

# **Evaluación del impacto del Programa ACCES –Componente 2–**

Apoyo a programas doctorales, en sus tres líneas de acción:  
créditos condonables a estudiantes, apoyo a la adquisición de  
equipos robustos e infraestructura y apoyo al intercambio de  
científicos

## **Informe Final Revisado**

**Facultad de Economía  
Universidad del Rosario**

**Bogotá, Noviembre de 2010**

## **Equipo del Proyecto**

**Hernán Jaramillo S. Director del Proyecto**  
**Darío Maldonado C. Investigador**  
**Carolina Lopera O., Investigadora Asociada**  
**Manuel Ramírez Gómez, Asesor**  
**Juan Pablo Ayala B. Asistente investigación**

# Contenido

Lista de Tablas.....	5
Introducción.....	8
<b>Capítulo 1. Contexto de los Programas Doctorales en Colombia.....</b>	<b>10</b>
1.1 Consideraciones generales.....	10
1.2 Períodos de evolución de la política de ciencia, tecnología e innovación y su relacionamiento con la formación de recursos humanos a nivel de posgrado .....	15
1.3 Principales estudios realizados sobre la formación de recursos humanos a nivel de posgrado y principales evaluaciones a nivel de impacto.....	19
<b>Capítulo 2. Aspectos metodológicos, identificación de la población y articulación de las bases de datos.....</b>	<b>31</b>
2.1 Antecedentes de la evaluación de programas doctorales.....	31
2.2 Medición de capacidades científicas de los programas de doctorado nacionales financiados por ACCES.....	38
2.3 Métodos de análisis.....	42
2.3.1 Modelo de análisis multinivel .....	43
2.3.2 Modelo Tobit. Trayectorias científicas .....	47
2.4 Fuentes de Información .....	48
2.4.1 Información ScienTI.....	48
2.4.2 Instrumentos de recolección de información .....	58
2.4.3 Estructura de la base de datos.....	61
<b>Capítulo 3. Desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en los programas de doctorado nacionales.....</b>	<b>66</b>
3.1 Capacidades científicas y tecnológicas que soportan los doctorados nacionales....	67
3.2 Capacidades acumuladas individualmente.....	71
3.2.1 Características del individuo.....	71
3.2.2 Ingreso al doctorado nacional.....	73
3.2.3 Financiamiento .....	73
3.2.4 Experiencia académica, científica, tecnológica y de cooperación adquirida durante el periodo de formación en el doctorado.....	77

3.3 Síntesis de la dinámica de los doctorados nacionales financiados por ACCES93

#### **Capítulo 4. Resultados. Medición de capacidades científicas y tecnológicas de los**

<b>programas de doctorados nacionales .....</b>	<b>98</b>
4.1 Construcción de Variables.....	98
4.2 Resultados descriptivos .....	101
4.3 Resultados analíticos.....	113
4.3.1 Efectos del doctorado sobre la productividad científica .....	113
4.3.2 Determinantes de la obtención del grado .....	118
<b>Conclusiones .....</b>	<b>125</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>130</b>

#### **Anexos**

- Anexo 1. Información general. Programas doctorados nacionales registrados en DocLAC.
- Anexo 2. Depuración de información duplicada.
- Anexo 3. Fichas doctorados nacionales entrevistados: Universidad de los Andes, Pontificia Universidad javeriana, Universidad Nacional de Colombia, Universidad de Antioquia, Universidad del Valle.
- Anexo 4. Encuesta a estudiantes y egresados de doctorados nacionales.

# Lista de Tablas

## Cuadros

Cuadro 1.1. Períodos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia y su relacionamiento con la formación de recursos humanos de alto nivel.....	15
Cuadro 1.2. Relacionamiento y características de los principales estudios relacionados con la formación de posgrado en Colombia.....	19
Cuadro 1.3. Becas y Créditos Condonables para Maestría y Doctorado Colciencias. Icetex, Colfuturo .....	25
Cuadro 1.4. Productividad beneficiarios Colciencias BID II y BID III antes y después de cursar el doctorado.....	26
Cuadro 1.5. Número de graduados de doctorados nacionales, por áreas y NBC.....	28
Cuadro 1.6. Programas de doctorado nacional por área de la ciencia y NBC.....	29
Cuadro 2.1. Primeras variables incluidas en la evaluación de los programas doctorales .....	32
Cuadro 2.2. Variables utilizados en los modelos de criterios objetivos.....	33
Cuadro 2.3. Metodología del National Research Council (2003) Variables utilizadas para la medición.....	35
Cuadro 2.4. Descripción del modelo de efectos fijos. Variable dependiente continua .....	44
Cuadro 2.5. Descripción del modelo de efectos aleatorios.....	46
Cuadro 2.6. Guía general para la entrevista estructurada a Directores de programas doctorales nacionales .....	58
Cuadro 2.7. Dimensiones y componentes de la base de datos para el estudio ACCES .....	61
Cuadro 2.8. Descripción detallada de las variables incluidas en la base de datos .....	64
Cuadro 4.1. Descripción detallada de las variables de los individuos.....	99
Cuadro 4.2. Descripción detallada de las variables de los doctorados .....	100

## Tablas

Tabla 2.1. Resumen de la población del estudio.....	49
Tabla 2.2. Total de Doctorados por institución.....	49
Tabla 2.3. Total de estudiantes de doctorado por institución.....	52
Tabla 2.4. Total de egresados de doctorado por institución.....	54
Tabla 2.5. Distribución de docentes de doctorado por área de conocimiento .....	54
Tabla 2.6. Total de docentes de doctorado por institución.....	54
Tabla 2.7. Grupos de investigación que apoyan programas doctorales por clasificación de Programa Nacional de Ciencia y Tecnología.....	56
Tabla 2.8. Total de Grupos de Investigación que apoyan programas doctorales por institución educativa.....	56
Tabla 2.9. Total de registros de poblaciones incluidas en la base de datos del estudio .....	57
Tabla 2.10. Características de la información sobre producción científica.....	64
Tabla 3.1 Número de grupos de investigación que apoyan programas doctorales nacionales financiados por ACCES por universidad y clasificación de Colciencias.....	67

Tabla 3.2. Número de grupos de investigación que apoyan programas doctorales nacionales financiados por ACCES, por área del conocimiento y clasificación de Colciencias.....	68
Tabla 3.3. Formación de los investigadores en los grupos que apoyan los programas doctorales nacionales financiados por ACCES por áreas de conocimiento.....	69
Tabla 3.4. Edad de ingreso al doctorado por área de conocimiento .....	72
Tabla 3.5. Distribución de los estudiantes y egresados de programas doctorales por género y área del conocimiento en el país .....	72
Tabla 3.6. Porcentaje de la población financiada en estudios de doctorado .....	74
Tabla 3.7. Opciones de financiamiento de los gastos más representativos durante los estudios doctorales (% financiamiento).....	77
Tabla 3.8. Composición de la información suministrada en la encuesta por género y área del conocimiento del doctorado. ....	78
Tabla 3.9. Población vinculada en actividades de docencia. ....	79
Tabla 3.10. Egresados vinculados a actividades de docencia luego de finalizar sus estudios.....	79
Tabla 3.11. Participación en proyectos de investigación antes y después de ingresar a los estudios de doctorado. ....	83
Tabla 3.12. Participación en proyectos de investigación en los doctorados nacionales. ....	84
Tabla 3.13. Promedio de publicaciones en revistas científicas.....	85
Tabla 3.14. Número de publicaciones ISI y promedio por individuo. ....	86
Tabla 3.15. Número de publicaciones ISI y promedio por individuo. ....	86
Tabla 3.16. Publicaciones de doctorados nacionales por tipo financiamiento.....	87
Tabla 3.17. Publicaciones ISI de doctorados nacionales por tipo financiamiento.....	88
Tabla 3.18. Actividades desarrolladas durante la pasantía .....	88
Tabla 3.19. Financiamiento de equipos robustos. Convocatorias 2002 – 2007. Acumulado total (millones de pesos).....	92
Tabla 3.20. Distribución de los egresados por actividad laboral principal .....	93
Tabla 4.1. Estadísticas descriptivas de las variables dicotómicas independientes.....	102
Tabla 4.2. Estadísticas descriptivas de las variables continuas.....	103
Tabla 4.3. Estadísticas variables continuas, graduados.....	108
Tabla 4.4. Estadísticas variables dicotómicas, graduados.....	108
Tabla 4.5. Estadísticas descriptivas de las variables continuas, áreas de conocimiento.....	109
Tabla 4.6. Estadísticas descriptivas de las variables continuas, estudiantes graduados .....	110
Tabla 4.7. Estadísticas descriptivas de las variables dummy, estudiantes graduados.....	111
Tabla 4.8. Estadísticas descriptivas de las variables dicotómicas, docentes .....	112
Tabla 4.9. Estadísticas descriptivas de las variables continuas, docentes.....	112
Tabla 4.10. Resultados modelos multinivel. Productividad doctorados nacionales .....	114
Tabla 4.11. Resultados para estudiantes y egresados de doctorados nacionales financiados por ACCES.....	117
Tabla 4.12. Resultados para estudiantes y egresados de programas en el exterior (población de control) .....	117
Tabla 4.13. Resultados modelo logit multinivel. Probabilidad de graduarse.....	119
Tabla 4.14. Resultados Modelo de probabilidad de graduarse.....	122

Tabla 4.15. Resultado variables que afectan la producción de artículos en ISI, docentes doctorados nacionales financiados por ACCES .....	124
---	-----

## Gráficos

Gráfico 1.1. Número de graduado de doctorado por millón de habitantes .....	13
Gráfico 2. 1. Distribución de doctorados por área de conocimiento.....	50
Gráfico 2.2. Distribución de estudiantes de doctorados por área de conocimiento .....	52
Gráfico 2.3. Distribución de egresados de doctorado por área de conocimiento.....	53
Gráfico 3.1. Distribución de los grupos que apoyan los doctorados nacionales financiados por ACCES por clasificación de Colciencias. ....	70
Gráfico 3.2 Edad del ingreso al doctorado, 1990-2009 .....	71
Gráfico 3.3. Porcentaje de individuos que ingresan a los programas doctorales en Colombia por género.....	73
Gráfico 3.4. Financiamiento ACCES por áreas del conocimiento.....	75
Gráfico 3.5. Dificultades de los becarios con la beca-crédito de Colciencias .....	76
Gráfico 3.6. Participación en actividades de investigación durante los estudios doctorales.....	80
Gráfico 3.7. Nivel de percepción sobre aspectos relacionados con la dinámica de los grupos de investigación que apoyan el doctorado.....	82
Gráfico 3.8. Aspectos relacionados con la tesis doctoral.....	89
Gráfico 3.9. Aspectos relacionados con la disponibilidad de equipos e infraestructura para la realización de la tesis doctoral .....	90
Gráfico 4.1. Tasa de investigadores con formación doctoral en los grupos de investigación que apoyan los doctorados nacionales financiados por ACCES.....	105
Gráfico 4.2. Tasa de artículos ponderados en los grupos de investigación que apoyan los doctorados nacionales financiados por ACCES.....	105
Gráfico 4.3. Docentes con formación doctoral por área de conocimiento de los doctorados nacionales .....	106
Gráfico 4.4. Tasa de artículos de los docentes por área de conocimiento de los doctorados nacionales financiados por ACCES.....	107
Gráfico 4.5. Tasa de artículos de los docentes por área de conocimiento de los doctorados nacionales financiados por ACCES.....	107

## Ilustraciones

Ilustración 2.1. Fuentes de información ScienTI.....	51
--	----

## Introducción

La formación de capital humano de alto nivel se sustenta principalmente sobre la capacidad de producción de conocimiento científico y tecnológico. De este modo, pensar en una evaluación de los programas de formación doctoral aislada de las comunidades científicas y académicas, es desconocer la esencia misma de dicha formación y el conjunto imprescindible de relaciones tácitas y explícitas que se establecen entre la producción de la ciencia, la tecnología, la innovación y la demanda y oferta de conocimiento por parte de la sociedad. Por tal razón, la metodología propuesta para este estudio conjuga el análisis de los factores que permiten evaluar la calidad de los programas con la medición del efecto de dichos factores sobre las carreras académicas de los docentes, los investigadores y los estudiantes, la eficiencia de los programas en términos de recursos, resultados y los aportes científicos, expresado a través de la producción y generación de nuevo conocimiento.

Este trabajo representa un avance en la utilización de modelos de medición para comprender y explicar variables determinantes de resultados de investigación, a partir de la financiación de los programas doctorales. Estas relaciones están determinadas a partir de la determinación de los factores que inciden sobre la producción de investigación por medio de las capacidades de los investigadores, las condiciones y el desarrollo de las organizaciones y los grupos de investigación, la infraestructura construida, la formación de recursos humanos y el análisis de sus productos y resultados. Lo anterior, permite sentar bases para profundizar en la utilización y aplicación de resultados de investigación en la sociedad y en la evaluación de las políticas públicas adoptadas.

Los objetivos generales y específicos de este trabajo se han centrado en la necesidad de evaluar el impacto del financiamiento de los doctorados nacionales sobre los resultados de investigación y establecer las capacidades académicas y científicas y la acumulación de conocimiento dentro de los doctorados nacionales y su comparación con los resultados de quienes han realizado su doctorado en el exterior. A partir de estos objetivos generales se precisan, de manera particular, los objetivos específicos del trabajo a realizar, en los que claramente se especifica que si bien el punto de entrada del análisis es a partir del financiamiento de los doctorados nacionales, este permite profundizar en el tiempo, el impacto de capacidades científica y en la obtención de productos relevantes de la investigación y visibilidad internacional a través de publicaciones científicas y resultados del quehacer investigativo.

Finalmente, cabe destacar que el trabajo se ha estructurado en cuatro capítulos, el primero hace referencia al contexto general de los programas doctorales en Colombia dentro del contexto general del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. El segundo, da



cuenta de los aspectos teóricos y metodológicos del estudio. El tercero, realiza la descripción general de los programas doctorales nacionales y los resultados de la encuesta realizada a los estudiantes y egresados. Y finalmente, el cuarto capítulo se concentra en las conclusiones y resultados de los modelos de medición que dan cuenta de las capacidades científicas y académicas de los programas doctorales nacionales.

# Capítulo 1. Contexto de los Programas Doctorales en Colombia

## 1.1 Consideraciones generales

Este trabajo parte de la concepción de los vínculos existentes entre ciencia, competitividad, desarrollo y formación de capital humano como el eje central de las relaciones existentes entre estas categorías analíticas. Desde esta perspectiva, se han construido y desarrollado las particularidades de las relaciones entre el capital humano y el contexto de infraestructura institucional, académica y científica que permiten establecer diferencias importantes entre el valor agregado que la institucionalidad científica y tecnológica da a la formación de capital humano. Para cumplir lo anterior, es necesario asociar a los grupos y sus individuos a la construcción de programas de formación de posgrado tanto a nivel de maestría como doctoral, la formación de jóvenes investigadores e innovadores, y su vinculación permanente con el desarrollo científico y tecnológico mundial.

Dentro de las variables de estudio de las características institucionales, se destacan las relacionadas con el grado de vínculos existentes que se encuentran asociados a redes sociales de conocimiento a nivel internacional. Las características particulares del recurso humano con que cuentan las instituciones, las relaciones establecidas entre ellos, los ambientes de infraestructura y de conocimiento y las redes sociales construidas, son las que en última instancia determinan con mayor probabilidad la producción de conocimiento y su utilización en los diversos ámbitos de la sociedad.

Esta concepción se ha venido desarrollando desde 1995 por parte de Jaramillo, H. con diversos coautores, en los que se ha combinado la revisión de la literatura internacional con los resultados empíricos de diversos trabajos realizados. De esta manera, en los estudios que a continuación se referencian, y que se retoman en el presente documento, se logra no solamente plantear una concepción sobre el capital de conocimiento, concebido como la interacción del capital humano, del capital institucional y del capital social, sino también aplicar modelos de medición empírica sobre el mismo, es decir, se ha conseguido medir el capital de conocimiento en diversos ámbitos de áreas del conocimiento y de la evaluación de programas [Jaramillo, 1995; Jaramillo, 1999; Jaramillo y Forero, 2001; Jaramillo, 2004; Jaramillo, et al, 2004; Villaveces y Jaramillo, 2004; Jaramillo, et al, 2006; Jaramillo y Lopera, 2008a y 2008b; Jaramillo et al, 2009 y Jaramillo, 2009].

Hace ya varias décadas, particularmente a finales de los sesenta e inicios de los setenta, Colombia hizo esfuerzos importantes para la formación de recursos humanos a nivel de posgrado en el exterior. Estos fueron una combinación de esfuerzos individuales por

parte de agencias y organismos internacionales, tales como Fullbright, Fundación Kellogg, Fundación Ford; becas de países extranjeros en áreas específicas del conocimiento, universidades nacionales con recursos propios y préstamos internacionales del Banco Mundial, particularmente en el caso del sector agropecuario. El impacto de éstos se evidenció en diversas esferas del desarrollo económico del país y de las instituciones de educación, así como de las instituciones públicas y del sector productivo, quienes participaron de la apropiación de la inversión realizada. Sin embargo, como lo anota Forero (1991) “en la década de los setenta el esquema comenzó a decaer”, señalando entre las razones principales de esta situación que “la economía no se desarrolló dentro de patrones suficientemente flexibles que permitiesen la absorción de científicos y profesionales de alta calificación y, dadas las condiciones de crisis de los países avanzados, disminuyeron los montos de sus programas de cooperación educativa con Colombia”.

Este proceso se da a la par con una poca existencia de grupos de investigación consolidados, que permitieran generar sentido de pertenencia y formación de nuevas generaciones y con limitaciones en cuanto a la capacidad de ampliación y reproducción de una comunidad académica y científica. Por tanto, este período inicial, como lo anota Forero (1991), está caracterizado por un aumento de las tasas de no retorno y por un menor flujo de salida hacia el extranjero, lo que conllevó a la disminución de los vínculos con la comunidad científica internacional, reflejado en la poca publicación científica internacional indexada, bajos niveles de coautoría con académicos del exterior y la escasa participación en proyectos de carácter internacional y asociados a redes de conocimientos<sup>1</sup>.

La escases de investigadores con formación doctoral en Colombia fue diagnosticada en informe de la Misión de los Sabios de 1990 en el que se establecieron metas muy altas para la formación a nivel de doctorado de recurso humano de investigación para el país. Por tanto, se consideró que la integración de la ciencia y la tecnología al desarrollo colombiano demandaba la existencia de una sólida base de profesionales y técnicos, en todos los niveles de formación pero especialmente a nivel de doctorado, debido a que el país adolece de investigadores altamente calificados.

De este mismo modo, en el informe de la Misión Nacional para la Modernización de la Universidad Pública, llevada a cabo en 1995, se estableció que de 52.445 docentes, que conformaban el total de la comunidad de profesores en la educación superior, tanto pública y privada, solamente el 2,4% tenía título de doctorado. Según datos para el 2005 del Sistema de Información de Educación Superior (SNIES), de 81.652 docentes

---

<sup>1</sup> Si bien esta afirmación tiene validez a nivel general hay que señalar que hay diferencias de grado en cuanto a desarrollo académico y científico entre las diversas disciplinas y áreas de conocimiento.

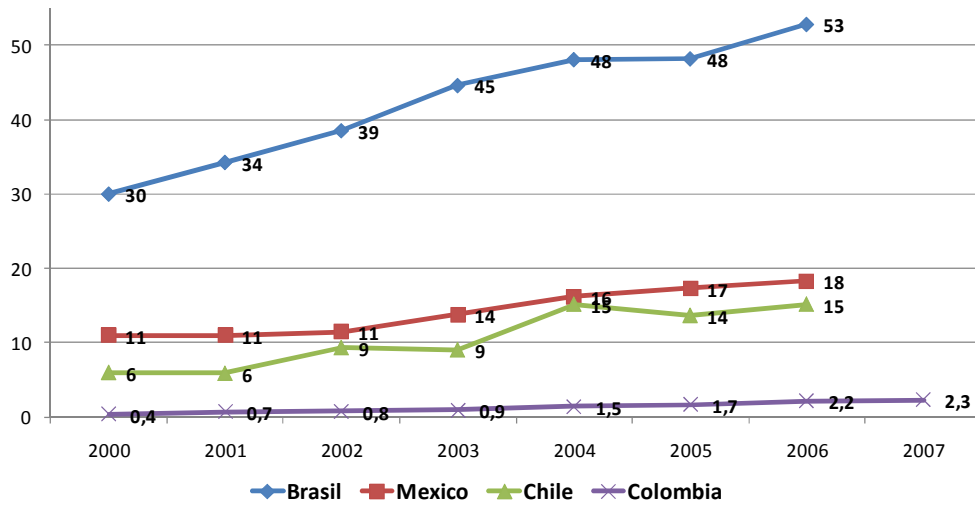
registrados en el primer semestre de ese año, solamente el 3.3% tenía doctorado, el 21.2% maestría, el 36.8% especialización y el 33.0% grado profesional. Los datos anteriores, son supremamente bajos si se comparan con los países desarrollados en los que por lo general, cerca del 90% de los docentes de universidades de prestigio y excelencia académica tienen título doctoral.

Este dato es más significativo si se tiene en cuenta que uno de los problemas cruciales por los que atraviesa el sector universitario es el de la necesidad de preparar una nueva generación de académicos. Por tanto, el reto es grande, no sólo crecer en el número de docentes universitarios con doctorado, sino que la tasa de crecimiento debe ser muy superior a la tasa de relevo generacional.

En el diagnóstico realizado por Brunner (1995) sobre la educación superior en América Latina, se estableció que en general hacia el 2005 empezaría a jubilarse un número creciente de profesores que deberán reemplazarse, por académicos de mayor formación. El reto establecido de formación de doctores por el gobierno nacional es que para el 2019 el 30% de los docentes cuenten con doctorado. Como se anota en el documento de Colciencias, Colombia Construye y Siembre Futuro (2008), “Con todo, Colombia está lejos de haber desarrollado la capacidad que requiere. En 2007 se registran 4002 doctores, 9.3 por 100.000 habitantes. Ese número corresponde al 50 por ciento de los propuestos por la “Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo” y resulta más preocupante si se tiene en cuenta que la edad promedio de los doctores es de 48 años.

Si Colombia quiere llegar a los 18 doctores por cien mil habitantes al 2019, requeriría formar más 6.000 doctores. Pero este número resulta ser insuficiente según las metas propuestas por Colciencias para el 2019: tener 25 doctores por cien mil habitantes, en cuyo caso debería formar 11.000”. Igualmente, cuando se compara la tasa anual de graduados de doctorado por millón de habitantes, se encuentra que esta ha mantenido un rezago comparado con el crecimiento y el número de graduados por millón de habitantes de otros países de Latinoamérica. Esta situación se refleja en el Gráfico 1.1

**Gráfico 1.1. Número de graduado de doctorado por millón de habitantes**



Fuente: CNA (2009). “Lineamientos para la acreditación de alta calidad, de programas de maestría y doctorado”. Bogotá.

Por otra parte, como lo señala el Informe de CINDA (2007), cuando se compara el número de investigadores dedicados a investigación y desarrollo por millón de habitantes, se encuentra que Colombia tenía 109 para 2006, mientras que países como Argentina tenían 720, Chile 444, Costa Rica 368, Brasil 344, México 268; mientras que España 2195 y Portugal 1949. Como lo anota el informe de CINDA, “En comparación con los países desarrollados de la muestra internacional, los países iberoamericanos poseen una baja dotación de personal altamente calificado dedicado a labores de I&D, incluidos España y Portugal”. Para afrontar este reto se han ido combinando dos estrategias, a saber: (a) formación de investigadores, en programas doctorales y de maestría en el exterior y (b) formación de investigadores en programas doctorales nacionales, para lo cual se requiere el apoyo institucional y la consolidación de la infraestructura de doctorados nacionales.

En cuanto a la primera estrategia, la financiación de estudios doctorales en el exterior, es parte de la internacionalización de la ciencia y la tecnología. Les permite a los investigadores estar en la frontera del conocimiento y relacionarse con los grupos de excelencia y relevancia de la comunidad científica internacional. Esta modalidad permite la interacción y vínculos con grupos de investigación en diversas partes del mundo, así como la integración a redes internacionales del conocimiento.

La segunda estrategia, la formación doctoral en el país, es complementaria de la anterior, y para su implementación se requiere el establecimiento y consolidación de programas doctorales nacionales, el financiamiento de infraestructura y proyectos y programas de investigación a largo plazo, la formación de jóvenes en su entrenamiento en investigación e innovación y el financiamiento de los estudiantes de doctorado, el

financiamiento para la integración internacional a redes de conocimiento y el intercambio de investigadores con la comunidad internacional.

Sin embargo, la política pública establecía desde sus inicios la necesidad de combinar estas dos estrategias, la realidad en algunos períodos y más recientemente, es que ha estado signada por un efecto de sustitución entre las dos estrategias debido principalmente a que tanto la política de ciencia, tecnología e innovación así como la de formación de recursos humanos de alto nivel no ha logrado aún una estabilización de crecimiento continuo en la asignación de sus recursos, dependiendo más del ciclo económico y de las coyunturas particulares.

Particularmente, ha habido un financiamiento sostenido en los períodos de ejecución de los créditos BID II y BID III [Componente de formación de recursos humanos a nivel de doctorado] y luego se dio un ciclo en que básicamente los recursos de becas de doctorado estuvieron centrados en los doctorados nacionales y muy pocos recursos asignados a becas de doctorado en el exterior. En 2002 se da inicio al crédito ACCES del Banco Mundial con US\$25 millones para el financiamiento de sus tres componentes, becas condonables para la realización de doctorados nacionales, apoyo institucional a la infraestructura de investigación, soporte de los doctorados nacionales y movilidad de docentes y de profesores invitados<sup>2</sup>. Durante el período transcurrido entre la finalización del crédito BID III y el inicio del crédito ACCES, el financiamiento de recursos humanos de alto nivel fue escaso. Ahora bien, una vez terminada la ejecución del crédito ACCES en 2009, se han asignados, nuevamente, recursos provenientes del presupuesto nacional para el componente de becas condonables, tanto para la realización en el exterior y a nivel nacional.

Sin embargo, el componente de apoyo a la infraestructura, esencial para mantener, desarrollar y consolidar los doctorados nacionales y el componente de movilidad de investigadores hacia y desde el exterior, no está recibiendo actualmente apoyo financiero asociado a los doctorados. Hay que anotar que en diferentes documentos de política gubernamental, si bien se han destacado los esfuerzos y logros que se han venido obteniendo con la política de ciencia, tecnología e innovación, se señalan así mismo las dificultades y limitantes en la consolidación del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (Colciencias, Colombia Construye y Siembre Futuro; Documento CONPES 3582).

---

<sup>2</sup> Sin embargo, hay que anotar que debido a los problemas inherentes a la educación superior, relacionados con cobertura, comparada con América Latina, y escases de formación de los docentes universitarios a nivel de doctorado, el Crédito ACCES privilegió en un 75% de la asignación de recursos el financiamiento para estudios de pregrado y solamente asigno un 25% del total al financiamiento para el apoyo a la estrategia de doctorados nacional

## 1.2 Períodos de evolución de la política de ciencia, tecnología e innovación y su relacionamiento con la formación de recursos humanos a nivel de posgrado<sup>3</sup>

En el Cuadro 1.1 se presentan la evolución de la política de ciencia, tecnología e innovación en Colombia (Jaramillo 2004b y Jaramillo 2007). Dentro de esta se destacan cinco periodos, los cuales están determinados por la creación y consolidación de políticas, programas e instituciones que paulatinamente fueron consolidando el desarrollo de la ciencia y la tecnología en el país. Dentro de cada uno de éstos periodos se establecieron hitos particulares que marcan directamente la formación de recursos humanos de alto nivel. El propósito de esta sección es hacer referencia a ellos y a la manera cómo permitieron establecer los instrumentos y mecanismos bajo los cuales se enmarca actualmente la política nacional de formación doctoral.

En el primer período se pueden destacar como hechos particulares, la creación del ICETEX (Instituto Colombiano de Crédito Educativo) y el convenio Colombia - Comisión Fullbright para estudios de posgrado en el exterior.

**Cuadro 1.1.** Períodos en el desarrollo de la ciencia y la tecnología en Colombia y su relacionamiento con la formación de recursos humanos de alto nivel

Periodo	Políticas
<b>Período 1 Antes de 1968</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Influencia de organismos internacionales (ONU, UNESCO, OEA)</li> <li>• Desarrollo del pensamiento latinoamericano en ciencia y tecnología</li> <li>• 1952: Creación del ICETEX, financiamiento de formación en educación superior a nivel de pre-grado y estudios en el exterior</li> <li>• 1957: Convenio Colombia - Comisión Fullbright para el financiamiento de estudios de posgrado en Estados Unidos</li> </ul>
<b>Período 2 1969 a 1988</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1970: Creación de las maestrías y firma de Convenios de Cooperación</li> <li>• 1980: Ley 80 de la educación superior, crea los títulos académicos de magíster y de doctorado y crea el título profesional de especialista</li> <li>• 1981: Convenio Incomex - Colciencias</li> <li>• 1983: Préstamo BID - ICFES. Financiamiento de las maestrías</li> <li>• 1983: Préstamo BID - Colciencias I Etapa</li> <li>• 1986: Inicio de los doctorados en Colombia</li> <li>• 1987: Foro Internacional sobre Política de Ciencia y Tecnología</li> <li>• 1988: Misión de Ciencia y Tecnología</li> </ul>
<b>Período 3 1989 a 1999</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1990: Promulgación de la Ley 29</li> <li>• 1990: Decreto 1767 que adscribió Colciencias al DNP, creó el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología y los Comités Regionales de CyT</li> <li>• 1990: Préstamo BID - Colciencias II Etapa - Programa becas-crédito para maestrías y doctorados</li> <li>• 1990: Colciencias- IDRC - CID Universidad Nacional- Ministerio de Educación Nacional Seminario sobre Reflexiones para la Formulación de Políticas de Doctorados en América</li> </ul>

<sup>3</sup> En esta sección se realiza una adaptación de los periodos específicos de la evolución del contexto organizacional y de políticas científicas y tecnológicas en Colombia establecidos por Jaramillo (2004b) y Jaramillo (2007). Este es un recurso metodológico para ubicar y relacionar contextos generales con los particulares. Esto último se adiciona en esta sección, al asignar las particularidades del diseño de políticas, instrumentos y mecanismos utilizados para la formación de doctorados en Colombia.

Periodo	Políticas
	<p>Latina</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1991: Decretos 393, 591, 584 y 585</li> <li>• 1991: Publicación del libro “Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta”</li> <li>• 1991: Creación de Colfuturo para financiamiento de estudios de maestría y doctorado en el exterior</li> <li>• 1992: Ley 30 – regula la educación superior, crea el CESU y el Consejo Nacional de Acreditación</li> <li>• 1993: Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo</li> <li>• 1994: Se crea la comisión nacional de doctorados y maestrías</li> <li>• 1994: Documento CONPES 2739, Política Nacional de Ciencia y Tecnología 1994-1998</li> <li>• 1995: Préstamo BID – Colciencias III Etapa – Programa de becas-crédito para maestría y doctorado en el exterior y doctorados nacionales, programa de apoyo a infraestructura de doctorados nacionales, programa de jóvenes investigadores y programas de movilidad e intercambio de investigadores</li> <li>• 1995: CONPES 2781, Educación superior: recursos humanos para el bienestar y la competitividad</li> <li>• 1995: Colciencias, Formación de recursos humanos y fortalecimiento de la comunidad científica</li> <li>• 1995: Institucionalización del Sistema Nacional de Innovación</li> <li>• 1999: CONPES 3080, Política Nacional de CyT 2000-2002</li> <li>• 1999: Creación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología</li> </ul>
<p><b>Período 4 2000 a 2007</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2000: Ley 633 sobre Incentivos tributarios</li> <li>• 2000: Documento CONPES 3080, Política de Ciencia y Tecnología 2000-2002</li> <li>• 2001: Programa de Prospectiva Tecnológica</li> <li>• 2001: Escalafonamiento e indexación de publicaciones seriadas y científicas</li> <li>• 2001: Ley 643 del Fondo de Investigación en Salud</li> <li>• 2001: Agendas Regionales de Ciencia y Tecnología</li> <li>• 2002: CONPES 3179 sobre Política Integral de apoyo a los programas de doctorado nacionales</li> <li>• 2002: CONPES 3189, Fortalecimiento de la Calidad de la Educación Superior</li> <li>• 2002: CONPES 3203 apoyo contratación crédito proyecto ACCES, financiamiento becas doctorado, apoyo infraestructura y movilidad de profesores-investigadores</li> <li>• 2002: Préstamo Banco Mundial Fortalecimiento programas Doctorados Nacionales – Proyecto ACCES</li> <li>• 2002: Plataforma ScienTI</li> <li>• 2002: Escalafonamiento de los grupos y centros de investigación</li> <li>• Inicio del fortalecimiento e indexación de la revistas científicas colombianas</li> <li>• 2003: Incorporación de la Ley 344 del SENA de 1996 en la Ley del Plan Nacional de Desarrollo de 2003</li> <li>• 2003: Creación del Vice-ministerio de Educación Superior</li> <li>• 2004: Participación de Colciencias en el Consejo Nacional de Política Económica y Social</li> <li>• 2004: Política de Colciencias de apoyo a la conformación de Centros de Investigación de Excelencia</li> <li>• 2004: Se crea CONACES y asume las funciones de la comisión de doctorados y maestrías, para otorgar registros calificados</li> <li>• 2004: Inicio proceso Direccionamiento Estratégico Colciencias</li> <li>• 2005: Pacto por la Innovación Tecnológica</li> <li>• 2005: Colciencias – Consejo Nacional de CyT Programa de formación de talento humano de alto nivel para el desarrollo científico, tecnológico y la innovación</li> <li>• 2005 Reforma de los Programas Nacionales de CyT</li> <li>• 2006: Visión Colombia Segundo Centenario – Capítulo Ciencia y Tecnología 2019</li> <li>• 2006: Decreto 1001 MEN – define y establece criterios de las maestrías de profundización y las maestrías de investigación</li> <li>• 2006 - 2007: Programa de apoyo a maestrías que se transformen en doctorados – Convenio Colciencias - MEN</li> <li>• 2006-2007 Consolidación Colciencias</li> <li>• 2007: Colciencias Documento de política para el Fortalecimiento de las capacidades investigativas del sistema Nacional de Ciencia y Tecnología</li> </ul>



Periodo	Políticas
<p><b>Período 5 2008 a 2010</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2008: CNA, Documento de discusión para Política de Acreditación de Alta Calidad de los Programas de Maestría y Doctorado</li> <li>• 2008: Colciencias: Colombia construye y siembra futuro. Política nacional de fomento a la investigación y la innovación</li> <li>• 2008: CONPES 3527, Política Nacional de Competitividad y Productividad</li> <li>• 2009: Ley 1286 de Ciencia, tecnología e innovación, convierte a Colciencias en Departamento Administrativo dependiente de la Presidencia de la República y crea el Fondo para la gestión de recursos públicos y de cooperación internacional y del sector privado</li> <li>• 2009: CONPES 3582, Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación</li> <li>• 2009: Colciencias, Lanzamiento Programa Generación del Bicentenario, Programa de Formación Doctoral "Francisco José Caldas"</li> <li>• 2009: CNA, Documento final Lineamientos para la Acreditación de Alta Calidad de los Programas de Maestría y Doctorado.</li> <li>• 2010: DNP - CONPES 3652, Autorización empréstito internacional por US\$50 millones para fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación</li> <li>• 2010 - CNA, 1º de agosto, inicio de la acreditación voluntaria de programas de maestría y doctorado que cumplan con los requerimientos establecidos</li> </ul>

En el segundo período se destacan los factores endógenos que se fueron desarrollando. Al respecto se puede afirmar que, “también el esfuerzo para volver institucional la investigación se ve en la reestructuración de las universidades, en la aparición de profesorado de tiempo completo, en la reestructuración de institutos y en el nacimiento de otros. La formación de recursos humanos para la investigación comenzó hacia 1970, con la creación de las maestrías en Colombia y un conjunto de convenios de cooperación que permitieron la salida de muchos colombianos al exterior” (Villaveces, 2003).

Durante este período se pueden destacar como hechos importantes relacionados con la formación de recursos humanos la organización del sistema de educación superior a través de la ley 80 de educación que sentó las bases para el establecimiento de los títulos de maestría y doctorado y de especialización; el préstamo BID-ICFES que financió la infraestructura de las maestrías y becas a sus estudiantes, sentando base importantes para la infraestructura de investigación del país; el inicio de los doctorados y la Misión de Ciencia y Tecnología que finalizó actividades en 1990.

El tercer período se caracterizó por la reforma profunda con la ley 29 de 1990 de ciencia y tecnología, que reorganizó el sistema nacional de ciencia y tecnología y que tuvo influencia profunda en el desarrollo del vínculo entre educación superior, ciencia y tecnología. En este contexto se da la creación de Colfuturo, como entidad de asociación mixta entre el sector privado y el sector público para el financiamiento de becas crédito de formación principalmente a nivel de maestrías y en menor escala de doctorados en el exterior. Por otra parte con la segunda etapa del crédito del BID II, se incorpora como un componente importante del mismo del financiamiento de las becas de doctorado en el exterior y el financiamiento de los doctorados nacionales.

Así mismo, durante este período se promulga la ley 30 que regula la educación superior, se establece el Consejo Nacional de Acreditación y se da la creación de la Comisión Nacional de Doctorados y Maestrías. En esta tercera etapa se da inicio y continuidad al Crédito del BID III, que fortalece con mayores recursos el tema del financiamiento de las becas de doctorado en el exterior principalmente, el establecimiento del programa de jóvenes investigadores con el objetivo de ir creando la masa crítica del futuro becario de maestría y doctorado y se apoya el financiamiento a los doctorados nacionales. Cerca del 18% de los 219 millones de dólares del Crédito del BID III se destinan al tema de recursos humanos en sus diversos componentes.

El cuarto período se caracteriza por la continuidad de recursos internacionales para el financiamiento de recursos humanos. El préstamo del Banco Mundial - Proyecto ACCES Componente 2 por valor de 25 millones de dólares de un total de 200 millones de dólares – para financiamiento a los programas doctorales en sus tres líneas de acción: créditos condonables para estudiantes de doctorados nacionales, apoyo a la adquisición de equipos robustos y de infraestructura y apoyo al intercambio de científicos; Así mismo y desde el punto de vista institucional se crea el Vice-ministerio de Educación Superior; el programa de formación de talento humano de alto nivel para el desarrollo científico, tecnológico y la innovación y el convenio Colciencias - Ministerio de Educación Nacional para apoyar las maestrías que se transformen en doctorados.

Finalmente, en el quinto y último período se destaca por la nueva institucionalidad de ciencia y tecnología que mediante la ley 1286 convierte a Colciencias en Departamento Administrativo dependiente de la Presidencia de la República y crea el Fondo para la gestión de recursos públicos y de cooperación internacional y del sector privado y se establece la meta del 1% como porcentaje del PIB para ciencia, tecnología e innovación para el 2010. Es un avance importante siempre y cuando haya consistencia entre políticas explícitas formales y políticas implícitas reales. La ley es un marco normativo pero la transformación real requiere de articulación de políticas, instrumentos, recursos y capacidades científicas, de innovación e investigación. En el 2010, se aprueba la autorización para un nuevo empréstito por US\$50 millones para el Fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología. Desde esta perspectiva hay una coherencia entre las políticas y los instrumentos de financiación acordes con las nuevas realidades del sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación.

Si bien el financiamiento externo ha contribuido de manera significativa a la política de formación de recursos humanos de alto nivel tanto en el país como en el exterior, así como a la consolidación y avances de las capacidades científicas y tecnológicas, es evidente que la dependencia de recursos externos se ha convertido en una debilidad de la actividad científica y tecnológica, por cuanto ante la ausencia de compromisos de crédito, estos no siempre, a excepción de los últimos años, han sido sustituidos

adecuadamente, en general por recursos del presupuesto general de la nación, que presenta comportamientos no de tendencia creciente y sostenida sino que muestra gran variabilidad en el tiempo. Esta situación que es general para las actividades de ciencia y tecnología, es aún mayor para el tema de formación de posgrado, en particular para el financiamiento de estudios en el exterior. Durante este período se realiza el lanzamiento del Programa generación del Bicentenario y en particular el Programa de Formación Doctoral “Francisco José de caldas”; la decisión de acreditación de los programas de maestría y doctorado que ya muestra un proceso de consolidación importante.

### 1.3 Principales estudios realizados sobre la formación de recursos humanos a nivel de posgrado y principales evaluaciones a nivel de impacto

Diversos estudios se han realizado en Colombia relacionados con la formación de recursos humanos a nivel de maestrías y principalmente doctorados. Se han seleccionado para su revisión los principales estudios realizados a partir de 1990. Muchos de ellos contienen información y referencias de períodos anteriores, así como referencias históricas tanto sobre la formación de posgrados en Colombia, como el desarrollo de la ciencia, la tecnología y la innovación y su vínculo y relación.

En el Cuadro 1.2 se presenta el relacionamiento y características de esos estudios seleccionados, clasificados por autor, tema de estudio y tipo de estudio. Los estudios se pueden agrupar en las siguientes categorías: (a) estudios cuyo tema central es la reflexión del tema de posgrados en el país y la recomendación para la estructuración de políticas públicas sobre el tema; (b) estudios sobre el financiamiento de programas de maestría y doctorado en Colombia, realización de escenarios alternativos y recomendaciones de política pública para su consolidación y estabilidad en el mediano y largo plazo; (c) documentos y presentaciones de política pública de las diversas instituciones oficiales encargadas y relacionadas con la formación de recursos humanos de alto nivel, y presentación de estadísticas y cumplimientos de metas en los diversos programas desarrollados y (d) estudios de evaluación de impacto tanto a nivel general y de programas, como a nivel específico de áreas del conocimiento.

