

**SERIE DOCUMENTOS**

**BORRADORES  
DE  
INVESTIGACIÓN**

**No. 50, noviembre de 2004**

**Políticas y resultados de ciencia y tecnología  
en Colombia**

Hernán Jaramillo Salazar  
María Alejandra Botiva  
Andrés Zambrano



**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**

Colegio Mayor de Nuestra Señora del Rosario - 1653

JARAMILLO SALAZAR, Hernán

Políticas y resultados de ciencia y tecnología en Colombia / Hernán Jaramillo Salazar, María Alejandra Botiva, Andrés Zambrano. — Bogotá: Centro Editorial Universidad del Rosario, 2005.

21 p. : cuadros, tablas.— (Economía. Serie Documentos, Borradores de Investigación; 50)

ISSN: 0124-4396

Incluye bibliografía.

COLOMBIA – POLÍTICA ECONÓMICA / CIENCIA EN COLOMBIA / TECNOLOGÍA EN COLOMBIA / COLOMBIA – GASTOS PÚBLICOS / COLOMBIA – PRESUPUESTOS / COLOMBIA – PUBLICACIONES OFICIALES / I. Título / II. Serie / III. BOTIVA, María Alejandra / IV. ZAMBRANO, Andrés.

© Centro Editorial Rosarista

© Facultad de Economía

© Autores: Hernán Jaramillo Salazar, María Alejandra Botiva, Andrés Zambrano

Todos los derechos reservados

Primera edición: noviembre de 2004

ISSN: 0124-4396

Impresión digital: JAVEGRAF - Colombia

# POLÍTICAS Y RESULTADOS DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA EN COLOMBIA\*

HERNÁN JARAMILLO SALAZAR  
hjaramil@urosario.edu.co

MARÍA ALEJANDRA BOTIVA  
mbotiva@urosario.edu.co

ANDRÉS ZAMBRANO  
jazambran@urosario.edu.co

## RESUMEN

*Este artículo muestra la relación existente entre las políticas de Ciencia y Tecnología (CyT) y los resultados que éstas han producido a través del gasto en CyT, como indicador de insumo, y de las publicaciones, como indicador producto. El documento describe el proceso histórico que ha tenido el sistema a través de la construcción y acumulación de capacidades, éste es dividido en cuatro etapas. Por su parte, el gasto en CyT presenta un aumento de recursos hasta 1996, a partir de allí se da un decrecimiento. Este gasto proviene, en su mayoría, del sector público a través de créditos externos. Las publicaciones muestran un rendimiento sobresaliente de Colombia en términos de crecimiento, aunque los números absolutos sean todavía muy pequeños. Dichas tasas de crecimiento muestran una correspondencia con la financiación de la CyT y con la acumulación de capacidades del sistema de innovación.*

*Palabras clave:* políticas, ciencia y tecnología, gasto en ciencia y tecnología, publicaciones.

*Clasificación JEL:* H50, O31, O32, O38.

## ABSTRACT

*This paper shows the relation between the science and technology (S&T) policy and the results that have yielded through the S&T expenditure, as an input indicator, and the publications, as an output indicator. The document describes the historical process that the system has had through the capacity building and accumulation, which we divide it in four periods. The S&T expenditure presents a raise until 1996, and then there is a decrease. This expenditure is, in the main, from the public sector. The publications in Colombia show a great performance in terms of growth, although the absolute numbers are small yet. These growth rates reveal a direct relation with the S&T expenditure and with the capacity accumulation of the innovation system.*

*Keywords:* policies, science and technology, science and technology expenditure, publications, indicators.

*JEL Classification:* H50, O31, O32, O38.

---

\* Esta es una versión adaptada del documento "Políticas científicas y tecnológicas en Colombia: evaluación e impacto durante la década de los noventa" de Hernán Jaramillo, financiado por la CEPAL; y del Capítulo 4 del proyecto de investigación "La evaluación de programas de investigación y de su impacto para la sociedad colombiana" financiado por Colciencias.

## INTRODUCCIÓN

La política de Ciencia y Tecnología (CyT) en Latinoamérica se ha visto influenciada por factores exógenos determinados por la activa intervención de organismos internacionales (ONU, UNESCO, OEA, IDRC) que constituyeron lo que podría llamarse *el movimiento internacional para la aplicación de la ciencia y la tecnología a los problemas del desarrollo*. Sus objetivos se dirigían a promover el desarrollo de estructuras institucionales científicas y tecnológicas y a generar nuevos conocimientos, o aplicar los existentes, para el análisis de problemas económicos y sociales. En particular, la OEA ha ejercido un liderazgo importante en toda la región de América Latina con relación a la estructura y planeación de la actividad científica y tecnológica y al establecimiento de programas multinacionales.

Nombres como Máximo Halty-Carrere, Marcelo Alonso, Jorge Sábato, Amílcar Herrera y Francisco Sagasti, entre otros, canalizaron la atención de la comunidad hacia la CyT, en particular al tema de las políticas científicas y tecnológicas, en una época en la cual era aún incipiente el tema como agenda de discusión. El análisis se situó en las políticas implícitas y explícitas en CyT y en la integración de esfuerzos entre sectores académicos, empresariales y gubernamentales. Esta concepción se conoce en la bibliografía latinoamericana sobre ciencia y tecnología como el *Triángulo de Sábato*. Este es un modelo de análisis para explicar, entender y desarrollar la compleja relación de los factores que median entre la ciencia y sus aplicaciones, entre la oferta y la demanda de conocimientos y entre el papel que cumplen los distintos actores de la academia, el sector productivo y el gobierno.

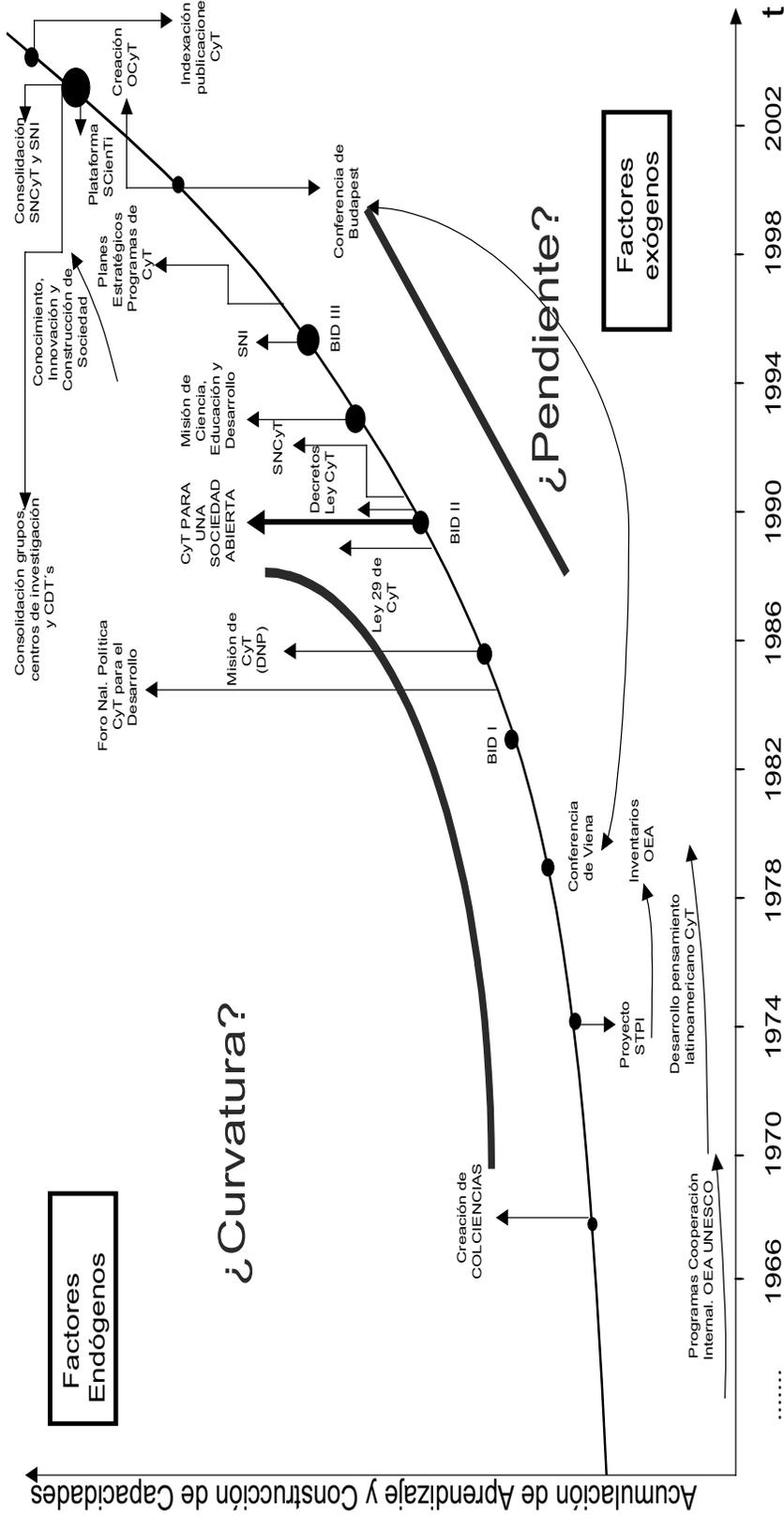
Estos factores exógenos sentaron las bases para la creación en 1968 del Fondo Colombiano de Investigaciones Científicas y Proyectos Especiales “Francisco José de Caldas”, Colciencias, y del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología como organismo consultivo y asesor del Gobierno Nacional en lo relacionado con la política científica y tecnológica.

