación que pueden mejorar su productividad. En ese sentido, en esta sección se evalúa si como consecuencia del programa los grupos han avanzado en términos de reconocimiento, clasificación y publicaciones. Para medir los cambios en la clasificación se empleó la información de las mediciones que realiza Colciencias para la medición de grupos. Al respecto, a partir de la información de Colciencias se encontró que se han realizado cinco convocatorias de medición de grupos de investigación, esto fue en 2004, 2006, 2008, 2010 y 2013. En cada una de estas convocatorias se registran los grupos, luego a partir de unas variables de interés definidas por Colciencias se les da a algunos el estatus de reconocidos y a partir de ahí se clasifican en alguna categoría. Vale la pena anotar que en las convocatorias 2004 y 2006 sólo se tenían los escalafones C, B, y A, y que para convocatorias posteriores se incluyeron las categorías D y A1. Dado este cambio, en esta sección se midió el avance de los grupos de investigación entre las convocatorias de medición de 2008 y 2013.

En la convocatoria de medición de 2008 se presentaron 5.245 grupos de los cuales el 32,5% fueron no reconocidos, 33% de los grupos fueron reconocidos y categorizados en la categoría D y sólo el 2,6% de los grupos fue categorizado en la categoría A1, que es la mejor clasificación para un grupo. Para la convocatoria de 2013 se presentaron 5.376 grupos, de los cuales el 29,9% se registró pero no recibió reconocimiento, 20,7% fue reconocido y ubicado en la categoría D y el 6,8% fue clasificado como A1 (ver Tabla 1).