**Cuadro 1.2.** Relacionamiento y características de los principales estudios relacionados con la formación de posgrado en Colombia

Autor	Tema de estudio	Tipo de estudio
Colciencias- Departamento Nacional de Planeación (1991)	Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta	Documento de política pública
Cárdenas (1991)	Doctorados Reflexiones	20 ensayos reunidos descriptivos-analíticos en cuatro

Autor	Tema de estudio	Tipo de estudio
	formulación de políticas en América Latina	temas fundamentales <ul style="list-style-type: none"> <li>Experiencias doctorales en Norte América, Europa y Asia</li> <li>Experiencias doctorales en América Latina</li> <li>Contexto y Perspectivas Doctorados en Colombia</li> <li>Reflexiones finales</li> </ul>
<b>Colciencias (1995)</b>	Formación de recursos humanos y fortalecimiento de la comunidad científica	Diseño de política pública
<b>Álvarez(+), Jaramillo, y Álvarez (1998)</b>	Estudio de caso sobre el programa de formación de recursos humanos de Colciencias	Estudio descriptivo-analítico de percepción mediante encuestas Evaluación del programa de becas-crédito de Colciencias BID II y BID III – primera parte
<b>Jaramillo (1998)</b>	Estudio de caso sobre el programa de búsqueda de jóvenes talentos para la investigación	Evaluación de resultados del programa de búsqueda de talentos, metodología adoptada, muestra general, aplicación formulario personalidad y evaluación resultados
<b>Corredor (1999)</b>	Sistema nacional de becas de doctorado y establecimiento de un fondo para los programas nacionales de doctorado	Análisis importancia de los doctorados en Colombia y en el mundo para conformación de comunidad científica.
<b>Rodríguez (2000)</b>	Estimaciones financieras	Análisis costo-fuente de becas y propuesta de fondo permanente para formación doctoral en Colombia
<b>Cárdenas, Gutiérrez y Pérez (2001)</b>	Alternativas financiamiento programas de doctorado nacional	<ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis general de la situación y características de los doctorados nacionales</li> <li>Alternativas financieras de beca-crédito y apoyo institucional para doctorados nacionales y análisis de costos de los doctorados nacionales según características del tipo de estudiantes doctorales</li> <li>Análisis financiero de un fondo dotal</li> <li>Propuesta de ley para el financiamiento de programas nacionales de doctorado e identificación de las fuentes de financiamiento del fondo propuesto</li> </ul>
<b>DNP (2000)</b>	Política de CyT período 2000-2002	Diseño de política pública
<b>DNP (2002a)</b>	Política de apoyo a los programas nacionales de doctorado	Diseño de política pública
<b>DNP (2002b)</b>	Sustento contratación crédito externo BM financiamiento acceso calidad educación superior – Componente apoyo programas nacionales de doctorado	Diseño de política pública
<b>Jaramillo y Restrepo (2002)</b>	Diseño indicadores	Diseño indicadores relacionales de selección becarios e instituciones
<b>Villaveces (2003)</b>	70 Años de Ciencia y Tecnología en Colombia	Documento histórico, analítico y de reflexión
<b>Jaramillo (2004)</b>	Análisis Políticas de CyT	Evaluación de impacto de las políticas científicas y tecnológicas durante la década de los noventa. Datos secundarios e indicadores simples y relacionales
<b>Guerra (2004)</b>	Políticas Públicas - Dinámica y perspectivas doctorados nacionales	Presentación con indicadores de estado de situación y de resultados

Autor	Tema de estudio	Tipo de estudio
<b>Botero (2004)</b>	Política Pública	Situación indicadores Posgrados en Colombia y formación doctoral
<b>Porras (2004)</b>	Características y experiencia Programas de doctorado de ciencias – Caso Universidad del Valle	Analítico-histórico De Estudio de Caso
<b>Jaramillo, Botiva y Zambrano (2004)</b>	Políticas y resultados de CyT	Evaluación analítica indicadores básicos de insumo y resultados
<b>Zambrano, Jaramillo y Forero (2004)</b>	Literatura impactos de investigación e indicadores	Revisión estado del arte literatura
<b>Jaramillo y Chaparro (2004)</b>	Evaluación impacto SNCyT	Estudio exploratorio Indicadores básicos y fuentes secundarias, nivel macro, sectorial y micro
<b>Jaramillo (2004)</b>	Estudio recursos humanos sector productivo	Documento de Metodología para implementación y enfoque diferenciado
<b>Jaramillo (2005)</b>	Investigación, Generación de Conocimiento y Programas de Doctorado	Análisis base datos CvLAC, GrupLAC, DocLAC e índice ScientiCol, descomposición de componentes y relacionamiento con medición de grupos investigación relacionados con los doctorados nacionales
<b>Aldana, Bula, Ceballos, Leyton, Quitiaquez, Moreno y Martínez (2005)</b>	Estudio doctorados e integración social	Análisis descriptivo
<b>B.O.T - Tecnos (2005)</b>	Gestión, resultados impactos programas maestría y doctorado Colciencias 1992.2004	Análisis de contexto e histórico de CyT, Evaluación de impacto y resultados con metodologías avanzadas, muestreo, entrevistas, modelación y comparación indicadores relacionales y complejos. <b>Es el estudio más completo</b> realizado sobre evaluación de programas por las fuentes primarias utilizadas, el diseño de variables de factor de impacto, utilización de técnicas de tasas internas de retorno privado y público, costo-beneficio y técnicas de “diferencia en diferencia”, análisis de actores, análisis de regresión y entrevistas a profundidad entre los actores del SNCyT.
<b>Colciencias (2005)</b>	Formación de talento humano de alto nivel para la ciencia, la tecnología y la innovación	Diseño de política pública
<b>Jaramillo, et al (2005)</b>	Estudio sobre Sistema de Información de Educación Superior.	Diseño metodológico de clasificación de programas por núcleos, áreas y sub-áreas de conocimiento y disciplinas. Diseño de indicadores simples y relacionales del SNIES.
<b>Botero (2006)</b>	Situación de la formación de posgrado	Presentación de contexto e indicadores
<b>Oviedo y Cárdenas (2006)</b>	Estudio de oferta y demanda de formación avanzada en Colombia	Estudio analítico-histórico sobre la formación avanzada y la investigación en Colombia, la oferta de programas doctorales y la comparación internacional y relacionamiento de oferta y demanda
<b>Jaramillo et al (2006)</b>	Experiencia en la formación de jóvenes investigadores. Construcción y medición de capital conocimiento	<ul style="list-style-type: none"> <li>Evaluación del programa de jóvenes investigadores de Colciencias y estudio de caso particular de la Universidad de Antioquia.</li> <li>Nuevos enfoques de medición de stock dinámico de capital humano.</li> <li>Utilización de modelos de valor agregado del individuo y de las instituciones/grupos investigación en la formación</li> <li>Análisis multinivel (diferencias entre grupos y</li> </ul>

Autor	Tema de estudio	Tipo de estudio
		diferencias dentro del grupo), modelos de regresión • Modelos vacíos (coeficientes de correlación intraclase)
<b>Jaramillo (2007)</b>	Estudio sobre la evolución, contexto y resultados de política de ciencia, tecnología e innovación	Análisis histórico-descriptivo de contexto, evaluación y resultados de políticas. Utilización de estadísticas e indicadores y resultados de estudios realizados
<b>De Greiff (2007)</b>	La productividad científica en Colombia	Presentación, estadísticas e indicadores relacionales
<b>Colciencias (2007)</b>	Formulación de políticas de fortalecimiento del Sistema de CyT	Diseño de políticas públicas
<b>Colciencias (2008)</b>	Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación	Diseño de política pública
<b>CNA (2008)</b>	Situación doctorados nacionales	Construcción y análisis de los indicadores que tipifican las principales características de medición de calidad de los doctorados
<b>Jaramillo et al (2008)</b>	Estudio recursos humanos en investigación clínica	Modelos de carreras académicas y de valor agregado
<b>Jaramillo y Lopera (2008)</b>	Análisis comunidades científicas y de formación en ciencias básicas médicas y salud pública	Modelos de carreras académicas y de valor agregado
<b>CNA (2008)</b>	Acreditación de alta calidad maestrías y doctorados	Diseño de política pública
<b>Chaparro (2008)</b>	Acreditación de alta calidad maestrías y doctorados	Análisis de políticas y de indicadores de estado de situación
<b>Cárdenas et al (2008)</b>	Diseño Política e instrumentos financieros para la formación doctoral	Diseño de política pública, financiamiento doctorados
<b>OCyT (2009)</b>	Datos estadísticos e indicadores de CyT	Construcción de estadísticas, indicadores simples y relacionales

Dentro del campo de los estudios de reflexión es importante destacar el libro editado por Cárdenas en 1991, producto del seminario organizado por el Ministerio de Educación Nacional con la colaboración de la Universidad Nacional de Colombia y el apoyo del Centro de Investigaciones para el Desarrollo, de Canadá, sobre el tema de “Doctorados, reflexiones para la formulación de políticas en América Latina”.

Este trabajo recoge 20 ensayos agrupados en tres grandes partes: la primera parte recoge experiencias doctorales de Norteamérica, Europa y Asia, presentándose estudios de caso sobre: (a) el manejo de programas doctorales de Estados Unidos, (b) el pasado y presente de la investigación y la educación doctoral en estados Unidos; (c) los estudios doctorales en Canadá, (d) los doctorados en la Provincia de Quebec, (e) los doctorados en Francia, (f) las políticas de educación doctoral en el Reino Unido, (g) una política para programas doctorales, y (h) la educación de posgrado y el desarrollo de la Universidad en China.

La segunda parte recoge las experiencias de doctorados en América Latina, presentándose los estudios de caso de: (a) la experiencia chilena en los doctorados de ciencias exactas y naturales, (b) las experiencia mexicana de los programas de doctorado, (c) la política de posgrados en Brasil, y (d) el desarrollo a nivel general de los estudios de doctorado. La tercera parte está compuesta por seis ensayos de reflexión sobre el contexto y perspectivas de los doctorados en Colombia. La cuarta parte recoge dos trabajos de reflexión y síntesis.

Este evento y los trabajos presentados constituyeron una oportunidad muy importante para haber puesto en marcha y haber podido convertir en política pública, las experiencias internacionales, los resultados y las reflexiones y recomendaciones sobre el camino a seguir en los programas doctorales en Colombia. Pero haciendo un balance de esta publicación, se encuentra que en muchos temas hoy la discusión apenas se está iniciando y las medidas y políticas adoptadas y por adoptar aún están pendientes en su desarrollo, consolidación e implementación. Estaba la “ilustración desde el conocimiento” para haber logrado ganar tiempo en las decisiones y las políticas que se fueron implementando de manera parcial durante todos estos años posteriores.

Dentro de los estudios relacionados con el financiamiento de los programas doctorales (Cárdenas, 1991; Corredor, 1999; Rodríguez, 2000; Cárdenas, Gutiérrez y Pérez, 2001 y Oviedo y Cárdenas 2006), contratados en su mayoría por instituciones gubernamentales, se puede señalar que aún no se ha logrado implementar su principal recomendación que en todos casos ha sido la necesidad de constitución de un Fondo de financiamiento para los programas y estudios doctorales en el país y en el exterior.

Con relación a los estudios de política pública estos reflejan la adopción institucionalizada a nivel de documentos gubernamentales de la necesidad y prioridad de la formación de recursos humanos de alto nivel (Colciencias-DNP, 1991; Colciencias 1995, 2005, 2007, 2008; DNP 2000, 2002a, 2002b, 2010). Así mismo, y en particular los documentos del CNA han establecido un conjunto de indicadores para la aprobación y el seguimiento de estándares de alta calidad para los programas de maestría y doctorado<sup>4/</sup>.

Los documentos de evaluación de impacto se agrupan en tres categorías: (a) evaluaciones de logros de metas y presentación de resultados obtenidos de manera descriptiva, que corresponden básicamente a documentos y presentaciones de carácter oficial (Guerra, 2004; Botero, 2004, 2006, De Greiff 2007) (b) estudios de evaluación de impacto de carácter descriptivo de posgrados y del sistema en general con indicadores

---

<sup>4</sup> Hoy en día sólo se requiere obligatoriamente de registro calificado para los programas de maestría y doctorado. La propuesta del CNA de Acreditación de Alta calidad, es voluntaria y sólo se obtiene cuando los programas cumplen con el registro obligatorio, mínimo 8 años a partir del ingreso de los primeros estudiantes, y mínimo tener para doctorados 9 estudiantes graduados y para maestrías 20 estudiantes graduados.

simples y relacionales (Álvarez et al, 1998; Jaramillo y Restrepo, 2002; Villaveces, 2003; Jaramillo, 2004; Jaramillo et al 2004; Zambrano et al 2004; Jaramillo y Chaparro 2004; Jaramillo, 2005; Aldana et al, 2005; Jaramillo, 2007) (d) estudios de evaluación de impacto a nivel de programas específicos (B.O.T –Tecnos, 2005; Jaramillo et al 2006) y (e) estudios de evaluación de impacto de la formación académica y científica a nivel de campos específicos de conocimiento particularmente realizados en el campo de la salud (Jaramillo et al 2008, Jaramillo y Lopera 2008, Jaramillo et al 2009). De los estudios anteriores se toman solamente, para el propósito de este trabajo, aquellos que complementan información relevante sobre logros, resultados e impactos de los programas doctorales, en diversos ámbitos, particularmente con énfasis en estadísticas generales del Programa ACCES.

De acuerdo con información de Colciencias (2008), se presenta un balance de las becas crédito-condonables otorgadas durante el período 1992-2007 por las principales instituciones financiadora de los programas de posgrado en el país. Los resultados se observan en el Cuadro 1.3. Entre 1992 y el 2007 se financiaron 2580 becas-crédito condonables tanto para maestría como para doctorado en Colombia y en el exterior por Colciencias, Colfuturo y el ICETEX. Como se puede observar, Colciencias ha financiado a nivel de estudios de doctorado 919 personas [299 durante el período 2002-2007. El financiamiento para el caso de los doctorados es por cuatro años con sostenimiento mensual y matrícula. A nivel de maestrías sólo financia para estudios en el exterior un período de dos años, con las mismas características en cuanto a sostenimiento y matrícula.

Por su parte, Colfuturo únicamente otorga financiamiento para estudios en el exterior, principalmente a nivel de maestría, con un financiamiento similar al de Colciencias. La diferencia en cuanto a las becas otorgadas por Colciencias está en el mayor grado de condonación (por retorno al país, publicaciones, formación de nuevos investigadores y proyectos de investigación realizados) y en el cubrimiento de áreas y disciplinas, con mayor cobertura temática-disciplinar por parte de Colfuturo. El ICETEX otorga un crédito subsidiado no condonable de un monto muy marginal frente al costo de los estudios en el exterior.

Hay que destacar que para la convocatoria de financiamiento de doctorados del 2010, tanto para los estudios en país como en el exterior, Colciencias ha ampliado el financiamiento a cinco años, en el contexto de la nueva política de la “Generación del Centenario”.



**Cuadro 1.3.** Becas y Créditos Condonables para Maestría y Doctorado Colciencias. Icetex, Colfuturo

Destino	Origen financiamiento	AÑOS																	
		1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2002 2007	1992 2007
Doctorado en el Exterior	COLCIENCIAS	63	96	47	140	119	139	-	-	8	8	63	8	41	41	51	95	299	919
	ICETEX	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	18	19	45	29	28	26	165	165
	COLFUTURO	8	10	15	14	8	21	13	15	11	19	24	27	25	18	24	50	168	302
	<b>TOTAL</b>	<b>71</b>	<b>106</b>	<b>62</b>	<b>154</b>	<b>127</b>	<b>160</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>105</b>	<b>54</b>	<b>111</b>	<b>88</b>	<b>103</b>	<b>171</b>	<b>632</b>	<b>1386</b>
Doctorado Nacional	COLCIENCIAS	4	21	11	15	10	40	-	-	-	-	76	77	132	144	121	50	600	701
	ICETEX	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	COLFUTURO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	<b>21</b>	<b>11</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>40</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>76</b>	<b>77</b>	<b>132</b>	<b>144</b>	<b>121</b>	<b>50</b>	<b>600</b>	<b>701</b>
Maestría en el Exterior	COLCIENCIAS	1	4	-	3	17	47	-	-	2	3	14	5	4	5	5	-	33	110
	ICETEX	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	n/a	179	187	121	186	106	149	928	928
	COLFUTURO	34	40	33	32	68	140	122	84	60	88	114	143	109	89	93	295	843	1544
	<b>TOTAL</b>	<b>35</b>	<b>44</b>	<b>33</b>	<b>35</b>	<b>85</b>	<b>187</b>	<b>122</b>	<b>84</b>	<b>62</b>	<b>91</b>	<b>307</b>	<b>335</b>	<b>234</b>	<b>280</b>	<b>204</b>	<b>444</b>	<b>1804</b>	<b>2582</b>

Fuente: Colciencias (2008), con base en información de la entidad, del ICETEX, y de Colfuturo

Una evaluación completa sobre la gestión, resultados e impacto de la formación de recursos humanos a nivel de maestría y doctorado financiados por Colciencias durante el período 1992-2004 es la realizada por B.O.T. y TECNOS.

Este estudio hace un análisis de contexto e histórico de la ciencia y la tecnología en Colombia, así como de la evolución de la educación de posgrado y los antecedentes de los programas de financiación de maestrías y doctorados en Colombia. Se realiza una evaluación de impacto y resultados con metodologías avanzadas, muestreo, entrevistas, modelación y comparación indicadores relacionales y complejos. Es el estudio más completo realizado sobre evaluación de programas por las fuentes primarias utilizadas, el diseño de variables de factor de impacto, la utilización de técnicas de tasas internas de retorno privado y público, costo-beneficio y técnicas de “diferencia en diferencia”, y de pareo, análisis de actores, análisis de regresión y entrevistas a profundidad entre los actores del Sistema nacional de Ciencia y Tecnología. Los resultados de este proceso de evaluación realizado son altamente satisfactorios tanto para el programa de formación de recursos humanos, por sus logros y resultados de los beneficiarios, como por las externalidades positivas que generaron.

Una de los resultados importantes y comparativos entre logros y resultados de los becarios de los programas de Colciencias financiados por el BID II y BID III, tanto en doctorados nacionales como del exterior ex ante y posterior al grado obtenido, es el relacionado con la productividad, la cual se detalla en el Cuadro 1.4.

**Cuadro 1.4.** Productividad beneficiarios Colciencias BID II y BID III antes y después de cursar el doctorado

Variable por individuo	Doctorados Nacionales			Doctorados del Exterior		
	Antes(A)	Después(D)	(D/A)-1	Antes(A)	Después(D)	(D/A)-1
Participación en grupos formales de investigación	2.851	4.149	46.0	2.563	3.940	54.0
Nivel vinculación redes internacionales investigación	1.638	3.128	91.0	1.778	3.441	93.0
Promedio anual de libros publicados	0.119	0.042	65.0	0.046	0.083	82.0
Promedio anual artículos publicados en libros	0.088	0.178	103.0	0.191	0.350	83.0
Promedio anual artículos publicados revistas nacionales arbitradas	0.321	0.522	62.0	0.301	0.396	32.0
Promedio anual artículos publicados revistas internacionales arbitradas	0.235	0.600	155.0	0.188	0.608	223.0
Promedio anual de número proyectos de investigación como investigador principal	0.127	0.382	200.0	0.190	0.454	139.0

Fuente: datos tomados de B.O.T-Tecnos (2005). “Evaluación de gestión, resultados e impacto de los programas de formación en los niveles de maestría y doctorado”.

Por otra parte, en el documento de Colciencias (2008 y 2007), se muestra el éxito de los resultados de los programas de becas financiadas por el BID en la II y III etapas del crédito, como se ilustra en el cuadro, al indicarse que del total de doctores graduados de las cohortes de financiamiento 1992-1997, la efectividad entre los doctorandos seleccionados y los graduados en doctorados del exterior fue del 93.5%, en doctorados mixtos fue del 91,6%, de doctorados nacionales fue del 100%. En síntesis del total de 544 candidatos seleccionados, 513 (94,3%) se graduaron satisfactoriamente.

Ahora bien un tema de preocupación frente a la inserción laboral de los doctorados tanto los que realizan sus estudios en doctorados nacionales como en el exterior, es el relacionado con la vinculación al sector productivo, dado que la evidencia de varios de los estudios referenciados es que estos se vinculan básicamente a las universidades y a los centros de investigación tanto públicos, como mixtos y privados. Este tema tiene relación estrecha con la baja utilización de la industria de recursos humanos de alto nivel, reflejo de la baja capacidad de innovación. De acuerdo a los resultados la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la industria manufacturera - EDIT III 2005 - 2006 realizada por el DANE el "42% del personal ocupado en la industria alcanzaba la secundaria; 13,1% tenía un grado profesional; 1,6% tenía grado de especialización; 0,2%, grado de maestría; y solo 0,1%, alcanzaba el nivel de doctorado".

Como resultado de la política de formación de recursos humanos que se viene implementando desde los 90, se han fortalecido los programas de doctorado nacionales, que en los últimos años han crecido de manera importante, así con el número de estudiantes graduados. En el Cuadro 1.5 se muestra esta tendencia a partir del 2000<sup>5</sup>. Por otra parte, en el Cuadro 1.6 se muestra el crecimiento del número de programas de doctorados nacionales.

---

<sup>5</sup> Hemos tomado las estadísticas del Observatorio, conscientes de la diferencia que presentan con las estadísticas de los estudios de Cárdenas (2008). Estas diferencias no son significativas, ni presentan una estructura diferenciada.

**Cuadro 1.5. Número de graduados de doctorados nacionales, por áreas y NBC**

		Graduados en programas nacionales de doctorado por –NBC, 2000-2008											
Área de la ciencia y la tecnología	Núcleo Básico de Conocimiento	Año									Total	% sobre el total	
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008			
<b>Ciencias naturales y exactas</b>	Química y afines	7	7	16	14	7	13	14	20	12	<b>110</b>		
	Física	3	8	8	14	9	5	8	15	10	<b>80</b>		
	Biología, microbiología y afines	7	16	2	0	6	5	13	8	14	<b>71</b>		
	Matemáticas, estadística y afines	6	0	2	1	0	2	1	1	4	<b>17</b>		
	<b>Total ciencias naturales y exactas</b>	<b>23</b>	<b>31</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>22</b>	<b>25</b>	<b>36</b>	<b>44</b>	<b>40</b>	<b>278</b>	<b>50,45</b>	
<b>Ciencias sociales y humanas</b>	Filosofía, teología y afines	1	6	4	7	2	5	3	5	11	<b>44</b>		
	Educación	0	2	3	5	3	1	8	8	6	<b>36</b>		
	Sociología, trabajo social y afines	0	0	0	0	0	0	11	8	0	<b>19</b>		
	Geografía, historia	0	0	0	1	3	1	3	0	3	<b>11</b>		
	Economía	0	0	0	3	1	1	1	0	1	<b>7</b>		
<b>Total ciencias sociales y humanas</b>	<b>1</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>16</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>117</b>	<b>21,23</b>		
<b>Tecnologías y ciencias de la ingeniería</b>	Ingeniería química y afines	1	0	1	1	4	0	1	1	1	<b>10</b>		
	Ingeniería eléctrica y afines	0	0	0	0	1	2	0	0	0	<b>3</b>		
	Otras ingenierías	1	0	1	1	8	5	13	11	18	<b>58</b>		
	<b>Total tecnologías y ciencias de la ingeniería</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>13</b>	<b>7</b>	<b>14</b>	<b>12</b>	<b>19</b>	<b>71</b>	<b>12,89</b>	
<b>Tecnologías y ciencias médicas</b>	Medicina	3	2	1	3	3	4	3	4	3	<b>26</b>		
	Salud pública	0	0	0	0	0	0	0	2	4	<b>6</b>		
	Enfermería	0	0	0	0	0	0	0	1	2	<b>3</b>		
	<b>Total tecnologías y ciencias médicas</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>35</b>	<b>6,35</b>	
<b>Tecnologías y ciencias agropecuarias</b>	Agronomía	0	4	5	5	2	2	5	7	5	<b>35</b>		
	Medicina veterinaria	0	0	0	0	1	1	1	0	1	<b>4</b>		
	<b>Total tecnologías y ciencias agropecuarias</b>	<b>0</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>39</b>	<b>7,08</b>	
<b>Sin clasificar</b>	Sin clasificar	0	0	1	0	0	1	6	0	3	<b>11</b>	<b>2,00</b>	
<b>Total</b>		<b>29</b>	<b>45</b>	<b>44</b>	<b>55</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>91</b>	<b>91</b>	<b>98</b>	<b>551</b>	<b>100,00</b>	

Fuente: Observatorio colombiano de Ciencia y Tecnología (2009).

**Cuadro 1.6. Programas de doctorado nacional por área de la ciencia y NBC**

Programas nacionales de doctorado, 2000-2008										
Área de la ciencia y la tecnología	Núcleo Básico de Conocimiento	Año								
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
<b>Ciencias sociales y humanas</b>	Administración	0	0	0	0	0	1	1	1	3
	Antropología y artes liberales	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Ciencia política, relaciones internacionales	0	0	0	0	0	1	2	2	2
	Derecho y afines	1	1	0	1	1	2	1	2	7
	Economía	1	1	1	1	1	1	1	1	3
	Educación	3	4	5	5	6	8	6	10	13
	Filosofía, teología y afines	5	5	5	4	5	5	6	6	7
	Geografía, historia	2	2	2	2	2	2	2	2	6
	Lenguas modernas, literatura, lingüística y afines	0	0	0	0	0	0	1	1	1
	Psicología	0	0	0	0	0	1	2	2	3
	Sociología, trabajo social y afines	1	1	1	1	1	1	1	1	5
	<b>Total ciencias sociales y humanas</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>14</b>	<b>16</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>28</b>	<b>52</b>
<b>Tecnologías y ciencias de la ingeniería</b>	Arquitectura	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Ingeniería ambiental, sanitaria y afines	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	Ingeniería civil y afines	0	0	0	0	0	2	2	2	0
	Ingeniería de sistemas, telemática y afines	0	0	0	0	0	1	1	1	2
	Ingeniería eléctrica y afines	1	1	1	1	1	3	3	3	1
	Ingeniería electrónica, telecomunicaciones y afines	0	0	0	0	1	1	1	1	4
	Ingeniería industrial y afines	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Ingeniería mecánica y afines	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	Ingeniería química y afines	1	1	1	1	1	2	2	2	2
	Otras ingenierías	3	3	4	4	6	3	5	6	13
<b>Total tecnologías y ciencias de la ingeniería</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>9</b>	<b>12</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	
<b>Ciencias naturales y exactas</b>	Biología, microbiología y afines	6	6	6	6	5	5	5	6	9
	Física	4	4	4	4	5	5	5	5	5
	Matemáticas, estadística y afines	3	3	3	3	3	3	3	3	6
	Química y afines	5	5	5	5	5	5	5	5	6

Programas nacionales de doctorado, 2000-2008										
Área de la ciencia y la tecnología	Núcleo Básico de Conocimiento	Año								
		2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
	<b>Total ciencias naturales y exactas</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>26</b>
<b>Tecnologías y ciencias médicas</b>	Enfermería	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Medicina	3	3	3	3	3	2	2	3	12
	Salud pública	0	0	0	0	1	2	2	2	4
	<b>Total tecnologías y ciencias médicas</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>17</b>
<b>Tecnologías y ciencias agropecuarias</b>	Agronomía	3	3	3	2	2	3	3	3	4
	Medicina veterinaria	0	0	0	1	1	1	2	1	1
	Zootecnia	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	<b>Total tecnologías y ciencias agropecuarias</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>44</b>	<b>45</b>	<b>45</b>	<b>51</b>	<b>61</b>	<b>65</b>	<b>73</b>	<b>128</b>	

Fuente: Observatorio colombiano de Ciencia y Tecnología

## **Capítulo 2. Aspectos metodológicos, identificación de la población y articulación de las bases de datos**

### **2.1 Antecedentes de la evaluación de programas doctorales**

El estudio sobre las metodologías de evaluación de los programas doctorales tiene una trayectoria en la literatura internacional bastante amplia, específicamente en los Estados Unidos, donde se comenzó a estudiar desde mediados de los años treinta. En este sentido, se destacan tres líneas tradicionales de estudios que se aproximan a la explicación de las diferencias variables relacionadas con la calidad y el impacto de los programas doctorales: los de reputación académica, los basados en criterios objetivos de la calidad y los cuantitativos.

Los estudios de reputación académica, los cuales fueron pioneros en la explicación de los determinantes de la calidad de la educación de alto nivel, establecen una calificación para cada programa doctoral con base en la evaluación de un panel de expertos. Esto permite crear un ranking de los programas que puede ser utilizado por la comunidad académica como medida de la calidad. El primer estudio en esta línea fue desarrollado por Huges (1925, 1934). Este trabajo enfatizó en la importancia de la revisión de los programas doctorales y en la selección de los evaluadores académicos utilizando principalmente criterios relacionados con la calidad de los docentes. En esta misma línea, Kenniston (1959) determinó un ranking para la Universidad de Pensilvania con relación a un grupo de 24 universidades de los Estados Unidos, utilizando como panel de expertos los docentes de mayor prestigio y edad de los programas evaluados. El American Council on Education –ACE–realizó un estudio en el que se amplió considerablemente el grupo de evaluadores y se contrastaron las técnicas del modelo de reputación con medidas objetivas del programa, dentro de las cuales se incluyeron la calidad de los docentes, la efectividad del programa doctoral, el tamaño del departamento, la educación de los docentes, salarios, recursos bibliotecarios y publicaciones científicas (Cartter, 1966).

Estos estudios fueron criticados por la comunidad académica, debido a que la calidad del programa era definida por la reputación del mismo y ésta a su vez, se encuentra influenciada por variables que pueden poner en desventaja a las universidades que no se encuentren directamente relacionadas con los evaluadores, tales como: el tamaño del departamento, la familiaridad con las publicaciones de los docentes, la reputación institucional, la desproporción geográfica y la edad y el prestigio del panel de expertos. De esta manera, se estableció que los rankings estaban directamente afectados por las jerarquías de las instituciones, lo que se denominó “halo effect”

(Magoun 1966; Roose y Anderson, 1970; Knudsen y Vaughan, 1969; Gallant y Prothero 1972). Los estudios posteriores que continuaron en esta línea teórica se diferenciaban en el tamaño y selección del panel de expertos y en establecer esquemas de ponderación entre las evaluaciones de los departamentos calificados por criterios objetivos y los rankings de reputación (Magoun, 1966 y Petrowski, 1973)

El estudio realizado por Jones et. al (1982) estableció que las variables incluidas dentro de la evaluación de los programas doctorales (Cuadro 2.1) debían estar relacionadas directamente con la calidad de la educación y permitir la comparación de programas de diferentes disciplinas. Adicionalmente, probó que los rangos de calificación de los programas varían en función del nivel de familiaridad de los evaluadores, la proximidad geográfica y el sesgo de los estudiantes, aunque no se encontraron efectos significativos de las variables desfavorables sobre las puntuaciones totales de los departamentos. Sin embargo, el estudio enfatiza en la necesidad de establecer una variable de calidad que no sea la reputación de los docentes.

**Cuadro 2.1. Primeras variables incluidas en la evaluación de los programas doctorales**

<i>Categoría</i>	<i>Variable</i>	<i>Humanidades</i>	<i>Sociales</i>	<i>Biología</i>	<i>Matemáticas.</i>	<i>Ingeniería</i>
<b>Tamaño del programa</b>	No. docentes	X	X	X	X	X
	No. graduados	X	X	X	X	X
	No. estudiantes	X	X	X	X	X
<b>Características de los docentes</b>	No. de graduados con fellowships	X	X	X	X	X
	Mediana del número de años de duración del PhD	X	X	X	X	X
	Proporción de graduados con empleo	X	X	X	X	X
	Proporción de graduados con empleo en la academia	X	X	X	X	X
<b>Encuesta de reputación</b>	Reputación de la facultad	X	X	X	X	X
	Efectividad del programa	X	X	X	X	X
	Mejoramiento del programa	X	X	X	X	X
	Familiaridad con los evaluadores	X	X	X	X	X
<b>Recursos</b>	Composición de la biblioteca	X	X	X	X	X
	Proporción de docentes con financiamiento	X	X	X	X	X
<b>Investigación</b>	Gastos en investigación		X	X	X	X
	Publicaciones de los docentes		X	X	X	X

Un estudio que implementa una metodología más sofisticada es el trabajo de Ehrenberg y Hurs (1996). En este se desarrolla un análisis multinivel para analizar cómo las variables relacionadas con el tamaño del programa, la productividad en investigación y la calidad de los docentes se relacionan con una medida subjetiva de calificación, realizada por el National Research Council en 1995, de los programas



doctorales. El autor muestra como los administradores de los programas pueden utilizar el modelo de evaluar y reorganizar la composición de las variables para mejorar en los rankings.

Las principales críticas sobre esta línea se basa en las limitaciones metodológicas de los estudios, principalmente en la ausencia de una definición directa de calidad, debido a que en la mayoría de estos estudios se utiliza como variable proxy la reputación del programa. Adicionalmente, se sostiene que los rankings no consideran el entorno institucional, sino que se basan en el establecimiento de jerarquías entre las instituciones y por tanto, no reflejan el estado actual de la reputación de los programas. No obstante, actualmente se utilizan en la medida en que son una buena fuente de información sobre los programas académicos que además puede ser fácilmente contrastada con variables objetivas de calidad de los programas (Committee on Science, Engineering, and Public Policy –COSEPUP–, 1995; Ehrenberg y Hurst, 1998)

Por otra parte, los estudios basados en criterios objetivos de la calidad definen un conjunto de variables agrupadas en cinco categorías: docentes, estudiantes, recursos, resultados y múltiples criterios(Cuadro 2.2). Las variables que se utilizan con mayor frecuencia se relacionan con la productividad científica y los antecedentes académicos, el número de estudiantes en el programa y la experiencia en actividades docentes y de investigación. Utilizan herramientas de análisis multivariado para establecer la relación y el efecto de estas variables sobre la calidad de los programas. La principal crítica a estos estudios es que la calidad de los programas doctorales es multidimensional. Por tanto, es necesario avanzar hacia la implementación de herramientas de análisis. Debido principalmente a que el estudio de correlaciones simples, no permite establecer conclusiones robustas y consistentes sobre la calidad de los programas (Ehrenberg y Hurst, 1996; Byrnes y McNamara, 2001)

**Cuadro 2.2. Variables utilizados en los modelos de criterios objetivos**

Criterio	Autores	Conclusiones
<b>Docentes</b>	Somit y Tanenhaus, 1964; Lewis, 1968; Knudsen and Vaughan, 1969; Glenn and Villemez, 1970; Clemente y Sturgis, 1974; Wispe, 1969; Cox and Catt, 1977; Liu, 1978 House and Yeager, 1978; Olson, 1994; Dudar y Lewis, 1998, entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sugieren que la carga docente y la falta de acceso a servicios adecuados de biblioteca, pueden causar que la publicación sea relativamente baja en algunas instituciones el prestigio.</li> <li>• La reputación está altamente relacionada con el nivel de productividad en investigación.</li> <li>• Existe relación entre la reputación y las publicaciones, pero solo para las instituciones superiores.</li> <li>• Las publicaciones están relacionadas con la calidad pero solo en los departamentos de</li> </ul>

Criterio	Autores	Conclusiones
		<p>mayor tamaño, porque este se encuentra relacionado con la productividad.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Encuentran que la reputación había dejado de ser un reflejo de la productividad académica actual de los departamentos.</li> </ul>
<b>Estudiantes</b>	Knapp y Greenbaum, 1953; Krause y Krause, 1970; Dubé, 1974; Tidball y Kristiakowski, 1976; Astin y Henson, 1977; Astin y Solmon, 1979; Glower, 1980	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Algunas características de los estudiantes (como la capacidad de los estudiantes y el número de estudiantes) se correlacionan positivamente con la calidad del programa.</li> </ul>
<b>Recursos</b>	Abbott y Barlow; 1972, Glower, 1980; Byrnes y McNamara, 2001	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlación de la calidad con decisiones relacionadas con contratación, promoción y ajustes salariales</li> <li>• Los recursos financieros son un factor importante en el fomento de la calidad</li> </ul>
<b>Resultados</b>	Knapp y Greenbaum, 1953, Tidball Kristiakowski y 1976, Astin, 1962),	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los estudiantes altamente productivos y graduados de alta calidad académica y científica se encuentran directamente relacionados con programas de alta calidad.</li> </ul>

En tercer lugar, aparecen con particular importancia trabajos cuantitativos que utilizan métodos de regresión lineal múltiple para analizar la magnitud del efecto de las variables relacionadas con alguna medida cuantitativa de calidad del programa doctoral. En los primeros estudios se utilizaron como variables dependiente la reputación de los programas explicada a partir de variables, tales como: los niveles de incentivos de los docentes, los recursos bibliotecarios, el tamaño del departamento, la productividad científica de los docentes, los empleados de tiempo completo, los graduados, los estudiantes de tiempo completo, los estudiantes de primer año y la relación entre estudiantes de tiempo parcial y tiempo completo, entre otras (Oromaner, 1970; Abbott, 1972; Abbott and Barlow, 1972; Rodgers, 1971; Morgan, Kearney, and Regens, 1976; Janes, 1969; Lavender, Mathers, y Pease; 1971, Knudsen y Vaughan, 1969; Drew, 1975; Guba y Clark; 1978; Gregg y Sims; 1972).

En concreto, encuentran que la edad, el origen académico de los docentes, las variables institucionales, los recursos de los departamentos, la producción científica y académica de los docentes (publicaciones y citas), las características de los estudiantes, las oportunidades en investigación y el tamaño del departamento se encuentran altamente relacionadas con el prestigio del programa doctoral.

Dentro de este grupo se destacan los trabajos realizados por el National Research Council (2003), en los cuales se establece una metodología para la evaluación de los programas doctorales en Estados Unidos. Este estudio permite establecer un sistema de clasificación de los programas líderes en investigación bajo un concepto más

amplio que la realizada a partir de la reputación de las instituciones. En este sentido, se busca proporcionar medidas cuantitativas<sup>6</sup> que reconozcan la calidad de los programas de formación con énfasis en un sistema de clasificación numérica más que en la clasificación subjetiva empleada en los modelos de reputación.

El avance significativo de este estudio con respecto a los anteriores, es que las medidas cualitativas permiten establecer comparaciones entre programas, analizar las correlaciones cuantitativas con medidas de reputación, proporcionar a los estudiantes información que permita comparar las características de los programas y adicionalmente, son fáciles para actualizar. Otro aspecto importantes, es que reconocen que la evaluación debe ser un proceso multidimensional, de tal manera que es necesario reconocer varias dimensiones del análisis, dentro de las que se destacan: las institucionales, las características del programa los docentes y estudiante y los resultados. Frente a la metodología utilizada para recolectar la información, el estudio realiza encuestas dirigidas a cada una de las dimensiones del análisis y utiliza la base de datos del *Institute for Scientific Information* (ISI) para recopilar la información sobre publicaciones y citas. En el Cuadro 2.3, se presenta un resumen de las características medibles de los programas doctorales establecidos y aplicados por este estudio.

**Cuadro 2.3. Metodología del National Research Council (2003)  
Variables utilizadas para la medición**

Dimensión	Variables
<b>Tamaño del programa</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de docentes</li> <li>• Número de estudiantes graduados en los últimos cinco años</li> <li>• Número total de estudiantes de tiempo completo y tiempo parcial de matriculados en el programa que tengan la intención de obtener doctorados</li> </ul>
<b>Características de estudiantes de doctorado</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de graduados que habían recibido becas durante su educación de postgrado.</li> <li>• La mediana del número de años desde la matrícula del estudiante hasta el año de obtención del título</li> <li>• Porcentaje de graduados que informaron tener empleo</li> <li>• Porcentaje de graduados que informaron tener empleo en universidades.</li> </ul>
<b>Encuesta de reputación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Calificación media de la calidad académica de los profesores del programa.</li> <li>• Calificación media de la eficacia del programa de investigación en la educación de los académicos / científicos.</li> <li>• Calificación media de los evaluadores familiarizados con el trabajo de los profesores.</li> </ul>

<sup>6</sup> Dentro de las medidas cuantitativas en este estudio se plantean: a) productividad y citas; b) productividad académica relacionada con la financiación en investigación; c) becas, premios y honores; d) medidas de infraestructura para investigación (espacios, laboratorios, servicios de biblioteca, instalaciones e informática); e) datos demográficos de docentes y estudiantes y f) características del medio universitario (tasas de graduación, tiempo para obtener el grado, medias de desgaste de los estudiantes, apoyo a estudiantes); entre otras.

Dimensión	Variables
<b>Apoyo a la Investigación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Porcentaje de miembros de la facultad programa con becas de investigación</li> <li>• Total de gastos (en miles de dólares) en actividades de investigación y desarrollo</li> </ul>
<b>Fecha de Publicación Records</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de artículos publicados atribuirse al programa</li> <li>• Estimación de "influencia global" de los artículos publicados atribuirse al programa</li> </ul>
<b>Biblioteca</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tamaño Biblioteca de la Universidad</li> <li>• índice compuesto que describe el tamaño de la biblioteca en la universidad en la que el programa se encuentra, 1979-80.</li> </ul>

En los últimos años, se han realizado otros estudios que se basan en los programas doctorales como departamentos de investigación (Eisenhart y DeHaan, 2005). De esta manera, para evaluar su comportamiento se estudian variables relacionadas con la productividad académica y científica en investigación, el efecto del tamaño del grupo, el relacionamiento con los tutores y el contexto organizacional. Adicionalmente, se utilizan herramientas de análisis más sofisticadas, que reconocen la naturaleza jerárquica de los datos (Porter y Umbach, 2001; Louis, Holdsworth, Anderson y Campbell, 2007; Etzkowitz y Leydesdorff, ; 2000; Kammeyer-Mueller, y Bretz, 2004; Mallinckrodt y Gelso, 2002).

Finalmente, se encuentran los trabajos que evalúan las diferencias salariales de los graduados por género y las carreras académicas y científicas. Estos utilizan análisis log lineal y logit para establecer diferencias en las variables de los graduados que tienen relación con su participación en la fuerza laboral y con resultados científicos y académicos (National Research Council, 2001).

En Latinoamérica se destacan los adelantos metodológicos realizados por la Red Iberoamericana para la Acreditación de la Calidad de la Educación Superior (RIACES) y el Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (UNESCO-IESALC), donde se desarrollan principalmente el sistema de indicadores estandarizado que permitan evaluar los programas de maestría y doctorado. Por otra parte, en Colombia los estudios sobre evaluación de programas doctorales, se concentran en análisis sobre oferta y demanda de programas doctorales, donde se destacan el papel de la formación doctoral como elemento para el desarrollo, continuidad y crecimiento de la actividad académica, investigativa y científica del país (Dane 2002; Cárdenas y Gutiérrez, 2001 y Cárdenas. 2006).

Por otra parte, se adelantaron estudios relacionados con la autoevaluación para apertura de cohortes, los procesos de autoevaluación integral y la evaluación por pares. El propósito principal es establecer criterios que permitan el diseño de modelos y guías para la autoevaluación de sus programas de maestría y doctorado y

determinar criterios de evaluación en el país por parte de las Instituciones de Educación Superior.

Estos estudios individuales e institucionales han estado acompañados por una política de determinación de lineamientos para la evaluación de los programas de doctorado promovidos por el Decreto 1001 de 2006 del Ministerio de Educación Nacional y desarrollados por el Consejo Nacional de Acreditación. Cabe mencionar que esta política se encuentra además, sustentada en la Política Nacional de Ciencia y Tecnología desarrollada por Colciencias en su componente de formación de recursos humanos de alto nivel. Dentro de estos se han determinado un conjunto de factores e indicadores que abarcan el contexto general bajo el cual se establece la medición de la calidad de los programas doctorales. Estos factores<sup>7</sup> son a su vez el punto de partida para la construcción de indicadores y variables que permitan establecer el impacto del financiamiento sobre el conjunto de relaciones y procesos que se generan al interior de los programas de formación de alto nivel y que permite el tránsito hacia comunidades científicas y académicas.

En síntesis, se puede hacer una clasificación de los estudios sobre evaluación de programas doctorales en dos grupos: reputación académica y criterios objetivos de la calidad que usan metodologías cuantitativas. Este estudio hace parte del segundo grupo. En efecto, si bien los estudios del primer grupo son muy importantes para realizar comparaciones internacionales y dar información a los posibles usuarios de programas doctorales, los estudiantes, los financiadores, el mercado laboral y el mercado de la investigación, no permiten identificar cuáles son los determinantes de la calidad. Por lo tanto, a partir de ellos es difícil extraer conclusiones de política que contribuyan a mejorar la rentabilidad de las inversiones en este tipo de programas.

Dos razones motivan la elección del segundo grupo de estudios como parte del macro conceptual y metodológico de esta evaluación. De una parte, los estudios basados en criterios objetivos permiten determinar un conjunto de herramientas para la toma de decisiones de política que tengan impacto sobre la rentabilidad de los recursos destinados a los programas doctorales. Y por otra parte, dado que los doctorados en Colombia son muy recientes, es muy pronto para pensar en ordenamientos con programas de otros países a partir de estudios de reputación.