En este documento se tratan de entender los hitos importantes de la historia de ciencia y tecnología reciente, que permiten explicar la acumulación de eventos, circunstancias e instrumentos de la política científica y tecnológica en el país. Esto permitirá explicar la acumulación de capacidades para el desarrollo de las políticas, los instrumentos de la política y el desarrollo institucional de la CyT en Colombia, asociados a factores exógenos y endógenos que han influenciado el comportamiento actual.

El resultado de esta política se puede observar a través de diversos indicadores. Algunos son la consolidación de los grupos de investigación y de capacidades científicas y tecnológicas del país; desarrollo de proyectos de investigación que conforman en el mediano y largo plazo la continuidad de líneas y programas de investigación de las instituciones del sistema; formación de recursos humanos en los diferentes niveles: jóvenes investigadores, estudiantes de maestría y doctorado; inserción en redes internacionales y nacionales de conocimiento; influencia en las políticas públicas y privadas de los proyectos de investigación, y publicaciones científicas.

Para propósitos de este artículo haremos énfasis en el gasto en CyT como indicadores de insumo. Éstos sirven para mostrar la dinámica del comportamiento global del financiamiento del sistema nacional de innovación. Las publicaciones se utilizarán como indicador de la rela-

**GRÁFICO 1**  
**ACUMULACIÓN DE APRENDIZAJE Y CONSTRUCCIÓN DE CAPACIDADES.**



ción de la consolidación del sistema, sus políticas e instrumentos, y el efecto sobre el ambiente de progreso continuo.

Sin embargo, es necesario destacar que el ciclo del financiamiento difiere de la dinámica de las publicaciones científicas. Una disminución del financiamiento sólo tiene un efecto negativo sobre las publicaciones si se da por un periodo considerable de tiempo. Es decir, el efecto de arrastre del ciclo inicial de aumento en el financiamiento de la ciencia y la tecnología, obviamente acompañado por instrumentos y políticas, desata una dinámica de producción científica que se mantiene por un gran período y “aguanta” ciclos de desfinanciamiento siempre y cuando estos no sean demasiado largos.<sup>1</sup>

La organización de este documento es la siguiente. En una segunda sección se describirá el marco histórico del desarrollo de la CyT en Colombia con el fin de caracterizar la acumulación de capacidades en el país a lo largo del tiempo. En una tercera sección se muestra el gasto en ciencia y tecnología como un indicador del financiamiento del sistema nacional de innovación. En la siguiente sección se describirá la dinámica de las publicaciones como una aproximación a la dinámica de la ciencia en Colombia. Por último, haremos algunas conclusiones.

## MARCO HISTÓRICO

En el gráfico 1 se esquematiza la historia reciente, destacando los principales “eventos” que han ido dándole *personalidad* al sistema de CyT en Colombia como proceso acumulativo de aprendizaje y desarrollo. Existen tres aspectos que se deben destacar en el gráfico. El primero tiene que ver con la discusión sobre la “curvatura y la pendiente” del mismo. Esto permite identificar la conformación de la política de CyT con sus variantes, discontinuidades y dificultades, que ha obedecido a un proceso continuo de aprendizaje y de “continuidad en el cambio”. El segundo tiene relación con los factores exógenos y endógenos y su conjunción en el desarrollo de la construcción de la política pública de CyT y su impacto en las organizaciones del conocimiento, en el desarrollo de la política y en el avance en la construcción de capacidades e infraestructura científica y tecnológica del país. El tercero se refiere a que la “curvatura y pendiente” no se corresponden con dos elementos esenciales: el financiamiento del Estado y la integración congruente con otras políticas macro y sectoriales de diversas agencias de Estado y del sector privado. Como veremos más adelante, aquí se encuentran las limitaciones más importantes para obtener resultados e impactos más significativos de las actividades de ciencia, tecnología e innovación.

A partir de esta gráfica y de su “curvatura y pendiente” podemos realizar una caracterización de los diferentes períodos de la política de CyT en Colombia, que obedece al desarrollo y consolidación de los instrumentos de política y a los factores “más determinantes” que la han influenciado. Se pueden distinguir cuatro etapas en el desarrollo de la CyT. Un primer período,

---

<sup>1</sup> Zambrano y Forero (2004) caracterizan la dinámica de la ciencia y la tecnología de los países a través de la identificación de los procesos generadores de las publicaciones y las patentes. En su artículo, encuentran que en el caso de Colombia, las publicaciones siguen un proceso estacionario AR(1) con tendencia. Esto implica que choques (negativos) permanecerán por un número pequeño de periodos, siempre y cuando no sean continuos.

anterior a 1968 que dio lugar a la creación de Colciencias; un segundo período, entre 1968 y 1988; un tercer período, que comprende finales de la década de los ochenta y toda la década de los noventa, y un cuarto período, desde 2000 hasta hoy. Como lo anota Villaveces (2003), “igual que sucede con los procesos históricos, estas etapas son discernibles a posteriori, pero no tienen fechas ni límites exactos”.

El cuadro 1 presenta los hechos y factores más destacados de cada una de las etapas. El primer período estuvo influenciado exógenamente por los organismos internacionales y por el pensamiento latinoamericano. Estos factores iniciaron la cultura de la investigación en Colombia y presentaron nuevos retos para llegar a la concepción de una sociedad basada en el conocimiento.

**CUADRO 1**  
**ETAPAS EN EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN COLOMBIA**

Período 1 – Antes de 1968	Período 2 – 1968 a 1988
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Influencia de organismos internacionales (ONU, UNESCO, OEA)</li> <li>• Desarrollo del pensamiento latinoamericano en CyT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1970: creación de las maestrías y firma de convenios de cooperación</li> <li>• 1981: convenio Incomex – Colciencias</li> <li>• 1983: préstamo BID – ICFES</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 CyT</li> <li>• 1988: Misión de CyT</li> </ul>
Período 3 – 1988 a 2000	Período 4 – 2000 a la fecha
<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 CyT y los Comités Regionales</li> <li>• 1990: préstamo BID-Colciencias II Etapa</li> <li>• 1991: decretos 393 591; 584 y 585</li> <li>• 1991: publicación del libro <i>Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta</i></li> <li>• 1993: Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo</li> <li>• 1994: Documento CONPES</li> <li>• 1995: préstamo BID – Colciencias III Etapa</li> <li>• 1995: Sistema Nacional de Innovación y Sistemas Regionales</li> <li>• 1999: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 2000: Ley 633 sobre incentivos tributarios</li> <li>• 2000: Documento CONPES 3080</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 CyT</li> <li>• 2002: Plataforma ScienTI</li> <li>• 2002: Ley 788</li> <li>• 2003: incorporación de la Ley 344 del SENA de 1996 en la Ley del Plan Nacional de Desarrollo de 2003</li> </ul>

En el segundo período se destaca el comienzo del desarrollo de factores endógenos que logran aproximarse a esa nueva concepción de la investigación. Al respecto, como lo señala Villaveces (2003), “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 gente 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”.

Es una etapa en la que además de formación de recursos humanos de alto nivel se logra ir institucionalizando la actividad de investigación en el país.

Este período se caracteriza por una débil relación entre las políticas de CyT y las políticas y planes de desarrollo. Como lo señala Garay (1998), “si bien en algunos de los planes de desarrollo elaborados en este período se hacía mención a los aspectos científicos y tecnológicos e incluso se trazaban objetivos y estrategias para su desarrollo, el resultado era su inclusión marginal sin armonía con las políticas generales”.

De los factores endógenos de este período se destacan: el préstamo BID-Colciencias I Etapa y la Misión de Ciencia y Tecnología, que finalizó actividades en 1990 y cuyas recomendaciones se constituirían en la base fundamental de la nueva política iniciada en ese año. El primer préstamo del BID constituyó el inicio del financiamiento con crédito externo de las actividades de CyT en Colombia, que se ha venido manteniendo en el tiempo, lo que le ha dado coherencia y complementariedad al desarrollo de los programas y las actividades de financiamiento de la actividad científica y tecnológica, así como a la consolidación de instrumentos de política y de instituciones.

Este primer crédito se firmó en 1983 por 44.5 millones de dólares y terminó su ejecución en 1988. Su objetivo principal era aumentar las actividades de investigación científica y desarrollo tecnológico, mejorar la calidad de las investigaciones en términos de objetivos, metodologías, realizaciones y rigurosidades de sus resultados, y asociar la investigación con los problemas más urgentes del desarrollo.

Este primer préstamo marcó la senda hacia la dependencia de la investigación en Colombia: es el crédito externo el que soporta la financiación de esta actividad en el país. Esta dependencia de recursos externos se ha convertido en una debilidad de la actividad científica y tecnológica, ya que no han sido sustituidos adecuadamente por recursos del presupuesto general de la nación. Esto implica que períodos en los cuales no existen créditos externos, la investigación sufra un estancamiento.

Otro elemento de este segundo período fue la realización de la Misión de CyT, que inició labores en 1988 y terminó en 1990. Sus recomendaciones sentaron las bases del importante cambio en el inicio de la década de los noventa. Dos elementos importantes se hicieron explícitos y diferenciados: *La política para la ciencia* como el conjunto de mecanismos y medios para impulsar el desarrollo científico y tecnológico y la *política de la ciencia* como utilización de los desarrollos científicos y tecnológicos como herramientas para el desarrollo.

El tercer período, iniciado hacia finales de los ochentas y desarrollado durante toda la década de los noventa, significó un quiebre importante en la concepción, organización institucional, desarrollo de instrumentos y articulación de la CyT con el desarrollo económico y social del país, particularmente en la relación con el sector productivo. Es una etapa de cambios profundos en la economía colombiana y en la concepción del modelo de desarrollo que influyó de manera significativa en la orientación de la actividad científica y tecnológica del país.

Los principales factores a destacar durante este período son: (a) la Ley 29 de 1990, que estableció los parámetros del nuevo marco para la actividad de investigación y desarrollo tecnológico; (b) el Decreto 1767 de 1990, que adscribió Colciencias al Departamento Nacional de

Planeación (DNP), antes adscrito al Ministerio de Educación Nacional, y que creó el Sistema Nacional de CyT; (c) los decretos expedidos en 1991 (393; 591; 584 y 585) para reglamentar el nuevo marco regulatorio;<sup>2</sup> (d) la publicación del libro *Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta*, que le dio contenido al nuevo escenario de las reformas estructurales de inicios de los noventa; (e) la segunda etapa del crédito BID, para el período 1990-1994; (f) el inicio de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, que entregó sus resultados en 1994;<sup>3</sup> (g) la elaboración y aprobación del documento del Consejo de Política Económica y Social, que estableció la política de CyT para el período 1994-1998; (h) la tercera etapa del crédito BID, previsto para ejecutarse inicialmente entre 1995 y 1999, pero que por razones fiscales se extendió hasta el 2002; (i) la institucionalización en 1995 del Sistema Nacional de Innovación (SNI) y el desarrollo de instrumentos y modalidades para el financiamiento y la organización de la innovación tecnológica y los sistemas regionales de innovación; (j) el establecimiento de los planes estratégicos para programas nacionales de CyT y (k) la creación en 1999 del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT). De los anteriores factores los más importantes fueron los créditos del BID segunda y tercera etapa y los resultados de la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo. A continuación los describiremos más detalladamente.

La segunda etapa del crédito BID tuvo un financiamiento de 66.7 millones de dólares. El propósito fue continuar con el proceso de incorporación de la CyT al desarrollo económico y social del país con el objetivo de: (a) fortalecer la capacidad para realizar investigaciones científicas y tecnológicas y aplicar sus resultados en los distintos sectores de la sociedad colombiana; (b) vincular a los centros generadores de conocimientos con los usuarios potenciales; (c) aumentar la capacidad innovadora de los sectores productivos; (d) mejorar los procesos de coordinación, ejecución y evaluación de las actividades científicas y tecnológicas y (e) impulsar la capacitación de investigadores en el exterior, principalmente para la realización de estudios de doctorado. Dos aspectos importantes de esta segunda etapa del crédito, y que lo diferencian

---

<sup>2</sup> El Decreto 393 estableció las normas mediante las cuales se autoriza a las entidades nacionales y descentralizadas asociarse con particulares para adelantar actividades científicas y tecnológicas. Mediante este decreto se avanzó en la conformación de una nueva modalidad institucional, las corporaciones mixtas regidas por el derecho privado.

El Decreto 585 definió las instancias y estructura del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología (SNCyT): se integró el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, presidido por el Presidente de la República y el Jefe del DNP y conformado por representantes de los ministerios, la comunidad científica, las regiones, las universidades y el sector privado. Se incluyeron como parte del SNCyT todos los programas, estrategias y actividades de ciencia y tecnología del país. Se crearon los programas nacionales de ciencia y tecnología en las áreas de: Biotecnología, Ciencias Básicas, Ciencias Sociales y Humanas, Ciencias del Mar, Ciencias del Medio Ambiente y del Hábitat, Estudios Científicos de la Educación, Ciencias de la Salud, Ciencias de la Electrónica, Telecomunicaciones e Informática, Ciencias de la Energía y Minería, Ciencias Agropecuarias y el Programa de Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad. En cada uno de los consejos de programas participan representantes de los sectores gubernamental, académico y de investigación, y productivo. Así mismo se establecieron las comisiones regionales de ciencia y tecnología y los comités para el desarrollo de las estrategias. Hay que anotar que Colciencias ejerce la Secretaría Técnica del Sistema y las Secretarías Técnicas de cada Programa Nacional, que comparte, según el caso, con los ministerios respectivos.

Por su parte, el Decreto 591 reguló las diferentes modalidades de contratación para el fomento de las actividades científicas y tecnológicas.

<sup>3</sup> El informe conjunto de los comisionados de la Misión está contenido en el documento “Colombia: Al Filo de la Oportunidad”.

del primero, fueron la incorporación del financiamiento al sector productivo y la formación de recursos humanos de alto nivel.