---

<sup>7</sup> Los factores de los que se derivan los indicadores para la evaluación de los programas de doctorado son: congruencia entre objetivos del programa y la misión y la visión de la universidad, profesores-investigadores, investigación: calidad, pertinencia y productividad científica, estudiantes, internacionalización e inserción en redes internacionales de investigación, procesos académicos y lineamientos curriculares egresados e impacto sobre el medio y fomento a la innovación e interacción con el entorno. Ver CNA, 2008

## **2.2 Medición de capacidades científicas de los programas de doctorado nacionales financiados por ACCES**

La formación de capital humano de alto nivel se sustenta principalmente sobre la capacidad de producción de conocimiento científico y tecnológico. De este modo, pensar en una evaluación de los programas de formación doctoral aislada de las comunidades científicas y académicas es desconocer la esencia misma de dicha formación y el conjunto imprescindible de relaciones tácitas y explícitas que se establecen entre la ciencia, la tecnología y la innovación y la demanda y oferta de conocimiento por parte de la sociedad.

Esta evaluación se sustenta en la premisa fundamental de que la formación de capital humano de alto nivel es un conjunto complejo compuesto por la acumulación de conocimientos, las competencias, las dotaciones de los individuos y las organizaciones vinculadas con los programas doctorales. De esta forma, a través de la medición y estudio de las carreras académicas y científicas de los individuos involucrados en éstos (docentes, investigadores y estudiantes) es posible determinar las capacidades científicas y tecnológicas y entender la conformación y dinámica inherente a la creación y transferencia del conocimiento dentro de las sociedades. En el presente estudio en particular, la medición de las trayectorias de los recursos humanos, tiene como propósito establecer el conjunto de variables y relaciones que dan cuenta de la dinámica propia de los programas doctorales a nivel nacional. Específicamente, se concentra en el análisis del impacto del financiamiento de los programas doctorales sobre el comportamiento y consolidación de las capacidades científicas del país.

De esta manera, la metodología del estudio se sustenta en dos elementos teóricos. En primer lugar, se encuentra la teoría del capital conocimiento que plantea la existencia de vínculos entre la trayectoria de los recursos humanos y la consolidación de las organizaciones donde se llevan a cabo los procesos de generación de conocimiento a través de la investigación y el desarrollo tecnológico, de manera que la estabilidad en el largo plazo del proceso de generación de conocimiento, es decir los programas de doctorados, se encuentra directamente sustentada en la capacidad de reproducción, ampliación y consolidación de las comunidades científicas y académicas del país (Jaramillo, Piñeros, Lopera y Álvarez, 2006).

Desde esta perspectiva, sólo es posible capturar los beneficios sociales del financiamiento a los programas de formación de alto nivel si se produce la interacción entre el capital humano de los individuos involucrados en los programas con el capital intelectual de las organizaciones y el capital social contenido en las redes establecidas entre ellos. En este sentido, el apoyo y desarrollo de las comunidades científicas y académicas se debe concebir a partir de la existencia de la interacción de los

investigadores, las instituciones, el conocimiento y los interlocutores (Jaramillo y Forero, 2001; Villaveces y Jaramillo, 2004).

En segundo lugar, se encuentra la medición del capital humano a través de las carreras académicas y científicas de los miembros de los programas doctorales, es decir, estudiantes, docentes y miembros de los grupos de investigación. Para esto se asume que “el ciclo de vida”, entendido como la trayectoria de los individuos, captura la naturaleza dinámica de los procesos de formación de conocimiento mediante la información histórica que proveen sus currículos vitae (CV). En este sentido, el CV se convierte en el elemento principal de análisis en la medida en que permiten establecer la información necesaria para identificar los determinantes de la productividad a través del análisis de las relaciones y vínculos contenidos en éste, tales como: tiempos, secuencias, duración de las actividades profesionales de los individuos y las interrelaciones que implican las colaboraciones y afiliaciones institucionales. Adicionalmente, el CV de cada científico es en sí mismo una representación de su valor de conocimiento<sup>8</sup> (Dietz et al., 2005, Bozeman et al., 2001 y Dietz, 2000).

Esta línea teórica supone necesariamente que el estudio sobre el comportamiento de los recursos humanos en investigación debe trascender el conteo de los investigadores y su producción científica. Así entonces, la medición requiere la utilización de técnicas alternativas a las utilizadas tradicionalmente (mínimos cuadrados ordinarios) con el fin de evitar problemas de especificación e identificación en la estimación de los parámetros, que surgen debido a la asimetría y censura de los datos utilizados en el análisis de los CVs de los investigadores (Dietz y Bozeman, 2005).

Estas metodologías han sido aplicadas empíricamente en el país en varias investigaciones, lo que ha llevado a una acumulación de conocimiento sobre este tema durante los últimos años y por ende, a establecer una línea de investigación sobre la evaluación del comportamiento de los recursos humanos en ciencia y tecnología, el tránsito hacia comunidades científicas y académicas y el estudio de las carreras de los investigadores, todas utilizando como fuente de información las bases de datos contenidas en la Plataforma ScienTI-Colciencias (GrupLAC y CvLAC).

En este sentido, el primer estudio empírico en esta línea, realizado por Jaramillo, Piñeros, Lopera y Álvarez (2006), evalúa el programa de jóvenes investigadores y el tránsito de sus beneficiarios a comunidades científicas y académicas, es decir, a

---

<sup>8</sup> Para profundizar sobre la utilización de los CV en la modelación de carreras científicas y académicas ver Jaramillo, Lopera y Albán (2008b); Price y Beaver, 1966; Beaver y Rosen, 1978; Pao, 1982; Pravdic y Oluic-Vukovic, 1986; Landry y Amara, 1998; Bozeman y Corley, 2004; Gaughan & Bozeman, 2002; Godin, 2003; Cole y Zuckerman, 1984; Fox & Faver, 1985; Long, 1987; Bellas & Toutkoushian, 1999; Astin, 1978; Kyvik y Teigen, 1996; Dietz y Bozeman, 2005).

programas de maestría y doctorado. En este estudio, se analizaron 1.294 CVs<sup>9/</sup> de jóvenes del país pertenecientes a 253 grupos de investigación vinculados al programa durante el periodo 1994-2004. Con respecto a los resultados generales, se encontró que el aporte del grupo al éxito del joven investigador asciende al 30%, mientras las variables de los jóvenes estarían representando el 70% restante. Con respecto a los determinantes del éxito del joven en el programa, se encontró que la edad; la participación en actividades de investigación antes de ingresar al programa, como es el caso de los semilleros de investigación; el nivel de participación del estudiante en las actividades del grupo donde realiza su pasantía; la satisfacción expresada por el joven frente a algunas actividades de formación desarrolladas durante el programa; el ambiente apropiado para el diseño y desarrollo de proyectos de investigación y el apoyo del grupo para iniciar estudios de maestría o doctorado tienen un efecto positivo sobre la probabilidad de éxito del joven investigador.

Jaramillo, Latorre, Lopera y Albán (2008a) realiza un estudio sobre la dinámica de los recursos humanos que trabajan en la investigación clínica en salud a través del estudio de los determinantes de las carreras académicas y científicas mediante la estimación de un modelo Tobit, la construcción del índice de producción<sup>10/</sup> y la estimación de los modelos jerárquicos de efectos fijos y aleatorios. En este estudio se analizaron 1.942 CV de investigadores clínicos vinculados a 153 grupos de investigación<sup>11/</sup>. Los resultados muestran que los procesos de aprendizaje y las interacciones realizadas durante el fellowship<sup>12</sup>, las actividades de investigación, las actividades asistenciales y la formación doctoral y posdoctoral tienen efectos positivos en los niveles de producción del individuo. Mientras que los estudios de maestría y perfeccionamiento reducen las probabilidades de éxito en el campo de la investigación clínica<sup>13/</sup>. Además, los grupos con investigadores en niveles de formación de residencia médica inciden positivamente sobre el nivel de producción de los investigadores.

Con respecto a las carreras académicas y su relación con la organización específica de la investigación clínica se encuentra que la relación de los grupos de investigación con el hospital aumenta el aporte de estos al nivel de producción de los investigadores. Adicionalmente, para los investigadores académicos y científicos clínicos la existencia

---

<sup>9</sup> La información fue complementada con encuestas específicas realizadas a los grupos de investigación y a los jóvenes investigadores que habían participado en el programa.

<sup>10</sup> Corresponde a un índice sintético de la producción del individuo según la clasificación de productos de nuevo conocimiento de Colciencias. Permite realizar comparaciones entre individuos, grupos y hospitales.

<sup>11</sup> La identificación de los investigadores clínicos en la Base ScienTI con una metodología de minería de datos.

<sup>12</sup> Entendido como un periodo de entrenamiento médico que se realiza después de la residencia, generalmente en el exterior.

<sup>13</sup> Hay que señalar que para el caso de la investigación básica-médica (biomédica) los estudios de maestría tienen un efecto positivo sobre las posibilidades de éxito, por el tránsito al doctorado.



de políticas claras y explícitas que promuevan la publicación de resultados de investigación, es una variable significativa mientras que para los investigadores clínicos no lo es<sup>14/</sup>. Finalmente, se encuentra que el inicio temprano en las actividades de investigación y docencia es significativo, lo que sugiere que la consolidación de éstas a lo largo de la carrera académica del investigador clínico permite alcanzar mayores niveles de productividad científica.

Finalmente, en Jaramillo y Lopera (2008c) se estiman un modelo Tobit y un modelo de multinivel para analizar los CV de 5.233 investigadores vinculados a grupos de investigación en salud pública y ciencias básicas biomédicas. El objetivo de este estudio fue establecer el valor agregado de los grupos de investigación sobre la producción científica de los investigadores y las características principales de cada área como comunidad científica. Las conclusiones de este trabajo condujeron a establecer las diferencias asociadas a la manera cómo se hace ciencia en ambas disciplinas, que se ve reflejada en la diferencia sustancial de las tasas de productividad de los investigadores de ambas áreas, a favor de las ciencias básicas médicas, debido a que los niveles de productividad se encuentran directamente asociados con el contexto organizacional al que se vincula el investigador.

En síntesis, la evaluación del impacto del financiamiento del programa ACCESS se sustenta en una metodología que propone realizar un análisis sustentado en la complejidad de las relaciones que se establecen en el proceso de formación a nivel doctoral. De esta manera, se parte de la validación y análisis de un conjunto de indicadores y estadísticas, derivados de resultados de los individuos que hacen parte de los programas y de las comunidades científicas y académicas que los albergan, para posteriormente avanzar hacia la modelación del efecto y la magnitud de las relaciones que se establecen entre los agentes e instituciones al interior de los programas. Para esto último, se utilizarán técnicas econométricas que permiten determinarlas relaciones existentes entre las características de los recursos humanos formados y las comunidades científicas y académicas que sustentan los programas doctorales nacionales y comparar las productividades y tránsitos a comunidades académicas y científicas entre los recursos humanos formados a nivel de doctorado en el exterior y en los doctorados nacionales.

Desde esta perspectiva, la evaluación de impacto del financiamiento sobre los programas doctorales se apoya sobre las siguientes hipótesis: a) el grado de madurez y consolidación de los programas doctorales está directamente relacionado con el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas del sistema nacional de ciencia

---

<sup>14</sup> Los investigadores académicos y científicos clínicos son aquellos que establecen su relación con el hospital a través de un grupo de investigación, mientras los investigadores clínicos se encuentran vinculados directamente a la práctica investigativa a través de las actividades asistenciales y la prestación de servicios de salud.

y tecnología, y específicamente, con la consolidación de las comunidades científicas que apoyan estos programas. En este sentido, sólo es posible capturar los beneficios sociales del financiamiento a la formación de alto nivel a partir de la interacción dinámica de los programas doctorales con los grupos de investigación, las universidades y los centros de investigación que apoyan estos programas; b) la eficiencia del financiamiento a los programas doctorales nacionales está directamente relacionada con la construcción histórica de relaciones tácitas y explícitas que permiten consolidar los procesos de formación de capital humano y el desarrollo mismo de la investigación en el país, y no directamente con la financiación directa al programa doctoral; y c) la formación de los individuos es un proceso multivariado.

### **2.3 Métodos de análisis**

Como se mencionó en la sección anterior, para el desarrollo de los objetivos de este estudio se aborda el impacto del apoyo a los programas de doctorales desde un enfoque amplio, el cual considera el desarrollo de la formación de alto nivel desde la teoría del capital conocimiento y el estudio de las carreras científicas de los individuos e instituciones involucradas en dichos programas. En este sentido, se establece que la formación doctoral es un proceso multivariado, debido a la interacción del individuo con múltiples instituciones determinadas en cada etapa de su proceso de formación y actuación. Por tanto, los resultados a nivel colectivo pueden ser muy diferentes al del investigador individual, especialmente debido a factores externos importantes entre los investigadores, tales como: la difusión del conocimiento crítico, la reputación, la distribución de la instrumentación de equipos e instalaciones, la complementariedad entre los diferentes tipos de investigadores, o incluso entre diferentes programas de investigación (Carayol y Mireille; 2004).

Por tanto, la medición requiere de la utilización de técnicas alternativas a las utilizadas tradicionalmente (mínimos cuadrados ordinarios) con el fin de evitar problemas de especificación e identificación en la estimación de los parámetros, que surgen debido a la asimetría y censura de los datos utilizados en el análisis de los CVs de los investigadores (Dietz y Bozeman, 2005). De esta manera, es necesario utilizar métodos de medición que reconozcan las características propias de los sistemas de formación de recursos humanos para la ciencia y la tecnología.

Básicamente, los modelos deben permitir la estimación de los determinantes de la productividad científica del investigador teniendo en cuenta en primer lugar, que la formación del individuo no se produce en el vacío social, sino que se construye a partir de las interrelaciones con las instituciones y sus miembros. En segundo lugar, el proceso de formación es un continuo de acumulación donde el individuo captura de manera diferencial las relaciones con los miembros de la comunidad científica en la

que se inserta. Y finalmente, las instituciones donde se hospedan los programas doctorales están diferenciadas por sus características y las interrelaciones que se construyen durante el proceso de formación y consolidación como organizaciones del conocimiento. De esta manera, este estudio utilizará métodos de medición econométrica que permitirán modelar el comportamiento de la formación de recursos humanos en los programas doctorales en todas sus dimensiones (estudiantes, graduados, docentes/investigadores y recursos) y avanzar hacia metodologías que permitan cuantificar el efecto de las variables sobre la calidad de los programas doctorales.

Este estudio utiliza dos métodos de medición que dadas sus características específicas, permiten modelar el impacto del financiamiento sobre los doctorados nacionales a través del análisis del comportamiento de los recursos humanos y los grupos de investigación que apoyan dichos doctorados. El primero, es el modelo multinivel que determina el aporte que la macro unidad (doctorados) y la micro-unidad<sup>15/</sup> (individuos) vistos separadamente, hacen a la explicación de los niveles de producción de estos últimos. Éste analiza el efecto que los componentes del capital conocimiento tienen sobre la producción, la probabilidad de graduarse y la probabilidad de pertenecer a un doctorado nacional. Se responde así a la pregunta sobre cuáles son las prácticas, estructuras o procesos que pudieran incidir sobre la calidad de los doctorados nacionales. El segundo es el modelo de variable dependiente limitada (modelo Tobit) utilizado para evaluar el efecto de los cambios en las variables de los individuos sobre la producción. A continuación se realiza una explicación detallada de cada uno de los modelos de medición empleados en el estudio. Los resultados de estos se encuentran en el capítulo IV.

### ***2.3.1 Modelo de análisis multinivel***

El análisis multinivel es un modelo lineal utilizado en la modelación de estructuras de datos anidados, en los cuales las observaciones del primer nivel se encuentran agrupadas bajo estructuras de mayor jerarquía. El modelo considera la estructura de datos agregados en clúster, donde se tiene en cuenta las macro-unidades o grupos (área de conocimiento del doctorado) que a su vez contienen micro-unidades (estudiantes, egresado y docentes). La estructura multinivel o de datos anidados permite determinar el aporte que la macro unidad (doctorado) y la micro-unidad (individuos) vistos separadamente hacen a la explicación de: a) los niveles de producción individual; b) la probabilidad de pertenecer a un doctorado nacional y c) la probabilidad de graduarse. Además, permiten establecer el aporte de las variables

---

<sup>15</sup> Las micro-unidades (individuos) están diferenciados por sus índices de producción los cuales reflejan las diversas trayectorias y carreras académicas de los investigadores, mientras que las macro-unidades (grupo) son espacios heterogéneos, debido a que se diferencian en el número de investigadores, sus índices de producción y la varianza entre los individuo.

que explican las diferencias de los resultados entre y dentro de los grupos, lo cual permite identificar los efectos fijos y aleatorios que explican el comportamiento de los individuos y las instituciones. Estos efectos, son calculados a partir de las desviaciones aleatorias del término de error.

Para este propósito dentro del análisis multinivel se estiman dos tipos de modelos, determinados por el tipo de variable dependiente. El primero, es el análisis multinivel tradicional, que emplea como variable dependiente una variable continua, que en este caso, es la tasa de producción anual del individuo controlada por el número de coautores; y el segundo es el modelo logit-multinivel, donde la variable dependiente es dicotómica e indica la pertenencia del individuo a una condición determinada (graduarse-no graduarse; doctorado nacional- doctorado en el exterior). Los modelos multinivel contienen dos tipos de sub-modelos: a) modelo vacío y b) modelo de efectos aleatorios. A continuación se explican cada tipo de modelo y submodelo estimados en este estudio

- **Análisis multinivel (variable dependiente continua)**

El submodelo de efectos fijos (modelo vacío), describe la relación lineal entre los dos niveles de análisis (individuos y grupos de investigación) excluyendo todo tipo de variable explicativa. En este modelo, se considera la variación de los niveles de producción del investigador entre grupos, vistos como efectos fijos, expresados únicamente a través de la estimación del intercepto y la pendiente de la relación lineal (Frees, 2004). En el Cuadro 2.4 se presenta la descripción completa de este modelo.

**Cuadro 2.4. Descripción del modelo de efectos fijos. Variable dependiente continúa**

Definición	Supuestos	Varianza
$Y_{ij} = \gamma_{00} + U_{0j} + R_{ij}$		$\text{var}(Y_{ij}) = \tau^2 + \sigma^2$ (1)
$Y_{ij} = \beta_{0j} + R_{ij}$	$U \sim N(0, \tau^2)$	
$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$	$R \sim N(0, \sigma^2)$	$CCI = \frac{\tau^2}{\tau^2 + \sigma^2}$ (2)

Donde  $Y_{ij}$  representa el valor del producto observado para la micro unidad  $i$  dentro de la macro unidad  $j$ <sup>16</sup>. Por lo anterior, el coeficiente  $\gamma_{00}$  equivale al intercepto o media poblacional de la variable dependiente. En nuestro caso del índice de producción de los individuos, la cual se aproxima a la media aritmética de la misma. Adicionalmente, los términos de error del grupo ( $U$ ) y del individuo ( $R$ ) representan el efecto específico del grupo  $j$  y el efecto residual para el individuo  $i$  dentro del grupo  $j$ , respectivamente. Estos siguen una distribución normal con media a cero y varianzas iguales  $\tau^2$  y  $\sigma^2$ .

<sup>16</sup> De aquí en adelante nos referiremos a la micro-unidad como individuos, mientras la macro-unidad serán los doctorados o áreas de la ciencia

El principal resultado que se deriva de este modelo es el “coeficiente de correlación intragrupo”, que es producto del análisis de la varianza del término de perturbación (Snijders y Bosker, 1999). Este define la importancia del grupo y del individuo en la explicación de los niveles de productividad. Si la varianza total es igual a la suma de las varianzas de  $U$  y  $R$ , como se muestra en la ecuación (1), la importancia del grupo es la proporción de la varianza total atribuible a ese nivel, como se muestra en la ecuación (2). En este sentido, el coeficiente de correlación intragrupo ( $\rho$ ) corresponde a la parte de la variabilidad del índice de producción del individuo explicado por factores del grupo.

El segundo submodelo, es el de efectos aleatorios los cuales incluyen variables explicativas tanto del individuo como del grupo. La especificación de este modelo está dada por la ecuación (3).

$$Y_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_{ij} + \beta_z Z_j + R_{ij} \quad (1)$$

Donde  $Y_{ij}$  representa el valor del producto observado para el individuo  $i$  dentro del grupo  $j$ ,  $\beta_0$  representa el intercepto,  $\beta_1$  el coeficiente de las variables del individuo,  $\beta_z$  el coeficiente de las variables del grupo y  $R_{ij}$  el término de perturbación. En este tipo de modelos la estimación de la media del grupo es una importante variable explicativa, definida como la media para todos los individuos dentro de un grupo dado y que expresa la diferencia entre la regresión dentro (*within*) de los grupos y entre (*between*) grupos. Donde la primera, determina el efecto de la variable explicativa dentro de un grupo y la segunda, el efecto de la media del grupo de la variable explicativa sobre la media del grupo de la variable dependiente<sup>17/</sup>.

En el Cuadro 2.5, se encuentra la especificación completa del submodelo de efectos aleatorios. En esta se puede observar que el modelo de primer nivel (individuo) no incluye ningún regresor o variable explicativa, mientras que el nivel 2 incluye las variables del grupo que explican las diferencias que las medias de los grupos tienen respecto de la media muestral de la producción de los individuos. Por tanto, el coeficiente  $\gamma_{00}$  equivale al intercepto o media del promedio del éxito entre grupos, una vez controlado el efecto de las variables explicativas o factores asociados.

Los términos de perturbación siguen una distribución normal con media a cero y varianzas  $\tau^2$  y  $\sigma^2$ , respectivamente. Por su parte, la varianza residual total es igual a la suma de las varianzas de  $U$  y  $R$  y la importancia del grupo (o coeficiente de correlación intragrupo) es la proporción de la varianza total atribuible a ese nivel.

---

<sup>17</sup> En general, los efectos aleatorios no son estimados directamente, pero se encuentran caracterizados por los elementos que componen la varianza, los cuales se estiman a través de los términos de error.

**Cuadro 2.5. Descripción del modelo de efectos aleatorios**

Variables	Definición	Supuestos	Varianza
Grupo	$Y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{s=1}^{S_q} \gamma_{qs} Z_{sj} + U_{0j} + R_{ij}$		$\text{var}(Y_{ij}) = \tau^2 + \sigma^2$
	$Y_{ij} = \beta_{0j} + R_{ij}$	$U \sim N(0, \tau^2)$ $R \sim N(0, \sigma^2)$	$CCI = \frac{\tau^2}{\tau^2 + \sigma^2}$
	$\beta_{0j} = \gamma_{00} + \sum_{s=1}^{S_q} \gamma_{qs} Z_{sj} + U_{0j}$		
Individuo	$Y_{ij} = \beta_{0j} + \sum_{e=2}^E \beta_{ej} X_{ij} + R_{ij}$		$\text{var}(Y_{ij}) = \tau^2 + \sigma^2$
	$\beta_{0j} = \gamma_{00} + U_{0j}$	$U \sim N(0, \tau^2)$ $R \sim N(0, \sigma^2)$	$CCI = \frac{\tau^2}{\tau^2 + \sigma^2}$
	$Y_{ij} = \gamma_{00} + \sum_{e=1}^E \beta_{ej} W_{ij} + U_{0j} + R_{ij}$		

Finalmente, luego de determinar el valor agregado por el grupo a la producción de los individuos, se procede a determinar cuáles de las variables de individuo y actividades que realiza dentro del grupo inciden sobre su nivel de producción. En esta se observa que el modelo de primer nivel incluye la constante y las variables explicativas, mientras que el modelo de nivel 2 no incluye ningún regresor o variable del grupo. El coeficiente  $\gamma_{00}$  equivale al intercepto o media del promedio de producción entre grupos, una vez controlado el efecto de las variables explicativas o factores asociados al individuo. De igual manera, los términos de perturbación del grupo (U) y del individuo (R) siguen una distribución normal, con media igual a cero y varianzas iguales  $\tau^2$  y  $\sigma^2$ , respectivamente.<sup>18/</sup>

- **Análisis logit-multinivel (variable dependiente dicotómica)**

Como se mencionó anteriormente, la variable dependiente para cada individuo dentro de un grupo  $Y_{ij}$  es una variable dummy o dicotómica que toma el valor de 1 para acierto (graduarse o pertenecer a un doctorado nacional) y 0 para fallo (no graduarse o pertenecer a un doctorado en el exterior). La probabilidad de acierto en cada grupo es  $P_j$ . En este caso, el submodelo vacío estima la distribución de probabilidad para la probabilidad de la variable dependiente dentro del grupo (Snijders and Bosker, 1999).

La especificación del modelo vacío determina la distribución de probabilidad de  $P_j$ , dada por:

$$\text{logit}(P_{ij}) = Y_0 + U_{0j} U_{0j} \sim (0, \tau^2) \quad (4)$$

<sup>18</sup>

Las estimaciones se realizaron utilizando el programa HLM 6.08

Donde  $U_{0j}$  es el residuo aleatorio del grupo  $j$  y  $Y_0$  representa el promedio muestral de  $P_j$ , determinada por  $f(\pi_0) = Y_0$  y la transformación logística de  $\pi_0$

$$\pi_0 = \text{logit}(Y_0) = \frac{\exp(Y_0)}{1 + \exp(Y_0)} \quad (5)$$

$$\text{var}(P_j) \sim (\pi_0(1 - \pi_0)) \quad (6)$$

Para este modelo, el coeficiente de correlación intragrupo, que representa la fracción de la varianza total que es atribuible a las diferencias entre grupos, se define como

$$CCI = \frac{\tau_0^2}{\tau_0^2 + \frac{\pi^2}{3}} \quad (7)$$

Finalmente, el submodelo de intercepto aleatorio para el análisis logit-multinivel es similar a la regresión del modelo logístico. En este modelo, se tiene en cuenta el efecto de un conjunto de variables sobre  $X_h$  ( $h=1, \dots, r$ ) sobre la variable dependiente binaria o dicotómica. En este modelo, a diferencia de la ecuación (4) la probabilidad observada de acierto varía entre los individuos al interior de los grupos, de modo que  $P_{ij}$  representa la probabilidad de acierto del individuo  $i$  dentro del grupo  $j$ . Por tanto, la especificación está dada por:

$$Y_{ij} = P_{ij} + R_{ij} \quad (8)$$

Donde,

$$\text{logit}(P_{ij}) = Y_0 + \sum_{h=1}^r Y_h X_{kij} + U_{0j} U_{0j} \sim (0, \tau_0^2) \quad (9)$$

### 2.3.2 Modelo Tobit. Trayectorias científicas

Este modelo se emplea cuando la variable dependiente es un valor continuo y estrictamente positivo (variable censurada), donde 0 no hace parte del valor de la función. El modelo Tobit es fácilmente definido como un modelo de variable latente dado por:

$$\begin{aligned} y^* &= \beta_0 + x\beta + u, u|x \approx \text{normal}(0, \sigma^2) \\ y &= \max(0, y^*) \end{aligned} \quad (10)$$

La variable latente  $y^*$  satisface los supuesto del modelo lineal clásico, en particular presenta una distribución normal con media condicional lineal y homocedástico (los

términos de error no están correlacionados con las variables dependientes, como es el caso de estudio). La ecuación (10) implica que la variable observada  $y$  (índice de producción) es igual a  $y^*$  cuando  $y^* \geq 0$ , pero  $y=0$  cuando  $y^* < 0$ . Esto se debe a que el supuesto de distribución normal impone valores de la variable dependiente estrictamente positivos. Adicionalmente, la distribución de densidad de  $y$  (variable dependiente) dado  $x$  (variables explicativas) es la misma que la función de densidad de  $y^*$  dada  $x$  para valores positivos. En particular,  $\beta_j$  mide el efecto parcial de la variable  $x_j$  sobre la  $E(y^*|x)$  cuando  $y^*$  es la variable latente.

## **2.4 Fuentes de Información**

Las fuentes de información para el análisis y modelación del comportamiento de los doctorados nacionales de articular a partir de: a) información suministrada por ScienTI-Colciencias en las bases de DocLAC, CvLAC y GrupLAC, actualizadas a abril de 2009; y b) Encuesta realizada a los estudiantes y egresados de los programas de doctorado nacionales. A continuación, se realiza un análisis de los procesos de identificación y depuración de esta información.

### **2.4.1 Información ScienTI**

La información suministradas por ScienTI se constituye en la información principal del presente estudio. A partir de la información de DocLAC permite la identificación de los programas doctorales y la población objetivo de análisis del estudio compuesto por los individuos involucrados directamente con los programas (docentes, estudiantes y egresados) y los grupos de investigación que apoyan los programas. Mientras que las bases GrupLAC y CvLAC suministran la información de las variables relacionadas con las capacidades científicas que sustentan los doctorados. La ilustración II-1, muestran las diferentes fuentes de información y las relaciones que se presentan entre ellas y de las cuales se deriva un conjunto importante de variables que serán utilizadas en la modelación planteada en el estudio.

Para la construcción de la base de datos del estudio se realizaron dos procesos que comprenden la identificación de la población y articulación de las bases de datos fue la exploración inicial de la información contenida en DocLAC y el cruce de ésta con las otras fuentes de información de ScienTI. En el proceso de identificación de la población y articulación de las bases de datos fue la exploración inicial de la información contenida en DocLAC con el propósito de establecer las características principales de los doctorados nacionales financiados por el programa ACCES. En este sentido, se observa que existen en total 115 programas de doctorado financiados vinculados a 26 instituciones de educación superior del país. Adicionalmente, se presenta 5.975 registros de individuos dentro del personal afiliado directamente con



los programas y 746 grupos de investigación que apoyan directamente algún programa doctoral (Tabla 2.1)

**Tabla 2.1. Resumen de la población del estudio**

Población	N
Total programas doctorados	115
Instituciones de Educación Superior	26
Grupos de investigación de apoyo	746
Personal	5.795
• Docentes	2.218
• Estudiantes	2.961
• Egresados	616

Fuente: DocLac, ScientI-Colciencias. Cálculos propios

Con respecto a los programas de doctorado financiados, se puede inferir la existencia de alta concentración a nivel institucional, regional y por áreas de conocimiento. En este sentido, en la información suministrada por DocLAC se observó que el 63% de los programas se encuentran en cinco instituciones de educación superior (Tabla 2.2) que se encuentran ubicadas principalmente en Bogotá, Antioquia y Valle del Cauca (Ver Anexo 1, Tabla A.2).

**Tabla 2.2. Total de Doctorados por institución**

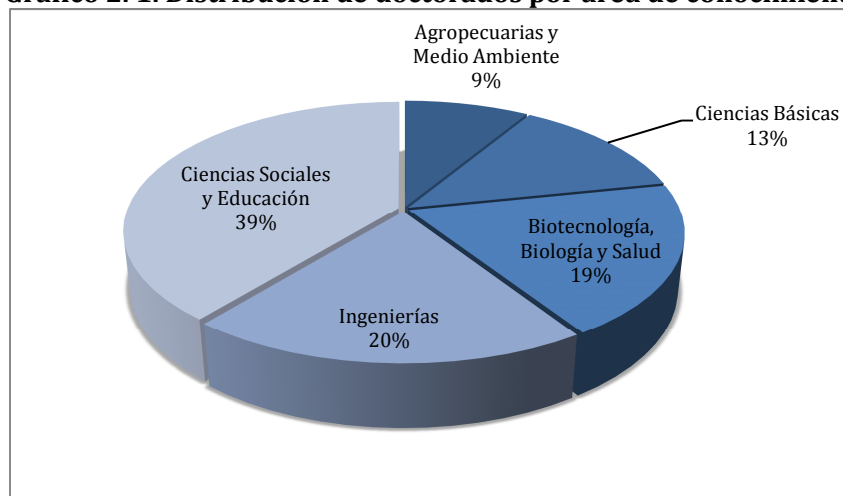
Institución	N	Porcentaje
Universidad Nacional de Colombia	32	27.83
Universidad de Antioquia	14	12.17
Universidad de los Andes	10	8.7
Universidad del Valle	10	8.7
Pontificia Universidad Javeriana	7	6.09
Universidad del Cauca	5	4.35
Universidad del Norte	4	3.48
Universidad Industrial De Santander	4	3.48
Universidad Pontificia Bolivariana	4	3.48
Universidad de Caldas	3	2.61
Universidad de Cartagena	3	2.61
Universidad del Rosario	3	2.61
Universidad Tecnológica de Pereira	3	2.61
Universidad EAFIT	2	1.74
Universidad Externado de Colombia	2	1.74
Universidad CES	1	0.87
Universidad de la Sabana	1	0.87
Universidad de Manizales	1	0.87
Universidad de Nariño	1	0.87
Universidad del Tolima	1	0.87
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	1	0.87
Universidad El Bosque	1	0.87
Universidad Pedagógica Nacional	1	0.87

Universidad Pedagógica y Tecnológica de Pereira	1	0.87
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>100%</b>

Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Por áreas de conocimiento<sup>19</sup>, se encontró que un poco más de la mitad de los programas financiados pertenecen a las áreas de ciencias sociales y educación (39%) e ingeniería (20%) (Gráfico 2. 1). En la Tabla A.1 (Anexo 1), se puede encontrar la lista total de programas doctorales por área del conocimiento e institución.

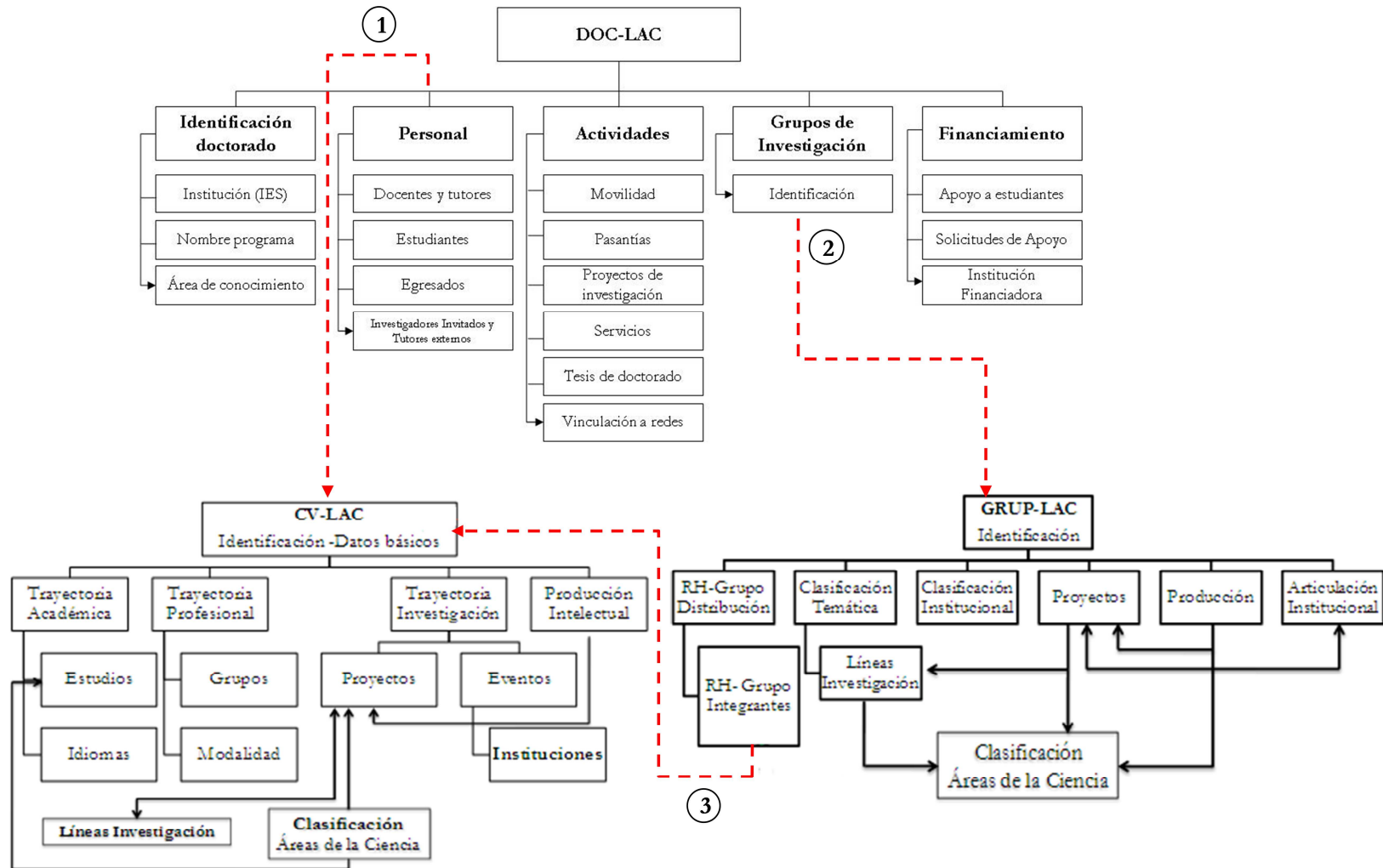
**Gráfico 2. 1. Distribución de doctorados por área de conocimiento**



Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

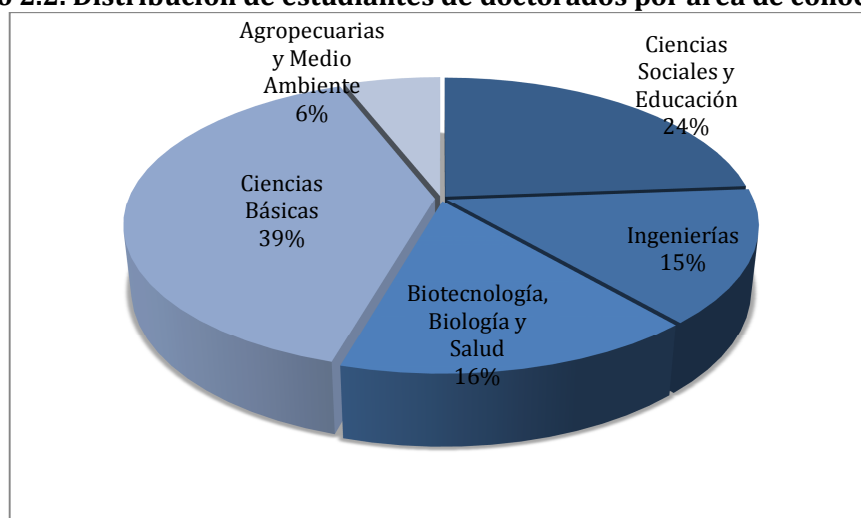
<sup>19</sup> Clasificación establecida por DocLAC-ScienTI

**Ilustración 2.1. Fuentes de información ScientI**



Frente a las personas involucradas directamente con los programas doctorales, se observó que el número total de estudiantes que aparecen registrados en DocLAC es de 2.961, de los cuales el 36% están inscritos en programas en el área de ciencias sociales y educación y el 24% en Ingenierías (Gráfico 2.2). Frente al número de estudiantes por institución educativa, se encuentra que las universidades que ofrecen un mayor de programas de doctorado concentran el mayor número de estudiantes (Tabla 2.3). De lo anterior, se puede inferir que existe correspondencia entre la oferta de programas de doctorado y el número de estudiantes inscritos en dichos doctorados (Anexo 1, Tabla A.2)

**Gráfico 2.2. Distribución de estudiantes de doctorados por área de conocimiento**



Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Frente a la población de egresados, existen 616 registros de individuos, donde el 40% pertenecen a los programas de ciencias básicas, seguidos por los egresados de los programas de ciencias sociales y educación (24%) (Gráfico 2.3). Adicionalmente, el 69% del total de egresados provienen de tres instituciones: Universidad Nacional, Universidad del Valle y Universidad de Antioquia (Tabla 2.4y Anexo 1, Tabla A.4)

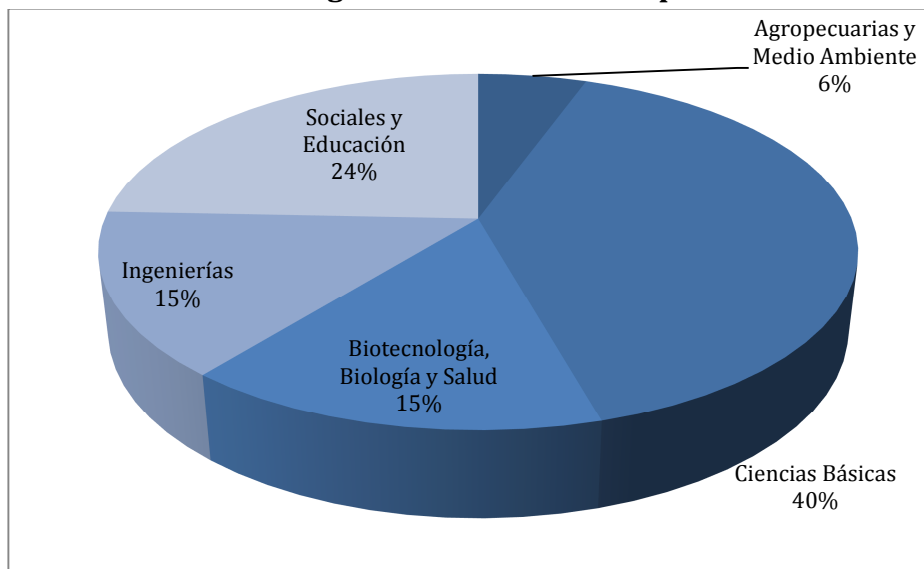
**Tabla 2.3. Total de estudiantes de doctorado por institución**

Universidad	N	%
Universidad Nacional de Colombia	1.020	34%
Universidad de Antioquia	409	14%
Universidad del Valle	299	10%
Pontificia Universidad Javeriana	214	7%
Universidad de los Andes	186	6%
Universidad Industrial de Santander	102	3%
Universidad de Manizales	95	3%
Universidad Pontificia Bolivariana Sede Medellín	94	3%
Universidad Pedagógica Nacional	72	2%
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Sede Tunja	57	2%
Universidad del Norte	53	2%

Universidad	N	%
Universidad de Cartagena	51	2%
Universidad de Caldas	39	1%
Universidad del Cauca	39	1%
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	37	1%
Universidad EAFIT	35	1%
Universidad Externado de Colombia	35	1%
Universidad Tecnológica de Pereira	33	1%
Universidad del Tolima	26	1%
Universidad de Nariño	21	1%
Universidad del Rosario	20	1%
Universidad El Bosque	20	1%
Universidad de la Sabana	3	0,1%
Universidad CES	1	0,03%
<b>Total</b>	<b>2.961</b>	<b>100%</b>

Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Gráfico 2.3. Distribución de egresados de doctorado por área de conocimiento**



Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Tabla 2.4. Total de egresados de doctorado por institución**

Universidad	N	%
Universidad Nacional de Colombia –Sede Bogotá–	208	34%
Universidad del Valle	130	21%
Universidad de Antioquia	88	14%
Pontificia Universidad Javeriana	47	8%
Universidad Pontificia Bolivariana –Sede Medellín–	42	7%
Universidad Industrial de Santander	25	4%
Universidad de los Andes	24	4%
Universidad de Manizales	20	3%
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia –Sede Tunja–	19	3%
Universidad del Cauca	11	2%
Universidad de Cartagena	1	0,2%
Universidad Pedagógica Nacional	1	0,2%
<b>Total</b>	<b>616</b>	<b>100%</b>

Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios.