La tercera etapa del crédito BID tuvo un financiamiento de 219 millones de dólares. Un primer aspecto para destacar en esta etapa del crédito fue el salto importante en los recursos contratados para CyT, que significaron un incremento del 30% con relación al crédito anterior. Un segundo aspecto fue la destinación del 28,1% de los recursos para el apoyo al sector productivo. Desde esta perspectiva, el propósito principal del programa era fortalecer la capacidad nacional en CyT para incrementar la competitividad y la productividad del sector productivo empresarial. Un tercer aspecto lo constituyó el componente de formación de recursos humanos, particularmente para la realización de estudios de doctorado. El cuarto aspecto, habitual en los tres créditos, fue el fortalecimiento de las capacidades científicas a través de la investigación del sector académico.

El tercer factor importante, la Misión de Ciencia, Educación y Desarrollo, se integró el 16 de septiembre de 1993 y entregó resultados el 21 de julio de 1994. La Misión tuvo como objetivo central “entregar al país una nueva carta de navegación con los rumbos de la ciencia, la educación y el desarrollo trazados claramente sobre ella” y se articuló sobre tres ejes.

El primer eje estuvo referido a los cambios organizacionales y de comportamiento, tanto de las instituciones públicas como privadas, en los aspectos de gestión, productividad y competitividad. Esto con el fin de crear organizaciones flexibles con capacidad de aprender, autotransformarse y transformar el medio. El segundo eje se centró en el cambio educativo. El tercer eje constituyó la propuesta de un proyecto nacional que integrara la ciencia y la tecnología a la sociedad y la cultura colombiana. Los mecanismos para lograrlo eran la formación de recursos humanos; el fortalecimiento y consolidación de una infraestructura científica y tecnológica; el fomento al desarrollo de redes de investigación; el impulso al desarrollo tecnológico y la innovación; la preservación y uso del medio ambiente y la diversidad, y la apropiación de la CyT por sectores cada vez más amplios de la sociedad.

Un cuarto período, que hasta hace poco comenzó, se caracteriza por profundizar y articular los actores del Sistema Nacional de CyT y fortalecer el Sistema Nacional de Innovación, así como la infraestructura nacional de CyT. Se profundiza en la articulación de recursos financieros entre diversas instituciones del Estado como mecanismo de compensación a la disminución de recursos de la Nación.

## **EL GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA**

Como se señalara al inicio, diversos indicadores pueden dar cuenta de la actividad científica y tecnológica. Estos indicadores, tanto de insumo como de proceso y resultados, permiten mostrar el grado de avance y las dificultades para consolidar la investigación y el desarrollo tecnológico del país.

Las cifras muestran que el gasto en CyT en Colombia es de carácter pro-cíclico. Esto afecta, en gran medida, la consolidación de capacidades científicas, pues su construcción es de largo plazo. Por otra parte, el carácter pro-cíclico del gasto en ciencia y tecnología conlleva a que en los períodos de recesión y crisis exista una tendencia de *mantener un equilibrio estable de conservación* de las capacidades construidas sin posibilidad de dar saltos cualitativos importantes. Este

fenómeno es descrito por Forero y Jaramillo (2002) como “la estabilidad alrededor de niveles muy insuficientes de actividad científica y tecnológica. En esos equilibrios inferiores, las comunidades de la ciencia y la tecnología son extremadamente reducidas y logran apenas un crecimiento vegetativo”. Si bien estos *equilibrios inferiores* se presentan, se manifiestan en el mediano y a veces largo plazo, dependiendo de la *fuerza* de capacidades y dinámicas acumuladas.

En el caso colombiano, hasta 1996 se dio una clara tendencia al aumento de recursos, presentándose una fluctuación en la disminución del gasto a partir de ese año, tendencia que vuelve a mostrar una senda de recuperación a partir de 2000, como se muestra en el cuadro 2 y el gráfico 2.

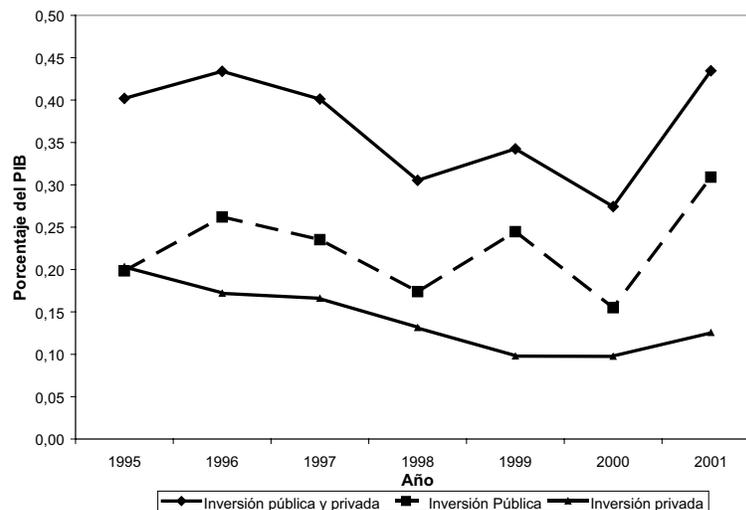
CUADRO 2  
GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA. MILLONES DE PESOS

Sectores	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Sector Gubernamental (1)	192.946	304.000	315.930	205.126	295.763	319.466	372.509
Sector Universidades (2)	24.606	38.489	63.380	78.987	90.597	104.484	121.801
Sector Empresarial (3)	182.680	203.973	246.208	241.510	211.296	230.228	228.678
Organizaciones sin ánimo de lucro (4)	3.193	20.505	15.025	9.160	6.855	4.356	5.272
Total	403.425	566.967	640.543	534.784	604.511	658.514	728.260
Total en millones de pesos de 1995 (5)	403.425	485.133	469.095	338.956	340.526	335.291	325.113

Fuente: Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología -OCyT

- (1) La inversión del sector gubernamental se estima a partir de los proyectos de ciencia y tecnología
  - (2) La inversión del sector de universidades se estima a partir de la Encuesta de Educación Superior que
  - (3) La inversión del sector empresarial se estima aplicando el porcentaje, por sectores industriales, de inversión en actividades de ciencia y tecnología sobre las ventas de la I EDT(1996)
  - (4) Se obtiene de la información de proyectos que ha financiado Colciencias a las organizaciones sin ánimo de lucro
  - (5) Deflactor obtenido de datos de DNP
- (\*) No están considerados los fondos parafiscales ni los incentivos tributarios a las actividades de ciencia y tecnología

GRÁFICO 2  
INVERSIÓN EN ACTIVIDADES CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS



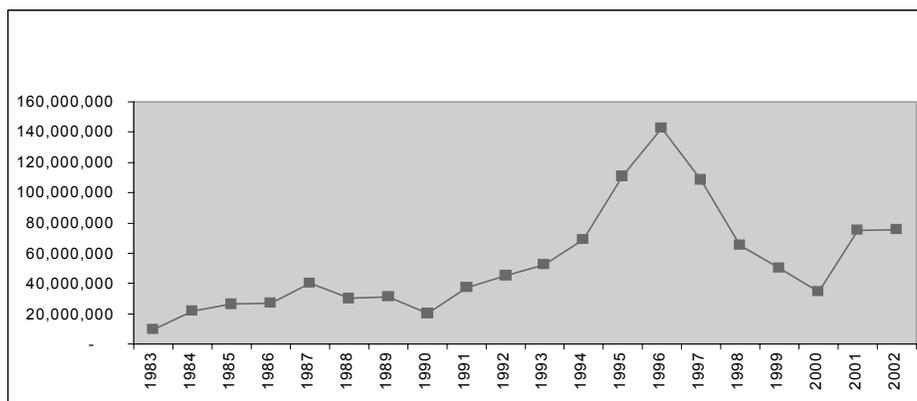
Fuente: DNP, Subdirección de Ciencia y Tecnología, 2002.

Cabe anotar que el componente determinante de los ciclos de inversión en CyT son los recursos públicos. Los recursos aportados por la inversión privada, además de ser muy bajos, presentan una caída casi permanente durante todo el período, con una muy leve recuperación al final.<sup>4</sup>

En el gráfico 3 se muestra la evolución del presupuesto de Colciencias, principal institución que financia CyT en el país, durante el período 1983-2002. Se destaca, consistente con los comentarios anteriores, cómo a partir de los noventa se inicia una tendencia creciente ya explicada en la primera sección del trabajo y que alcanza el nivel máximo en 1996, cuando se inicia una caída vertiginosa que dura hasta 2000, momento en el que se presenta de nuevo un leve crecimiento.

Debe resaltarse que la situación financiera de Colciencias afecta de manera importante la consolidación de la investigación científica, la infraestructura de CyT y la formación de recursos humanos de alto nivel; elementos esenciales para el desarrollo científico y tecnológico y para el desarrollo de la innovación en Colombia. Sin embargo, hay que destacar que la dinámica de la época de crecimiento sentó las bases para un crecimiento acumulado y aún sostenible de los grupos y centros de investigación y desarrollo tecnológico en los distintos ambientes institucionales, con el peligro de llegar a situaciones de “equilibrios inferiores”.

GRÁFICO 3  
PRESUPUESTO COLCIENCIAS: 1983-2002



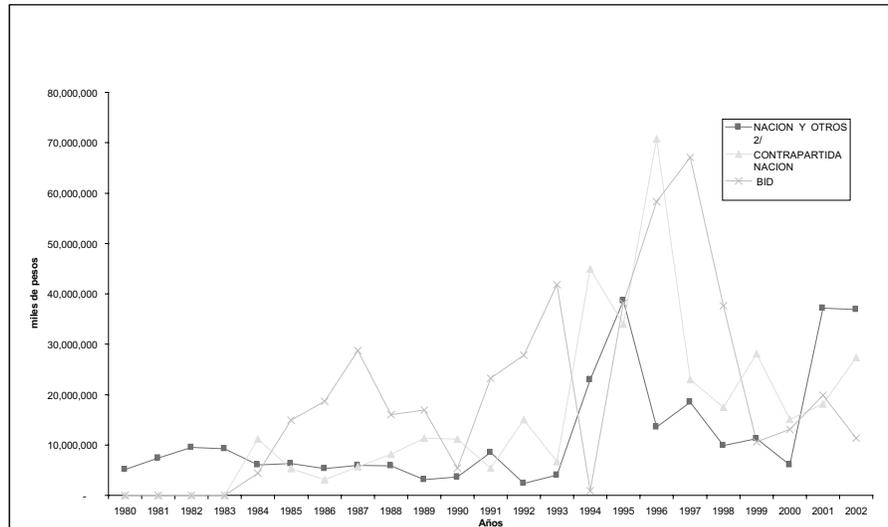
Fuente: Colciencias, Crédito externo.

Como se indicara en la primera parte, la influencia del financiamiento de la ciencia, la tecnología y la innovación han proveniendo de los créditos del BID, determinando en gran parte los ciclos de la inversión de esta actividad. Para el período 2000-2002, la influencia del financiamiento lo constituyen el SENA –con la Ley 344 de 1996 mediante la cual deberá aportar anualmente para el fomento de la investigación aplicada, la innovación y el desarrollo tecnoló-

<sup>4</sup> Esta situación es aún más profunda si se tiene en cuenta que parte de los recursos denominados como inversión privada no lo son en estricto sentido, dado que se cuentan entre ellos los fondos parafiscales, los subsidios implícitos y los costos fiscales que implica el otorgamiento de exenciones y deducciones. Para una ampliación sobre este aspecto puede verse Jaramillo (2002).

gico, la cuarta parte de los recursos provenientes del 20% de los aportes que sobre las nóminas recauda la institución— y el Fondo de Investigación en Salud, establecido en la Ley 643 del 2001, proveniente del 7% del recaudo de las loterías (gráfico 4).

GRÁFICO 4  
PRESUPUESTO COLCIENCIAS: 1980-2002



Fuente: Colciencias, Crédito Externo

En el cuadro 3 se observa el comportamiento del financiamiento de Colciencias por programas de CyT y por programas de innovación. Allí se percibe que fue en 2002 cuando se presentó el gran salto del financiamiento de los programas de innovación, influenciado principalmente por el programa de desarrollo industrial y calidad y por el programa de salud.

CUADRO 3  
PROYECTOS APROBADOS POR COLCIENCIAS.  
DISTRIBUCIÓN POR PROGRAMAS NACIONALES. MILLONES DE PESOS CORRIENTES

Programa	Vigencia presupuestal					
	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Biotecnología	326,24	132,92	584,92	1.074,65	1.252,68	1.221,16
Ciencia y Tecnología de la Salud	293,83	350,64	778,23	711,74	2.156,17	2.665,45
Ciencia y Tecnología del Mar	441,42	502,02	569,89	1.259,01	883,66	1.793,01
Estudios Científicos de la Educación	114,84	27,10	321,37	263,39	674,72	1.166,75
Ciencias Básicas	2.039,10	401,48	1.783,96	1.056,83	2.099,45	2.717,23
Ciencias Medio Ambiente y Habitat	75,09	132,65	565,44	1.133,60	231,83	1.866,83
Ciencias Sociales y Humanas	193,22	259,89	305,64	307,21	1.732,34	2.305,99
<b>Subtotal Programas de CyT</b>	<b>3.483,74</b>	<b>1.806,70</b>	<b>4.909,44</b>	<b>5.806,42</b>	<b>9.030,86</b>	<b>13.736,42</b>
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	325,85	191,99	1.233,25	1.182,27	4.905,44	7.122,25
Electrónica, Telecomunicaciones e	201,31	323,54	216,50	884,53	843,63	2.544,16
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	335,71	119,04	1.384,43	717,02	641,83	3.616,59
Investigaciones en Energía y Minería	408,05		776,87	238,83	607,12	1.561,77
<b>Subtotal Programas Innovación</b>	<b>1.270,92</b>	<b>634,56</b>	<b>3.611,05</b>	<b>3.022,65</b>	<b>6.998,02</b>	<b>14.844,78</b>
<b>Total</b>	<b>4.754,65</b>	<b>2.441,26</b>	<b>8.520,49</b>	<b>8.829,07</b>	<b>16.028,88</b>	<b>28.581,20</b>

## Continuación cuadro 3

Programa	Vigencia presupuestal						Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	
Biotecnología	1.054,96	692,64	329,00	731,20	1.240,55	1.591,65	10.232,57
Ciencia y Tecnología de la Salud	2.347,66	2.352,00	920,00	1.585,71	7.823,01	6.317,76	28.302,20
Ciencia y Tecnología del Mar	1.301,07	1.138,00	794,00	700,02	785,83	1.555,79	11.723,72
Estudios Científicos de la Educación	1.047,49	999,00	546,85	421,94	340,05	784,35	6.707,85
Ciencias Básicas	2.814,81	311,00	1.305,48	1.759,58	1.136,71	2.747,62	20.173,26
Ciencias Medio Ambiente y Habitat	2.675,21	1.765,00	466,34	524,45	450,59	1.398,86	11.285,90
Ciencias Sociales y Humanas	1.953,73	1.709,00	459,88	1.318,35	413,00	1.040,30	11.998,53
<b>Subtotal Programas de CyT</b>	<b>13.194,95</b>	<b>8.966,64</b>	<b>4.821,55</b>	<b>7.041,25</b>	<b>12.189,74</b>	<b>15.436,33</b>	<b>100.424,04</b>
Desarrollo Tecnológico Industrial y Calidad	1.690,76	3.869,80	1.433,55	845,49	1.808,33	8.185,06	32.794,03
Electrónica, Telecomunicaciones e	1.790,84	854,00	1.429,77	123,37	944,16	3.532,68	13.688,50
Ciencia y Tecnologías Agropecuarias	4.708,19	2.097,00	655,14	974,03	561,27	3.106,84	18.917,07
Investigaciones en Energía y Minería	2.856,01	641,31	711,45	801,18	1.101,56	2.591,40	12.295,56
<b>Subtotal Programas Innovación</b>	<b>11.045,80</b>	<b>7.462,11</b>	<b>4.229,91</b>	<b>2.744,07</b>	<b>4.415,32</b>	<b>17.415,98</b>	<b>77.695,16</b>
<b>Total</b>	<b>24.240,75</b>	<b>16.428,75</b>	<b>9.051,47</b>	<b>9.785,32</b>	<b>16.605,05</b>	<b>32.852,31</b>	<b>178.119,20</b>