Por otro lado, se observó 2.218 registros de individuos afiliados como docentes a los programas doctorales, de los cuales el 34% hacen parte de los doctorados en el área de ciencias sociales y educación, seguidos por los de los doctorados de las áreas de ingenierías (22%) y biotecnología, biología y salud (20%) (Tabla 2.5). Los docentes de los programas doctorales de la Universidad Nacional de Colombia, la cual a su vez es la que posee un mayor número de programas, representa el 26% del total de docentes de este tipo de programas a nivel nacional, seguida por la Universidad de Antioquia (16%) y la Universidad de los Andes (11%). (Tabla 2.6y Anexo 1, Tabla A.3)

**Tabla 2.5. Distribución de docentes de doctorado por área de conocimiento**

Área del conocimiento	N	%
Agropecuarias y Medio Ambiente	184	8%
Ciencias Básicas	339	15%
Biotecnología, Biología y Salud	453	20%
Ingenierías	497	22%
Ciencias Sociales y Educación	745	34%
<b>Total</b>	<b>2.218</b>	<b>100%</b>

Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Tabla 2.6. Total de docentes de doctorado por institución**

Universidad	N	%
Universidad Nacional de Colombia -Sede Bogotá	572	26%
Universidad de Antioquia	358	16%

Universidad	N	%
Universidad de los Andes	236	11%
Universidad del Valle	207	9%
Pontificia Universidad Javeriana	115	5%
Universidad Pontificia Bolivariana- Sede Medellín	82	4%
Universidad Industrial de Santander	78	4%
Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín	72	3%
Universidad EAFIT	61	3%
Universidad del Cauca	57	3%
Universidad de Cartagena	51	2%
Universidad del Norte	50	2%
Universidad Pedagógica Nacional	36	2%
Universidad de Nariño	35	2%
Universidad de Caldas	34	2%
Universidad del Rosario	33	1%
Universidad del Tolima	30	1%
Universidad de Manizales	25	1%
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Sede Tunja	18	1%
Universidad Tecnológica de Pereira	16	1%
Universidad Distrital Francisco José de Caldas	15	1%
Universidad Externado de Colombia	11	0,5%
Universidad de la Sabana	10	0,5%
Universidad El Bosque	7	0,3%
Universidad Nacional de Colombia	7	0,3%
Universidad CES	2	0,1%
<b>Total</b>	<b>2.218</b>	<b>100%</b>

Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Finalmente, frente los grupos de investigación que apoyan los programas doctorales, quienes se constituyen en un elemento central del análisis ya que representan la capacidad de formación en investigación y generación de nuevo conocimiento de los programas doctorales, se observó que existen 746 grupos de investigación que apoyan algún programa de doctorado, algunos de ellos apoyan varios programas, incluso en instituciones diferentes (Anexo 1, Tabla A.5).

De acuerdo a la clasificación por Programa Nacional de Ciencia y Tecnología, los grupos de investigación que apoyan los doctorados en su mayoría provienen del área de ciencias sociales y humanas (28%), ciencias básicas (23%) y ciencia y tecnología de la salud (10%) (Tabla 2.7). Mientras que el mayor número de grupos de investigación afiliados a programas doctorales se encuentran en la Universidad Nacional, Universidad de Antioquia, Universidad del Valle y Universidad de los

Andes, las cuales cuentan con el 61.6% de los grupos de apoyo a los doctorados (Tabla 2.8).

**Tabla 2.7. Grupos de investigación que apoyan programas doctorales por clasificación de Programa Nacional de Ciencia y Tecnología**

Programa nacional de ciencia y tecnología	N	%
Ciencias Sociales y Humanas	207	28%
Ciencias Básicas	172	23%
Ciencia y Tecnología de la Salud	71	10%
Ciencias del Medio Ambiente y El Hábitat	51	7%
Electrónica, Telecomunicaciones e Informática	51	7%
Estudios Científicos de la Educación	49	7%
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	47	6%
Investigaciones en Energía y Minería	32	4%
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	30	4%
Biotecnología	20	3%
Ciencia y Tecnología del Mar	13	2%
No Aplica	3	0,4%
<b>Total</b>	<b>746</b>	<b>100%</b>

Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Tabla 2.8. Total de Grupos de Investigación que apoyan programas doctorales por institución educativa.**

Universidad	N*
Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá	216
Universidad de Antioquia	109
Universidad del Valle	79
Universidad de los Andes	76
Pontificia Universidad Javeriana	48
Universidad del Cauca	36
Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín	27
Universidad Industrial de Santander	26
Universidad de Cartagena	23
Universidad EAFIT	23
Universidad Pontificia Bolivariana Sede Medellín	20
Universidad de Caldas	18
Universidad Pedagógica Nacional	11
Universidad del Norte	10
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Sede Tunja	10
Universidad Distrital Francisco José De Caldas	9
Universidad Tecnológica de Pereira	9
Universidad de Nariño	8
Universidad de Manizales	5



Universidad	N*
Universidad del Rosario	5
Universidad Externado de Colombia	4
Universidad del Tolima	3
Universidad CES	2
Universidad de La Sabana	1
Universidad El Bosque	1
<b>Total</b>	<b>779</b>

\*Incluye los Grupos de Investigación que apoyan varios doctorados pero no dentro de la misma universidad.

Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Después del proceso identificación inicial de la población objetivo, se realizó el cruce con las otras fuentes de información de ScienTI. Esto incluyó: a) la identificación de la información relacionada con los Currículos Vitae (CV), de la población objetivo, derivada de DocLAC, derivados de CvLAC; y b) se identificaron los grupos de investigación que apoyan los doctorados y se estableció el conjunto de individuos que pertenecen a éstos a través del cruce de los códigos de identificación de los grupos de investigación con la información sobre recursos humanos contenida en GrupLAC; y c) se seleccionó la población de control.

Esta última se define como todos los individuos que hayan iniciado sus estudios doctorales fuera en un programa en el exterior a partir del año en que se crea un doctorado nacional en esa área. Por ejemplo, el primer doctorado en Economía en el país se creó en 1991, por tanto, la población de control para esta área son todos los individuos registrados en CvLAC que hayan iniciado su doctorado en Economía en ese año fuera del país. Esta población de control, asume entonces que una vez se establece la oferta de un programa doctoral en el país, todos los individuos que inician sus estudios doctorales tienen la misma probabilidad de elegir ingresar en el doctorado nacional. En la Tabla 2.9, se presenta un resumen del total de registros que hacen parte de cada una de las poblaciones incluidas dentro de la base de datos final del estudio. Adicionalmente, se realizó un proceso de depuración de la información que es explicado en el Anexo 2.

**Tabla 2.9. Total de registros de poblaciones incluidas en la base de datos del estudio**

Tipo población	Ciencias Básicas		Ciencias Sociales y Educación		Biotecnología, Biología y salud		Ingenierías		Agropecuarias y Medio ambiente		Total
	N	%	N	%	N	%	N	%	N	%	
<b>Estudiantes</b>	444	34	1036	34	547	37	685	44	202	37	2.914
<b>Egresados</b>	247	19	150	5	94	6	91	6	34	6	616
<b>Docentes</b>	261	20	589	19	361	25	420	27	146	27	1.777
<b>Control</b>	360	27	1252	41	460	31	353	23	160	30	2.585
<b>Total</b>	<b>1.312</b>	<b>100</b>	<b>3.027</b>	<b>100</b>	<b>1.462</b>	<b>100</b>	<b>1.549</b>	<b>100</b>	<b>542</b>	<b>100</b>	<b>7.892</b>

Fuente: DocLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

## **2.4.2 Instrumentos de recolección de información**

Para complementar la información sobre la trayectoria académica y científica de la población objeto de este estudio se elaboraron dos instrumentos de recolección de información adicionales, dirigidos a las poblaciones involucradas en los programas doctorales financiados por ACCES: a) Entrevista a directores de programas doctorales y b) encuesta a estudiantes y egresados.

El primero, tuvo como propósito recoger las impresiones generales de los directores de los programas doctorales sobre el impacto general del financiamiento de las líneas específicas del crédito ACCESS en el desarrollo y funcionamiento del programa doctoral. Específicamente, los aspectos relacionados con apoyo e infraestructura. Es importante aclarar que aun cuando ambos instrumentos permiten hacer análisis estadístico sobre muestras representativas para el total población objetivo, los resultados de las encuestas no se incluyen dentro de la modelación debido a que al poco número de observaciones para algunas desagregaciones, tales como áreas de conocimiento, podría derivar inferencias inconsistentes y sesgadas.

El método en este instrumento fue la entrevista semidirigida, para la cual se preparó una guía en la que aparecían los temas que se querían abordar con los directores de los doctorados. La guía usada se describe en el Cuadro 2.6

**Cuadro 2.6. Guía general para la entrevista estructurada a Directores de programas doctorales nacionales**

<p>A. ASPECTOS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Historia del doctorado</li><li>• Énfasis y líneas de trabajo en el doctorado</li><li>• Grupos de apoyo</li><li>• Comparación y relación con otros doctorados</li><li>• Relación del doctorado con otros programas (pregrado, maestría, especializaciones)</li></ul> <p>B. PROFESORES</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Quiénes son los docentes</li><li>• Evolución de la vinculación de los docentes</li><li>• Dedicación al doctorado y a los grupos de investigación</li><li>• Financiamiento de los docentes (viajes, investigación, apoyo a estudios de doctorado, que tanto depende el presupuesto de los docentes de la universidad y del financiamiento externo)</li><li>• Reclutamiento (convocatorias, origen, migración)</li><li>• Publicaciones</li><li>• Movilidad (sabáticos, visitas a grupos en otras universidades, profesores de otras partes)</li><li>• Realización de postdoctorados</li></ul> <p>C. INFRAESTRUCTURA</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Biblioteca (acceso virtual, colecciones)</li><li>• Informática</li><li>• Laboratorios</li><li>• Instalaciones (oficinas, aulas, sedes, salas de reunión)</li><li>• Financiamiento (papel de Access, universidad, otras fuentes)</li><li>• Condiciones iniciales</li></ul>
---

- Evolución
- D. ESTUDIANTES
- Reclutamiento (de dónde vienen, características)
  - Financiamiento (Beca matrícula, sostenimiento, pasantía)
  - Financiamiento tesis de grado.
  - Relación del tema de tesis con los temas de interés de los tutores y los grupos de investigación)
  - Dedicación al programa (diferencias de origen de los estudiantes)
  - Deserción
- E. EGRESADOS
- ¿Cuántos?
  - ¿Cuánto tiempo tomo para graduarse?
  - Problemas para el grado
  - Jurados de la tesis
  - Publicación de resultados de la tesis
  - Dónde están ahora
  - Relaciones con el doctorado (después del grado)
  - Postdoctorados
- F. PROGRAMA ACCES
- Importancia para el programa de doctorado
  - Problemas
  - Recomendaciones

Adicionalmente, para cada visita se prepararon dos fichas (Ver Anexo 3). Estas contienen una descripción de cada programa de doctorado y de los grupos de investigación asociados a cada doctorado. El propósito de la ficha era tener información básica para fortalecer la discusión y orientar al equipo de investigación las preguntas realizadas durante las entrevistas. Las fuentes de información para cada una son las bases de datos ScienTI (GrupLAC, DocLAC y CvLAC). El contenido de la ficha descriptiva de los doctorados es:

- Información básica: Nombre del doctorado, fecha de creación y director.
- Docentes: nombres, nivel de estudios, número de publicaciones y revistas donde publican con índice de calidad de Colciencias.
- Grupos de investigación: nombre, año de creación, clasificación en Colciencias, coordinador.
- Líneas de investigación
- Estudiantes: Nombre, fecha de ingreso y permanencia
- Tutores: Nombre, número de tesis asesoradas, nivel de formación, número de artículos e índice de calidad promedio de sus artículos, revistas donde publican

El contenido de la ficha descriptiva de los grupos de investigación asociados a los doctorados contiene:

- Información general: nombre, año de creación y clasificación en Colciencias.

- Composición: Número de investigadores, estudiantes y técnicos
- Formación
- Revistas donde publican: Nombre, número de artículos e índice de calidad Colciencias

Por razones de eficiencia se hicieron visitas a las ciudades y universidades en las que hay mayor concentración de doctorados: se visitaron de la Universidad del Valle, la Universidad de Antioquia, la Universidad Nacional (sede Bogotá) y la Universidad de los Andes. El equipo de trabajo fue muy bien recibido tanto por las universidades como por los directores de los doctorados que en todos los casos se prestaron para una conversación abierta y franca sobre la historia de sus doctorados y sobre sus necesidades y sobre sus retos.

En total se hicieron entrevistas a 41 directores de doctorados, para todas las visitas se contó con la colaboración de las vicerrectorías u oficinas de investigación de cada universidad. Los doctorados visitados fueron:

- Universidad de Antioquia: Doctorado en Ciencias Animales, Doctorado en Biotecnología, Doctorado en Física, Doctorado en Educación, Doctorado en Ciencias Farmacéuticas, Doctorado en Ciencias Básicas Biomédicas, Doctorado en Ciencias Sociales, Doctorado en Biología, Doctorado en Literatura, Doctorado en Salud Pública, Doctorado en Ciencias Químicas, Doctorados en Ingeniería y en Ingeniería Electrónica, Doctorado en Artes, Doctorado en Epidemiología, Doctorado en Filosofía.
- Universidad del Valle: Doctorado en Biología, Doctorado en Psicología, Doctorado en Ciencias Ambientales, Doctorado Química, Doctorado en Matemáticas, Doctorado en Educación, Doctorado en Física, Doctorado en Humanidades, Doctorado en Ingeniería, Doctorado en Ciencias Básicas Medicas
- Universidad Nacional: Doctorado en Ciencias – Estadística, Doctorado en Ciencias – Química, Doctorado en Ciencias – Biología, Doctorado en Ingeniería – Química, Doctorado en Ciencias Farmacéuticas, Doctorado en Ciencias – Salud Animal, Doctorado en Ciencias Agropecuarias, Doctorado en Ingeniería Eléctrica, Doctorado en Ciencias Económicas, Doctorado en Enfermería, Doctorado en Física, Doctorado en Ciencias – Matemáticas, Doctorado en Filosofía
- Universidad de los Andes: Doctorado en Ingeniería, Doctorado en Administración, Doctorado en Ciencias-Biología, Doctorado en Ciencias-Física

El segundo instrumento, la encuesta a estudiantes y egresados de los programas doctorales, tuvo como objetivo capturar información sobre aspectos relacionados con las experiencias y percepciones de los estudiantes que no pueden ser capturados en la información contenida en el CV. De esta manera, la encuesta contiene información relacionada con: financiamiento, experiencia académica y científicas

durante el programa doctoral, tesis doctoral, pasantías, movilidad, inserción en el mercado laboral, percepción general sobre el programa, nivel de satisfacción con el programa en términos del currículo, bienestar universitario y formación académica e investigativa, aspectos relacionados con el financiamiento del programa y la relación con los docentes/tutores y grupos de investigación, entre otros (Ver Anexo 3). En total, se enviaron 3.552 encuestas vía mail a todos los individuos registrados como estudiantes o egresados de programas financiados por ACCES contenidos en la base de datos DocLAC, la tasa de respuestas a 30 de abril fue de 34%. En el siguiente capítulo se realiza el análisis descriptivo de los resultados de este instrumento de recolección de información.

### 2.4.3 Estructura de la base de datos

El Cuadro 2.7 presenta las dimensiones contenidas en la base de datos final que será utilizada para la modelación y que se deriva principalmente de la información suministrada por ScienTI. En general, la base está conformada por cuatro dimensiones; las tres primeras asociadas directamente con los individuos que conforman los doctorados nacionales, mientras que la última se relaciona con las capacidades científicas de los doctorados derivadas de sus vínculos con los grupos de investigación que apoyan la formación de capital humano de alto nivel. Y finalmente, se encuentra la población de control que permite establecer comparaciones de los resultados de los programas doctorales frente a otras poblaciones con el mismo nivel de formación dentro de la comunidad científica y académica del país. Es importante mencionar que la fuente de información principal para la construcción de la base de datos es CvLAC, de la cual se derivan las variables de los individuos que fueron agregadas y relacionadas para el desarrollo del análisis descriptivo y la modelación en el estudio.

**Cuadro 2.7. Dimensiones y componentes de la base de datos para el estudio ACCES**

Dimensiones	Fuente de información	Componentes	Variables
<b>Docentes Tutores (tutores, tutores externos)</b>	CvLAC	Información Personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fecha de nacimiento</li> <li>• Edad</li> <li>• Sexo</li> </ul>
		Formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de formación</li> <li>• Lugar de formación</li> <li>• Área de formación</li> </ul>
		Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de actividad</li> <li>• Sector</li> <li>• Tipo de institución</li> <li>• Vinculación a grupos de investigación</li> </ul>
		Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de productos por año</li> <li>• Indicador de Calidad de publicación</li> </ul>
<b>Estudiantes</b>	CvLAC	Información Personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad</li> <li>• Sexo</li> </ul>

Dimensiones	Fuente de información	Componentes	Variables
		Formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de formación</li> <li>• Lugar de formación</li> <li>• Área de formación</li> <li>• Duración (Fecha de ingreso, Fecha finalización)</li> </ul>
		Actividades (antes de ingresar al doctorado)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de actividad</li> <li>• Sector</li> <li>• Tipo de institución</li> <li>• Vinculación a grupos de investigación</li> </ul>
		Doctorado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso</li> <li>• Pasantías y movilidad (lugar y duración)</li> <li>• Tutor</li> </ul>
		Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de productos por año</li> <li>• Indicador de Calidad de publicación</li> </ul>
<b>Egresados</b>	CvLAC	Información Personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad</li> <li>• Sexo</li> </ul>
		Formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de formación</li> <li>• Lugar de formación</li> <li>• Área de formación</li> <li>• Duración (Fecha de ingreso, Fecha finalización)</li> </ul>
		Actividades (antes de ingresar y después de finalizarlo)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de actividad</li> <li>• Sector</li> <li>• Tipo de institución</li> <li>• Vinculación a grupos de investigación</li> </ul>
		Doctorado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingreso</li> <li>• Pasantías y movilidad (lugar y duración)</li> <li>• Tutor</li> <li>• Tesis doctoral</li> <li>• Duración (Fecha de ingreso, Fecha finalización)</li> </ul>
		Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de productos por año</li> <li>• Indicador de Calidad de publicación</li> </ul>
<b>Miembros grupos de investigación que apoyan doctorados</b>  <b>Muestra de control</b>	CvLAC	Información Personal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Edad</li> <li>• Sexo</li> </ul>
		Formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de formación</li> <li>• Lugar de formación</li> <li>• Área de formación</li> <li>• Duración (Fecha de ingreso, Fecha finalización)</li> </ul>
		Actividades	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipo de actividad</li> <li>• Sector</li> <li>• Tipo de institución</li> <li>• Vinculación a grupos de investigación</li> </ul>
		Producción	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de productos por año</li> <li>• Indicador de Calidad de publicación</li> </ul>

La base de datos se construyó con una estructura longitudinal que facilita observar la trayectoria académica y profesional de los individuos que hacen parte del estudio. Por tanto, se cuenta con un panel de datos con información de la trayectoria completa del individuo hasta 2008. Esta base cuenta con cuatro componentes:

- a) **Información personal:** permite identificar a los individuos en algunas características propias básicas.
- b) **Formación:** está compuesta por la trayectoria completa de formación del individuo; asumiendo como inicio de la formación el pregrado. Esta base permite identificar además de los títulos obtenidos, aspectos relacionados con el lugar de realización de los estudios y la obtención de becas.
- c) **Trayectoria profesional:** en este componente se clasifican todas las actividades profesionales del individuo, específicamente las relacionadas con participación en proyectos de investigación, realización de pasantías, docencia (pregrado y posgrado) y actividades de administración y consultoría. Adicionalmente, se incluye el sector al cual se encontraba vinculado el individuo durante la realización de su actividad.
- d) **Producción:** para medir la producción científica de los individuos que hacen parte de los programas nacionales y la población de control se seleccionaron los artículos completos en revistas científicas. Esta información fue depurada de registros duplicados y se seleccionaron como criterios de calidad la clasificación de las revistas en la Base de Thomson-ISI y el factor de coautorías de cada publicación extraído de la clasificación de grupos realizada por Colciencias. Adicionalmente, se clasificaron otros productos que permiten tener en cuenta la dinámica propia de algunas disciplinas, específicamente las ciencias sociales y humanas (memorias en eventos científicos, libros, libros de investigación y capítulos de libros y tutorías realizadas o en curso de maestría y doctorado).

Finalmente, la Tabla 2.10 presenta las características de la información sobre la producción científica, mientras que el Cuadro 2.8 la descripción detallada de las variables.

**Tabla 2.10. Características de la información sobre producción científica**

Características	Registros
Publicaciones por año ISI-no ISI sin factor de coautorías	5.999 individuos 57.106 registros
Publicaciones por año ISI sin factor de coautorías	2.789 individuos 15.581 registros
Publicaciones en revistas con factor de impacto y número de revistas ISI	4.428 individuos 33.877 registros
Publicaciones en revistas sin factor de coautorías hasta 2009	6.017 individuos 57.661 registros
Publicaciones en revistas ISI sin factor de coautorías hasta 2009	2.830 individuos 15.855 registros
Publicaciones en revistas con factor de impacto y publicaciones ISI sin factor de coautorías hasta 2009	4.435 individuos 34.134 registros
Publicaciones de memorias en eventos científicos por año hasta 2008.	5.174 individuos 62.159 registro
Publicaciones de memorias en eventos científicos memorias agregada hasta 2009	5.183 individuos 69.986 registros
Publicación de libros, libros de investigación y capítulos de libros anuales hasta 2008	3.952 individuos 22.969 registros
Publicación total de libros, libros de investigación y capítulos de libros agregada hasta 2009	3.968 individuos 25.646 registros.
Tutorías realizadas o en curso en programas de maestría y doctorado por año hasta 2008	2.450 individuos 16.701 registros
Tutorías realizadas o en curso en programas de maestría y doctorado agregadas hasta 2009	2450 individuos 20.027 registros

**Cuadro 2.8. Descripción detallada de las variables incluidas en la base de datos**

Componente	Variable	Descripción	Codificación de variable
<b>Información Personal</b>	Fecha de nacimiento		
	Edad		
	Sexo		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Masculino</li> <li>• Femenino</li> </ul>
<b>Formación</b>	Tipo de formación	Información sobre todos los estudios realizados por el individuo (finalizados y en curso)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pregrado Especialización Maestría\Residencia médica</li> <li>• Doctorado</li> <li>• Posdoctorado</li> </ul>
	Lugar de formación	Información sobre el lugar de ubicación de la institución de educación donde finaliza cada nivel de formación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nacional</li> <li>• Extranjera</li> </ul>
	Área de formación	Indica el área de conocimiento de cada nivel de formación obtenido por el individuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciencias Exactas</li> <li>• Ciencias Biológicas</li> <li>• Ciencias de la Salud</li> <li>• Ciencias Humanas, Ciencias Sociales Aplicadas o Lingüística, Letras</li> <li>• Ingenierías</li> <li>• Ciencias Agrarias</li> </ul>
	Financiamiento	Información sobre la	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Obtención de becas</li> </ul>



Componente	Variable	Descripción	Codificación de variable
		obtención de becas y las instituciones que la otorgan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• País ( Nacional/Extranjero)</li> <li>• Beca otorgada por Colciencias</li> <li>• Becarios crédito Acces</li> </ul>
<b>Trayectoria profesional</b>	Tipo de actividad	Clasificación de las diferentes actividades reportadas por parte de los individuos durante su trayectoria profesional. Las actividades se clasifican en	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación</li> <li>• Pasantías</li> <li>• Docencia en pregrado</li> <li>• Docencia en posgrado</li> <li>• Administración y Asesoría/consultoría</li> </ul>
	Sector	Clasificación del tipo de institución en la cual el individuo lleva a cabo las actividades el individuo	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instituciones de educación Superior (IES Públicas, Privadas o Externas)</li> <li>• Centros de investigación privados o mixtos</li> <li>• Otras instituciones (Asociaciones o agremiaciones profesionales, Organismos multilaterales, ONGs o Empresas Privadas sin ánimo de lucro, Empresas, entidades del gobierno central o entidades territoriales)</li> </ul>
	Tipo de institución	Clasificación por sector y lugar de la institución	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nacional/Extranjera</li> </ul>
<b>Producción</b>	Producto	Producción reportada por el individuo por año	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Artículos completos</li> <li>• Libros</li> <li>• Capítulos de libros</li> <li>• Memorias publicadas en eventos científicos</li> <li>• Trabajos dirigidos/Tutorías concluidas y en curso (Tesis de maestría, Tesis de doctorado)</li> </ul>
	Indicador de Calidad	Indicador de la calidad de las publicaciones	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicador de Indexación en bases de datos (Thompson ISI)</li> <li>• Índice de coautorías (1/número de coautores)</li> </ul>

### **Capítulo 3. Desarrollo de capacidades científicas y tecnológicas en los programas de doctorado nacionales**

Como se mencionó en el capítulo anterior, la evaluación de los programas doctorales nacionales y el impacto del financiamiento se sustenta en la hipótesis de que la formación de alto nivel se genera a partir de la interacción dinámica de los programas doctorales con los grupos de investigación, las universidades y los centros de investigación que apoyan estos programas. En esta medida, se asume que las comunidades científicas que apoyan estos programas, es decir, los grupos de investigación, tienen un papel fundamental en el desarrollo de los programas doctorales y en la formación misma de capital humano de alto nivel.

Adicionalmente, la interacción de los individuos con estas instituciones durante su proceso de formación, puede potencializar su trayectoria académica, científica y profesional dependiendo del grado de madurez y desarrollo de las comunidades científicas en las que se inserta. En síntesis, la evaluación de los programas de doctorales considera dos elementos principales que permitirá establecer de manera global el impacto del financiamiento ACCES sobre la formación y consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas de programas doctorales nacionales:

- a) Atributos y capacidades acumuladas individualmente: consiste en las características individuales (estudiantes y egresados) relacionadas con las trayectorias profesionales y académicas antes y después de iniciar sus estudios doctorales.
- b) Capacidades científicas y tecnológicas que soportan los doctorados: relacionada con los esfuerzos y capacidades de las organizaciones del conocimiento (grupos de investigación) que soportan la formación de alto nivel.

A continuación se presentan los resultados de estos análisis. En primer lugar, se realiza una descripción de los grupos de investigación que apoyan los programas doctorales y en segundo lugar, se analiza la población objetivo en términos de su productividad, trayectorias profesionales y aspectos relacionados con la experiencia en el programa doctoral y el papel del financiamiento de ACCES. Adicionalmente, las trayectorias individuales son comparadas con la población de control, lo que permite ampliar el análisis y establecer conclusiones sobre aspectos propios de los doctorados nacionales financiados por el programa.

### 3.1 Capacidades científicas y tecnológicas que soportan los doctorados nacionales

Como se mencionó anteriormente, uno de los elementos determinantes dentro de la evaluación de los doctorados nacionales es la fuerte vinculación entre la formación de alto nivel y las capacidades científicas y tecnológicas que soportan y permiten la creación y consolidación de los doctorados. Esto se debe principalmente, a que los programas de formación a este nivel pueden generarse y avanzar de manera sostenida en la medida en que existan comunidades científicas que sustenten la generación de conocimiento. De esta manera, uno de los primeros elementos a analizar es el ambiente organizacional donde se encuentran los programas de doctorado, que está directamente relacionado con el desarrollo y consolidación de los grupos de investigación que lo sustenta.

En este sentido, llaman la atención que dentro en el país se presenta una relación directa entre la consolidación de las comunidades científicas, representadas a través de los grupos de investigación y la creación de programas doctorales nacionales, lo que es un resultados esperado de dicho proceso de construcción de capacidades. Sin embargo, una proporción importante de doctorados, especialmente en las ciencias sociales y educación, se encuentran apoyados por grupos que aún se encuentran en proceso de consolidación

En esta medida, los doctorados financiados por ACCES están apoyados por el 85% del total de los grupos que obtuvieron clasificación A1 por parte de Colciencias. A pesar de esto, el 40% de los grupos de investigación que apoyan los doctorados clasificados con categorías D y sin clasificados, lo que implica que una proporción importante de grupos con poca trayectoria en términos de publicaciones y generación de conocimiento. Frente a estos resultados, es importante el hecho de que esta clasificación no es una medida de la reputación de los grupos, sino de las capacidades construidas, que se traducen en productividad científica. De esta manera, el apoyo por parte de grupos de investigación con bajos niveles de productividad a los programas, puede llevar a la generación de ciclos de baja producción científica y desarrollo de capacidades en los estudiantes de doctorado, quienes necesariamente se encuentran directamente relacionados con los grupos de investigación y con la dinámica que se presente al interior de estos.

**Tabla 3.1 Número de grupos de investigación que apoyan programas doctorales nacionales financiados por ACCES por universidad y clasificación de Colciencias.**

Universidad	Clasificación Colciencias						Total
	A1	A	B	C	D	NC	
Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá	29	48	72	49	26	22	246
Universidad de Antioquia	42	20	46	19	10	7	144
Universidad del Valle	6	15	33	19	13	4	90

Universidad	Clasificación Colciencias						Total
	A1	A	B	C	D	NC	
Universidad de Los Andes	7	11	31	17	4	6	76
Pontificia Universidad Javeriana	2	2	13	10	16	8	51
Universidad del Cauca		4	13	12	12	1	42
Universidad Industrial de Santander	4	2	12	6	5		29
Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín	4	3	8	8	4		27
Universidad de Cartagena	3	3	4	10	3	1	24
Universidad EAFIT		1	10	9	3		23
Universidad Pontificia Bolivariana Sede Medellín	6	4	9	1	2	1	23
Universidad de Caldas	1	3	6	5	4		19
Universidad del Norte	5	1	4	1			11
Universidad Pedagógica Nacional		3	4	3	1		11
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia Sede Tunja	1	2	1	2	4		10
Universidad Distrital Francisco José De Caldas		1	3	4	1		9
Universidad Tecnológica de Pereira		2	3	2	2		9
Universidad de Nariño		2	1	3	2		8
Universidad de Manizales			3	1	1		5
Universidad del Rosario	3	1			1		5
Universidad Externado de Colombia	1		1			2	4
Universidad del Tolima		1		2			3
Universidad Ces	1		1				2
Universidad de La Sabana			1				1
Universidad El Bosque				1			1
<b>Total</b>	<b>115</b>	<b>129</b>	<b>279</b>	<b>184</b>	<b>114</b>	<b>52</b>	<b>873</b>

Fuente: GrupLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Los doctorados en las áreas de ciencias básicas y biotecnología, biología y salud se caracterizan por ser apoyados principalmente por grupos de categoría A y A1 y tener participación muy baja de grupos con categorías inferiores (Ver Anexo 5, Tabla A5.1). Por el contrario, los programas doctorales en ciencias sociales y educación, reciben apoyo de 141 grupos de investigación con clasificación inferior a B, que representa el 52%. Incluso alrededor del 10% de los grupos asociados con éstos doctorados no tienen clasificación de Colciencias (Gráfico 3.1)

**Tabla 3.2. Número de grupos de investigación que apoyan programas doctorales nacionales financiados por ACCES, por área del conocimiento y clasificación de Colciencias.**

Áreas de conocimiento del doctorado	Clasificación Colciencias						Total
	A	A1	B	C	D	NC	
Agropecuarias y Medio Ambiente	11	10	26	16	9	1	73
Biotecnología, Biología y Salud	37	42	65	46	23	14	227
Ciencias Básicas	23	23	37	19	13	6	121

Áreas de conocimiento del doctorado	Clasificación Colciencias						Total
	A	A1	B	C	D	NC	
Ciencias Sociales y Educación	39	13	78	66	48	27	271
Ingenierías	19	27	73	37	21	4	181
<b>Total</b>	129	115	279	184	114	52	873

Fuente: GrupLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

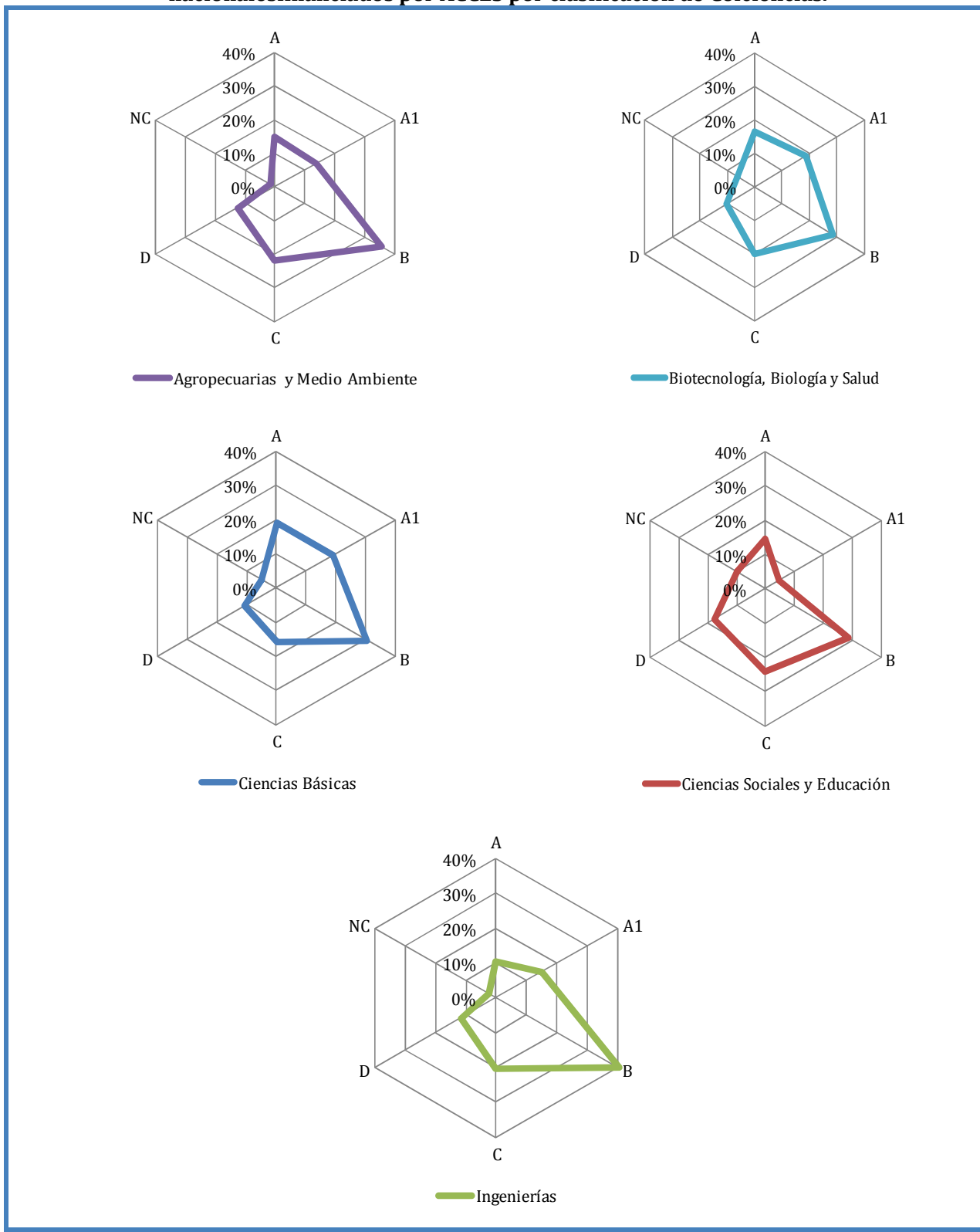
Frente a la composición de los grupos de investigación según la formación de sus investigadores, se observa que aquellos que apoyan programas doctorales en ciencias básicas, tienen la mejor composición. En efecto, el 75% de sus investigadores tienen como mínimo estudios de doctorado; mientras que en el resto de las áreas, este porcentaje es aproximadamente del 50%. (Tabla 3.3). Esto podrá verse reflejado en los resultados de los estudiantes y egresados de los doctorados nacionales, debido a que dada la fuerte relación que existe entre los grupos de investigación y los programas, los investigadores participan activamente en la formación de los estudiantes. La formación por universidad de los investigadores de los grupos se encuentra el Anexo 5 (Tabla A.52)

**Tabla 3.3. Formación de los investigadores en los grupos que apoyan los programas doctorales nacionales financiados por ACCES por áreas de conocimiento.**

Áreas del conocimiento del doctorado	Doctorado	Maestría/ Residencia
Agropecuarias y Medio Ambiente	46%	54%
Biotecnología, Biología y Salud	47%	53%
Ciencias Básicas	75%	25%
Ciencias Sociales y Educación	49%	51%
Ingenierías	53%	47%
<b>Total</b>	<b>52%</b>	<b>48%</b>

Fuente: GrupLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Gráfico 3.1. Distribución de los grupos que apoyan los doctorados nacionales financiados por ACCES por clasificación de Colciencias.**



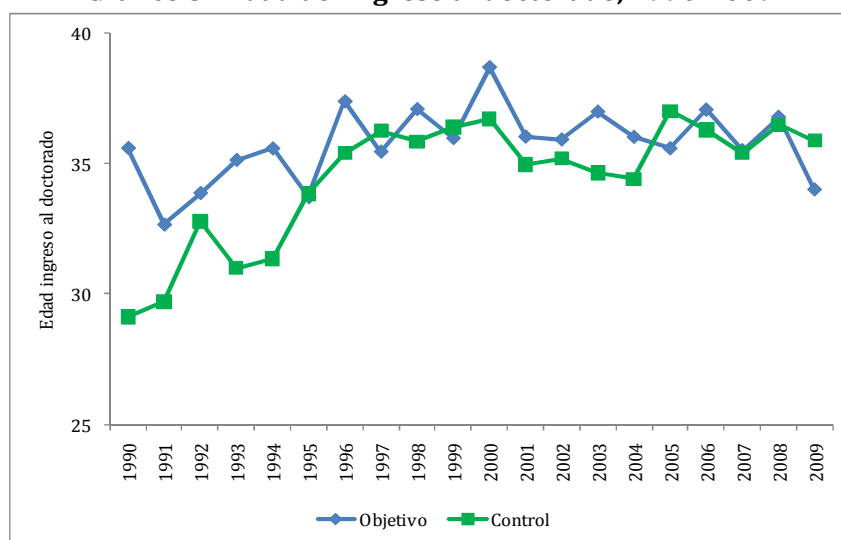
Fuente: GrupLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

## 3.2 Capacidades acumuladas individualmente

### 3.2.1 Características del individuo

Existen dos aspectos importantes de las características de los individuos que fueron exploradas inicialmente como herramienta de identificación de la población objetivo del estudio: la edad de ingreso al doctorado y el género. Para el primer aspecto se encontró que no existen diferencias entre las edades de ingreso de los estudiantes de doctorado nacionales financiados por ACCES y aquellos colombianos que realizan sus programas doctorales en el exterior (población de control). En promedio la edad de ingreso al doctorado es 35 años; que se ha mantenido relativamente constante durante el periodo 1990-2009, salvo para el periodo 1999-2005 donde el promedio de edad de los estudiantes que ingresaron a programas doctorales nacionales es sistemáticamente más alto que el de los individuos que ingresan a programas en el exterior (Gráfico 3.2)

Gráfico 3.2 Edad del ingreso al doctorado, 1990-2009



Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Al observar el promedio de edad al ingreso al doctorado por área de conocimiento, sólo se observan diferencias en la edad de ingreso a los doctorados en el área de ciencias sociales, humanas y educación, quienes tienen el promedio de edad de ingreso más alto de los programas nacionales (40,5 años) y superior al promedio de los colombianos que ingresan al doctorado en esta área pero en el exterior (Tabla 3.4) Esta mayor edad al ingreso de los doctorados de esta población, puede afectar la regularidad y calidad de las publicaciones, dada que tiende a disminuirse durante la carrera académica (Bayer y Smart, 1991; Levin y Stephan, 1991, 1996; Clemente; 1973; Lehman, 1953; Pelz y Andrews, 1966).

**Tabla 3.4. Edad de ingreso al doctorado por área de conocimiento**

Área conocimiento doctorados	Programas Nacionales	Población Control
Agropecuarias y Medio Ambiente	36.68	36.34
Ciencias Básicas	31.81	31.50
Biotecnología, Biología y Salud	34.47	32.75
Ingenierías	32.46	32.39
Sociales y Educación	40.56	37.85
<b>Total</b>	<b>35.25</b>	<b>35.59</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Otro aspecto importante sobre las características individuales es el género. Uno de los hallazgos más consistentes en los estudios sobre las trayectorias académicas y científicas es que las mujeres tienden a presentar tasas de productividad inferiores (Cole y Zuckerman, 1984; Fox & Faver, 1985; Long, 1987; Bellas & Toutkoushian, 1999; Astin, 1978; Kyvik y Teigen, 1996). Los programas doctorales nacionales han permitido incrementar la participación de las mujeres en todas las áreas, comparadas con la participación de estas en programas extranjeros (Tabla 3.5).

Los mayores incrementos se han presentado en las áreas de Biotecnología, Biología y Salud, donde la participación de las mujeres en los doctorados nacionales es del 54%, mientras que en la muestra de control es de 40%, y en los programas de ciencias agropecuarias y medio ambiente, donde la participación corresponde a 41% y 36%, específicamente. Adicionalmente, se observa que las mujeres han incrementado paulatinamente su participación en los programas doctorados, para 1990, el 20% de los estudiantes que ingresaban a programas doctorales nacionales eran mujeres, mientras que para 2009 este porcentaje asciende al 40% en los doctorados nacionales y 35% en doctorados en el exterior (Gráfico 3.3)

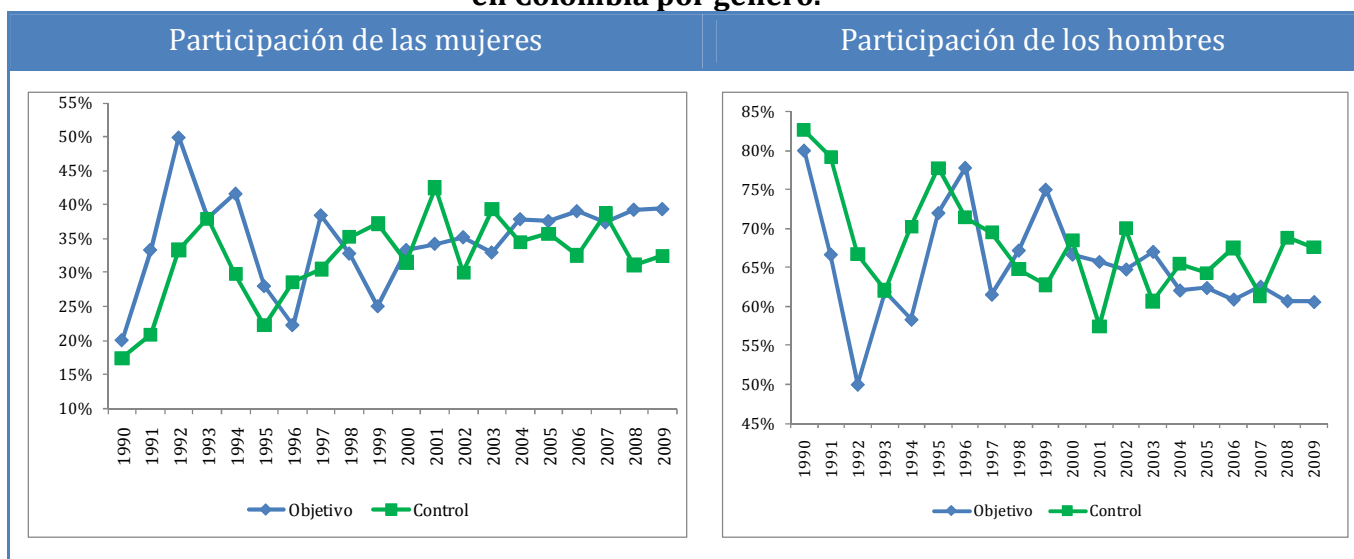
**Tabla 3.5. Distribución de los estudiantes y egresados de programas doctorales por género y área del conocimiento en el país**

Área del conocimiento	Objetivo		Control	
Agropecuarias y Medio Ambiente	41%	59%	36%	64%
Básicas	31%	69%	23%	77%
Biotecnología, Biología y Salud	54%	46%	40%	60%
Ingenierías	24%	76%	20%	80%
Sociales y Educación	40%	60%	38%	62%
<b>Total</b>	<b>37%</b>	<b>63%</b>	<b>34%</b>	<b>66%</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios



**Gráfico 3.3. Porcentaje de individuos que ingresan a los programas doctorales en Colombia por género.**



Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

### 3.2.2 Ingreso al doctorado nacional

En la encuesta realizada a los estudiantes y egresados<sup>20</sup> de los programas nacionales, se indagó sobre los aspectos que tuvieron mayor relevancia sobre la decisión de ingresar al doctorado nacional. En este sentido, se encontró que los factores de alta relevancia fueron el mayor desarrollo de la profesión (87%), la calidad del programa doctoral (78%) y la participación en actividades y grupos de investigación nacionales (72%). Mientras que los factores que tienen menor relevancia son el requisito del segundo idioma, la edad y la situación familiar, donde el 42%, 38% y 31% de la población consideraron que tienen una relevancia nula o baja. Adicionalmente, se observó que no existe diferencia entre los aspectos que motivan la decisión de realizar el doctorado nacional por género.

### 3.2.3 Financiamiento

Un aspecto determinante del estudio, es el papel del financiamiento en la realización de los estudios doctorales. En general, estos estudios tienen altos costos, no sólo por el tema de los gastos monetarios en los que se debe incurrir, sino por el costo de oportunidad que tienen los individuos al posponer los retornos de la educación en la incurrieron posteriormente. De esta manera, uno de los incentivos principales para promover la formación de alto nivel es su financiamiento. La Tabla 3.6 presenta el porcentaje de individuos que obtuvieron financiamiento, tanto para la población de estudiantes y egresados de los programas doctorales nacionales, como para la

<sup>20</sup> Esta encuesta fue enviada vía mail a 3525 individuos pertenecientes a los programas de doctorado nacionales. La tasa de respuesta a 30 de abril de 2010 fue de 34%.

población de control<sup>21</sup>. De esta información, se resalta el hecho de que los colombianos parecen tener oportunidades similares de financiar sus programas, ya sea doctorados nacionales o en el extranjero.

Esto se debe a que para ambos grupos (población objetivo y control) aproximadamente el 40% de los individuos (850 en doctorados nacionales y 1.043 para doctorados en el exterior) obtienen financiamiento para sus estudios, mientras que en ambos casos, el 57% no obtiene o no registran haber obtenido una beca para financiarse durante sus estudios doctorales. Por áreas de conocimiento, se observan algunas diferencias entre las áreas que más obtiene beca, es decir, mientras ingeniería y ciencias básicas tienen el 52% de los individuos que obtiene financiamiento para realizar estudios dentro de los programas nacionales, el 63% de la población financiada para estudios doctorales en el exterior es en ciencias sociales y educación y biología, biotecnología y salud.

**Tabla 3.6. Porcentaje de la población financiada en estudios de doctorado**

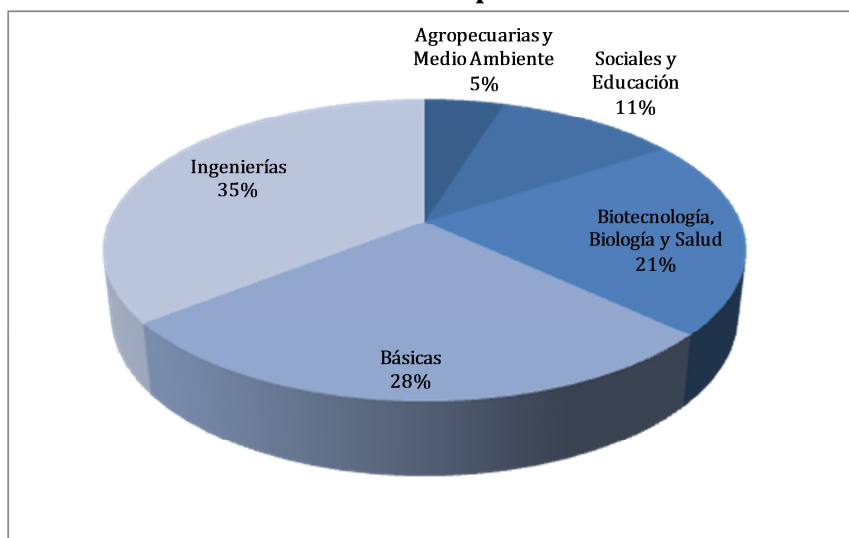
Área del conocimiento	Población Objetivo			Población Control		
	Obtuvo financiamiento			Obtuvo financiamiento		
	No	Si	ACCES	No	Si	Colciencias
Agropecuarias y Medio Ambiente	65	47	27	65	60	7
Básicas	221	226	154	189	176	17
Biotecnología, Biología y Salud	220	175	112	209	250	37
Ingenierías	147	215	171	134	173	16
Sociales y Educación	491	187	58	871	384	20
<b>Total</b>	<b>1.144</b>	<b>850</b>	<b>522</b>	<b>1.468</b>	<b>1.043</b>	<b>97</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Frente al financiamiento de los doctorados nacionales que provienen directamente del proyecto ACCES, 522 individuos de los doctorados nacionales reportaron tener dicho financiamiento, que representan el 61% del total de los individuos financiados dentro de los programas doctorales. Por áreas del conocimiento, el financiamiento de ACCES ha apoyado en su mayoría a estudiantes de las áreas de ingeniería (34%), ciencias básicas (28%) y Biotecnología, Biología y Salud (21%). En el caso de los programas de las dos primeras áreas, se resalta el hecho de que son los doctorados que menor financiamiento tienen cuando los estudiantes realizan estudios en estas áreas en el exterior.

<sup>21</sup> Esta información está basada en el 97% de la población, para quienes se encontró disponible la información sobre financiamiento

**Gráfico 3.4. Financiamiento ACCES por áreas del conocimiento**

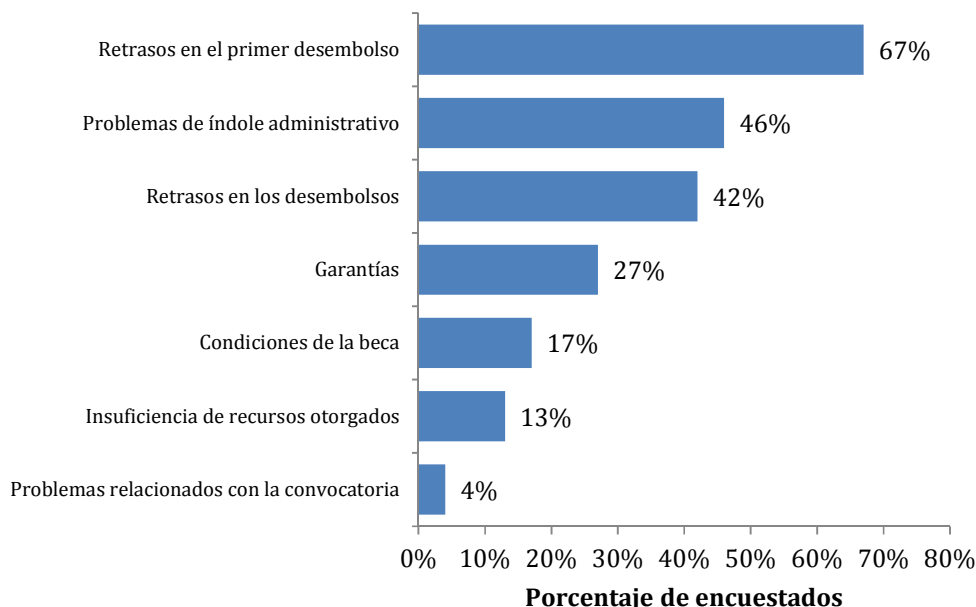


Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Uno de los aspectos centrales que se indagaron en la encuesta realizada estuvo relacionado con el financiamiento. En primer lugar, el 49% de la población encuestada respondió haber aplicado a la beca-crédito para programas nacionales de Colciencias. Aquellos que no aplicaron aluden como razones principales que contaban con un financiamiento alternativo (48%) y no cumplir con los requisitos de la convocatoria (38%). Específicamente, consideran que el requisito de la edad y las condiciones del crédito son los aspectos de mayor limitación para aplicar a la beca. De la población que aplicó a la beca-crédito, donde para el 76% fue concedida (414 individuos) de los cuales el 5% aceptó y legalizó la beca.

Frente a las dificultades que la población beneficiaria ha tenido con la beca, se destacan los desembolsos, específicamente el primero, y problemas de índole administrativo relacionados con dificultades para los trámites y requisitos de legalización. Adicionalmente, otro de los aspectos con dificultades es el relacionado con las pasantías y las demoras para los desembolsos relacionadas con este rubro y la falta de comunicación y congruencia entre los funcionarios del ICETEX y Colciencias. (Gráfico 3.5).

**Gráfico 3.5. Dificultades de los becarios con la beca-crédito de Colciencias**



Fuente: Encuesta a Doctorados nacionales, Cálculos propios

Finalmente, se indagó sobre las distintas opciones que los estudiantes de doctorado pueden tener a lo largo de sus estudios para financiar los rubros más representativos de sus gastos durante los estudios (Tabla 3.7). En este sentido, se observa que las becas, a nivel nacional las otorgadas por el programa ACCES y para estudios en el extranjero por Colciencias, son importantes para el financiamiento de los gastos durante el doctorado, excepto en los relacionados con la tesis. Adicionalmente, para los estudiantes de doctorado nacionales las becas otorgadas por la universidad en la que se lleva a cabo los estudios de doctorado y de las instituciones donde laboran o laboraban antes del ingreso al programa y las comisiones de estudios, son fuentes importantes para el financiamiento de la matrícula. En el caso del sostenimiento, las comisiones de estudios y el trabajo simultáneo en la universidad donde realiza los estudios son las fuentes principales de financiamiento, mientras que en el caso de las pasantías, es el financiamiento a través de proyectos de investigación o del programa ACCES.

Otro aspecto que llama la atención de los medios de financiamiento de los estudiantes de doctorados nacionales, es la alta participación del apoyo familiar y de los ahorros propios. En particular, la participación de estos rubros es relativamente alta en el financiamiento del sostenimiento y de los gastos relacionados con la tesis. Este resultado es importante, dado que revela que se pueden presentar dificultades con los estudiantes para el desarrollo y finalización de los estudios dado que estos rubros dependen de fuentes de financiamiento con alta incertidumbre y no se

contemplan directamente dentro del programa de financiamiento de ACCES como un rubro específico.

**Tabla 3.7. Opciones de financiamiento de los gastos más representativos durante los estudios doctorales (% financiamiento)**

Medio de Financiación	Matricula	Sostenimiento	Pasantía	Otros gastos de tesis*
Beca-crédito Colciencias	20.60	21.40	24.50	13.50
Beca de la universidad donde está haciendo el doctorado	14.20	7.20	6.00	5.90
Beca de la institución donde labora o laboraba antes de comenzar el doctorado o comisión de estudios remunerada	14.00	10.80	7.00	4.70
Beca de otra institución	1.10	1.70	4.80	3.10
Financiamiento a través de proyectos de investigación en los grupos que apoyan el doctorado	3.40	4.70	8.60	18.10
Crédito de la institución donde laboraba	3.10	1.50	1.80	1.50
Crédito de la universidad donde realiza el doctorado	1.20	0.60	0.50	0.80
Crédito bancario	3.60	2.00	3.40	2.90
Crédito de otra institución	3.10	0.90	0.90	1.10
Apoyo familiar	7.60	12.90	6.40	7.10
Ahorros propios	18.90	21.00	18.80	26.50
Trabajo simultáneo al estudio en entidad distinta a la universidad donde estudia	7.70	12.30	4.10	7.60

Fuente: Encuesta a Doctorados nacionales, Cálculos propios

### ***3.2.4 Experiencia académica, científica, tecnológica y de cooperación adquirida durante el periodo de formación en el doctorado***

Otro de los aspectos centrales del estudio es la experiencia de los individuos durante el periodo de formación doctoral. En esta sección, se realiza un análisis sobre algunos factores que permiten dar cuenta de la experiencia de los estudiantes de doctorados nacionales y su relación con la productividad científica y la comparación de estos resultados con la población de control del estudio. De esta manera, para el análisis se conjuga la información recopilada en la encuesta sobre estos aspectos y la información sobre productividad y participación en actividades de investigación derivadas del CV de los individuos. Es importante tener en cuenta, que los doctorados nacionales fueron todos financiados por ACCES en alguna de las líneas de desarrollo de este programa

En primer lugar, es importante mencionar que los resultados de la encuesta pueden asumirse como representativos de la población objetivo del estudio. Esto debido a que abarcar el 34% de la población total y adicionalmente, la distribución de esta

población por área del conocimiento del programa doctoral y género, es similar a la observada en la población (Tabla 3.8)

**Tabla 3.8. Composición de la información suministrada en la encuesta por género y área del conocimiento del doctorado.**

<b>a. Composición por área del conocimiento</b>		
Área del conocimiento doctorado	%Población Encuesta	% Población objetivo
Básicas	18.65	19.51
Sociales y Educación	31.24	33.44
Biología, Biología y Salud	21.57	17.98
Agropecuarias y Medio Ambiente	6.85	6.96
Ingenierías	21.69	22.11

<b>b. Composición por género</b>		
Género	%Población Encuesta	% Población objetivo
Femenino	44.72	37.18
Masculino	55.28	62.82

Fuente: Encuesta a Doctorados nacionales; CvLAC. Cálculos propios

Dos de los aspectos importantes dentro de la experiencia doctoral es la participación en actividades de docencia e investigación. Frente a la primera actividad, en la Tabla 3.9 se presenta la población por área de conocimiento vinculada a actividades de docentes durante el programa doctoral. En esta información se destaca el hecho de que el 94% de los estudiantes de doctorados nacionales, reportan haber realizado alguna actividad de docencia en pregrado durante sus estudios. Con respecto a la docencia en posgrado, se presenta una reducción de la participación de la población en estas actividades, donde aproximadamente el 25% de la población realiza estas actividades durante el doctorado. Adicionalmente, esta información concuerda con la información suministrada en la encuesta, donde el 66% de los individuos reportan realizar actividades de docencia durante sus estudios, de los cuales el 90% realiza estas actividades en pregrado, mientras que el 32% en posgrado.

Frente a la participación en docencia una vez los individuos terminan sus estudios de doctorado (Tabla 3.10), se encuentra que existe una baja vinculación de los graduados de los programas de doctorado nacionales a las actividades de docencia una vez terminan sus estudios, específicamente, mientras el 33% y 12% de los graduados en el exterior realizan actividades de docencia en pregrado y posgrado, respectivamente. Para los graduados de los doctorados nacionales esta participación asciende a 27% y 5%.

**Tabla 3.9. Población vinculada en actividades de docencia.**

Área conocimiento doctorado	N	Pregrado	Posgrado
<b>Estudiantes doctorados nacionales</b>			
Ciencias Básicas	219	210	23
Sociales y Educación	637	613	214
Biotecnología, Biología y Salud	296	281	79
Agropecuarias y Medio Ambiente	103	99	23
Ingenierías	381	376	64
Subtotal	1636	1579	403
<b>Egresados doctorados nacionales</b>			
Ciencias Básicas	135	120	20
Sociales y Educación	49	44	16
Biotecnología, Biología y Salud	43	40	18
Agropecuarias y Medio Ambiente	16	16	4
Ingenierías	41	34	7
Subtotal	284	254	65
<b>Control</b>			
Ciencias Básicas	214	152	33
Sociales y Educación	834	719	264
Biotecnología, Biología y Salud	222	177	58
Agropecuarias y Medio Ambiente	100	85	28
Ingenierías	216	197	40
Subtotal	1586	1330	423
<b>Total</b>	<b>5211</b>	<b>4736</b>	<b>2030</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

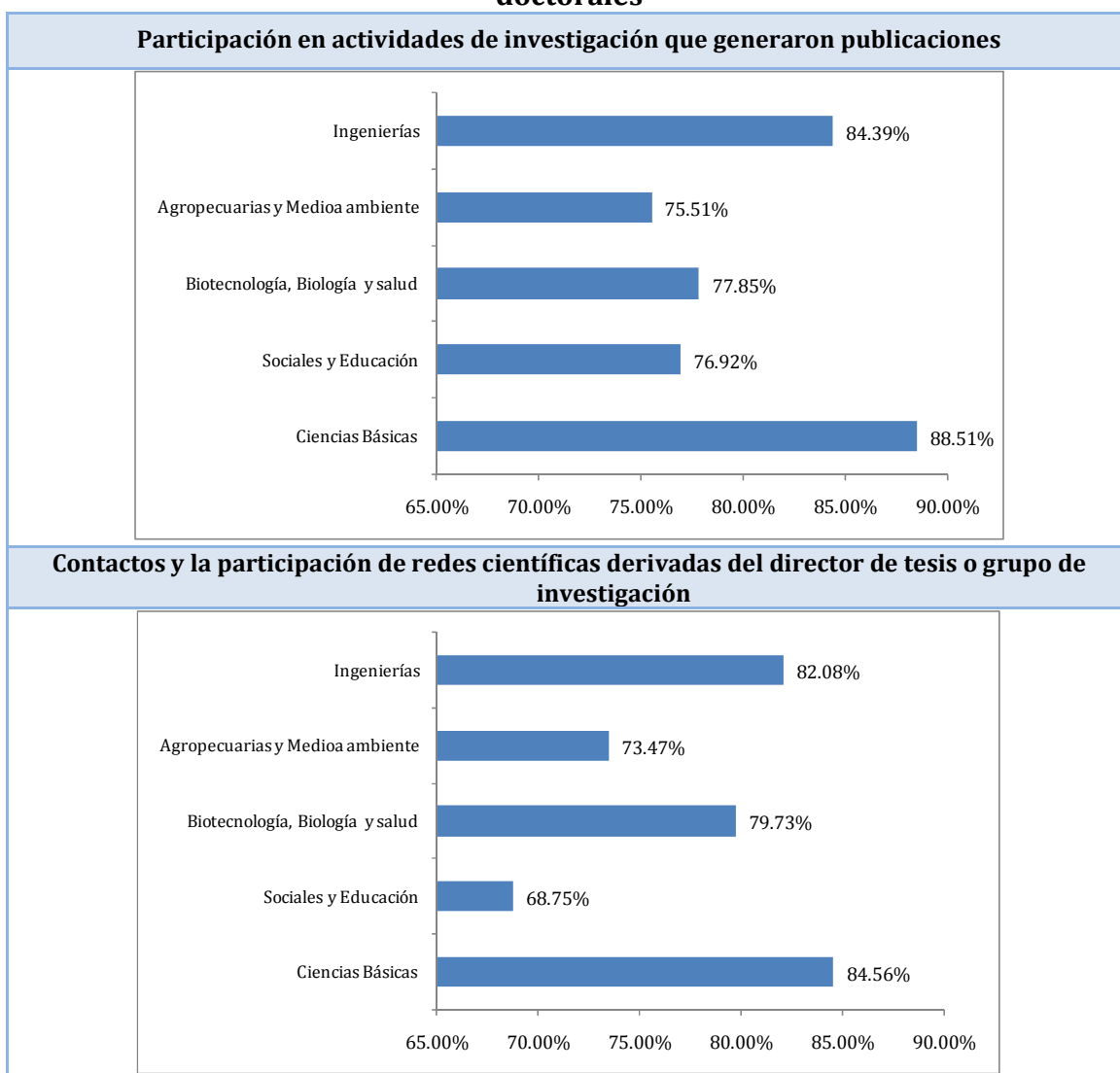
**Tabla 3.10. Egresados vinculados a actividades de docencia luego de finalizar sus estudios**

Área conocimiento doctorado	N	Pregrado	Posgrado
<b>Doctorados Nacionales graduados</b>			
Ciencias Básicas	130	15	4
Sociales y Educación	45	9	5
Biotecnología, Biología y Salud	41		1
Agropecuarias y Medio Ambiente	16	1	1
Ingenierías	37	7	3
Subtotal	269	32	14
<b>Doctorados graduados en el exterior</b>			
Ciencias Básicas	155	56	29
Sociales y Educación	295	67	35
Biotecnología, Biología y Salud	119	24	15
Agropecuarias y Medio Ambiente	55	12	3
Ingenierías	73	16	8
Subtotal	697	175	90

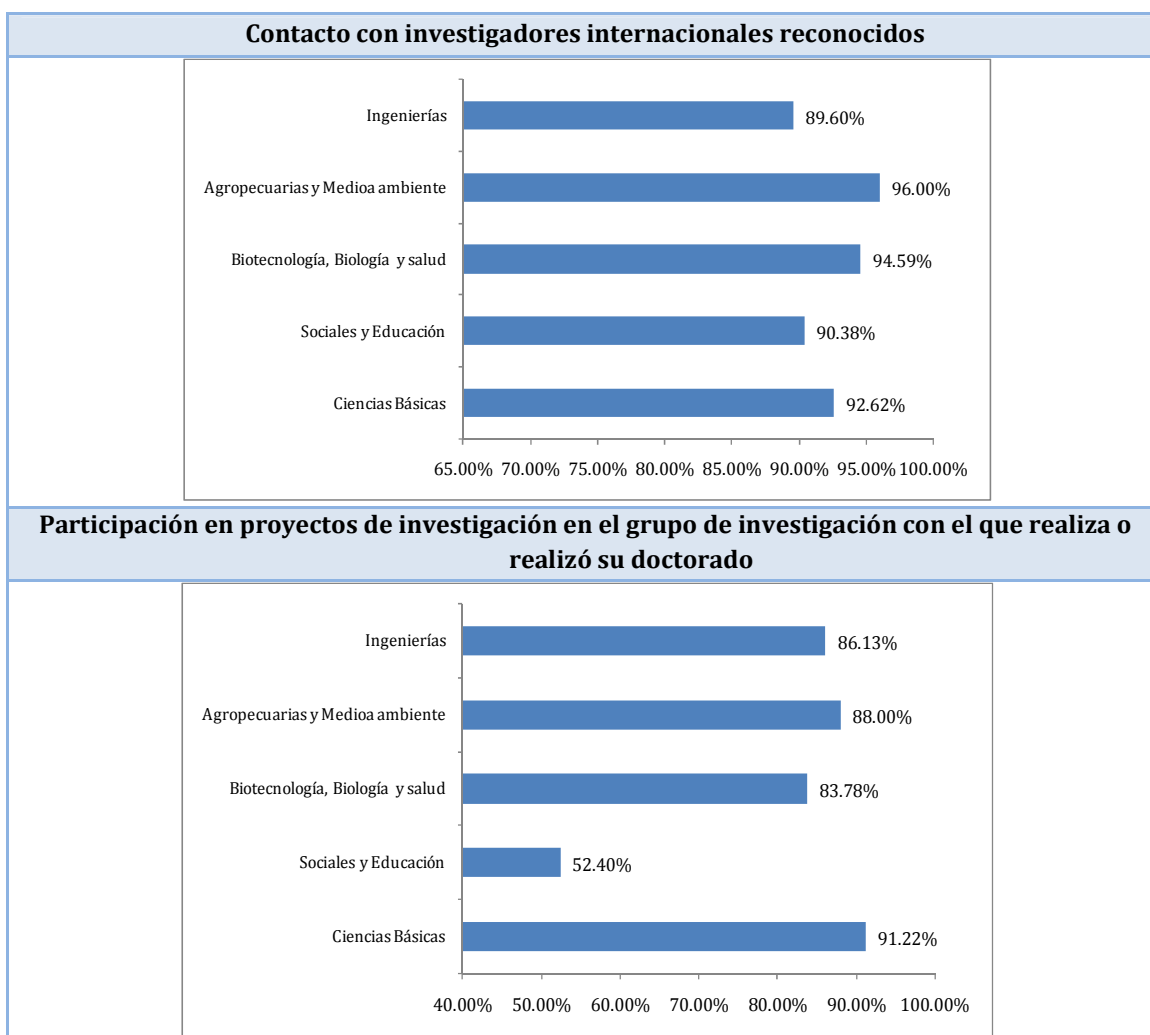
Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Sobre las actividades de investigación, la encuesta realizada indagó sobre la participación en diferentes tipos de actividades durante los estudios de doctorado (Gráfico 3.6). En primer lugar, el 81,55% de población encuestada afirmó participar en actividades de investigación que generaron publicaciones durante o después de finalizar sus estudios doctorales. En este sentido, se destacan la participación de los estudiantes de doctorado de los programas de ciencias básicas (88,5%) e ingenierías (84%) como los que tienen una mayor participación en esta actividad.

**Gráfico 3.6. Participación en actividades de investigación durante los estudios doctorales**







Fuente: Encuesta a Doctorados nacionales; CvLAC. Cálculos propios

El segundo aspecto indagado, está relacionado con las redes científicas en las que participan los estudiantes, lo cual es una de las actividades determinantes en el desarrollo de los programas doctorales. El 78% de los encuestados afirmó haber tenido contacto y participación en redes científicas derivadas de las relaciones del director de tesis o del grupo de investigación. Nuevamente, los estudiantes de los programas de ciencias básicas e ingeniería tienen la mayor participación en esta actividad, mientras que para los programas de ciencias sociales y educación el porcentaje de participación es más bajo que el promedio de la población encuestada (68%).

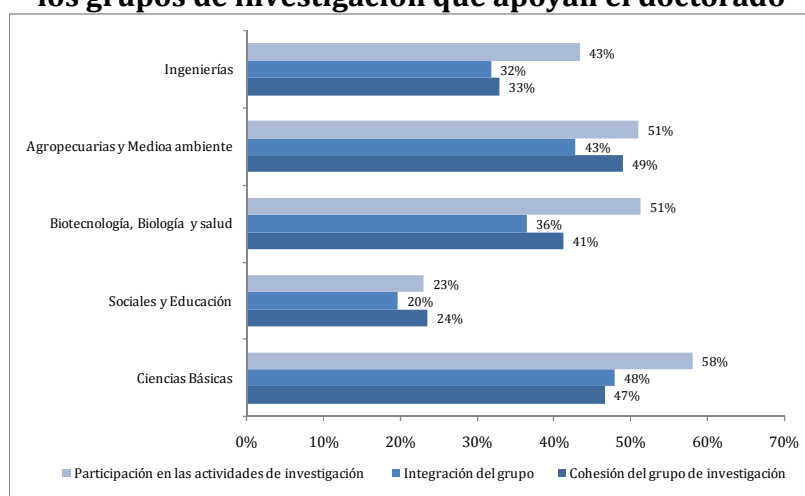
El tercer aspecto fue el contacto con investigadores reconocidos durante sus estudios, que es la actividad de mayor participación de los estudiantes doctorales nacionales (92%), destacándose principalmente los doctorados en ciencias agropecuarias y medio ambiente (96%) y biotecnología, biología y salud (92%) como los que tienen mayor participación en esta actividad. Finalmente, la última actividad indagada es la participación en proyectos de investigación en el grupo de

investigación que apoya el doctorado. Según la población encuestada el 76% de los estudiantes de los programas doctorales nacionales participaron en proyectos de investigación, destacándose los doctorados de ciencias básicas biomédicas, donde el 91% de los estudiantes participan en esta actividad, por el contrario, los estudiantes de los doctorados en ciencias sociales y educación tienen una participación más baja que el promedio en esta actividad (52%).

En síntesis, los resultados anteriores revelan el alto grado de vinculación de los doctorados nacionales con las actividades y dinámicas propias de los grupos de investigación que apoyan los doctorados. Adicionalmente, es importante tener en cuenta que si bien el grado de vinculación entre la formación de alto nivel y los grupos de investigación es un elemento importante, la calidad de estos vínculos está determinada en mayor grado por el desarrollo de las capacidades científicas y tecnológicas de los grupos de investigación. Por tanto, el relacionamiento no es la garantía de la transferencia del conocimiento y de la calidad de las capacidades científicas y tecnológicas a los estudiantes doctorales. Esto depende, explícitamente del desarrollo de las comunidades científicas que sustenten estos programas.

Frente a este aspecto, se indagó por la percepción de los estudiantes de doctorado frente a algunos aspectos relacionados con la dinámica de los grupos de investigación, tales como: la participación en actividades de investigación, la integración y la cohesión del grupo. En este sentido, se encontró que más del 50% de los estudiantes de los doctorados en ciencias básicas, biotecnología; biología y salud y agropecuarias y medio ambiente tienen una alta percepción sobre su nivel de participación en las actividades de investigación en los grupos que apoyaron el doctorado y la cohesión e integración de los grupos (Gráfico 3.7)

**Gráfico 3.7. Nivel de percepción sobre aspectos relacionados con la dinámica de los grupos de investigación que apoyan el doctorado**



Fuente: Encuesta a Doctorados nacionales; CvLAC. Cálculos propios

Frente al tema específico de la participación en proyectos de investigación, la Tabla 3.11 se muestra la participación en estos antes y después de ingresar al doctorado según la información de los currículos de los individuos. En esta información se observa que los estudiantes y egresados de los programas doctorales nacionales tienen mayor participación en proyectos de investigación antes y después de ingresar al doctorado que los colombianos que realizan sus estudios doctorales en el exterior. Esto muestra la alta relación que existe entre los miembros de los programas de doctorado nacionales y el desarrollo de la investigación en el país. Por su parte, al comparar este resultado para los estudiantes de doctorados nacionales que obtienen financiamiento ACCES, se encuentra que antes de ingresar al doctorado participan, en promedio, en similar número de proyectos de investigación que quienes no obtienen financiamiento. Sin embargo, durante el doctorado, se reduce la participación en estas actividades comparados con quienes no tienen el financiamiento (Tabla 3.12)

**Tabla 3.11. Participación en proyectos de investigación antes y después de ingresar a los estudios de doctorado.**

Área conocimiento doctorado	Antes de ingresar al doctorado	Después de ingresar al doctorado
Agropecuarias y Medio Ambiente	<b>16.5</b>	<b>7.3</b>
Estudiantes	16.2	3.7
Egresados	17.1	15.0
Población Control	10.2	4.8
Básicas	<b>13.9</b>	<b>9.6</b>
Estudiantes	9.8	4.7
Egresados	11.3	11.5
Población Control	6.9	6.6
Biotecnología, Biología y Salud	<b>19.2</b>	<b>7.7</b>
Estudiantes	18.0	6.8
Egresados	20.7	8.5
Población Control	9.2	6.2
Ingenierías	<b>17.8</b>	<b>8.0</b>
Estudiantes	17.1	5.8
Egresados	15.3	7.3
Población Control	9.3	4.9
Sociales y Educación	<b>14.2</b>	<b>6.0</b>
Estudiantes	16.2	6.3
Egresados	13.3	8.4
Población Control	8.3	5.2
<b>Total</b>	<b>15.9</b>	<b>7.5</b>

Fuente: CvLAC, ScientI-Colciencias. Cálculos propios

**Tabla 3.12. Participación en proyectos de investigación en los doctorados nacionales.**

Área conocimiento del doctorado	Proyectos antes de ingresar al doctorado		Proyectos después de ingresar al doctorado	
	Financiamiento ACESS		Financiamiento ACESS	
	No	Si	No	Si
<b>Estudiantes</b>	<b>16.0</b>	<b>14.9</b>	<b>6.7</b>	<b>4.6</b>
Agropecuarias y Medio Ambiente	16.2	16.2	3.4	4.7
Básicas	10.3	9.0	3.8	6.4
Biología, Biología y Salud	17.7	19.1	8.6	4.2
Ingenierías	18.9	14.8	8.0	4.5
Sociales y Educación	16.1	17.1	6.6	4.5
<b>Egresados</b>	<b>14.9</b>	<b>13.0</b>	<b>11.1</b>	<b>7.1</b>
Agropecuarias y Medio Ambiente	16.7	19.3	16.5	9.0
Básicas	12.2	9.3	12.7	6.5
Biología, Biología y Salud	20.1	22.3	9.1	7.3
Ingenierías	22.7	10.1	7.5	7.2
Sociales y Educación	12.4	24.0	8.5	8.0
<b>Total</b>	<b>15.9</b>	<b>14.5</b>	<b>8.6</b>	<b>5.5</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Con relación a la producción científica<sup>22</sup>, la tendencia más notoria que se observa es que la producción de los individuos vinculados a los doctorados nacionales es mayor antes de ingresar al programa doctoral que la registrada por quienes realiza su doctorado en el exterior. Durante el doctorado, claramente los estudiantes reducen el número de publicaciones, excepto en los doctorados de ciencias básicas, donde el promedio de publicaciones se mantiene relativamente constante (Tabla 3.13) Adicionalmente, si bien los individuos vinculados a los estudios de doctorado nacionales participan en más proyectos de investigación durante sus estudios que aquellos que los realizan en el exterior, el promedio de publicaciones de estos últimos durante el doctorado es superior.

Frente a las publicaciones indexadas en bases internacionales, se seleccionó como medida las publicaciones en revistas indexadas en la base ISI-Thompson. La Tabla 3.14 presenta el número total de publicaciones de los individuos vinculados a cada tipo de doctorado y el promedio de publicaciones individuales, antes y después de ingresar al programa doctoral.

<sup>22</sup> La información sobre la producción corresponde a todas las publicaciones en revistas científicas consideradas producción de nuevo conocimiento e incluidas en la clasificación de los grupos de investigación.

**Tabla 3.13. Promedio de publicaciones en revistas científicas**

Áreas del conocimiento	Publicaciones antes de ingresar al doctorado	Publicaciones después de ingresar al doctorado
<b>Agropecuarias y Medio Ambiente</b>	<b>3.8</b>	<b>5.8</b>
Estudiantes	3.8	2.4
Egresados	1.5	5.6
Población Control	2.7	6.7
<b>Básicas</b>	<b>3.4</b>	<b>8.5</b>
Estudiantes	2.5	2.8
Egresados	1.6	8.0
Población Control	1.3	6.4
<b>Biotecnología, Biología y Salud</b>	<b>4.0</b>	<b>4.9</b>
Estudiantes	3.0	1.9
Egresados	1.8	6.3
Población Control	2.2	4.9
<b>Ingenierías</b>	<b>3.3</b>	<b>3.8</b>
Estudiantes	2.9	2.1
Egresados	0.8	4.5
Población Control	1.7	3.1
<b>Sociales y Educación</b>	<b>4.0</b>	<b>3.0</b>
Estudiantes	3.9	2.2
Egresados	2.3	4.2
Población Control	2.3	3.1
<b>Total</b>	<b>3.7</b>	<b>4.8</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

En términos de las publicaciones ISI se resalta el alto número de publicaciones en los doctorados nacionales en ciencias básicas, donde tanto los estudiantes como egresados incrementan sustancialmente el número de publicaciones de alta calidad, lo que claramente es el reflejo del desarrollo de esta comunidad científica en el país. No obstante, para los doctorados de biotecnología; biología; salud e ingenierías, también se encuentra un incremento importante del número de publicaciones, aunque es inferior al observado para los individuos que realizan su doctorado en el exterior. La situación menos favorable se presenta para los doctorados de ciencias sociales y humanas, donde el número de estas publicaciones es muy bajo, no sólo comparado con la producción de otras áreas, sino también con el comportamiento en esta misma área de los individuos que realizan su doctorado en el exterior (Tabla 3.14)

**Tabla 3.14. Número de publicaciones ISI y promedio por individuo.**

Área conocimiento doctorado	Antes de ingresar al doctorado		Después de ingresar al doctorado	
	N	Media	N	Media
<b>Agropecuarias y Medio Ambiente</b>				
Estudiantes	23.0	0.5	18.0	0.4
Egresados	1.0	0.1	15.0	0.8
Población Control	32.0	0.4	122.0	1.8
<b>Básicas</b>				
Estudiantes	37.0	0.3	116.0	1.1
Egresados	46.0	0.4	350.0	3.2
Población Control	47.0	0.3	505.0	2.7
<b>Biotecnología, Biología y Salud</b>				
Estudiantes	115.0	0.7	71.0	0.5
Egresados	13.0	0.3	78.0	2.0
Población Control	104.0	0.4	520.0	2.3
<b>Ingenierías</b>				
Estudiantes	101.0	0.6	81.0	0.6
Egresados	3.0	0.1	30.0	1.3
Población Control	40.0	0.2	157.0	1.0
<b>Sociales y Educación</b>				
Estudiantes	10.0	0.1	8.0	0.0
Egresados	0.0	0.0	6.0	0.1
Población Control	35.0	0.1	74.0	0.1

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

El comportamiento de las publicaciones de los individuos después de finalizar sus estudios, se encuentra que en promedio el número de publicaciones de los egresados de doctorados nacionales es menor, excepto en los doctorados de biotecnología, biología y salud, donde los individuos en promedio tienen el mismo número de publicaciones que los doctores graduados en el exterior.

**Tabla 3.15. Número de publicaciones ISI y promedio por individuo.**

Áreas conocimiento doctorado	Publicaciones	Publicaciones ISI
<b>Agropecuarias y Medio Ambiente</b>	<b>5.6</b>	<b>1.6</b>
Doctorados Nacionales	2.9	0.7
Control	6.8	2.0
<b>Básicas</b>	<b>6.3</b>	<b>2.4</b>
Doctorados Nacionales	4.9	1.6
Control	7.4	2.9
<b>Biotecnología, Biología y Salud</b>	<b>4.3</b>	<b>1.9</b>
Doctorados Nacionales	4.3	1.0

Áreas conocimiento doctorado	Publicaciones	Publicaciones ISI
Control	4.3	2.1
<b>Ingenierías</b>	<b>3.3</b>	<b>1.3</b>
Doctorados Nacionales	2.7	0.9
Control	3.4	1.4
<b>Sociales y Educación</b>	<b>3.4</b>	<b>0.2</b>
Doctorados Nacionales	2.1	0.1
Control	3.6	0.2
<b>Total</b>	<b>4.6</b>	<b>1.4</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

En las Tabla 3.16y Tabla 3.17, se presenta el comportamiento de las publicaciones para los individuos financiados por ACCES. En general, los individuos financiados por el programa presentan tasas de publicaciones más altas antes de ingresar al doctorado que quienes no obtienen financiación, lo cual puede ser un reflejo del proceso de selección de los becarios. Durante el doctorado, las tasas de publicación caen para la población de estudiantes, tendencia que se presenta independientemente del financiamiento y el área de conocimiento. No obstante, es sustancial la disminución que se presentan en los estudiantes de ciencias básicas.

**Tabla 3.16. Publicaciones de doctorados nacionales por tipo financiamiento**

Área del conocimiento	Publicaciones antes de ingresar al doctorado		Publicaciones durante el doctorado	
	Financiamiento ACCES		Financiamiento ACCES	
	No	Si	No	Si
<b>Estudiantes</b>	<b>3.2</b>	<b>3.7</b>	<b>2.8</b>	<b>2.4</b>
Agropecuarias y Medio Ambiente	3.8	2.6	2.3	2.7
Básicas	3.3	4.4	3.7	1.4
Biotecnología, Biología y Salud	3.5	3.5	3.7	2.3
Ingenierías	2.8	3.1	1.6	2.1
Sociales y Educación	3.0	3.9	2.6	2.9
<b>Egresados</b>	<b>6.1</b>	<b>7.2</b>	<b>4.2</b>	<b>5.3</b>
Agropecuarias y Medio Ambiente	2.8	16.5	4.0	8.7
Básicas	7.8	6.2	4.3	4.8
Biotecnología, Biología y Salud	5.5	5.9	2.0	0.0
Ingenierías	2.7	5.2	5.0	5.5
Sociales y Educación	5.2	8.7	-	-
<b>Total</b>	<b>3.8</b>	<b>4.4</b>	<b>3.1</b>	<b>3.0</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Frente a las publicaciones ISI, se presenta una tendencia similar, es decir, una mayor tasa de publicaciones de los becarios ACCES antes de ingresar al programa, pero una disminución en las tasas de publicaciones durante éste. No obstante, se encuentra

que durante el programa, quienes reciben financiamiento ACCES tienen tasas similares a quienes no obtienen las becas.

**Tabla 3.17. Publicaciones ISI de doctorados nacionales por tipo financiamiento**

Área del conocimiento	Publicaciones ISI antes de ingresar al doctorado		Publicaciones ISI durante el doctorado	
	Financiamiento ACCES		Financiamiento ACCES	
	No	Si	No	Si
<b>Estudiantes</b>	<b>0.5</b>	<b>1.1</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>
Agropecuarias y Medio Ambiente	0.3	0.6	0.5	1.2
Básicas	0.5	1.7	0.8	0.4
Biotecnología, Biología y Salud	0.5	0.9	1.1	0.6
Ingenierías	0.5	0.5	0.2	0.6
Sociales y Educación	0.5	1.2	0.3	0.6
<b>Egresados</b>	<b>1.2</b>	<b>3.0</b>	<b>1.5</b>	<b>1.4</b>
Agropecuarias y Medio Ambiente	0.4	8.3	1.3	2.0
Básicas	1.5	2.4	1.6	1.3
Biotecnología, Biología y Salud	1.0	1.7	1.0	0.0
Ingenierías	0.7	1.9	1.5	2.0
Sociales y Educación	1.1	4.4	-	-
<b>Total</b>	<b>0.6</b>	<b>1.5</b>	<b>0.8</b>	<b>0.8</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Con respecto al desarrollo de las pasantías, el 58% de los encuestados realizó una pasantía en el exterior durante su tesis doctoral, la cual en promedio tiene una duración de 6 meses, sólo el 25% de los estudiantes estuvieron más de seis meses por fuera del país realizando esta actividad. Un aspecto importante que se encuentra sobre las pasantías, es que si bien la mayoría de los estudiantes que realizan esta actividad dedican parte de su tiempo a trabajar en su tesis doctoral, una proporción importante realiza otras actividades que pueden permitir la consolidación de capacidades científicas en los individuos y específicamente, el vínculo con otros investigadores (Tabla 3.18).