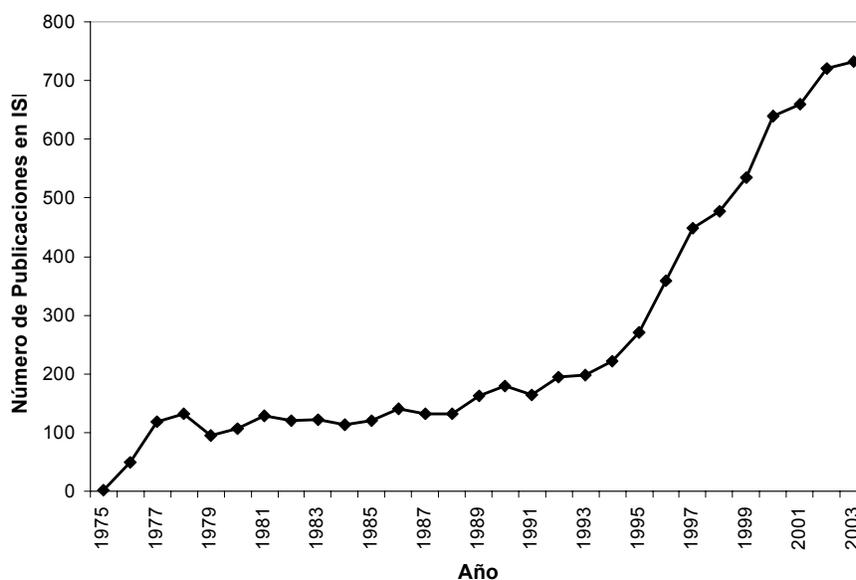
Fuente: Colciencias, Oficina de Registro de Proyectos.

### PUBLICACIONES CIENTÍFICAS

Las publicaciones científicas son un indicador de producto, útil para la evaluación del desarrollo de un sistema de innovación. Este indicador muestra que las políticas implementadas sí han producido un impacto en la investigación en Colombia. Además, la comparación con datos de otros países latinoamericanos permite observar una mayor dinámica de las publicaciones en Colombia aun cuando en niveles se presenten grandes rezagos.

GRÁFICO 5

### NÚMERO DE PUBLICACIONES COLOMBIANAS INDEXADAS EN ISI



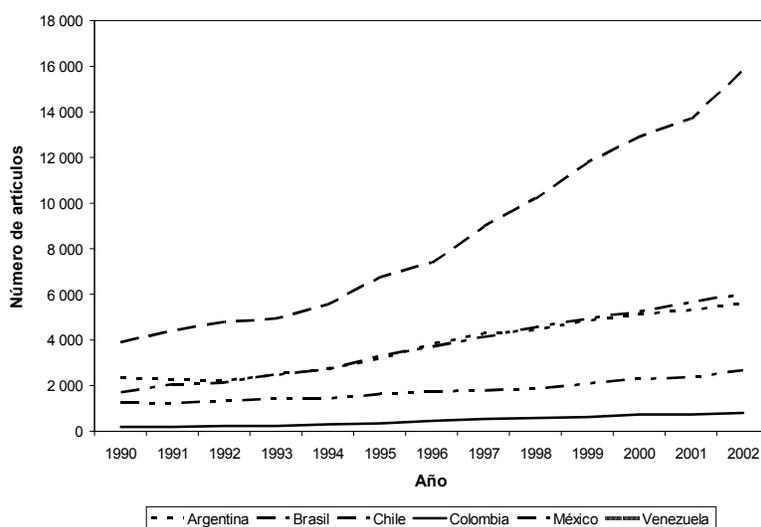
Fuente: Uniandes-Urosario-OCyT. Proyecto Impacto Social de la Ciencia.

En el gráfico 5 se muestra la trayectoria de las publicaciones científicas colombianas indexadas en el ISI para el período 1975-2002. Como se puede observar, hay una correspondencia con la tendencia del gráfico 1 de acumulación de capacidades en construcción de capital humano, intelectual, institucional y de ambiente de conocimiento, así como con la tendencia del financiamiento de la investigación, principalmente a partir de 1994 donde se marca un quiebre importante de la curva.

Este comportamiento es resultado del fortalecimiento de la investigación académica y científica de los grupos y centros de investigación, así como de la infraestructura institucional y de reglas del juego construidas. Para el caso de la innovación tecnológica, el comportamiento en cuanto a resultados en productos, procesos, publicaciones y patentes no tiene la misma dinámica de comportamiento (ver Zambrano y Forero, 2004).

Si se compara con América Latina, como se hace en el gráfico 6, Colombia presenta un nivel inferior en el número de publicaciones registradas en Science Citation Index (SCI)<sup>5</sup> con relación a Brasil, Argentina, México, Chile y Venezuela para la década de los noventa. Sin embargo, como resultado de las políticas de CyT adoptadas desde finales de los ochenta e inicio de los noventa, el país presenta una tendencia de crecimiento mayor que los países considerados. Esto se observa en el gráfico 7, donde la tendencia de Colombia es mayor que la de todos los países seleccionados para la primera mitad de la década. Luego, esta tendencia disminuye, en buena parte por la disminución de la financiación, aunque sólo es superada por Brasil. A finales de la década, la tendencia vuelve a presentar un aumento. Para propósitos de este trabajo, este último indicador es más apropiado que el primero, porque muestra que la dinámica de la ciencia en Colombia es superior a la de los demás países.

**GRÁFICO 6**  
**EVOLUCIÓN DE LAS PUBLICACIONES INDEXADAS EN SCI**

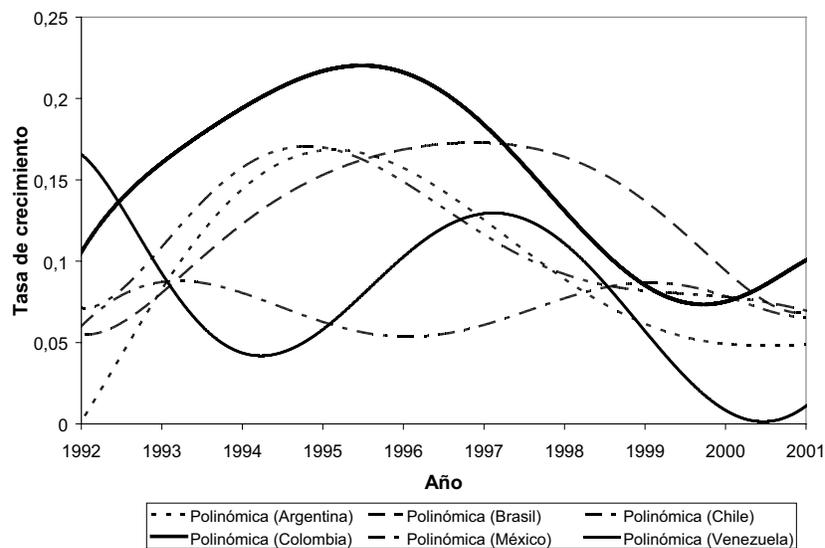


Fuente: Cálculo de los autores basados en RICyT (2004).