**Tabla 3.18. Actividades desarrolladas durante la pasantía**

Áreas del conocimiento	Tomó cursos	Trabajar con un investigador	Realizar actividades de investigación que hacen parte de su tesis doctoral	Coautorías con miembros de la institución
Ciencias Básicas	30%	69%	95%	63%
Sociales y Educación	62%	72%	87%	17%
Biotecnología, Biología y Salud	35%	71%	85%	39%
Agropecuarias y Medio Ambiente	33%	62%	81%	38%
Ingenierías	35%	71%	90%	56%

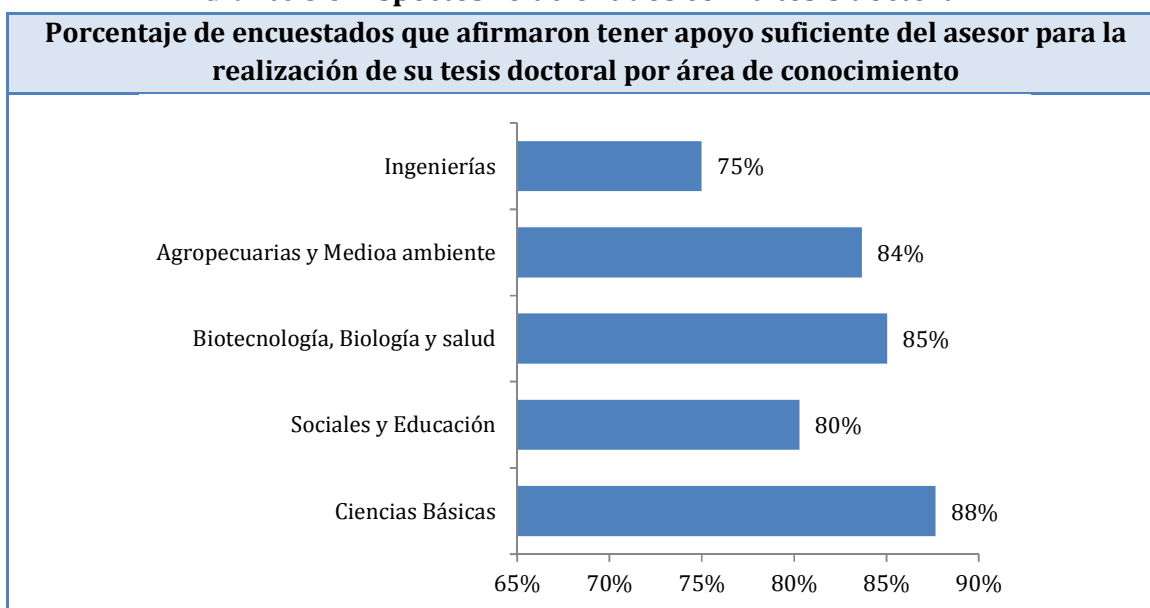
Fuente: Encuesta a Doctorados nacionales; CvLAC. Cálculos propios



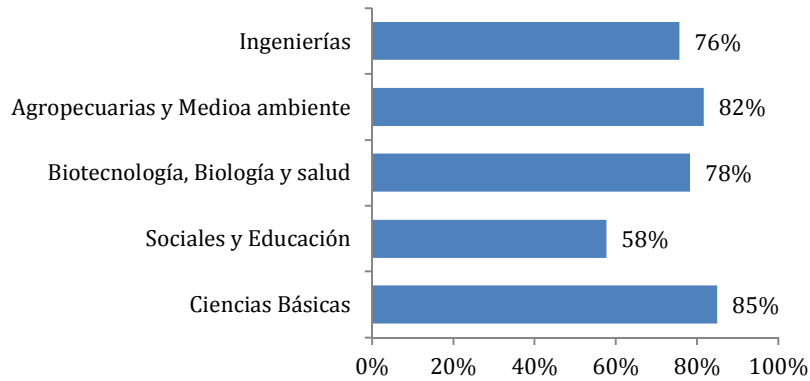
De esta manera, se resalte el hecho de que la mayoría de los estudiantes de ciencias básicas e ingenierías son coautores de algún artículo científico con miembros de la institución donde realizan esta actividad. Sin embargo, este porcentaje es muy bajo para el caso de los doctorados en ciencias sociales y educación (17%), quienes además tienen más participación en actividades de capacitación, tales como tomar cursos (62%).

Otro aspecto indagado en la encuesta es sobre la experiencia relacionada con el desarrollo de la tesis doctoral (Gráfico 3.8). En general, los estudiantes consideran recibir el apoyo suficiente para la realización de su tesis doctoral tanto por parte del asesor como de los grupos de investigación. Sin embargo, en el caso de los estudiantes de ciencias sociales y educación, este porcentaje es más bajo que el promedio de toda la población (58%). Esto puede estar relacionado específicamente con el hecho de que gran parte de los grupos de investigación que apoyan los doctorados en esta área son grupos con desarrollos incipientes y que apenas se encuentran en proceso de consolidación, por tanto, cuentan con menos capacidades para facilitar la ejecución de este tipo de actividades.

**Gráfico 3.8. Aspectos relacionados con la tesis doctoral**



**Porcentaje de encuestados que afirmaron tener apoyo suficiente del grupo de investigación para la realización de su tesis doctoral**

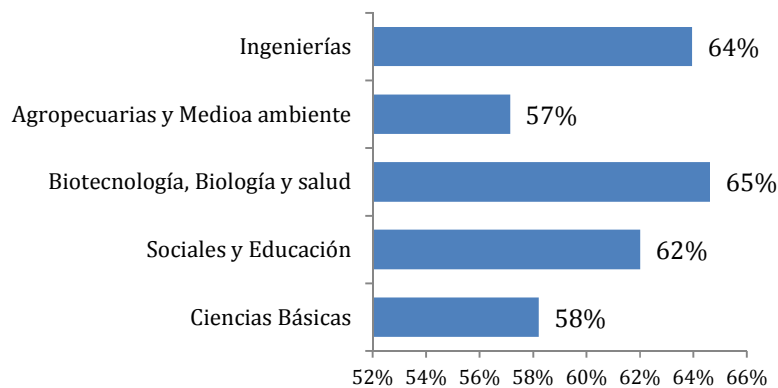


Fuente: Encuesta a Doctorados nacionales; CvLAC. Cálculos propios

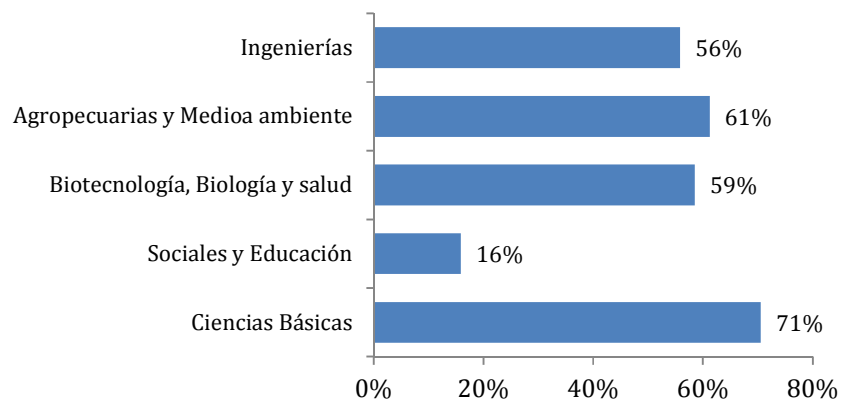
Por otra parte, si bien los estudiantes consideran recibir apoyo suficiente, en promedio el 62% de los encuestados consideran contar con el equipo técnico y la infraestructura para el desarrollo de sus tesis, donde los doctorados de ciencias básicas (58%) y agropecuarias y medio ambiente (57%), tienen porcentajes inferiores a la media, lo que puede estar relacionado con el alto costo de los equipos que utilicen para la realización de sus tesis. Este resultado concuerda con el hecho de que los estudiantes de estos doctorados son quienes recurren en mayor proporción a centros de investigación para realizar experimentos, pruebas de laboratorio y análisis de muestras. Adicionalmente, el 85% de quienes deben recurrir a esta actividad en las áreas de ciencias básicas deben hacerlo en el exterior.

**Gráfico 3.9. Aspectos relacionados con la disponibilidad de equipos e infraestructura para la realización de la tesis doctoral**

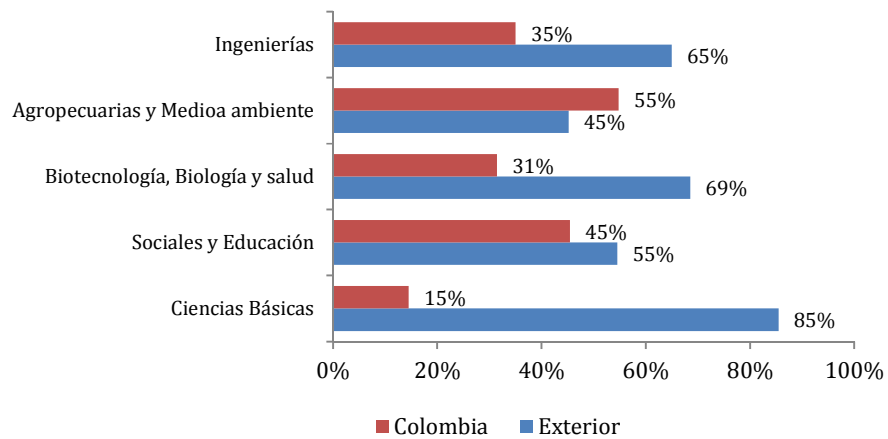
**Porcentaje de encuestados según la disponibilidad del equipo técnico y la infraestructura necesarias dentro de la universidad donde realiza sus estudios para llevar a cabo su tesis doctoral**



**Porcentaje de encuestados según la realización de trabajos en centros de investigación fuera para realizar experimentos, pruebas de laboratorio y análisis de muestras**



**Porcentaje de encuestados según la ubicación de los centros de investigación donde se realizan experimentos, pruebas de laboratorio y análisis de muestras**



Fuente: Encuesta a Doctorados nacionales; CvLAC. Cálculos propios

Por otra parte, el 60% de la población encuestada asegura tener acceso a recursos para viajar a conferencias, congresos y estancias cortas de trabajo en Colombia o en el exterior. Donde el 75% de los estudiantes de los doctorados en ciencias básicas (75%); biotecnología, biología y salud (65%) e ingenierías (64%) son quienes más acceden a este tipo de actividades. Adicionalmente, se encuentra que el 66% de los encuestados afirma que existió participación de profesores extranjeros en las actividades de docencia/investigación dentro del programa doctoral o la línea de investigación de la tesis doctoral.

Con respecto a este aspecto, en la Tabla 3.19 se presenta la información el estado de ejecución de los recursos del crédito ACCES. Es de destacar que cerca del 30% de los recursos se asignaron al componente de infraestructura, principalmente destinado a la comprar de equipos robustos.

**Tabla 3.19. Financiamiento de equipos robustos. Convocatorias 2002 - 2007.  
Acumulado total (millones de pesos)**

Subcomponente	Compromisos		Justificado		Saldo *	
	Colciencias	Contrapartida	Colciencias	Contrapartida	Colciencias	Contrapartida
<b>Créditos doctorales</b>	55.815	7.565	40.387	4.415	15.428	3.150
<b>Infraestructura</b>	15.880	13.028	9.768	6.645	6.112	6.383
<b>Movilidad</b>	4.558	926	2.818	815	1.739	111
<b>Total</b>	76.253	21.518	52.974	11.875	23.279	9.643
	97.772		64.849		32.923	

\* El saldo corresponde a recursos asignados y ejecutados, pendientes de legalización

Como lo señala el documento de ACOFACIEN (2006) sobre equipos robustos, este componente es de fundamental importancia para el desarrollo y consolidación de los doctorados nacionales, principalmente los relacionados con las ciencias básicas, las ciencias biomédicas y las ingenierías. Así mismo este componente fue destacado como muy importante en las diversas entrevistas realizadas a los directores de los doctorados. En el estudio sobre el inventario de equipos robustos realizado por ACOFACIEN se visitaron 246 grupos de investigación en 45 universidades del país, encontrándose 660 equipos robustos con un valor de reposición de US\$ 47,5 millones, de los cuales el 83.0% valían menos de US\$ 100.000 y el 42% costaba su reposición menos de US\$40.000. Es de destacar, como lo indica el estudio que el 53% de los equipos robustos han sido adquiridos en los últimos 5 años.

Una modalidad destacada positivamente en las entrevistas sobre el tema de equipos robustos fue el cambio que se dio en la política del crédito ACCES, al pasar de financiar equipos relativamente menores a cada doctorado nacional, para asignar los recursos a la universidad y mediante concertación con los doctorados establecidos, definir equipos robustos en los que puedan beneficiarse diferentes programas de la institución. La valoración de este componente del Crédito ACCES, se debe a la falta de financiamiento de las universidades para compra de equipo robusto, mantenimiento y reposición. Sin embargo, la debilidad señalada ha sido las dificultades para garantizar la contrapartida por parte de las universidades debido al agotamiento de recursos propios para inversiones cuantiosas, independiente del carácter público o privado de las instituciones

Ahora bien, el financiamiento tradicional por parte de Colciencias para equipamiento ha sido limitado y a través del financiamiento de proyectos de investigación. Terminado el proyecto ACCES, de nuevo el financiamiento de doctorados se ha centrado básicamente en las becas-crédito a los estudiantes, perdiéndose este componente fundamental para la consolidación de los doctorados nacionales en cuanto a la infraestructura.

Finalmente, el 75% de los egresados consiguió o tenía trabajo antes de finalizar su doctorado, mientras que menos del 3% se tardó más de 12 meses. Esto indica una

tasa muy alta de absorción por parte del mercado laboral. Por áreas del conocimiento, se destaca que los doctorados de ciencias sociales y educación la vinculación inmediata asciende al 98%. Adicionalmente, el 56% de la población se vincula laboralmente con la misma institución que los avaló ante la entidad de financiamiento.

Frente a las actividades con las que se encuentra principalmente relacionada la actividad laboral de los egresados, se encontró que el 36% se dedica a actividades científicas, mientras que el 41% a actividades de docencia. Llama la atención sobre este aspecto que la absorción en otros mercados laborales es muy baja, los doctores de programas nacionales que se encuentran vinculados principalmente al diseño e implementación de políticas públicas o actividades empresariales es menor al 1%. En la Tabla 3.20 se encuentra la distribución de los egresados por actividad laboral principal y tipo de doctorado.

**Tabla 3.20. Distribución de los egresados por actividad laboral principal**

Área conocimiento doctorado	Actividades Administrativas	Actividades científicas	Actividades docencia	Actividades Empresariales	Actividades Tecnológicas	Diseño e implementación de políticas públicas
Ciencias Básicas	0%	48%	47%	0%	3%	0%
Sociales y Educación	18%	21%	61%	0%	0%	0%
Biotecnología, Biología y Salud	0%	51%	46%	0%	0%	3%
Agropecuarias y Medio Ambiente	13%	38%	50%	0%	0%	0%
Ingenierías	7%	31%	55%	3%	3%	0%

Fuente: Encuesta a Doctorados nacionales; CvLAC. Cálculos propios

### 3.3 Síntesis de la dinámica de los doctorados nacionales financiados por ACCES

El desarrollo de las entrevistas realizadas a un conjunto de directores de doctorados en el país que obtuvieron financiamiento del programa ACCES fue realmente interesante y permitió entender diferencias entre los distintos programas, que además pueden ser consistentes con la información proporcionada por el extenso trabajo de medición de este estudio.

La primera conclusión es que las formas que han adoptado los doctorados en Colombia son muy diversas. Estos varían en sus tamaños, formas organizacionales, estrategias para relacionarse con los estudiantes y con los grupos de investigación y mecanismos para vincularse con instituciones en el exterior. Por tanto, la calidad de

los doctorados y la actitud de los mismos frente a la investigación de calidad son también muy variables.

En este trabajo, tanto durante las entrevistas como en el desarrollo de los otros componentes del análisis, uno de los mayores intereses era poder ver una relación entre la actitud de los investigadores frente a los estudiantes, frente a la investigación y frente a la importancia de los doctorados como facilitadores de la investigación. Con respecto a esto, encontramos programas de doctorado en donde el mismo programa es un factor que da gran dinamismo a la investigación de los grupos que lo soportan. En estos la presencia de estudiantes doctorales es fundamental para el desarrollo de investigaciones de alto nivel que se ven reflejadas en publicaciones de calidad, como es el caso de los doctorados en ciencias básicas e ingeniería. Es en estos doctorados en donde hay una mayor relación entre las agendas de investigación de los tutores y las tesis de doctorado. También es en los grupos que soportan estos doctorados en donde las tesis doctorales están más relacionadas con publicaciones de calidad.

Al mismo tiempo encontramos doctorados en donde la calidad de la investigación no es una prioridad, y por tanto, la mayoría de las investigaciones se publican en revistas manejadas por la misma universidad y no se encuentra una relación entre las agendas de investigación de los profesores y las tesis realizadas por los estudiantes de doctorado, específicamente los programas en el área de ciencias sociales y educación.

Una pregunta muy importante sobre la creación y consolidación de los programas de doctorado es la relativa al problema de si el doctorado es el resultado de la consolidación de la investigación de grupos de investigación fuertes o si el doctorado es un instrumento para desarrollo y consolidación de la investigación. Al respecto la coincidencia importante es que los directores de los programas de mayor calidad en el país, que siempre están soportados por grupos de investigación de alta calidad, coinciden en que haber tenido el doctorado fue fundamental para la consolidación de los programas de investigación de los grupos que soportan estos doctorados. La conclusión es que fomentar los doctorados puede ser una herramienta muy importante para impulsar la investigación en Colombia, debido a que éstos han permitido dinamizar la investigación en los grupos que los soportan.

Sin embargo, para aprovechar este mecanismo, es decir, dinamizar la investigación a través de la formación de alto nivel, varias condiciones son necesarias. Primero, el mecanismo existe en los doctorados soportados por grupos de investigación que tienen cultura de investigación en la que se privilegien las investigaciones y publicaciones de calidad y la continuidad de agendas de investigación. Esto en contraposición a doctorados soportados por grupos que están más enfocados en la enseñanza, en la consultoría o en la escritura de textos de carácter divulgativo y

político. Segundo, el mecanismo existe cuando el estudiante doctoral se vincula a proyectos que hacen parte de la agenda de los tutores y no cuando el estudiante desarrolla una agenda independiente de la de su tutor. Tercero, es fundamental que los grupos de investigación que soportan los doctorados sean realmente *grupos* en lugar de individualidades reunidas en una plataforma que se usa sólo en la medida en que es necesaria para aprovechar recursos públicos. Finalmente, el éxito de los doctorados depende del trabajo de los tutores por mantener relaciones internacionales y de su interés por poner al servicio del programa doctoral sus vínculos internacionales. Los doctorados más exitosos en la colocación de sus graduados en el mercado laboral académico son los que se ocupan de impulsar el intercambio con el exterior.

Por otro lado, como es bien conocido, la organización de los doctorados en términos de su estructura curricular y las exigencias que se hace a los estudiantes para ingresar y para obtener el título de doctor es muy diversa. Esto es verdad en Colombia y en el exterior. Por ejemplo, existen doctorados que exigen a los estudiantes tener título de maestría para ingresar, otros en donde este requisito no existe y otros en donde se entrega el título durante el proceso de estudios doctorales. Por otro lado, en algunos programas los estudiantes deben seguir una carga de cursos importantes antes de empezar con su tesis y otros en donde no hay este tipo de requisitos. Con respecto a la admisión, en algunos se encuentra atada a la presentación de un proyecto de tesis y otros en donde la elaboración del proyecto es parte del proceso de investigación, mientras que frente a los requisitos para obtener el título, algunos exigen tener un artículo publicado (en algunos casos en revistas con altos estándares de calidad) y en otros el único requisito es entregar la tesis doctoral.

La pregunta obvia es si es posible saber cuál es la mejor estructura para los doctorados. En este sentido, no podemos concluir que exista una estructura adecuada para todos los doctorados; la heterogeneidad responde a particularidades de cada disciplina. Lo que sí permite concluir este trabajo, es que es importante que la estructura de los doctorados se ajuste a los criterios estándares internacionales de cada disciplina. Los programas doctorales más débiles que encontramos son aquellos que están estructurados de forma completamente distinta de la estructura habitual internacional de los doctorados de sus mismas áreas.

Es importante mencionar dos temas adicionales y muy importantes de la estructura de los doctorados. La realización de pasantías y la movilidad internacional de los estudiantes. Los doctorados de alta calidad tienden a apoyarse fuertemente en estos dos componentes. Estos resultan ser fundamentales para el desarrollo de agendas de investigación pertinentes y que resulten en publicaciones de calidad.

Junto con el factor anterior, otro factor que resulta ser un determinante fundamental del desarrollo de programas de alta calidad es la exigencia de dedicación exclusiva al

programa doctoral para los estudiantes. Este puede ser el factor más importante y es transversal a todas las disciplinas. Los programas doctorales que no tienen esta exigencia terminan teniendo deserción o tiempos muy largos para la realización de las tesis doctorales. Similarmente, las tesis que se desarrollan en doctorados que no exigen dedicación exclusiva terminan siendo desconectadas con las agendas de los tutores y no resultan haciendo parte de agendas de investigación coherentes y continuadas.

Los programas de apoyo que se han dado en Colombia a los doctorados fueron uno de los temas más importantes de las entrevistas. Indagamos por el crédito BID-ICETEX y por el crédito ACCES, objeto de esta consultoría. En general, se reconoce la importancia de estos créditos para la consolidación de los doctorados en Colombia. Todos los directores de doctorado entrevistados reconocieron que sin estos créditos los programas doctorales en Colombia no habrían podido despegar. Con respecto al crédito BID-ICETEX se reconoció su importancia para comenzar el tránsito de las maestrías a los doctorados. Los directores de los programas de doctorado de ingeniería y ciencias básicas reconocen el impulso que han dado estos créditos a la consolidación de la infraestructura necesaria para hacer investigación.

Sin embargo, todos los directores de los doctorados tienen reparos importantes a la forma en que se han manejado estos recursos. El primer problema que todos encuentran es la exigencia de la contrapartida. En su inicio en las cuatro universidades que visitadas fue posible encontrar los recursos para las contrapartidas. No obstante, en todas las universidades actualmente el tema de la contrapartida empieza a ser una limitante para solicitar el apoyo de Colciencias con cargo a estos fondos.

Una segunda observación sobre la forma en que se usan estos recursos es acerca de las exigencias que se hace sobre los estudiantes doctorales al finalizar sus estudios. En la mayoría de los programas, pero en particular en los de mayor calidad, se ve como un obstáculo al desarrollo de las carreras académicas de los graduados el requisito de permanecer en el país tras la terminación de la tesis doctoral. Permitir a los graduados salir del país, al menos por un tiempo, luego de sus estudios parece fundamental para aumentar la rentabilidad de los recursos destinados a financiar estudiantes doctorales. Estas salidas podrían permitir la consolidación de las carreras de los investigadores nacionales. Dos consideraciones adicionales para tener en cuenta. Primero, se puede permitir la salida al exterior para realizar pos doctorados o a pasar un tiempo como investigadores fuera del país y hacer la exigencia de retorno al país un tiempo después. Segundo, si tener programas de doctorado ya ha sido un impulso para la investigación, exigir que los graduados permanezcan en el país luego de realizar sus tesis no es necesario para garantizar la rentabilidad de estos recursos.



Una tercera observación que hay sobre el manejo de estos recursos es la exigencia de permitir el uso de las becas-crédito solamente para nacionales colombianos. La gran mayoría de los directores de doctorado entrevistados encuentran que la competencia internacional por estudiantes es muy fuerte y que el impedimento de no poder usar estas becas a personas de otras nacionalidades impide competir por estudiantes. Si se tiene en cuenta, que un gran componente de la rentabilidad de los programas de doctorado está en que dinamiza la investigación de los grupos que soportan los doctorados, es fácil concluir que entrar de lleno en esta competencia puede ser fundamental para aumentar la rentabilidad de estos recursos. Obviamente, para que esto sea posible es importante pasar a esquemas que tengan en cuenta también las condiciones de financiamiento en el exterior para tener un esquema realmente competitivo.

## **Capítulo 4. Resultados. Medición de capacidades científicas y tecnológicas de los programas de doctorados nacionales**

El presente capítulo analiza el impacto del financiamiento sobre el comportamiento y consolidación de las capacidades científicas y académicas generadas por los doctorados nacionales. El primer componente teórico de la medición es la teoría del capital conocimiento que plantea la existencia de vínculos entre la trayectoria de los recursos humanos y la consolidación de las organizaciones donde se llevan a cabo los procesos de formación y generación de conocimiento, ya sea a través del desarrollo de la investigación o de la formación de alto nivel. Esto implica que la estabilidad en el largo plazo del proceso de formación académica doctoral y la generación de conocimiento se encuentran directamente asociadas con la capacidad de reproducción, ampliación y consolidación de las comunidades científicas y académicas. Este capítulo tiene el objetivo de establecer el impacto del financiamiento de los estudios de doctorado nacionales sobre la acumulación de capacidades científicas y tecnológicas. Para esto, en la primera sección se realiza la descripción de las variables utilizadas en la modelación empírica del estudio y en la segunda, se muestran los resultados de cada una de los modelos desarrollados.

### **4.1 Construcción de Variables**

Para la implementación empírica de este estudio se analizaron 7.892 currículos. El 67% de esta población está compuesto por estudiantes, egresados y docentes de los programas doctorales que recibieron financiamiento del programa ACCES en alguno de sus componentes; la población restante corresponde a la muestra de control. La información procesada para la modelación se deriva exclusivamente de los datos incluidos en la Plataforma ScienTI-Colciencias dentro de las bases de CvLAC, GrupLAC y DocLAC actualizadas a abril de 2009. Específicamente, a partir del análisis de los currículos fue posible extraer un conjunto de características que describen la trayectoria científica y académica de los individuos y las variables de los grupos de investigación que apoyan los programas doctorales.

La información sobre los individuos, comprende cuatro categorías generales que agrupan información de varios tipos y que permiten caracterizar, además de su producción científica, la trayectoria académica, la experiencia profesional y las instituciones a las que se ha vinculado a lo largo de su carrera académica: a) información de las características generales del individuo; b) aspectos relacionados con el financiamiento y realización de sus estudios doctorados, en el caso de los estudiantes, egresados y población de control; o información sobre la formación

académica; c) en el caso de los docentes, aspectos relacionados con la experiencia profesional del individuo y d) producción científica. En el cuadro IV-I se presenta la descripción general de las variables de los individuos incluidas en los modelos de medición (Cuadro 4.1)

**Cuadro 4.1. Descripción detallada de las variables de los individuos**

Categoría	Variable	Descripción
<b>Información personal</b>	edad	
	edad_ing	Edad del individuo al ingreso del doctorado
	sexo	1=Hombre, 0=Mujer
<b>Trayectoria profesional</b>	ant_pre	Realización de actividades de docencia en pregrado antes de ingresar al doctorado
	ant_pos	Realización de actividades de docencia en posgrado antes de ingresar al doctorado.
	des_pre	Realización de actividades de docencia en posgrado antes de ingresar al doctorado
	des_pos	Realización de actividades de docencia en posgrado antes de ingresar al doctorado
	t_proyectos	Total de proyectos de investigación en los que ha participado
	uni	Participación en actividades de investigación en universidad antes de ingresar al doctorado
	ci	Participación en actividades de investigación en universidad antes de ingresar al doctorado
	otro	Participación en actividades de investigación en universidad antes de ingresar al doctorado
	unid	Participación en actividades de investigación en universidad después de ingresar al doctorado
	cid	Participación en actividades de investigación en universidad después de ingresar al doctorado
	otrod	Participación en actividades de investigación en universidad después de ingresar al doctorado
	pas_antes	Realización de pasantías antes de ingresar al doctorado
	pas_des	Realización pasantías después de ingresar al doctorado
	pais_antes	Realización de la pasantía en Colombia
	pais_des	Realización pasantía en el exterior
	adm_antes	Participación en actividades de administración antes de ingresar al doctorado
adm_des	Participación en actividades de administración después de ingresar al doctorado	
<b>Información sobre el doctorado</b>	beca	Obtención de beca o financiamiento
	ing_doc	Año de ingreso al doctorado
	grad_doc	Año de graduación del doctorado
	finan_nal	Obtención de financiamiento ACCES
	estudio	Lugar de realización de estudios. 1=Colombia, 0=Exterior
	beca_col	Beca otorgada en Colombia
	beca_ext	Beca otorgada en el Exterior
	area_doc	Area del conocimiento del doctorado

Categoría	Variable	Descripción
		1=Ciencias Básicas 2=ciencias Sociales y Educación 3= Biotecnología, Biología y Salud 4= Agropecuarias y medio ambiente 5= Ingenierías
	formación	Máximo nivel de formación (sólo para docentes)
<b>Producción científica</b>	art_ano	Tasa de publicaciones en revistas científica anual
	art_anopeso	Tasa de publicaciones en revistas científica ponderada por el número de coautores del artículo
	art_isi	Tasa de publicaciones en revistas científica anuales indexadas en Thompson ISI

Por su parte, la información de los programas de doctorado, está basada en información agregada sobre los grupos de investigación que apoyan los doctorados y sobre las características de los docentes, en términos de producción y formación. El primer conjunto de datos fue capturado a partir del análisis y depuración de GrupLAC. Las variables hacen referencia a la producción científica agregada del grupo de investigación y la composición del grupo en términos formación y número de integrantes, lo cual da cuenta de su capital humano y social (Cuadro 4.2).

**Cuadro 4.2. Descripción detallada de las variables de los doctorados**

Categoría	Variable	Descripción
<b>Composición de los grupos de investigación</b>	total_grupos	Total de grupos que apoyan el doctorado
	miembros_t	Número de integrantes de los grupos
	doc_t	Número de integrantes con formación de doctorado
	pre_t	Número de integrantes con formación de pregrado
	mae_t	Número de integrantes con formación de maestría
	inv_t	Total de investigadores
	est_t	Total estudiantes
	gruposA1	Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría A1 por Colciencias
	gruposA	Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría A por Colciencias
	gruposB	Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría B por Colciencias
	grupos	Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría C por Colciencias
	gruposD	Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría D por Colciencias
	gruposNC	Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría NC por Colciencias
	región	Región a la que pertenece el doctorado 1=Bogotá 2=Medellín 3=Valle del Cauca 4=Otras (Risaralda, Nariño, Tolima, Caldas, Santander, Cauca, Tunja, Cartagena)

Categoría	Variable	Descripción
<b>Docentes</b>	total_docentes	Total de docentes vinculados al programa doctoral
	m_edad	Promedio edad de los docentes
	docen_phd	Número de docentes con formación doctoral o posdoctoral
	docen_nophd	Número de docentes sin formación doctoral o posdoctoral
	for_ext	Porcentaje de docentes que realizaron su máximo nivel de formación en el exterior
	m_edad_ing	Promedio edad de ingreso como docentes al programa doctoral
	m_proyectos	Promedio del número de proyectos de investigación de los docentes
	m_admantentes	Tasa de docentes que participaron en actividades de administración antes de ingresar al doctorado
	m_admdes	Tasa de docentes que participaron en actividades de administración antes de ingresar al doctorado
	m_ci	Tasa de docentes que participan en actividades de investigación en centros de investigación
	m_otro	Tasa de docentes que participaron en actividades de investigación en otra institución
m_uni	Tasa de docentes que participaron en actividades de investigación en universidad	
<b>Producción del grupo</b>	total_art_doc	Total artículos de los grupos de investigación que apoyan el doctorado
	total_art_pesos	Total de artículos de los grupos de investigación ponderados por el índice de calidad y existencia.
<b>Producción de los docentes</b>	m_articulos	Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica anual
	m_pesoarticulos	Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica ponderada por el número de coautores del artículo
	m_isi	Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica anuales indexadas en Thompson ISI

## 4.2 Resultados descriptivos

Las estadísticas descriptivas de la información utilizada para estimar el efecto de los doctorados nacionales sobre la productividad (modelos multinivel) muestran que existe una alta proporción de hombres 63%(Tabla 4.1). La participación de los individuos en actividades de docencia, el 58,71% de los estudiantes y egresados de los programas doctorales participaron en actividades de docencia en pregrado, mientras que sólo el 17,38% lo hacen en cursos de posgrado.No obstante, la participación en estas actividades disminuye una vez se inicia el doctorado.

Este es un resultado esperado, debido a que la dedicación exclusiva al doctorado puede reducir la designación de tiempo a otras actividades, específicamente, la docente. Dada la modalidad de financiamiento implementada por algunas universidad, en las que a los estudiantes se les otorga una reducción en el costo de la

matrícula y se les asignan horas cátedra, la docencia después de iniciar el doctorado puede verse como una variable relacionada con el financiamiento de los estudios. En síntesis, si bien la proporción de individuos que realizan esta actividad es sustancialmente más baja durante el doctorado, esta proporción puede deberse a la necesidad de obtener fuentes de financiamiento adicionales para la realización de los estudios.

**Tabla 4.1. Estadísticas descriptivas de las variables dicotómicas independientes**

Variables	Proporción (n=3509)
	%
<b>Variables del individuo</b>	
<b>Sexo</b>	
Masculino	63,00%
Femenino	37,00%
<b>Participación en actividades de docencia</b>	
Docencia en pregrado antes de iniciar el doctorado	58,71%
Docencia en pregrado después de iniciar el doctorado	6,07%
Docencia en posgrado antes de iniciar el doctorado	17,38%
Docencia en posgrado después de iniciar el doctorado	2,71%
<b>Lugar de desempeño de actividades</b>	
Universidad antes de ingresar al doctorado	63,52%
Universidad después de ingresar al doctorado	63,18%
Centro de investigación antes de ingresar al doctorado	21,52%
Centro de investigación después de ingresar al doctorado	3,05%
Otra entidad antes de ingresar al doctorado	34,65%
Otra entidad después de ingresar al doctorado	5,98%
<b>Realización de actividades de administración</b>	
Antes de ingresar al doctorado	60,70%
Después de ingresar al doctorado	19,98%
<b>Pasantías</b>	
Realización de pasantías	19,29%
Pasantías en Colombia	65,00%
Pasantías en el exterior	35,00%
<b>Financiamiento</b>	
Obtención de beca	28,78%
Beca Acces	50,49%
<b>Áreas de conocimiento</b>	
Ciencias Básicas	19,69%
Ciencias Sociales y Educación	33,26%
Biotecnología, Biología y Salud	18,15%
Agropecuarias y Medio ambiente	6,75%
Ingeniería	22,14%
<b>Variables de los doctorados</b>	
<b>Región</b>	
Bogotá	49.30%
Antioquia	22.00%
Valle	11.83%
Otros	16.87%

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios.

Por otro lado, la participación de los individuos en actividades de investigación dentro de las universidades antes de ingresar al doctorado es 63,62%, la que permanece constante durante la realización de los estudios (63,18%). Lo que llama la atención es la reducción significativa de la participación de los estudiantes y egresados en actividades de investigación en instituciones diferentes a las universidades, una vez se inicia el doctorado. El 28,78% de la población tiene financiamiento para sus estudios, mientras que el 50,49% de esta población recibe el financiamiento de ACCES. Con respecto a la distribución por áreas del conocimiento, es similar a la distribución de la población completa de estudiantes y egresados registrados en DocLAC.

En la Tabla 4.2 se presentan las estadísticas descriptivas de las variables continuas, concentrándose en las características que dan cuenta de las capacidades científicas y académicas que soportan los doctorados nacionales. Dentro de los aspectos que se destacan de esta información, es la alta participación de estudiantes dentro de los grupos de investigación que apoyan los doctorados, lo que revela que en promedio estos grupos tienen una tendencia fuerte hacia la formación de recursos humanos para la investigación. No obstante, el número de grupos de investigación clasificados con categorías inferiores a *A* es predominante dentro de la población de estudio, lo que implica que pueden presentarse comunidades científicas con menores capacidades para soportar la formación doctoral y esto puede generar en alguna medida, efectos negativos sobre la productividad de los doctorados nacionales y la tasa de graduación.

**Tabla 4.2. Estadísticas descriptivas de las variables continuas**

Variable	Resumen estadísticas (n=3509)			
	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
<b><i>Variables del individuo</i></b>				
Edad	39,72	9,43	21	69
Edad ingreso doctorados	35,87	8,53	21	68
Total de proyectos de investigación	11,69	17,08	0	366
<b><i>Variables de los doctorados</i></b>				
Total de grupos que apoyan el doctorado	10,61	5,69	1,00	21,00
Número de integrantes de los grupos	254,41	176,78	9,00	811,00
Número de integrantes con formación de doctorado	59,31	37,04	1,00	139,00
Número de integrantes con formación de pregrado	114,96	105,12	0,00	503,00
Número de integrantes con formación de maestría	78,62	51,13	2,00	246,00
Total de investigadores	116,45	65,62	3,00	274,00
Total estudiantes	128,47	111,69	0,00	446,00
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría A1 por Colciencias	1,57	1,82	0,00	7,00
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría A por Colciencias	1,75	1,78	0,00	6,00
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría B por Colciencias	3,53	2,51	0,00	9,00
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría C por Colciencias	2,01	1,74	0,00	7,00

Variable	Resumen estadísticas (n=3509)			
	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría D por Colciencias	1,21	1,40	0,00	7,00
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría NC por Colciencias	0,55	0,96	0,00	5,00
Total artículos de los grupos de investigación que apoyan el doctorado	837,71	754,75	25,00	3827,00
Total de artículos de los grupos de investigación ponderados por el índice de calidad y existencia.	233,92	288,94	0,60	1362,34
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica anual	1,20	0,40	0,48	3,41
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica ponderada por el número de coautores del artículo	0,62	0,25	0,20	2,09
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica anuales indexadas en Thompson ISI	0,40	0,35	0,00	1,52
Porcentaje de docentes que realizaron su máximo nivel de formación en el exterior	16,99	14,94	0,00	62,00
Total de docentes vinculados al programa doctoral	25,57	14,69	2,00	65,00
Promedio edad de los docentes	49,97	4,15	40,10	59,57
Promedio edad de ingreso como docentes al programa doctoral	42,76	4,96	33,27	55,54
Promedio del número de proyectos de investigación de los docentes	25,32	10,82	3,40	58,87
Tasa de docentes que participaron en actividades de administración antes de ingresar al doctorado	0,87	0,12	0,44	1,00
Tasa de docentes que participaron en actividades de administración antes de ingresar al doctorado	0,42	0,21	0,00	1,00
Tasa de docentes que participan en actividades de investigación en centros de investigación	0,07	0,10	0,00	0,64
Tasa de docentes que participaron en actividades de investigación en otra institución	0,10	0,09	0,00	0,45
Tasa de docentes que participaron en actividades de investigación en universidad	0,84	0,13	0,40	1,00
Número de docentes con formación doctoral o posdoctoral	24,08	14,25	2,00	65,00
Número de docentes sin formación doctoral o posdoctoral	1,49	2,50	0,00	17,00

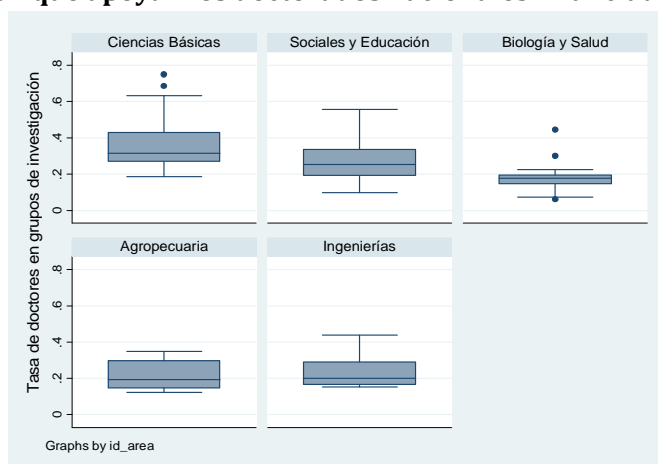
Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Otros dos aspectos importantes de los grupos que apoyan los doctorados son la formación de alto nivel y la producción de artículos científicos, estos dos aspectos, representan las capacidades científicas y el nivel de consolidación de las comunidades que apoyan los programas y que se espera tengan efectos directos sobre los programas. En el Gráfico 4.1, se presentan los resultados relacionados con el primer aspecto, en este se destaca que los doctorados en ciencias básicas están apoyados, en promedio, por grupos de investigación con la mayor tasa de investigadores con formación doctoral (35%); seguidos por los doctorados en ciencias sociales y educación (28%). No obstante, se observa que no existe una relación directa entre esta tasa de formación doctoral y la publicación de artículos científicos, específicamente, para el caso de los grupos de investigación que apoyan los doctorados en ciencias sociales y educación, lo que revela en última instancia, las



capacidades y madurez de las comunidades. En este sentido, se encuentra que los grupos de investigación que apoyan los doctorados en ciencias básicas y en biotecnología, biología y salud, tiene las mayores productividades de artículos científicos (Gráfico 4.2) y las tasas más altas de productividad individual; 2.13 y 1.11 artículos por individuo, respectivamente.

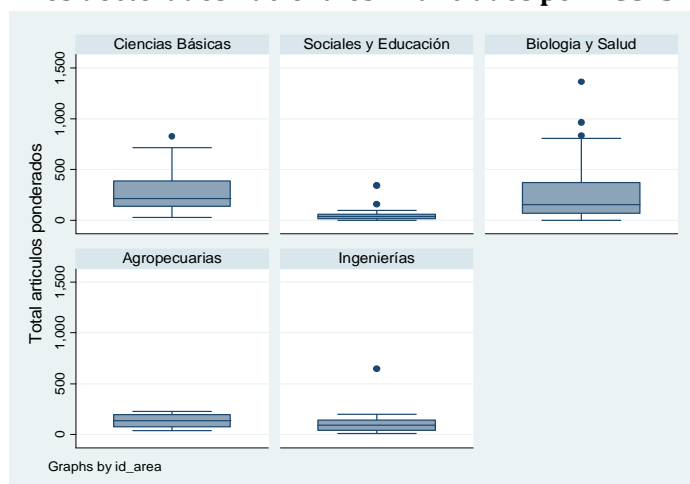
**Gráfico 4.1. Tasa de investigadores con formación doctoral en los grupos de investigación que apoyan los doctorados nacionales financiados por ACCES**



Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Por el contrario, los grupos de investigación que apoyan los programas doctorales en ciencias sociales y educación, tienen en promedio las menores tasas de producción; aun cuando la formación de los miembros de estos grupos es alta ,48.57 artículos por grupo y 0.43 artículos por individuo. En otros estudios, se ha observado que esto sucede por las grandes fugas que se presentan en esta área hacia otros sectores que reduce la tasa de productividad individual (Jaramillo, et. al 2008a)

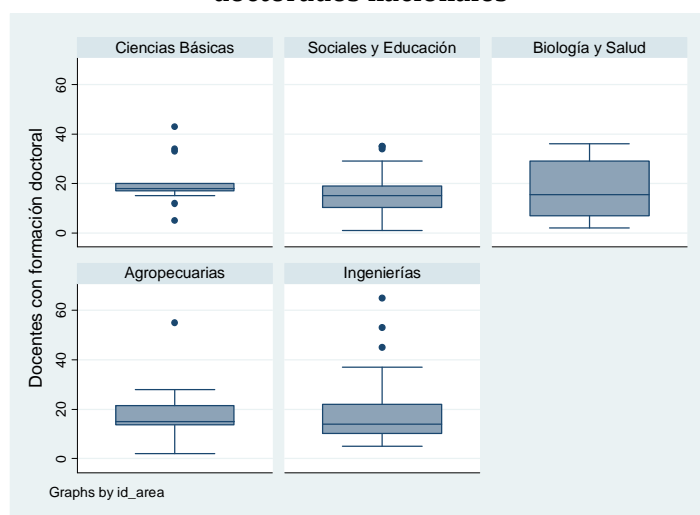
**Gráfico 4.2. Tasa de artículos ponderados en los grupos de investigación que apoyan los doctorados nacionales financiados por ACCES**



Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Frente a las capacidades científicas y académicas de los docentes, se destaca la proporción alta con formación doctoral (94%). Adicionalmente, la mayoría formados en universidades en el exterior, lo que favorece la consolidación de redes de conocimiento. El Gráfico 4.3 muestra el promedio de docentes por doctorado en las diferentes áreas de conocimiento. Además, los docentes tienen alta vocación hacia la investigación, el 94% de estos realizan actividades de investigación principalmente en universidades. No obstante, el 42% realizan algún tipo de actividad administrativa, principalmente relacionada con la participación en consejos directivos o coordinadores de programas ya sea de docencia o investigación. En general, los estudios han mostrado que la realización de estas actividades tiene efectos negativos sobre la trayectoria científica de los investigadores debido a que reduce la tasa de publicaciones (Jaramillo, 2008; 2009)

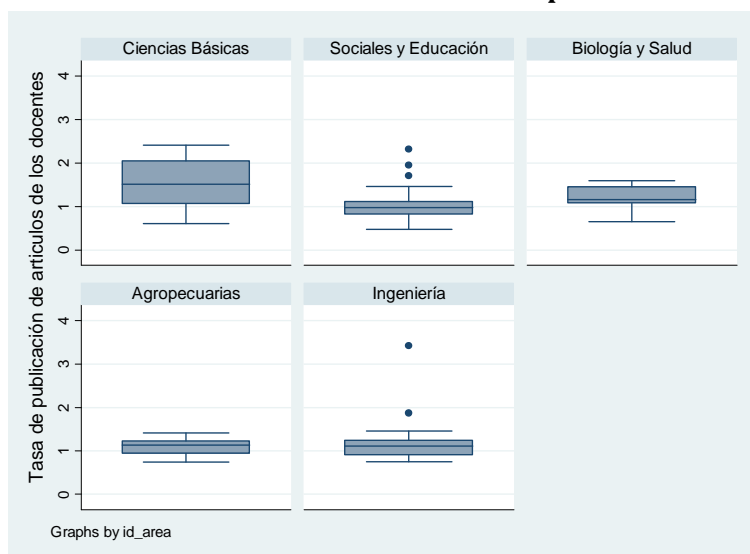
**Gráfico 4.3. Docentes con formación doctoral por área de conocimiento de los doctorados nacionales**



Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

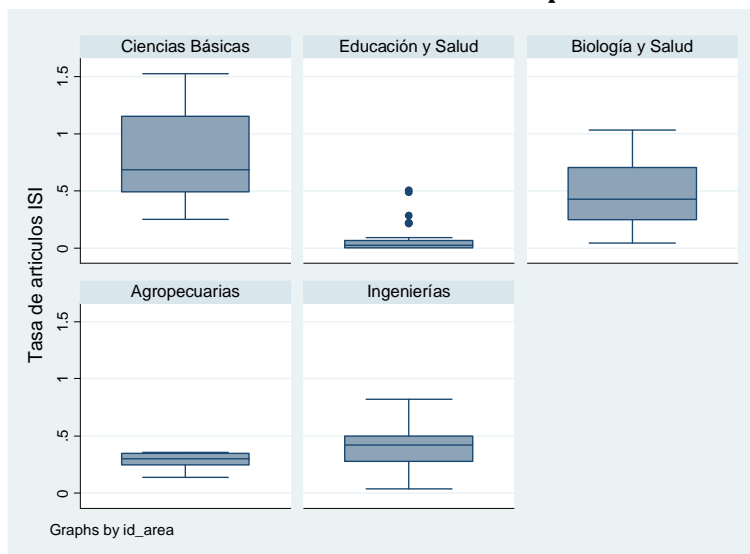
Un aspecto fundamental que representa las características y capacidades de formación de los doctorados en la productividad de sus docentes. En este sentido, en el Gráfico 4.4 se presentan la tasa promedio de artículos por área de conocimiento. Es importante mencionar, que esta incluye todos los artículos reportados por los individuos en su CV sin ninguna clase de clasificación, excepto la eliminación de artículos duplicados en los registros. En este sentido, se observa que las tasas de publicación más altas se presentan en los docentes de los doctorados de ciencias básicas y biotecnología, biología y salud; mientras que en las demás áreas se presenta tasas de publicación similares. Para controlar la calidad e impacto de las publicaciones, se analizó la tasa de publicaciones en revistas indexadas en ISI (Gráfico 4.5). Con respecto a estos resultados, se destacan los docentes de los doctorados en ciencias básicas, biotecnología, biología y salud e ingenierías, quienes presentan las tasas más altas de publicación en revistas indexadas.