<sup>5</sup> Science Citation Index (SCI): Base multidisciplinaria. Reúne cerca de 53.000 revistas de tecnología, medicina, ciencias de la vida y medio ambiente.

GRÁFICO 7

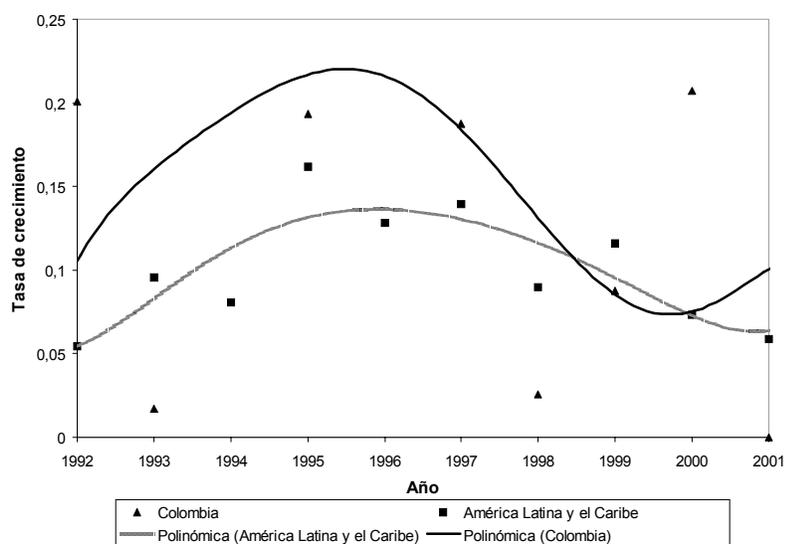
**TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LAS PUBLICACIONES INDEXADAS EN SCI.  
COLOMBIA FRENTE A PAÍSES LATINOAMERICANOS**



Fuente: Cálculo de los autores basados en RICyT (2004).

GRÁFICO 8

**TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LAS PUBLICACIONES INDEXADAS EN SCI.  
COLOMBIA FRENTE A AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: 1992-2001**



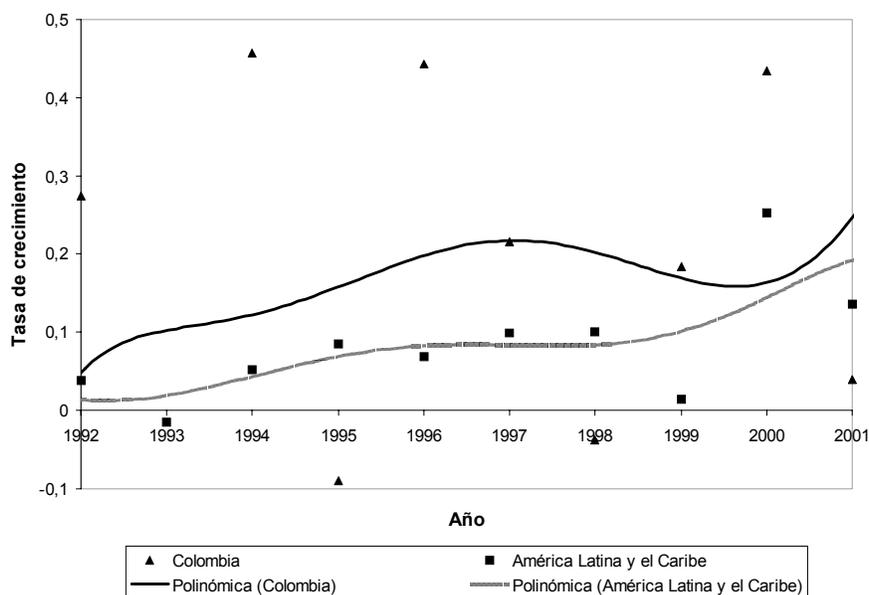
Fuente: Cálculo de los autores basados en RICyT (2004).

Esta superioridad de la tendencia de crecimiento de Colombia se mantiene al tomar las cifras agregadas de América Latina y el Caribe (ALC), como lo muestra el gráfico 8. Allí se observa que la tendencia de ALC también disminuye a partir de 1996. Sin embargo, contrario al caso de Colombia, esta tendencia no presenta ninguna recuperación.

Ahora bien, una pregunta que surge es si este comportamiento se da también en otras bases científicas. En el caso de Medline<sup>6</sup> se encuentra una tendencia de crecimiento que va en aumento durante el periodo. ALC también presenta una tendencia creciente a lo largo del periodo, aunque menor que la de Colombia. Esto muestra una consolidación de la comunidad científica que gira alrededor de la salud.

### GRÁFICO 9

#### TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LAS PUBLICACIONES INDEXADAS EN MEDLINE. COLOMBIA FRENTE A AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: 1992-2001



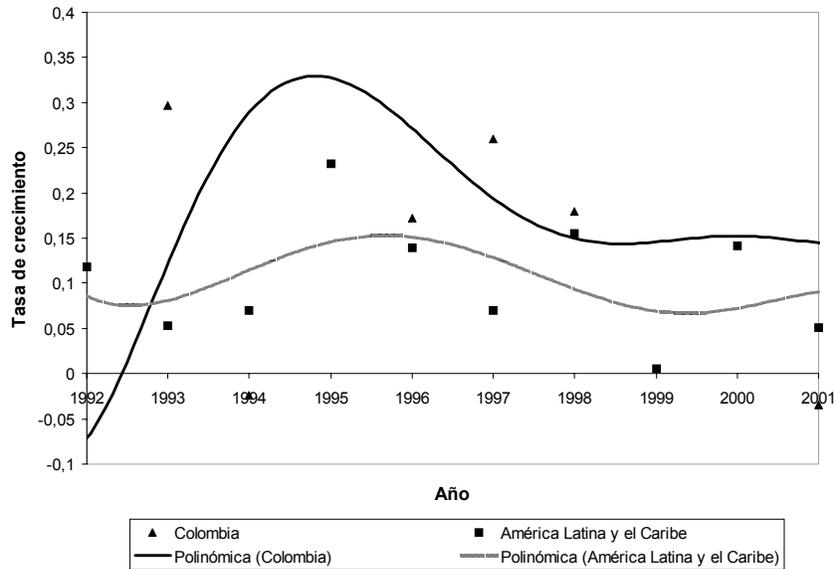
Fuente: Cálculo de los autores basados en RICyT (2004).

La base de Chemical Abstracts (CA)<sup>7</sup> muestra, de nuevo, una tendencia superior de Colombia comparada con la de ALC. Sin embargo, la dinámica es distinta a las dos bases anteriores. Para Colombia, las tasas de crecimiento en esta área son negativas al comienzo de la década. Seguido de esto, se da un crecimiento de niveles muy superiores al de ALC para luego establecerse en una media menor, pero superior a la de ALC. Por su parte, el comportamiento de las tasas de crecimiento de ALC tiene una menor variación. Gráfico 10. Tendencia de crecimiento de las publicaciones indexadas en CA. Colombia frente a América Latina y el Caribe: 1992-2001

<sup>6</sup> Medline (Index Medicus): Comprende cerca de 4.300 publicaciones de medicina humana y campos relacionados.