**Gráfico 4.4. Tasa de artículos de los docentes por área de conocimiento de los doctorados nacionales financiados por ACCES**



Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Gráfico 4.5. Tasa de artículos de los docentes por área de conocimiento de los doctorados nacionales financiados por ACCES**



Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Otro de los grandes cuestionamientos que se desarrollaron en este estudio está relacionado con los aspectos que determinan que un estudiante obtenga su graduación. Para esto se desarrollaron dos modelos independientes. El primero, es un modelo logit multinivel para los estudiantes de doctorados nacionales, que tiene en cuenta las características individuales y de los doctorados en cuanto a los grupos de investigación y los docentes. En este caso, dado que no todos los doctorados tienen estudiantes graduados, se asumió que la unidad de agrupación son las áreas

de conocimiento. El segundo, es un modelo logit que permite contrastar la probabilidad de graduarse de los doctorados nacionales con respecto a los individuos que realizan su doctorado en el exterior. Para esto se escogieron todos los individuos que iniciaron su doctorado antes de 2006. En las Tabla 4.3a Tabla 4.5 se presentan las estadísticas descriptivas de la información utilizada para realizar la medición del modelo logit multinivel. En este caso, se utilizó información para 1.725 individuos, de los cuales el 19% se graduaron. Además, la población tiene características similares a la población total estudiada, excepto en las tasas de productividad, las cuales son relativamente más altas.

**Tabla 4.3. Estadísticas variables continuas, graduados**

Variable	Resumen estadísticas (n=1725)			
	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Edad	42.68	9.12	25	69
Edad ingreso doctorados	36.02	8.24	22	63
Total de proyectos de investigación	17.14	20.86	0	366
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica anual	0.83	1	0	10
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica ponderada por el número de coautores del artículo	0.46	0.65	0	7.5
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica anuales indexadas en Thompson ISI	0.19	0.47	0	5

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Tabla 4.4. Estadísticas variables dicotómicas, graduados**

Variables	Proporción (n=1.725)
	%
<b>Sexo</b>	
Masculino	64%
Femenino	36%
<b>Participación en actividades de docencia</b>	
Docencia en pregrado después de iniciar el doctorado	70%
Docencia en posgrado después de iniciar el doctorado	27%
<b>Lugar de desempeño de actividades</b>	
Universidad después de ingresar al doctorado	75%
Centro de investigación antes de ingresar al doctorado	6%
Otra entidad después de ingresar al doctorado	12%
<b>Realización de actividades de administración</b>	
Después de ingresar al doctorado	40%
<b>Pasantías</b>	
Realización de pasantías	26%
Pasantías en Colombia	65,00%
Pasantías en el exterior	35,00%
<b>Financiamiento</b>	
Obtención de beca	49%
Beca Acces	55%
<b>Graduados</b>	<b>19%</b>

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Tabla 4.5. Estadísticas descriptivas de las variables continuas, áreas de conocimiento**

Variable	Resumen estadísticas (n=5)			
	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
<b>Variables de las áreas del conocimiento</b>				
Total de grupos que apoyan el doctorado	174.6	77.45	73	272
Número de integrantes de los grupos	3828.2	1808.6	1447	5868
Número de integrantes con formación de doctorado	866.4	394.6	311	1394
Número de integrantes con formación de pregrado	1755.6	940.24	617	3125
Número de integrantes con formación de maestría	1179.2	584.63	510	1729
Total de investigadores	1955.8	1084.75	839	3412
Total estudiantes	1736	875.03	572	2984
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría A1 por Colciencias	23	12.35	10	41
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría A por Colciencias	25.8	11.97	11	39
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría B por Colciencias	55.8	22.42	26	78
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría C por Colciencias	36.8	20.2	16	67
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría D por Colciencias	22.8	15.21	9	48
Grupos que apoyan el doctorado clasificados con categoría NC por Colciencias	10.4	10.16	1	27
Total artículos de los grupos de investigación que apoyan el doctorado	12609.8	5558.47	5183	19277
Total de artículos de los grupos de investigación ponderados por el índice de calidad y existencia.	3291.7	2145.79	1082.57	6589.45
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica anual	490.55	192.32	198.19	726.93
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica ponderada por el número de coautores del artículo	268.74	193.43	92.26	598.95
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica anuales indexadas en Thompson ISI	149.73	89.68	52.08	230.72
Porcentaje de docentes que realizaron su máximo nivel de formación en el exterior	267.8	116.33	115	404
Total de docentes vinculados al programa doctoral	428	203.21	173	718
Promedio edad de los docentes	48.23	1.74	45.6	50.43
Promedio edad de ingreso como docentes al programa doctoral	42.95	2.92	38.92	45.83
Promedio del número de proyectos de investigación de los docentes	23.59	3.3	19.7	26.82
Tasa de docentes que participaron en actividades de administración antes de ingresar al doctorado	0.86	0.05	0.79	0.92
Tasa de docentes que participaron en actividades de administración antes de ingresar al doctorado	0.31	0.11	0.21	0.49
Tasa de docentes que participan en actividades de investigación en centros de investigación	0.08	0.03	0.03	0.13
Tasa de docentes que participaron en actividades de investigación en otra institución	0.05	0.03	0.01	0.09
Tasa de docentes que participaron en actividades de investigación en universidad	0.81	0.03	0.77	0.83
Número de docentes con formación doctoral o posdoctoral	396.2	194.59	157	682
Número de docentes sin formación doctoral o posdoctoral	31.8	31.67	6	85

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Las estadísticas descriptivas sobre la población utilizada para el modelo logit que contrasta los resultados de los doctorados nacionales con respecto a los individuos que realizan un doctorado en el exterior se presentan en las Tabla 4.6 y Tabla 4.7, en estas se destacan varios aspectos. En primer lugar, como se mencionó anteriormente, se encuentra que los individuos que participan en los doctorados nacionales tienen una mayor participación en investigación dentro del país, que quienes deciden hacer su programa doctoral en el exterior. No obstante, la productividad es muy similar, tanto antes como después de ingresar el doctorado.

Frente al tiempo que tardan en graduarse, se encuentra que quienes realizan el doctorado en el exterior tardan 5.15 años en obtener su grado, mientras que en promedio para los doctorados nacionales es de 5.77, lo cual es relativamente cercano, sin embargo, se presenta mayor heterogeneidad en el tiempo de graduación entre los estudiantes de doctorados nacionales. No obstante, la tasa de graduación de los doctorados en el exterior es significativamente mayor, mientras el 57,8% de los individuos que deberían obtener el grado al realizar un doctorado en el exterior ya se graduaron, en los doctorados nacionales esta proporción es el 35.1%.

**Tabla 4.6. Estadísticas descriptivas de las variables continuas, estudiantes graduados**

Variable	Control (n=1977)		Objetivo (n=1078)	
	Media	Desviación	Media	Desviación
Edad	44.55	9.17	42.54	8.80
Número de proyectos antes de ingresar al doctorado	5.26	9.05	13.12	18.86
Número de proyectos después de ingresar al doctorado	2.51	5.71	2.59	6.53
Duración del doctorado	5.15	1.68	5.77	2.28
Publicación artículos antes de ingresar al doctorado	0.70	2.02	1.23	2.98
Publicación artículos ISI antes ingresar doctorado	0.08	0.52	0.16	0.64
Publicaciones corregidas por coautorías antes de ingresar al doctorado	0.49	1.52	0.78	2.23
Publicación artículos después de ingresar al doctorado	2.56	5.43	2.71	5.72
Publicación artículos ISI después de ingresar al doctorado	0.69	2.40	0.67	2.00
Publicaciones corregidas por coautorías después de ingresar al doctorado	1.57	3.12	1.44	3.55

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Tabla 4.7. Estadísticas descriptivas de las variables dummy, estudiantes graduados**

Variables	Proporción (%)	
	Control (n=1977)	Objetivo (n=1078)
Hombres	66%	64%
Mujeres	34%	36%
Obtención financiamiento	40.1%	51.1%
Obtención beca en Colombia	35.7%	95.1%
Obtención grado	57.8%	35.1%
Docencia en pregrado antes de ingresar al doctorado	49.8%	69.2%
Docencia en pregrado después de ingresar al doctorado	21.0%	14.2%
Docencia en posgrado antes de ingresar al doctorado	17.2%	20.2%
Docencia en posgrado después de ingresar al doctorado	9.4%	5.6%
Actividades de administración	75.3%	92.7%
Actividades de investigación en universidades antes de ingresar al doctorado	65.5%	85.8%
Actividades de investigación en centros de investigación antes de ingresar al doctorado	15.2%	20.3%
Actividades de investigación en otras instituciones antes de ingresar al doctorado	48.7%	56.4%
Actividades de administración después de ingresar al doctorado	55.5%	43.0%
Actividades de investigación en universidades después de ingresar al doctorado	46.3%	36.5%
Actividades de investigación en centros de investigación después de ingresar al doctorado	9.6%	5.7%
Actividades de investigación en otras instituciones después de ingresar al doctorado	27.8%	16.0%
Ciencias Básicas	15.8%	26.5%
Sociales y Educación	48.7%	29.1%
Biología, Biotecnología y salud	18.0%	18.5%
Agropecuarias	6.1%	5.9%
Ingeniería	11.4%	19.9%

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

Finalmente, otro modelo importante realizado, está relacionado con la estimación de las características individuales que inciden en la trayectoria científica de los individuos. Este modelo, se realizó tanto para estudiantes, egresado y docentes de los programas doctorales, adicionalmente, se comparó con los resultados de la muestra de control, específicamente para los dos primeros grupos de población. En las Tabla 4.8 y Tabla 4.9 se presentan las estadísticas descriptivas para los docentes.

**Tabla 4.8. Estadísticas descriptivas de las variables dicotómicas, docentes**

Variables	Proporción (n=2143)
	%
Masculino	74%
Femenino	26%
Docencia en pregrado antes de ingresar al doctorado	81%
Docencia en pregrado después de ingresar al doctorado	81%
Docencia en posgrado antes de ingresar al doctorado	63%
Docencia en posgrado después de ingresar al doctorado	63%
Actividades de investigación en universidades antes de ingresar al doctorado	82%
Actividades de investigación en universidades después de ingresar al doctorado	81%
Actividades en centros de investigación antes de ingresar al doctorado	28%
Actividades en centros de investigación instituciones después de ingresar al doctorado	6%
Actividades de investigación en otras instituciones antes de ingresar al doctorado	41%
Actividades de investigación en otras instituciones después de ingresar al doctorado	8%
Actividades administrativas antes de ingresar al doctorado	85%
Actividades administrativas después de ingresar al doctorado	33%
Obtención beca	54%
Realización máximo nivel de formación en Colombia	21%
Obtención beca Colciencias	13%
Obtención financiamiento en Colombia	22%
Obtención financiamiento en el exterior	30%
Máximo nivel de formación Doctorado	92%
Máximo nivel de formación Maestría	7%
Ciencias Básicas	15%
Sociales y Educación	33%
Biología, Biotecnología y Salud	22%
Agropecuarias	8%
Ingeniería	22%

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios

**Tabla 4.9. Estadísticas descriptivas de las variables continuas, docentes**

Variable	Resumen estadísticas (n=2143)			
	Media	Desviación	Mínimo	Máximo
Edad	48.84	8.81	28	69
Edad ingreso al doctorado	43.47	9.16	22	69
Número de proyectos después de ingresar al doctorado	23.86	23.79	0	208
Tasa anual de publicación artículos	1.15	1.09	0	12.88
Tasa anual de publicaciones corregidas	0.63	0.65	0	6.3
Tasa anual de publicación artículos ISI	0.35	0.67	0	11.56
Publicación artículos	10.40	15.04	0	206
Publicaciones corregidas	3.34	8.43	0	185
Publicación artículos ISI	5.45	7.77	0	63

Fuente: CvLAC, ScienTI-Colciencias. Cálculos propios



### **4.3 Resultados analíticos**

Los resultados del análisis estadístico y econométrico permiten establecer de manera global las capacidades científicas y tecnológicas de los doctorados nacionales a través del estudio de sus trayectorias académicas y científicas. En este sentido, el propósito fundamental es establecer cómo se explican sus niveles de productividad con base en los cambios que se producen en la trayectoria como consecuencia de su ingreso al doctorado y los factores que inciden sobre la probabilidad de obtener en grado y su comparación con respecto a quienes realizan el doctorado en el exterior.

#### ***4.3.1 Efectos del doctorado sobre la productividad científica***

El objetivo principal de la formación doctoral es crear una masa crítica de alto nivel para generar capacidades científicas y tecnológicas a través del conocimiento. De esta manera, el primer modelo de medición que se presenta, está relacionado con las variables que explican la productividad de los investigadores colombianos que han recibido formación dentro de los programas de doctorado nacionales (Tabla 4.10). Para este modelo se utilizó información de 3.509 individuos dentro de 109 programas doctorales, todos financiados por ACCES, para los que se tiene información completa. La variable independiente fue la tasa anual de publicaciones corregida por el factor de coautorías ( $1/n$ ).

Los resultados del modelo vacío (Modelo 0) muestran que el coeficiente de correlación intragrupo es del 7%, mientras que el promedio de publicación es de 0.35 artículos anuales. Es importante mencionar, que esta proporción es relativamente alta al tratarse de este tipo de programa, donde en parte la formación depende de los procesos individuales y del tipo de relaciones que los individuos puedan construir a lo largo de sus trayectorias. En esta medida, es posible afirmar que la calidad de los programas doctorales nacionales en los que se involucra el individuo sí puede afectar su trayectoria científica y académica de manera sustancial.

El segundo modelo estimado, que incluye variables individuales, está relacionado con el efecto que tiene sobre los estudiantes doctorales nacionales las variables individuales, tales como la edad y el género. En este sentido, no se observa un efecto negativo de la edad sobre la productividad, que puede deberse a la relación común entre la edad y la experiencia. Esto implica que a mayor edad del investigador se presenten mayores niveles de productividad. Sin embargo, la edad de ingreso al doctorado sí tiene un efecto negativo y significativo sobre la productividad, lo que implica que a medida que se aplaza la decisión de ingresar a un doctorado el incremento de la edad puede incidir negativamente sobre la productividad.

**Tabla 4.10. Resultados modelos multinivel. Productividad doctorados nacionales**

Características	Nulo (Modelo 0)	Edad y Género (Modelo 1)	Experiencia (Modelo 2)	Capacidades (Modelo 3)
<u>Nivel 1</u>				
Edad		0.0278 ***	0.0154 ***	0.0154 ***
Edad ingreso al doctorado		-0.0251 ***	-0.0155 ***	-0.0155 ***
Género		0.0765 ***	0.0847 ***	0.0847 ***
Universidad antes de ingresar al doctorado			0.1288 ***	0.1288 ***
Centro de investigación antes de ingresar al doctorado			0.0738 ***	0.0738 ***
Otra entidad antes de ingresar al doctorado			0.0188	0.0188
Actividades de administración antes de ingresar al doctorado			0.0769 ***	0.0769 ***
Docencia en pregrado antes de ingresar al doctorado			0.0772 ***	0.0772 ***
Docencia en posgrado antes de ingresar al doctorado			0.1526 ***	0.1526 ***
<u>Nivel 2</u>				
Intercepto	0.3467 ***	0.3466 ***	0.3464 ***	0.3576 ***
Tasa de investigadores de los grupos que apoyan doctorados				0.2259 ***
Promedio de la tasa de publicaciones de los docentes en revistas científica ponderada por el número de coautores del artículo				0.2613 ***
<i>Efectos Aleatorios (SD)</i>				
Estudiantes	0.5263	0.5152	0.4997	0.50013
Clases	0.1423 ***	0.1437 ***	0.1457 ***	0.10899 ***
ICC	8%			
Varianza nivel 1 explicada			10%	
Varianza nivel 2 explicada				70%

Este resultado puede ser interesante desde el punto de vista del otorgamiento de las becas, debido a que estas se encuentran restringidas por la edad. Lo que estos resultados sugieren en alguna medida es que la edad de ingreso es importante y que a medida que esta se incrementa pueden generarse efectos negativos sobre la productividad científica del individuo. Sin embargo, los efectos pueden relajarse cuando el individuo ha acumulado experiencia en el tema de investigación de su doctorado a lo largo de su trayectoria académica y científica. En cuanto al género, se observa que los hombres tienen mayores tasas de productividad, lo que es un resultado común en todos los estudios sobre carreras académicas y científicas.

El Modelo 3, se concentra en explicar los efectos de la experiencia del individuo cuando ingresa al doctorado sobre su productividad. En este caso, se reafirma la explicación planteada anteriormente sobre el efecto de la edad, ya que al incluir las variables de experiencia se reducen, aunque siguen siendo significativos, los efectos de edad y la edad de ingreso al doctorado sobre la productividad.

Dentro de estos resultados se destacan dos aspectos. En primer lugar, el efecto amplio que tiene la experiencia en investigación sobre la productividad, y específicamente, la investigación que se realiza dentro de las universidad y dentro de los centros de investigación privados o mixtos. Los resultados sugieren que un individuo que realiza estas actividades puede alcanzar tasas de productividad 0.13 y 0.07 veces más altas que quienes no la realizan. Por el contrario, la experiencia en investigación en otros sectores, tales como el sector público no educativo o el sector privado, no producen efectos significativos sobre la productividad.

El segundo aspecto importante, es el efecto de la docencia. Se observó un efecto positivo y significativo de la docencia en posgrado sobre la productividad antes de ingresar al doctorado. Esto se debe a que la docencia a este nivel implica un desarrollo teórico o práctico más avanzado de los conocimientos y relacionarse con aspectos tales como literatura especializada, bases de datos, etc., que pueden incidir positivamente o estar relacionados con los temas de investigación y las publicaciones.

El tercer modelo, incluye dentro de la explicación de los niveles de productividad, las capacidades científicas de los programas doctorales, las cuales fueron relacionadas directamente con las variables de los grupos de investigación y los docentes que apoyan dichos doctorados. En este sentido, se observó que sólo dos variables capturan el 70% de la explicación de la varianza a nivel de doctorados. La primera está relacionada con la tasa de investigadores de los grupos que apoyan los programas doctorales, que es una variable proxy de la masa crítica con la que se relacionan los estudiantes. En esta medida, se encuentra que los doctorados

apoyados por grupos que tienen mayor proporción de investigadores tienen un efecto de 0.23 sobre la productividad anual, lo cual es bastante alto, considerando que la media de la productividad es 0.35. Por otra parte, la tasa de publicaciones de los docentes es la variable que mayor efecto tiene sobre la producción de los estudiantes doctorales (0.26). Estos resultados sugieren claramente que la inserción del individuo en ambientes donde la investigación y la generación de conocimientos son altas, garantizan el espacio favorable para la formación doctoral. De esta manera, también se explica las tasas bajas de producción en algunos doctorados, como es el caso del área de ciencias sociales y educación, donde claramente los docentes tienen productividades muy bajas que inciden negativamente sobre los estudiantes de doctorado. Por el contrario, los doctorados en Ciencias Básicas, Salud, Biotecnología y Biología, se favorecen ampliamente en la medida en que tienen comunidades académicas y científicas más consolidadas.

Los resultados anteriores mostraron el efecto sobre la productividad tanto de variables individuales como de los programas doctorales. No obstante, para reforzar estos resultados, se estimó un modelo Poisson con corrección por inflación de ceros, que permite establecer las variables que afectan las publicaciones individuales estudiantes o egresados de programas doctorales nacionales y programas en el exterior.

Para los estudiantes y egresados de los programas doctorales nacionales (Tabla 4.11), financiados por ACCES, los resultados de este modelo reafirman los encontrados anteriormente. En este sentido, se encuentra que la edad de ingreso, la experiencia docente en pregrado y posgrado y la experiencia en investigación que se realiza en las universidades, y específicamente en grupos de investigación, tiene efectos positivos sobre la productividad. Sin embargo, a diferencia del modelo anterior, la experiencia en investigación en centros mixtos y privados antes de realizar los estudios doctorales tiene efectos negativos sobre la producción científica. No obstante el efecto de trabajos de investigación que se realizan en ellos durante los estudios doctorales son positivos y significativos. Además, se encuentra que el financiamiento produce efectos positivos sobre la productividad. Frente a los resultados por área de conocimiento, realizar estudios doctorales en ciencias básicas y agropecuarias incrementa la productividad de manera significativa frente a otros doctorados en el país, lo cual puede estar explicado por la acumulación significativa de capacidades científicas y tecnológicas en estas áreas.

Para el caso de los estudiantes y egresados de los programas de doctorados en el exterior (Tabla 4.12) se observa que los factores que más afectan su productividad se relaciona directamente con la experiencia de investigación que obtiene el individuo antes de ingresar a su programa doctoral y con la realización de la pasantía durante

sus estudios. Aspectos relacionados con la experiencia docente, que son tan importantes para los doctorados nacionales parecen no tener efecto en el caso de quienes realizan el doctorado en el exterior. Con respecto a las áreas del conocimiento de los doctorados, se encuentra que realizar el doctorado en cualquier área de la ciencia permite incrementar la producción científica de manera significativa, excepto en el caso de los doctorados en ciencias sociales y educación, donde se encuentra un efecto negativo y significativo.

**Tabla 4.11. Resultados para estudiantes y egresados de doctorados nacionales financiados por ACCES**

Variable	$\beta$	p-value
Edad	0.22	(0.00)*
Edad2	0.01	(0.00)*
Edad de ingreso al doctorado	-0.02	(0.00)*
Docencia en pregrado	0.18	(0.00)*
Docencia en posgrado	0.24	(0.00)*
Numero proyectos investigación	0.01	(0.00)*
Realización de actividades de investigación en universidades antes de ingresar	1.10	(0.00)*
Realización de actividades de investigación en universidades después de ingresar	0.84	(0.00)*
Realización de actividades de investigación en centros de investigación antes de ingresar	-0.10	(0.02)*
Realización de actividades de investigación en centros de investigación después de ingresar	0.17	(0.00)*
Pasantías durante el doctorado	-0.06	(0.15)
Actividades de administración antes de ingresar al doctorado	0.04	(0.65)
Actividades de administración después de ingresar al doctorado	0.23	(0.00)*
Obtención de financiamiento ACCES	0.09	(0.04)*
País que financia (1=Colombia)	0.47	(0.00)*
Doctorados en Ciencias Básicas	0.46	(0.00)*
Doctorados en Sociales y Educación	0.02	(0.73)
Doctorados en Agropecuarias	0.30	(0.00)*
Doctorados en Ingeniería	0.02	(0.71)
Constante	-4.39	(0.00)*

**Tabla 4.12. Resultados para estudiantes y egresados de programas en el exterior (población de control)**

Variable	$\beta$	p-value
Edad	0.02	(0.25)
Edad2	0.00	(0.85)
Edad de ingreso al doctorado	0.00	(0.21)
Docencia en pregrado	0.01	(0.75)
Docencia en posgrado	-0.05	(0.20)

Variable	$\beta$	p-value
Numero proyectos investigación	0.01	(0.00)*
Realización de actividades de investigación en universidades antes de ingresar	0.34	(0.01)*
Realización de actividades de investigación en universidades después de ingresar	-0.20	(0.14)
Realización de actividades de investigación en centros de investigación antes de ingresar	0.15	(0.00)*
Realización de actividades de investigación en centros de investigación después de ingresar	0.00	(0.92)
Pasantías durante el doctorado	0.23	(0.00)*
Actividades de administración antes de ingresar al doctorado	-0.04	(0.48)
Actividades de administración después de ingresar al doctorado	0.36	(0.00)*
Financiamiento	0.05	(0.10)
Doctorados en Ciencias Básicas	0.08	(0.07)*
Doctorados en Sociales y Educación	-0.24	(0.00)*
Doctorados en Agropecuarias	0.23	(0.00)*
Doctorados en Ingeniería	0.27	(0.00)*
Constante	0.70	(0.08)*

#### 4.3.2 Determinantes de la obtención del grado

Para establecer los terminantes de la obtención del grado, se realizaron dos modelos de medición. El primero, es un modelo logit multinivel que determina las variables tanto individuales como grupales que inciden sobre la probabilidad de graduarse de los estudiantes doctorales nacionales. El segundo modelo, es un logit, que estima también las variables que afectan la probabilidad de graduarse pero considerando sólo variables individuales. Este último tiene el propósito de comparar los resultados de los doctorados nacionales con individuos que realizaron el doctorado en el exterior.

Dada la baja tasa de graduación de algunos doctorados, en el modelo logit multinivel la unidad de agrupación son las áreas de conocimiento. De esta manera, este modelo fue estimado para 1725 individuos agrupados en cinco áreas del conocimiento. La Tabla 4.13 presenta los resultados de la estimación. En primer lugar, el modelo vacío (Modelo 0) indica que el 8% de la varianza es explicada por las capacidades científicas y académicas de los doctorados. En el modelo 1, donde se incluyen las variables relacionadas con las características individuales, se observa que los hombres tienen una mayor probabilidad de graduarse que las mujeres dentro de los programas doctorales nacionales, además una menor edad de ingreso al doctorado tiene efectos positivos y significativos, aunque pequeños, sobre la tasa de graduación.

**Tabla 4.13. Resultados modelo logit multinivel. Probabilidad de graduarse.**

Características	Nulo (Modelo 0)		Edad y Género (Modelo 1)		Experiencia (Modelo 2)		Financiamiento (Modelo 3)		Actividades doctorado (Modelo 4)		Capacidades doctorados (Modelo 5)	
<u>Nivel 1</u>												
Edad ingreso al doctorado			0.0002	***	0.0006		0.0005		0.0086		0.0090	
Género			0.3207	***	0.3046	**	0.3017	**	0.2941	**	0.3114	**
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica ponderada por el número de coautores del artículo					0.0718		0.0657		0.0496		0.0541	
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica anuales indexadas en Thompson ISI					0.2256	*	0.2223	*	0.2162	*	0.2357	*
Obtención de financiamiento							0.0890		0.1115		0.1141	
Financiamiento ACCESS							-0.1415		-0.2261		-0.2359	
Universidad después de ingresar al doctorado									0.0396		0.0381	
Centro de investigación después de ingresar al doctorado									0.8196	***	0.8618	***
Otra entidad después de ingresar al doctorado									0.8118	***	0.8628	***
Docencia en pregrado después de ingresar al doctorado									0.4349	***	0.4611	***
Docencia en posgrado después de ingresar al doctorado									-0.5901	***	-0.6242	***
Total de proyectos de investigación									-0.0085	**	-0.0090	
Realización pasantías									0.3472	***	0.3670	***
<u>Nivel 2</u>												
Intercepto	-1.4622	***	-1.4692	***	-1.4733	***	-1.4741	***	-1.5437	***	-1.6385	***
Promedio de la tasa de publicaciones en revistas científica indexada ISI											2.0498	***
<i>Efectos Aleatorios (SD)</i>	0.5357	***	0.5641	***	0.5374		0.5375	***	0.5639	***	0.2231	***
ICC	<b>8%</b>											
Explicación varianza nivel 2	82%											

El modelo 2, incluye las variables de experiencia del individuo, que como hemos visto anteriormente, tienen un efecto significativo sobre la productividad, específicamente las relacionadas con las actividades de investigación. Por esta razón, en este modelo se incluye como variable proxy de la experiencia del individuo variables relacionadas con la productividad científica, es decir, el la tasa de publicaciones en revistas científicas ponderada por el número de coautores del artículo y la tasa de publicaciones en revistas científica anuales indexadas en Thompson ISI realizadas antes de ingresar al doctorado.

En este sentido, se observa que las publicaciones en revistas indexadas y que representan la generación de conocimiento de alta calidad, generan efectos positivos y significativos sobre la probabilidad de graduarse y además eliminan el efecto positivo de la edad de ingreso al doctorado. Estos resultados ratifican que la experiencia de los investigadores que ingresan a los doctorados nacionales es muy importante para garantizar la continuidad de su productividad y la graduación del programa. Esto en la medida en que garantiza aquellos que ingresan al programa doctoral con ideas e intereses concretos en investigación son potencializados y ratificados durante los estudios doctorales. Adicionalmente, que la edad de ingreso deja de ser relevante cuando los individuos han alcanzado algún grado de madurez dentro de sus temas de investigación antes de ingresar al doctorado.

El modelo 3, agrega la información relacionada con el financiamiento. En la estimación sobre los determinantes de la productividad se encuentra que el financiamiento tiene un efecto positivo y significativo sobre la productividad. No obstante, frente al efecto sobre la probabilidad de graduarse, se encuentra que el financiamiento no es significativo. Esto puede deberse a que el financiamiento es una variable crucial para ingresar al doctorado, pero una vez el individuo se encuentra realizando sus estudios y con garantías frente a la continuidad, la graduación depende más de variables relacionadas con el contexto de las comunidades donde se inserta. En este sentido, la probabilidad de graduación está más relacionada con el financiamiento realizado a los grupos de investigación o los programas de doctorales en cuanto a infraestructura y equipos que permitan la realización de la tesis doctoral y menos con el financiamiento individual que garantice el sostenimiento.

Adicionalmente, el modelo 4 incluye las variables relacionadas con la experiencia de los individuos durante el doctorado. En este sentido, se observa que las actividades de investigación fuera de la universidad donde realiza el doctorado tienen efectos positivos y significativos sobre la probabilidad de graduarse. Un aspecto que llama la atención, es el efecto de las actividades de docencia sobre los estudios doctorales. A diferencia del efecto que se produce sobre la productividad, las actividades de docencia



en posgrado durante el desarrollo del doctorado tienen efectos negativos y significativos sobre la graduación, lo que puede estar relacionado específicamente con la reducción de tiempo a la investigación y la realización de la tesis doctoral.

Otro aspecto que llama la atención, es el hecho de que a medida que el estudiante doctoral se involucra en muchos proyectos de investigación se reduce la probabilidad de graduarse. Esto dos resultados sugieren, que la dedicación de tiempo y la concentración en actividades específicas relacionadas con los intereses del individuo favorecen la graduación. Finalmente, el modelo corrobora el hecho de que la realización de la pasantía favorece de manera positiva la graduación. Esto, como ya se mencionó en el capítulo anterior, debido a que los individuos durante esta actividad realizan labores relacionadas principalmente con su tesis doctoral.

Finalmente, el último modelo incluye las variables que dan cuenta de las capacidades científicas y académicas que soportan los doctorados nacionales. En este sentido, se encontró que la variable que tiene el efecto más importante sobre la tasa de graduación es la tasa de publicaciones en revistas indexadas en ISI por parte de los docentes de los programas doctorales. Esta variable permite explicar el 82% de la varianza sobre la probabilidad de graduarse entre los programas doctorales. Esto indica claramente, que la formación de masa crítica y de investigadores de alto nivel está relacionada directamente con la generación, divulgación e inserción del conocimiento dentro de esferas más amplias que la nacional. Es decir, que cuando el conocimiento generado en el país es capaz de trascender y posicionarse dentro del contexto internacional, es posible generar las capacidades para formar capacidades científicas y tecnológicas a través de los programas doctorales.

De esta manera, es posible pensar que los doctorados en las áreas de ciencias básicas, biología, biotecnología, salud e ingeniería tienen ambientes más propicios para permitir que los estudiantes de doctorado avancen en sus programas y se generen las condiciones necesarias para garantizar la reproducción del conocimiento a través de ellos. Por el contrario, en el caso de los programas de ciencias sociales y educación, la forma de hacer ciencia debería orientarse más hacia la consolidación de comunidades que sean capaces de insertarse en redes externas y así garantizar la reproducción del conocimiento y la calidad de sus programas doctorales.

Con respecto a la segunda metodología empleada para establecer los determinantes de obtener el grado, se seleccionaron todos los individuos que comenzaron sus estudios doctorales antes de 2006. De esta manera, la estimación se realizó sobre una población de 3055 individuos, de los cuales el 36% pertenecen a doctorados nacionales financiados por el programa ACCES. La metodología empleada para la estimación fue

un modelo logit que estudia la probabilidad de obtener el grado dado un conjunto de variables relacionadas principalmente con la trayectoria del individuo antes y durante la realización de sus estudios doctorales. De esta población, sólo el 49% obtuvo efectivamente su grado de doctorado.

Los resultados (

Tabla 4.14) muestran en primer lugar, que existe un efecto positivo y significativo de la obtención de una beca sobre la probabilidad de graduarse, tanto para los estudiantes que realizan los doctorados en el país, financiados principalmente por becas-crédito del programa ACCES, como para quienes lo hacen en el extranjero. No obstante, se observa que este efecto es mayor para los doctorales nacionales. En segundo lugar, la publicación de artículos después de ingresar al doctorado tiene efectos positivos sobre la probabilidad de graduarse. El aspecto que más llama la atención es que este efecto es mayor para los estudiantes de doctorado nacionales. Esto puede deberse en gran medida al fuerte vínculo con los grupos de investigación que apoyan los programas doctorales.

Como se mencionó anteriormente, la mayoría de los estudiantes de doctorado nacionales participan en proyectos de investigación durante sus estudios que tienen como consecuencia publicaciones y que se relacionan además con los trabajos que realizan para llevar a cabo sus tesis doctorales. En tercer lugar, las actividades de docencia antes y después de ingresar al doctorado aumentan significativamente la probabilidad de graduarse, pero sólo en el caso de los doctorados nacionales, donde en parte la realización de esta actividad está asociada al financiamiento de los estudios. En el caso de los estudiantes en el extranjero, estas variables no afecta la probabilidad de obtener el grado.

**Tabla 4.14. Resultados Modelo de probabilidad de graduarse**

Variable	Doctorados Nacionales		Población de control	
	$\beta$	p-value	$\beta$	p-value
Edad	0.05	(0.36)	0.11	(0.00)*
Edad2	0.01	(0.96)	0.01	(0.01)*
Sexo	0.06	(0.58)	0.16	(0.02)*
Beca	0.56	(0.00)*	0.49	(0.00)*
Financiamiento nacional	-0.23	(0.13)		
Publicación artículos antes	-0.05	(0.30)	-0.23	(0.00)*
Publicación artículos ISI antes ingresar doctorado	-0.19	(0.06)*	0.33	(0.01)*
Publicaciones corregidas por coautorías antes de ingresar al doctorado	0.04	(0.52)	0.19	(0.01)*
Publicaciones después de ingresar al doctorado	0.12	(0.00)*	0.07	(0.04)*
Publicaciones después de ingresar al doctorado	0.15	(0.00)*	0.19	(0.00)*

Variable	Doctorados Nacionales		Población de control	
	$\beta$	p-value	$\beta$	p-value
Docencia en pregrado antes de ingresar al doctorado	0.26	(0.03)*	-0.05	(0.58)
Docencia en pregrado después de ingresar al doctorado	0.45	(0.00)*	0.08	(0.46)
Docencia en posgrado antes de ingresar al doctorado	0.00	(0.99)	-0.01	(0.92)
Docencia en posgrado después de ingresar al doctorado	0.13	(0.53)	0.54	(0.00)*
Número de proyectos antes de ingresar al doctorado	0.00	(0.23)	-0.01	(0.11)
Número de proyectos después de ingresar al doctorado	0.02	(0.10)**	0.02	(0.01)
Pasantías después de ingresar al doctorado	0.39	(0.01)*	0.23	(0.27)
Pasantías antes de ingresar al doctorado	0.17	(0.18)	-0.31	(0.01)*
Actividades de administración	0.30	(0.26)	-0.06	(0.70)
Actividades de investigación en universidades antes de ingresar al doctorado	0.27	(0.19)	0.50	(0.00)*
Actividades de investigación en centros de investigación antes de ingresar al doctorado	0.36	(0.01)*	0.23	(0.02)*
Actividades de investigación en otras instituciones antes de ingresar al doctorado	-0.33	(0.00)*	-0.17	(0.04)*
Actividades de administración después de ingresar al doctorado	0.04	(0.86)	0.24	(0.11)
Actividades de investigación en universidades después de ingresar al doctorado	0.32	(0.16)	0.04	(0.79)
Actividades de investigación en centros de investigación después de ingresar al doctorado	0.25	(0.26)	0.09	(0.50)
Actividades de investigación en otras instituciones después de ingresar al doctorado	0.39	(0.02)*	0.12	(0.23)
Doctorados en ingeniería	-0.08	(0.61)	-0.26	(0.04)*
Doctorados en agropecuarias	0.56	(0.01)*	0.02	(0.89)
Doctorados en ciencias sociales y educación	-0.31	(0.05)*	-0.40	(0.00)*
Doctorados en ciencias básicas	0.46	(0.00)*	0.29	(0.03)*
Constante	-3.21	(0.01)*	-2.65	(0.00)*

Otros dos aspectos importantes, que afectan positivamente la probabilidad de graduarse para los doctorados nacionales son la participación en proyectos de investigación y la realización de pasantías, variables que no son significativas para los estudiantes de doctorados en el exterior. Frente a la trayectoria profesional, aquellos estudiantes que tienen experiencia en investigación en centros privados o mixtos tienen mayor probabilidad de graduarse, mientras que para aquellos que realizan actividades en otro tipo de instituciones, tales como el sector oficial o privado, se afecta negativamente su graduación en los estudios.

Por otro lado, para los estudiantes de doctorado del exterior la participación en actividades de investigación antes de ingresar al programa es positiva y significativa, lo que no sucede en el caso de los doctorados nacionales. En los resultados, también llama la atención el hecho de que las variables individuales, tales como género y edad, no son relevantes sobre la probabilidad de obtener el grado de los doctorados nacionales,

mientras que para los individuos que realizan el doctorado en el exterior, se encuentra que los hombres y las personas de menor edad tienen mayor probabilidad de obtenerlo. Finalmente, por áreas de conocimiento, se observa que los estudiantes de doctorados en las áreas de ciencias sociales y educación tienen menor probabilidad de obtener el grado.

Finalmente, dado que los resultados anteriores mostraron la importancia de las publicaciones indexadas en ISI sobre la probabilidad de graduarse, a continuación se estimación de un modelo Tobit para establecer las variables que inciden sobre la producción de estos artículos en los docentes de los doctorados (Tabla 4.15). Los resultados muestran que la participación activa de los docentes en proyectos de investigación tiene efectos positivos sobre la productividad, en esta medida los resultados sugieren que los docentes que producen en este tipo de revistas son aquellos que tienen una dedicación alta a las actividades de investigación dentro de las universidades o los centros de investigación.

**Tabla 4.15. Resultado variables que afectan la producción de artículos en ISI, docentes doctorados nacionales financiados por ACCES**

Variable	Doctorados Nacionales	
	$\beta$	p-value
Género	0.580	(0.02)***
Edad de ingreso al doctorado	-0.023	(0.09)*
Número de proyectos de investigación	0.015	(0.00)***
Actividades de investigación en universidades antes de ingresar al doctorado	0.490	(0.31)
Actividades de investigación en universidades después de ingresar al doctorado	0.811	(0.07)*
Actividades de investigación en centros de investigación antes de ingresar al doctorado	0.052	(0.87)
Actividades de investigación en centros de investigación antes de ingresar al doctorado	-0.248	(0.29)
Actividades de investigación en otras instituciones antes de ingresar al doctorado	-0.115	(0.53)
Actividades de investigación en otras instituciones después de ingresar al doctorado	-1.021	(0.00)***
Actividades de administración después de ingresar al doctorado	-0.583	(0.08)*
Actividades de administración después de ingresar al doctorado	0.267	(0.16)
Estudio en Colombia	0.322	(0.21)
Constante	0.950	(0.11)

## Conclusiones

La evaluación de un programa como ACCES, cuyos resultados no son inmediatos, presenta problemas especiales de información. En efecto, los resultados del programa que se desea evaluar son unos a mediano plazo, 5 o 6 años, como si el estudiante se graduó o no y las características de su disertación; otros resultados son a más largo plazo, sobre la vida laboral del estudiante: ¿se vinculó a un grupo de investigación? ¿Enseña? ¿Cuál ha sido su producción Académica? ¿Cómo ha contribuido al desarrollo científico y tecnológico del país? Como es claro información sobre estos aspectos aún no está disponible ni lo estará por un tiempo más o menos largo.

En consecuencia la estrategia utilizada en este estudio es la de examinar cuáles son las características exitosas, en términos de las preguntas del párrafo anterior, para un grupo amplio de estudiantes de doctorado colombiano, algunos de ellos con financiación de COLCIENCIAS para doctorados nacionales en ACCES y programas anteriores, otros con financiación de otras fuentes para doctorados nacionales, y por último los que han estudiado doctorados en el resto del mundo; en el estudio se hicieron comparaciones entre estos grupos, en general y en especial en los aspectos financiados por ACCES: financiación de los estudiantes, infraestructura de los doctorados y movilidad.

La evaluación presentada en el documento se sustenta en la premisa fundamental de que la formación de capital humano de alto nivel es un conjunto complejo compuesto por la acumulación de conocimientos, las competencias, las dotaciones de los individuos y las organizaciones vinculadas con los programas doctorales. De esta forma, a través de la medición y estudio de las carreras académicas y científicas de los individuos involucrados en éstos (docentes, investigadores y estudiantes) es posible determinar las capacidades científicas y tecnológicas y entender la conformación y dinámica inherente a la creación y transferencia del conocimiento dentro de las sociedades.

Específicamente, se concentra en el análisis del impacto del financiamiento de los programas doctorales sobre el comportamiento y consolidación de las capacidades científicas del país.

El documento utiliza diversas técnicas de análisis: en primer lugar una comparación estadística entre los diversos grupos, examinando en que se parecen y en que difieren; en segundo lugar la utilización de dos técnicas de análisis econométrico para precisar las relaciones entre las diferentes variables:

Los dos métodos de medición permiten modelar el impacto del financiamiento sobre los doctorados nacionales a través del análisis del comportamiento de los recursos humanos y los grupos de investigación que apoyan dichos doctorados. El primero, es el modelo multinivel que determina el aporte que la macro unidad (doctorados) y la micro-unidad / (individuos) vistos separadamente, hacen a la explicación de los niveles de producción de estos últimos. Éste analiza el efecto que los componentes del capital conocimiento tienen sobre la producción, la probabilidad de graduarse y la probabilidad de pertenecer a un doctorado nacional. Se responde así a la pregunta sobre cuáles son las prácticas, estructuras o procesos que pudieran incidir sobre la calidad de los doctorados nacionales. El segundo es el modelo de variable dependiente limitada (modelo Tobit) utilizado para evaluar el efecto de los cambios en las variables de los individuos sobre la producción.

Las fuentes de información para el análisis y modelación del comportamiento de los doctorados nacionales se construyeron a partir de: a) información suministrada por ScienTI-Colciencias en las bases de DocLAC, CvLAC y GrupLAC, actualizadas a abril de 2009; y b) Encuesta realizada a los estudiantes y egresados de los programas de doctorado nacionales. Las dos fuentes de contienen información sobre las diversas categorías de estudiantes de doctorado descritas atrás.

El primer efecto estudiado es el efecto de las características del doctorado y de los grupos de investigación que lo sustentan.

La encuesta y los ejercicios econométricos muestran la gran importancia de que el doctorado esté apoyado por grupos de la mejor clasificación en COLCIENCIAS, con un porcentaje importante de investigadores y una alta tasa de publicación. Estas son las variables más importantes para explicar tanto la graduación de los estudiantes como la publicación de los mismos, durante y después de su doctorado.

Hay una variación grande en lo que a esto respecta, hay diferencias entre Ciencias Básicas y Ciencias Sociales y Educación con magnitudes intermedias para otras. Para Ciencias Básicas la proporción de grupos A1 y A es 38%, para Ciencias Sociales y Educación es 19%, para todo el grupo es de 27%; estas son proporciones realmente bajas que no garantizan la base investigativa que debe tener un programa de doctorado. El problema se presenta también en la preparación de los docentes: para Ciencias Básicas el porcentaje de docentes de programas de doctorado que tienen doctorado es 75%, en Ciencias Sociales y Educación es de 49% y para todo el grupo es de 52%, es difícil ver cómo va a tener éxito un estudiante en su doctorado si la mitad de sus profesores no son doctores.

Es claro que a mediano plazo los programas de formación de doctores en el exterior y en el país formulados por COLCIENCIAS se mueven en la dirección correcta de disminuir este problema.

Las encuestas realizadas en desarrollo de este estudio a los responsables de los doctorados muestran la gran importancia de la financiación de los llamados 'equipos robustos' y de las bases de datos bibliográficas para el éxito de los estudiantes. En estos dos campos los programas de COLCIENCIAS han tenido un impacto bien importante, según los entrevistados.

En promedio el 62% de los estudiantes encuestados consideran contar con el equipo técnico y la infraestructura para el desarrollo de sus tesis, donde los doctorados de ciencias básicas (58%) y agropecuarias y medio ambiente (57%), tienen porcentajes inferiores a la media, lo que puede estar relacionado con el alto costo de los equipos que utilicen para la realización de sus tesis. Este resultado concuerda con el hecho de que los estudiantes de estos doctorados son quienes recurren en mayor proporción a centros de investigación diferentes del grupo que soporta su doctorado, y, en muchos casos, no universitarios, para realizar experimentos, pruebas de laboratorio y análisis de muestras. Adicionalmente, el 85% de quienes deben recurrir a esta actividad en las áreas de ciencias básicas deben hacerlo en el exterior.

Como lo señala el documento de ACOFACIEN (2006) sobre equipos robustos, este componente es de fundamental importancia para el desarrollo y consolidación de los doctorados nacionales, principalmente los relacionados con las ciencias básicas, las ciencias biomédicas y las ingenierías. En el estudio sobre el inventario de equipos robustos realizado por ACOFACIEN se visitaron 246 grupos de investigación en 45 universidades del país, encontrándose 660 equipos robustos con un valor de reposición de US\$ 47,5 millones, de los cuales el 83.0% valían menos de US\$ 100.000 y el 42% costaba su reposición menos de US\$40.000. Es de destacar, como lo indica el estudio que el 53% de los equipos robustos han sido adquiridos en los últimos 5 años.

Una modalidad destacada positivamente en las entrevistas sobre el tema de equipos robustos fue el cambio que se dio en la política del crédito ACCES, al pasar de financiar equipos relativamente menores a cada doctorado nacional, para asignar los recursos a la universidad y mediante concertación con los doctorados establecidos, definir equipos robustos en los que puedan beneficiarse diferentes programas de la institución. La valoración de este componente del Crédito ACCES, se debe a la falta de financiamiento de las universidades para compra de equipo robusto, mantenimiento y reposición. Sin embargo, la debilidad señalada ha sido las dificultades para garantizar la contrapartida por parte de las universidades debido al agotamiento de recursos propios para inversiones cuantiosas, independiente del carácter público o privado de las instituciones.

Ahora bien, el financiamiento tradicional por parte de Colciencias para equipamiento ha sido limitado y a través del financiamiento de proyectos de investigación. Terminado el proyecto ACCES, de nuevo el financiamiento de doctorados se ha centrado básicamente en las becas-crédito a los estudiantes, perdiéndose este componente fundamental para la consolidación de los doctorados nacionales en cuanto a la infraestructura.

En segundo lugar se examinaron las variables de tipo individual: edad, género, formación y experiencia, financiación, actividades dentro del doctorado.

Con respecto a la edad, se examinaron dos aspectos: como la edad del investigador afecta su producción y los efectos de la edad de ingreso al doctorado. Para el primero no se encontró un efecto significativo: hay dos efectos parciales en dirección contraria: la misma edad que tendería a disminuir la producción y la experiencia que tendería a aumentarla.

El efecto de la edad de ingreso al doctorado es significativamente negativo tanto para graduarse como para la producción académica, en términos numéricos no es muy alto.

La edad de ingreso al doctorado es similar para doctorados nacionales y en el extranjero, alrededor de 35 años, lo cual es bastante alto en comparación con otros países, en Estados Unidos es menos de 25 años. Difiere por campos del conocimiento, siendo mayor para Ciencias Sociales y Educación, cerca de 40.5 años para los doctorados nacionales. ACCES trata de mejorar esto, poniendo un límite de edad para el otorgamiento de la financiación.

Por género se observa que es mayor la proporción de mujeres en los doctorados nacionales que en los realizados en el exterior. Los hombres tienen una mayor proporción de graduación y una mayor productividad.

En lo que respecta a su experiencia, resulta que experiencia en investigación en una Universidad o, en menor grado en un centro no universitario aumenta la productividad, la experiencia en otros sectores no tiene efecto significativo. Lo mismo se aplica para la probabilidad de graduarse, y, en este caso, el efecto es mayor para los doctorados nacionales que para los realizados en el exterior. El efecto de experiencia investigativa puede compensar el efecto de edad de ingreso al doctorado. Si bien la experiencia investigativa tiene un efecto positivo, la dispersión no lo tiene, si el estudiante participa en varios proyectos su productividad en el doctorado y su probabilidad de graduarse disminuyen.

Del mismo modo se obtiene un efecto positivo de la experiencia docente, sobre todo si es a nivel de postgrado, por ejemplo en maestrías.



La obtención de una beca aumenta considerablemente las probabilidades de grado, especialmente en los programas nacionales, y en este aspecto la contribución de ACCES ha sido muy importante.

De acuerdo con la encuesta a estudiante y graduados, el porcentaje de becados es similar para doctorados nacionales y extranjeros, algo más del 40%, y difiere por áreas del conocimiento, siendo mayor para ingenierías (50%) y menos para Sociales y Educación (30%). ACCES otorga el 60% de las becas para doctorados nacionales, un número muy importante, sobre todo si se tiene en cuenta que no estuvo en operación todo el tiempo. COLCIENCIAS financia una proporción mucho menor de las becas en el exterior, un 10%.

En resumen, al examinar las variables asociadas con éxito en obtener el doctorado y con productividad durante y después del mismo, puede observarse que el programa ACCES se concentró en las dos más importantes que pueden ser afectadas: el fortalecimiento de los grupos de investigación y el financiamiento de becas para los estudiantes, siendo su aporte en este tema básico para el desarrollo de los doctorados nacionales.

## Bibliografía

Abbott, Walter F. (1972). University and departmental determinants of the prestige of sociology departments. *American Sociologist* 7 (November): 14-15.

Abbott, Walter F., and Henry M. Barlow (1972). Stratification theory and organizational rank: resources, functions and university prestige in the United States. *Pacific Sociological Review* 15 (October): 401-424.

Aldana, Eduardo, Bula Germán, Ceballos Adriana, Leyton José María, Quitiaquez Germán, Moreno Ángel, Martínez John Jairo (2005). "Doctorados para la integración". Serie La Universidad y los Procesos de Integración Social, Convenio Andrés Bello, Bogotá.

Álvarez, Benjamín (+), Jaramillo, Hernán y Álvarez, Elsa (1998). El Liderazgo del Conocimiento: Estudio de Caso del Programa de Formación de Recursos Humanos de Colciencias.

ASOCIACION COLOMBIANA DE FACULTADES DE CIENCIAS – ACOFACIEN (2006). "Inventario de equipos robustos en las universidades colombianas". Informe final presentado a COLCIENCIAS.

Astin, Alexander W. (1962). Productivity of undergraduate institutions. *Science* 136: 129-135.

Astin, Alexander W., and Lewis C. Solmon (1979). Measuring academic quality: an interim report. *Change* 11: 48-51.

Astin, Alexander W., and James W. Henson (1977). New measures of college selectivity. *Research in Higher Education* 6: 1-8.

B. Godin (2003), Technological Gaps: Quantitative Evidence and Qualitative Arguments, Project on the History and Sociology of STI Statistics, Working Paper no. 23, Published in *Technology in Society*, 24, 2002: 387-413.

B. Godin (2003), The Knowledge-Based Economy: Conceptual Framework or Buzzword?, Project on the History and Sociology of STI Statistics, Working Paper no. 24, 22 p. Published in *Journal of Technology Transfer*, 31, 2005, pp. 17-30

B. Godin (2003), The Most Cherished Indicator: Gross Domestic Expenditure on R&D (GERD) , Project on the History and Sociology of STI Statistics, Paper no. 22, 25 p.

B. Godin (2003), *The New Economy: What the Concept Owes to the OECD*, Project on the History and Sociology of STI Statistics, Paper no. 21, 24 pages. Published in *Research Policy*, 33 (2004): 679-690.

B.O.T-TECNOS (2005). "Evaluación de gestión, resultados e impacto de los programas de formación en los niveles de maestría y doctorado financiados por Colciencias durante el período 1992-2004". Informe Final, Bogotá, mayo.

Bardey, David; Forero, Nohora. (2008). "Teorías y algunas experiencias internacionales en el financiamiento de la Educación Superior: lecciones para Colombia". Documento de Trabajo No 37, Facultad de Economía, Universidad del Rosario.

Beaver, D. de B. & Rosen, R. (1978). Studies in scientific collaboration I. The professional origins of scientific co-authorship. *Scientometrics*, 1(1), 65-84.

Becker, G. (1962). Investment in human capital: a theoretical analysis. *Journal of Political Economics* 70, S9-S49.

Becker, G. (1964). *Human Capital: a Theoretical and Empirical Analysis, with a Special Reference to Education*. University of Chicago Press, Chicago.

Becker, G. S. (1993). *Human Capital: A Theoretical and Empirical Analysis, with Special Reference to Education*. Chicago: The University of Chicago Press.

Bellas, M. L., and Toutkoushian, R. K. (1999). Faculty time allocations and research productivity: gender, race, and family effects. *Review of Higher Education* 22(4): 367-390.

Bonzi, S. (1992). "Trends in research productivity among senior faculty". *Information Processing and Management* 28 (1), 111-120.

Botero, Javier (2004). "Formación Doctoral en Colombia". Ministerio de Educación Nacional, Presentación en Foro Internacional sobre Formación Doctoral, Universidad del Valle, Junio.

Botero, Javier (2006). "Situación de la formación de posgrado en Colombia". Ministerio de Educación Nacional, presentación, Bogotá, marzo 15.

Bowden, V. (1997). "The career states system model: a new approach to analysing careers". *British Journal of Guidance and Counseling* 25 (4), 473-491.

Bozeman, B., Boardman, C. (2004). "Managing the New Multipurpose, Multidiscipline" University Research Center: Institutional Innovation in the Academic Community.

Bozeman, B., Corley, E. (2004). "Scientists' collaboration strategies: implications for scientific and technical human capital". *Research Policy* 33 (4), 599–616.

Bozeman, B., Dietz, J.S., Gaughan, M. (2001). "Scientific and technical human capital: an alternative approach to R&D evaluation". *International Journal of Technology Management* 22 (8), 716–740.

Bozeman, B., Rogers, J.D. (2002). "A churn model of scientific knowledge value: Internet researchers as a knowledge value collective". *Research Policy* 31, 769–794.

Braum, Dietmar (2003). "Lasting tensions in research policy-making. A delegation problem". *Science and Public Policy*, Volume 30, No 5, pages 309-321, October.

Brennan, Max (1994). "Excellence and Relevance: Two Sides of the Same Coin". *Higher Education*, Vol. 28, No. 1, Commercialisation of University Research. (Jul., 1994), pp.129-135.

Byrnes J, and McNamara C. (2001). Evaluating Doctoral Programs in the Developmental Sciences. *Developmental Review* 21, 326–354 James P. Byrnes and Carolyn C. McNamara.

Carayol, N and Mireille, M (2004). "Does research organization influence academic production?: Laboratory level evidence from a large European university," *Research Policy*, Elsevier, vol. 33(8), pages 1081-1102, October. [Downloadable!] (restricted)

Carayol, N and Mireille, M (2006.) "Individual and collective determinants of academic scientists' productivity," *Information Economics and Policy*, Elsevier, vol. 18(1), pages 55-72, March.

Cárdenas, et. Al. (2008). "Apoyo al diseño de la política para el fortalecimiento en el país, centrado en el apoyo a la formación doctoral". Bogotá, Oportunidad Estratégica, informe final de la consultoría a Colciencias.

Cárdenas, Jorge Hernán (editor) (1991). "Doctorados. Reflexiones para la formulación de políticas en América Latina". Tercer Mundo Editores, Universidad Nacional de Colombia y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo – IDRC, agosto.

Cárdenas, Jorge Hernán; Gutiérrez, María Lorena; Pérez, Ángel (2001). "Alternativas para la formación doctoral en Colombia". Documento presentado al Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior - ICFES, Subdirección de Fomento y Desarrollo de la Educación Superior, Bogotá, agosto.

Cartter, Allan Murray. (1966). *An Assessment of Quality in Graduate Education*. Washington, DC: American Council on Education.

Chaparro, Fernando (2008). "Acreditación de alta calidad de maestrías y doctorados". Consejo Nacional de Acreditación-CNA, Presentación Seminario Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia, Agosto.

CINDA – Centro Interuniversitario de Desarrollo - (2007). "Educación Superior en Iberoamérica". Informe 2007, Santiago de Chile, ISBN 978-956-7106-50-9.

Clemente, F, and Sturgis R (1974). Quality of department of doctoral training on research productivity. *Sociology of Education* 47: 287-299,

Clemente, Frank and Richard B. Sturgis. (1974). "Quality of Department of Doctoral Training and Research Productivity." *Sociology of Education* 47: 287–99.

Colciencias - Departamento Nacional de Planeación (1991). "Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta", Tercer Mundo Editores, Bogotá.

Colciencias (1995). "Formación de Recursos Humanos y Fortalecimiento de la Comunidad Científica". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, junio.

Colciencias (2005). "Programa de formación de talento humano de alto nivel para el desarrollo científico, tecnológico y la innovación". Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología Presidencia de la República de Colombia, Colciencias- DG-SPE-DFRH.

Colciencias (2007). "Fortalecimiento de las capacidades investigativas del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología". Subdirección de Programas estratégicos, Versión para discusión, Bogotá, agosto 8.

COLCIENCIAS (2008). "Colombia construye y siembra futuro. Política nacional de fomento a la investigación y la innovación". Bogotá, Agosto, ISBN 978-958-8290-46-1

Cole, J R., and Zuckerman, H. (1984). The productivity puzzle: Persistence and change in patterns of publication among men and women scientists. Pp. 217-258 In *Advances in Motivation and Achievement*, vol. 2, edited by P. Maehr and M. W. Steinkamp. Greenwich, CT.: JAI Press.

Cole, J R., and Zuckerman, H. (1987). Marriage and motherhood and research performance in science. *Scientific American* 256:119-125.

Cole, J.R. (1979). "Age and scientific performance". *American Journal of Sociology* 84, 958–977.

Cole, J.R., Cole, S. (1973). "Social Stratification in Science". Chicago University Press, Chicago.

Cole, S. (1970). "Patterns of intellectual influence in scientific research". *Sociology of Education* 43, 377–403.

Cole, S., Cole, J.R. (1967). "Scientific output and recognition: a study in the operation of the reward system in science". *American Sociological Review* 32, 377–390.

Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL y Secretaría General Iberoamericana - SEGIB (2008). "Espacios iberoamericanos: la economía del conocimiento". Impreso en Naciones Unidas • Santiago de Chile • Octubre.

Consejo Nacional de Acreditación –CNA (2008a). "Situación Actual de los Doctorados en Colombia: Análisis de Indicadores que tipifican características importantes". Ministerio de Educación Nacional, Documento borrador de trabajo borrador, marzo.

Consejo Nacional de Acreditación –CNA (2009). "Lineamientos para la acreditación de alta calidad de programas de maestría y doctorado". Ministerio de Educación Nacional, agosto.

Corredor, Carlos (1999). "Sistema nacional de becas de doctorado y establecimiento de un fondo para los programas nacionales de doctorado". ICFES, diciembre.

Cox, W.M. & Catt, V. (1977). Productivity ratings of graduate programs in psychology based on publication in the journals of the American Psychological Association. *American Psychologist*, 32, 793-813.

De Greiff, Alexis (2007). "Panorama de la productividad científica de Colombia". Colciencias, Presentación, junio.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (2000), "Política Nacional del Ciencia y Tecnología 2000- 2002", Documento CONPES 3080 del 28 de junio.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (2002a), Política Integral de apoyo a los programas de doctorado nacionales, Documento CONPES 3179, DNP, Ministerio de Educación Nacional, Colciencias, Icfes, Sena. Bogotá.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (2002b), Autorización a la nación para contratar empréstitos externos para financiar el proyecto acceso con calidad a la educación superior en Colombia, Documento CONPES 3203, DNP: Dirección de Desarrollo Social, Ministerio de Educación, Ictex, Colciencias, Versión aprobada Bogotá, D.C., 6 de Noviembre.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (2006). "2019. Visión Colombia II Centenario. Fundamentar el crecimiento y el desarrollo social en la ciencia, la tecnología y la innovación". Presidencia de la República, DNP, Colciencias, ISBN: 958-8025-77-7.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (2009), Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Documento CONPES 3582, DNP, abril, Bogotá.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PLANEACIÓN (2010), "Concepto favorable a la nación para contratar empréstitos externos con la banca multilateral hasta por US\$50 millones de dólares o su equivalente en otras monedas destinado a financiar el proyecto de fortalecimiento del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación". Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación, Colciencias, Ministerio de Hacienda y Crédito Público, Departamento, Nacional de Planeación; Documento CONPES 3652, Bogotá, 15 de marzo.

Diamond Jr., A.M., (1984). "An economic model of the life-cycle research productivity of scientists". *Scientometrics* 6 (3), 189–196. Diamond Jr., A.M., 1986. The life cycle research productivity of mathematicians and scientists. *Journal of Gerontology* 41, 520–525.

Dietz, J., I. Chompavlov, et al. (2000). "Using the curriculum vita to study the career paths of scientists and engineers: An exploratory assessment". *Scientometrics* 49 (3): 419 – 442.

Dietz, J.S. (2000). "Building a social capital model of research development: the case of the experimental program to stimulate competitive research". *Science and Public Policy* 27, 137–145.

Dietz, J.S., Bozeman B (2005). "Academic careers, patents, and productivity: industry experience as scientific and technical human capital". *Research Policy* 34 (2005) 349–367.

Dietz, J.S., Chompalov, I., Bozeman, B., Lane, E.O., Park, J. (2000). "Using the curriculum vita to study the career paths of scientists and engineers: an exploratory assessment". *Scientometrics* 49 (3), 419–442.

Drew, David E. (1975). *Science Development: An Evaluation Study*. Washington, D.C.: The National Academy of Sciences.

Drew, DE., and Karpf R.S(1981). Ranking academic departments: empirical findings and a theoretical perspective. *Research in Higher Education* 14: 305-320.

- Dubé, W. F. (1974). Undergraduate origins of U.S. medical students. *Journal of Medical Education* 49: 1005-1010.
- Dundar, H., and Lewis, D. R. (1995). Departmental productivity in American universities: economies of scale and scope. *Economics of Education Review* 14(2): 119-144.
- Dundar, H., and Lewis, D. R. (1998). Determinants of research productivity in higher education. *Research in Higher Education* 39(6): 607-631.
- Ehrenberg R.G and P.J Hurst (1998). The 1995 Ratings of Doctoral Programm: A Hedonic Model. *The Economic of Educational Review* 17(2):138-147
- Ehrenberg, R. G., and Hurst, P. J. (1996). The 1995 NRC ratings of doctoral programs: A hedonic model. *Change* (May/June): 46±50.
- Eisenhart, M and DeHaan R. (2005) Doctoral Preparation of Scientifically Based Education Researchers. *Educational Researcher*. vol. 34 no. 4 **3-13**
- Elder Jr., G.H. (1994). "Time, human agency, and social change: perspectives on the life course". *Social Psychology Quarterly* 57, 4-15.
- Elder Jr., G.H., Pavalko, E.K. (1993). "Work careers in men's later years transitions, trajectories, and historical change". *Journal of Gerontology* 48, S180-S191.
- Etzkowitz, H. (2001). Networked research: An EC model for US? *Science*, 292(5515),219-220.
- Etzkowitz, H. (2003). Research groups as 'quasi-firms': The invention of the entrepreneurial university. *Research Policy*, 32(1), 109-121.
- Etzkowitz, H., &Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: From National Systems and "Mode 2" to a Triple Helix of university-industry-government relations. *Research Policy*, 29(2), 109-123.
- Forero C, Jaramillo, H (2002). "The access of researches from developing countries to international science and technology". *International Social ScienceJournal*. Inglaterra: v. 171, p. 171-140.



Forero R. Nohora y Ramírez G. Manuel (2008). "Determinantes de los ingresos laborales de los graduados universitarios durante el periodo 2001-2004" Facultad de Economía, Universidad del Rosario, Serie Documentos de Trabajo, No 31.

Forero, Clemente (1991). "Prologo". En: Cárdenas, Jorge Hernán (editor), Doctorados. Reflexiones para la formulación de políticas en América Latina, Tercer Mundo Editores, Universidad Nacional de Colombia y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo – IDRC, agosto, 1991.

Foreron, C. (1973). "Early career determinants of research productivity". *American Journal of Sociology* 79, 409–419.

Fox, Mary Frank, and Catherine A. Faver. 1985. Men, women, and publication productivity. *The Sociological Quarterly* 26:537-549.

Gallant, Jonathan A., and Prothero, John W. (1972). Weight-watching at the univer-

Gaughan, M and Bozeman, B. (2002). "Using curriculum vitae to compare some impacts of NSF research grants with research Center funding". *Research Evaluation*, V. 11 (1) 17-26.

Glenn, Novales D., and Wayne Villimez (1970). The productivity of sociologists at 45 American universities. *American Sociologist* 5 (August): 244-252.

Glower, D. D. (1980). A rational method for ranking engineering programs. *Engineering Education* 70: 788-794, 842.

Gregg, Russell T., and Paul D. Sims (1972). Quality of faculties and programs of graduate departments of educational administration. *Educational Administration Quarterly* 8: 67-92.

Guba, Egon G., and David L. Clark (1978). Levels of R & D productivity in schools of education. *Educational Researchers* 7" 3-9.

Hall, B., Mairesse, J.m and Turner, T. (2006). "Identifying Age, Cohort and Period Effects in Scientific Research Productivity". Working Papers Series. United Nations University.

Hicks, Diana , et al (2000). "Research excellence and patented innovation". *Science and Public Policy*, Volume 27, No 5, pages 310-320, October.

House, Donald R., and James H. Yeager, Jr. (1978). The distribution of publication success within and among top economics departments: a disaggregate view of recent evidence. *Economic Inquiry*, 16 (October): 593-598.

Jaramillo, Hernán: (1997). "Recursos Humanos: El cofinanciamiento para la investigación", Subdirección de Programas Estratégicos, Colciencias, Bogotá.

Jaramillo Salazar, Hernán (1998). "Colombia: En Búsqueda de Jóvenes Talentos para la Investigación". En: Gómez, Buendía Hernando, *Educación: La Agenda del Siglo XXI*, PNUD-TM editores.

Jaramillo, Hernán (1999). "La política científica y tecnológica y el desarrollo institucional desde la perspectiva de la articulación macro-micro". Ponencia en el Cuarto Taller Iberoamericano/Interamericano de Indicadores de Ciencia y Tecnología, México, julio.

Jaramillo, Hernán y Forero Clemente (2001). "La interacción entre el capital humano, el capital intelectual y el capital social: una aproximación a la medición de recursos humanos en ciencia y tecnología". V Taller de Indicadores Iberoamericanos de Ciencia y Tecnología, Montevideo, Uruguay, octubre 16.

Jaramillo, Hernán (2004a). "Indicadores Globales y Relaciones para medir la capacidad de producir, adaptar y utilizar el conocimiento de la sociedad". Documento de trabajo presentado en el VI Taller de Indicadores de Ciencia y Tecnología - Iberoamericano e Interamericano, organizado por RICyT, Buenos Aires, Argentina, septiembre 30 - octubre 3.

Jaramillo, Hernán (2004b). "Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto durante la Década de los Noventa". CEPAL, Bogotá, D.C., marzo.

Jaramillo, Hernán, Botiva, M. Alejandra, Zambrano, J. Andrés (2004c). "Políticas y Resultados de Ciencia y Tecnología". Borradores de Investigación No 50, Facultad de Economía, Universidad del Rosario, Bogotá, noviembre.

Jaramillo H, Chaparro F. (2004d). "Evaluación del impacto del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología: una primera aproximación". Informe Final entregado a Colciencias, Facultad de Economía Universidad del Rosario.

Jaramillo, Hernán (2006a). "Formación de recursos Humanos para la Competitividad. La Segmentación de los Mercados". Ponencia en la VI Convención Científica Nacional, Bogotá 27 - 29 de septiembre

Jaramillo, Hernán (2006b). "Investigación, generación conocimiento y programas de doctorado". Presentación, jornada de trabajo, programas de doctorado, Universidad del Rosario, documento de trabajo, febrero 9.

Jaramillo H, Piñeros L, Lopera C, Álvarez JM. (2006c). "Aprender haciendo. Experiencia de formación de jóvenes investigadores en Colombia". Colección Textos Economía, Facultad de Economía, Universidad del Rosario, Editorial Rosarista, 295p. ISBN: 958-8225-67-1.

Jaramillo, Hernán (2007a). "Colombia: Evolución, Contexto y Resultados de las Políticas de Ciencia, Tecnología e Innovación". En: "Claves del desarrollo científico y tecnológico de América Latina" Editado por Fundación Carolina y Editorial Siglo XXI, España, noviembre, ISBN: 978-84-323-1305-9. 457 páginas.

Jaramillo, Hernán & Lopera, Carolina (2007b). "Metodologías desarrolladas en Colombia para el uso de la plataforma ScienTI en la realización de estudios sobre comunidades científicas". Primera Reunión Técnica sobre la 'Identificación de Redes Internacionales de Investigación al Interior de la Red ScienTI'. Proyecto marco, Fortalecimiento de la Red ScienTI en América Latina y el Caribe. Colciencias, Bogotá, 9-12 Octubre.

Jaramillo, H., Latorre, C., Albán, M.C., Lopera, C. (2008a). "El Hospital como organización de conocimiento y espacio de investigación y formación. Los recursos humanos en salud y su tránsito a comunidades científicas: el caso de la investigación clínica en Colombia". Centro Editorial Rosarista, colección textos de economía, Facultad de Economía, Bogotá, abril, 124p. ISBN 978-958-8298-99-3.

Jaramillo, Hernán y Lopera, Carolina. (2008b). "Análisis de las comunidades científicas y académicas de las ciencias básicas médicas y de la salud pública en Colombia. ¿Una diferencia?". Facultad de Economía, Universidad del Rosario, Documento de trabajo No 48.

Jaramillo, Hernán y Lopera, Carolina. (2008c). "Carreras Académicas: utilización del CV para la modelación de carreras académicas y científicas". Borradores de investigación, No 96, Facultad de Economía, Universidad del Rosario.

Jaramillo, Hernán y Lopera, Carolina. (2008d). "Análisis de las comunidades científicas y académicas de las ciencias básicas médicas y de la salud pública en Colombia. ¿Una diferencia?". Facultad de Economía, Universidad del Rosario, Documento de trabajo No 48.

Jaramillo, Hernán y Ávila, Oscar Ávila (2008e). "Análisis de la producción científica colombiana en medicina social y medicina básica Base de datos Thomson ISI (1975-2005)". Facultad de Economía, Universidad del Rosario, Documento de trabajo No 49.

Jaramillo, Hernán; Lopera, Carolina; Ávila, Oscar (2008f). "Redes de conocimiento. Metodología y avances en el estudio de redes científicas para el desarrollo de políticas de I&D". Documento de Trabajo. Financiado por Colciencias en el marco del proyecto Fomento a la apropiación de fortalecimiento de la RED ScienTI en América Latina y el Caribe.

Jaramillo, H. y Lopera, C. (2008-2009). "La Corporación de Investigaciones Biológicas. Un Valor de Conocimiento y Formación para la Sociedad". Facultad de Economía, Universidad del Rosario. En proceso

Jaramillo, Hernán; Lopera, Carolina, González, Beatriz E; Vecino, Andrés (2009). "Evaluación del Impacto del financiamiento de la investigación en salud Colciencias 1970-2007". Documento-Informe Final, Colciencias, agosto.

Jaramillo, Hernán (2009). "La formación de posgrado en Colombia: maestrías y doctorados". Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad, Número 13, Volumen 5, Septiembre de 2009, págs. 131-155.

Jones, R. W. (1969). The student faculty ratio in graduate programs of selected departments of sociology. *American Sociologist*, 4: 123-127.

Jones, Lyle V., Gardner Lindzey, and Porter E. Coggeshall, eds. (1982). *An Assessment of Research-Doctorate Programs in the United States: Humanities*. Washington, D.C.: The National Academy Press.

Judge, T. A., Kammeyer-Mueller, J., & Bretz, R. D. (2004). A longitudinal model of sponsorship and career success: A study of industrial-organizational psychologists. ***Personnel Psychology***, 57, 271–303.

Kao, C. y Hung, H-T. (2005). "Data Envelopment Analysis with Common weights: The Compromise Solution Approach". *Journal Of The Operational Research Society*, Vol. 56, No. 10 October, pp. 1196- 1203.

Katz, J.S., Martin, B.R. (1997). "What is research collaboration?". *Research Policy* 26, 1–18.

Kenniston, Hayward. 1959. *Graduate Study and Research in the Arts and Sciences*. Philadelphia, PA: University of Pennsylvania Press.

Knapp, R.H. and Greenbaum, J.J. (1953) *The younger American Scholar: His collegiate origins*. Chicago: The University of Chicago Press, 121 P

Knudsen, D D., and Vaughan T.R (1969). Quality in graduate education: a reevaluation of the rankings of sociology departments in the Cartter report. *American Sociologist* 4 (February)" 12-19.

Krause, E. D. and Krause L. (1970). The colleges that produce our best scientists: a study of the academic training grounds of a large group of distinguished American scientists. *Science Education* 54: 133-140.

Kyvik, S., &Teigen, M. (1996). Child care, research collaboration, and gender differences in scientific productivity. *Science, Technology and Human Values*, 21(1), 54-71.

Landry, R., & Amara, N. (1998). The Chaudiere-Appalaches system of industrial innovation. In J. De la Mothe (Ed.), *Local and regional Systems of Innovation*: 257-276: Kluwer Academic Publishers.

Landry, R., Traore, N., Godin, B. (1996). "An econometric analysis of the effect of collaboration on academic research productivity". *Higher Education* 32 (3), 283-301.

Lavender, A. D., Mathers, R. A., and Pease, J. (1971). The student-faculty ratio in graduate programs of selected departments of sociology: A supplement to the JanesReport. *American Sociologist* 6: 29-30.

Lee, S. (2004). "What happens after career's first research grants? Assessing the impact of research grants on collaboration and publishing productivity in the early career of scientists". Working paper.

Lee, S., Bozeman, B., (2005). "The effects of scientific collaboration on productivity". *Social Studies of Science*. 35/5(October 2005) 673-702.

Levin, S.G., Stephan, P.E. (1989). "Age and research productivity of academic scientists". *Research in Higher Education* 30, 531-549.

Levin, S.G., Stephan, P.E. (1991). "Research productivity over the lifecycle-evidence for academic scientists". *American Economic Review* 81, 114-132.

- Lewis, Lionel S. (1968). On subjective and objective rankings of sociology departments. *American Sociologist* 3 (May): 129-131.
- Liu, Helen C. (1978). Faculty citation and quality of graduate engineering departments, *Engineering Education* 68 (April): 739-741.
- Long, J. S (1978). "Productivity and Academic Position in the Scientific Career." *American Sociological Review* 43:889-908.
- Long, J. Scott and Mary Frank Fox. (1995). "Scientific Careers: Universalism and Particularism." *Annual Review of Sociology* 21:45-71.
- Long, J. Scott and Robert McGinnis. (1981) "Organizational Context and Scientific Productivity." *American Sociological Review* 46:422-42.
- Long, J. Scott, Paul D. Allison, and Robert McGinni (1979). "Entrance into the Academic Career." *American Sociological Review* 44:816-30.
- Long, J.S., Allison, P.D and, McGinnis, R.(1993). "Rank advancement in academic careers: sex differences and the effects of productivity". *American Sociological Review* 58, 703-722.
- Long, J.S., Allison, P.D., McGinnis, R.(1979). "Entrance into the academic career". *American Sociological Review* 44, 816- 830.
- Long, J.S., McGinnis, R., (1985). "The effects of the mentor on the academic career". *Scientometrics* 7, 255-280.
- Louis, K. S., Jones, L. M., & Campbell, E. G. (2002). Sharing in science. *American Scientist*, 90(4), 304-307.
- Magoun, H. W. (1966). The Cartter report on quality in graduate education. *Journal of Higher Education*, 37 (December): 481-492.
- Mallinckrodt, B., & Gelso, C. (2002). Impact of research training environment and Holland personality type: A 15-year follow-up of research productivity. *Journal of Counseling Psychology*, 49(1), 60-70.
- Merton, R.K. (1968). "The Matthew effect in science". *Science* 159, 56-63.
- Merton, R.K. (1961). "Social Theory and Social Structure". Free Press, Glencoe, IL.

Merton, R.K.(1957). "Priorities in scientific discovery: a chapter in the sociology of science". *American Sociological Review* 22, 635–659.

Molas-Gallart, Jordi & Salter, Ammon (2002). "Diversidad y excelencia: Consideraciones sobre política científica". *The IPTS Report*, nº 66, Julio.

Morey, R. y Banker, R. (1986) "Efficiency Analysis for exogenously fixed inputs and outputs". *Operations Research*, Vol. 34, No. 4. July-August.

Morgan, D. L., Kearney, R. C., and Regens, J. L. (1976). Assessing quality among graduate institutions of higher education in the United States. *Social Science Quarterly* 57 (December): 670-679.

Morris, Norma (2003). "Academic researchers as 'agents' of science policy". *Science and Public Policy*, Volume 30, No 5, pages 359-370, October.

National Research Council (1989). *Summary Report 1987: Doctorate Recipients from United States Universities*. Washington, DC: National Research Council.

NRC (National Research Council). 1981. *Postdoctoral Appointments and Disappointments: A Report of the Committee on a Study of Postdoctorals in Science and Engineering in the United States*. Washington, DC: National Academy Press.

NRC (National Research Council). *Committee on Dimensions Causes and Implications of Recent Trends in the Careers of Life Scientists*. (1998). *Trends in the Early Careers of Life Scientists*. Washington, DC: National Academy Press. *National Commission on Pay Equity*. 1996. *The Wage Gap*. Hyattsville, MD.

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (2009). "Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2009"., Bogotá, diciembre, Edición de bolsillo 132 páginas.

Olson, J. E. (1994). Institutional and technical constraints on faculty gross productivity in American doctoral universities. *Research in Higher Education* 35(5): 549–567.

Oromaner, Mark J. (1970). A note on analytical properties and prestige of sociology departments. *American Sociologist*, 5 (August): 240-244.

Oviedo Mónica Juliana, Cárdenas, Jorge Hernán (2006). "la oferta y la demanda de formación avanzada en Colombia". *Colciencias*, Departamento Nacional de Planeación y Oportunidad Estratégica, julio.

Pao, M.L. (1980). Co-authorship and productivity. *Proceedings of the American Society for Information Sciences*, 17, 279-289.

Pao, M.L. (1992). Global and local collaboration: a study of scientific collaboration. *Information Processing & Management*, **28**(1), 99-109.

Perrow, C. (1963) "Goals and power structures- a historical case study". En Freidson, E. (Editor), *The hospital in modern society*. New York, Free Press.

Petrowski, William R., Evan L. Brown, and John A. Duffy (1973). National universities and the ACE ratings. *Journal of Higher Education*, 44 (October): 495-513.

Porras, M. Nelson (2004). Creación, Desarrollo y Consolidación de los Programas de Doctorado en la Facultad de Ciencias de la Universidad del Valle. Presentación en Foro Internacional sobre Formación Doctoral, Universidad del Valle, Junio.

Porter, S., R., Umbach, P.D. (2001). Analyzing faculty workload data using multilevel modeling. *Research in Higher Education*, 42, 171-196.

Pravdic, N. & Oluic-Vukovic, V. (1986). Dual approach to multiple authorship in the study of collaborator/scientific output relationship. *Scientometrics*, **10**(5-6), 259-280.

Price, D.J. (1963). "Little science, big science". New York, Columbia University Press.

Price, D.J. de Solla, & Beaver, D. de B. (1966). Collaboration in an invisible college. *American Psychologist*, **21**(11), 1011-1018.

Price, D.J.d.S., Beaver, D. (1966). "Collaboration in an invisible college. *American Psychologist* 21, 1011-1018.

Reskin, B. (1979). "Academic Sponsoship and Scientist's Careers". *Sociology of Education*, Vol 52, No. 3, pp. 129-146.

Rice, N., Jones, A. (1997). "Multilevel models and health economics". *Journal of Health Services Research and Policy*, 6: 561-575.

Rodríguez, Francisco (2000). "Estimaciones financieras sobre el costo y fuentes del sistema nacional de beca-crédito y fondo permanente para la formación doctoral en Colombia", junio.

Roose, Keith D. and Charles J. Anderson. 1970. *A Rating of Graduate Programs*. Washington, DC: American Council on Education.

Somit, Alfred, and Joseph Tanenhaus (1964). *American Political Science: A Profile of a Discipline*. New York: Atherton Press.



Somit, Alfred, and Joseph Tanenhaus (1964). *American Political Science: A Profile of a Discipline*. New York: Atherton Press.

Stephan, P.E. (1999). "Using human resource data to illuminate innovation and research utilization". Georgia State University.

Stephan, P.E. y Levin, S.G. (1992). "The critical importance of careers in collaborative scientific research". *Revue d'Economie Industrielle* No. 79.

Stephan, P.E., Levin, S.G. (1992). "Striking the Mother Lode in Science: The importance of age, place and time". Oxford University Press, New York.

Sweetland, S.R. (1996). "Human capital theory: foundations of a field of inquiry". *Review of Educational Research* 66, 341- 359.

Thanassoulis, E. y R. Allen (1998). "Simulating Weights Restrictions in Data Envelopment Analysis by means of unobserved DMUs". *Management Science*, vol. 44, no. 4 April., pp. 586-594.

Tidball, M. Elizabeth, and V. Kristiakowski (1976). *Perspective on academic women and affirmative action*. *Educational Record* 54: 130-135.

Tidball, M. Elizabeth, and V. Kristiakowski (1976). *Perspective on academic women and affirmative action*. *Educational Record* 54: 130-135.

Turpin, T., Deville, A. (1995). "Occupational roles and expectations of research scientists and research managers in scientific research institutions". *R&D Management* 25 (2), 141-157.

Uricoechea, Fernando (1991). "Ciencia y educación superior: tendencias y perspectivas". En: Cárdenas, Jorge Hernán (editor), *Doctorados. Reflexiones para la formulación de políticas en América Latina, Tercer Mundo Editores, Universidad Nacional de Colombia y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo - IDRC, agosto, 1991*.

Villaveces, J. Luis y Jaramillo, Hernán (2004). "La Acumulación de Capital Conocimiento," Ponencia presentada en el Primer Taller sobre Conocimiento y las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación: Impacto y Desafíos para los Sistemas de Información CyT, INIST-CNRS, 15 y 16 de marzo 2004, Nancy, Francia.

Villaveces, José Luis (1991). "Los programas doctorales, algunas reflexiones para su iniciación". En: Cárdenas, Jorge Hernán (editor), *Doctorados. Reflexiones para la formulación de políticas en América Latina, Tercer Mundo Editores, Universidad*

Nacional de Colombia y el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo – IDRC, agosto, 1991.

Villaveces, José Luis (2003). “70 Años de Ciencia y Tecnología en Colombia”, Documento de trabajo, Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, Bogotá.

Walker, G., Kogut, B., Shan, W. (1997). “Social capital, structural holes and the formation of an industry network”. *Organization Science* 8, 109–125.

Wispé, L. G. (1969). The bigger the better: Productivity, size, and turnover in a sample of psychology departments. *American Psychologist* 24: 662-668.

Zambrano, J. Andrés, Jaramillo, Hernán y Forero Clemente (2004). “Recuento Crítico de la literatura sobre los Impactos de la Investigación y sus Indicadores”. Borradores de Investigación No 49, Facultad de Economía, Universidad del Rosario, agosto.

Zucker, L.G., Darby, M.R., Armstrong, J. (1998). “Geographically localized knowledge: spillovers or markets?”. *Economic Inquiry* 36 (1), 65–86.