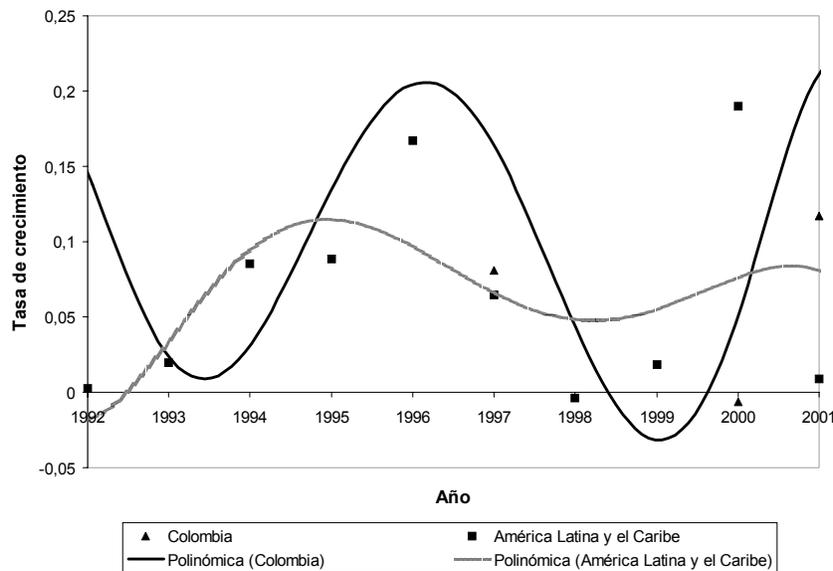
<sup>7</sup> Chemical Abstracts (CA): Comprende cerca de 8.000 publicaciones de química, bioquímica e ingeniería química.

**GRÁFICO 10**  
**TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LAS PUBLICACIONES INDEXADAS EN CA.**  
**COLOMBIA FRENTE A AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: 1992-2001**



Fuente: Cálculo de los autores basados en RICyT (2004).

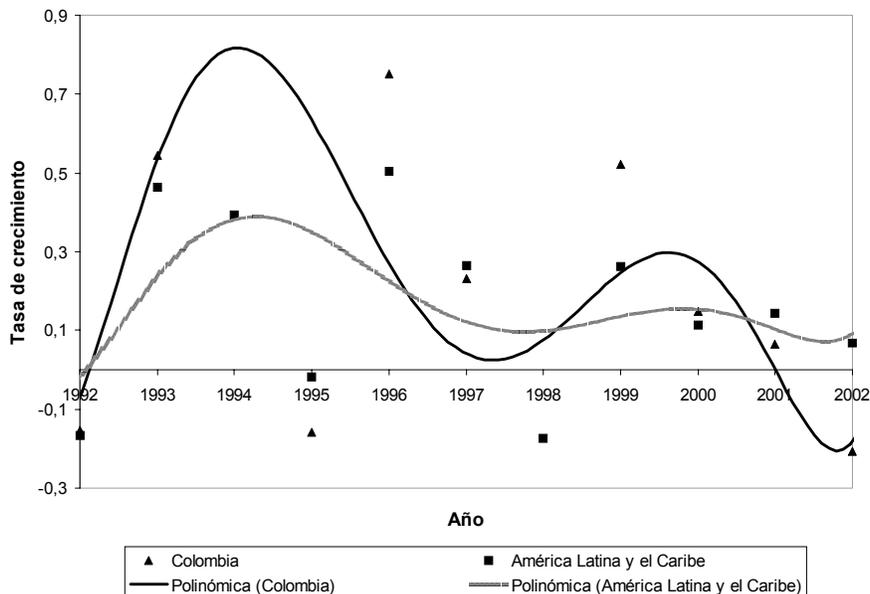
**GRÁFICO 11**  
**TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LAS PUBLICACIONES INDEXADAS EN BIOSIS.**  
**COLOMBIA FRENTE A AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: 1992-2001**



Fuente: Cálculo de los autores basados en RICyT (2004). Gráfico 12. Tendencia de crecimiento de las publicaciones indexadas en Compendex. Colombia frente a América Latina y el Caribe: 1992-2002

GRÁFICO 12

### TENDENCIA DE CRECIMIENTO DE LAS PUBLICACIONES INDEXADAS EN COMPENDEX. COLOMBIA FRENTE A AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: 1992-2002



Fuente: Cálculo de los autores basados en RICyT (2004).

Este comportamiento no es el mismo en todas las áreas del conocimiento. Las bases de datos de Biosis<sup>8</sup> y Compendex<sup>9</sup> muestran que la tendencia de crecimiento de Colombia en estas áreas es muy variable, presentando ciclos bastante notables.

## CONCLUSIONES

Este artículo muestra la relación que existe entre las políticas de CyT y los resultados que han producido a través del gasto en CyT, como indicador de insumo, y de las publicaciones, como indicador producto. El análisis muestra que sí existe correspondencia entre dichas políticas y los resultados.

En una primera sección se desarrolla un marco histórico que muestra cómo nació la cultura de la investigación en Colombia y las distintas etapas que el sistema ha tenido. Se distinguen tres periodos. El primer de ellos estuvo influenciado exógenamente por los organismos internacionales y por el pensamiento latinoamericano. Estos factores iniciaron la cultura de la investigación en Colombia y presentaron nuevos retos para llegar a la concepción de una sociedad basada en el conocimiento. En el segundo período se hace un énfasis especial en la formación de recursos humanos de alto nivel y se logra ir institucionalizando la actividad de investigación en el país. Este período se caracteriza por una débil relación entre las políticas de CyT y las

<sup>8</sup> Biosis (Biological Abstracts): abarca cerca de 9.000 publicaciones en el campo de ciencias de la vida.

<sup>9</sup> Compendex (Engineering Index): abarca cerca de 5.000 publicaciones en el área de ingeniería incluyendo informática.

políticas y planes de desarrollo. En esta etapa comienza a marcarse el hecho de que el crédito externo es el que soporta el financiamiento de esta actividad en el país, lo que muestra una gran debilidad del sistema de innovación. El tercer período significó un quiebre importante en la concepción, organización institucional, desarrollo de instrumentos y articulación de la CyT con el desarrollo económico y social del país, particularmente en la relación con el sector productivo. Además, la financiación se distribuye entre diversas instituciones del Estado como mecanismo de compensación de la disminución de recursos de la Nación.

El indicador de gasto en CyT muestra que hasta 1996 se dio una clara tendencia al aumento de recursos. Sin embargo, esta tendencia se revierte hasta 2000 donde comienza de nuevo un aumento. Este gasto proviene, en su mayoría, del sector público y principalmente de Colciencias, cuyo presupuesto presenta la misma tendencia. Por su parte, el gasto privado en CyT, que es menor al público, también presenta disminuciones entre 1996 y 2000 y su posterior recuperación es mucho menor a la del gasto público.

Por su lado, las publicaciones muestran un rendimiento sobresaliente de Colombia en términos de crecimiento, aunque los números absolutos sean todavía muy pequeños. Estas tasas de crecimiento presentan una correspondencia con la financiación de la CyT y con la acumulación de capacidades del sistema de innovación. Se encuentra que las tasas de crecimiento de publicaciones del área de ciencias sociales, medicina y química, son mayores a las de otros países de ALC. Sin embargo, en áreas como biología y química se encuentran ciclos en la tasa de crecimiento que muestran una variabilidad mayor a la de ALC.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Forero, C., Jaramillo, H. (2002). "The Access of Reserchers from Developing Countries to International Science and Technology". *International Social Science Journal* 171.
- Garay, L.J. (1998). *Colombia Estructura Industrial e Internacionalización 1967-1976*. Tomo I. DNP, Colciencias, Mincomercio, Consejería Económica y Competitividad, Minhacienda, Proexport: Bogotá.
- Jaramillo, H. (2004). *Políticas Científicas y Tecnológicas en Colombia: Evaluación e Impacto durante la Década de los Noventa*. CEPAL.
- Jaramillo, H. (2002). *Hacia la Construcción de una Metodología para la Determinación del Gasto en Ciencia y Tecnología*. Documento de trabajo, Bogotá.
- RICYT (2003). "El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/ Interamericanos". Disponible en <http://www.ricyt.org>
- Universidad de los Andes, Universidad del Rosario, OCyT (2004). *La evaluación de Programas de Investigación y de su Impacto en la Sociedad Colombiana*. Informe final entregado a Colciencias.
- Villaveces, J.L. (2003). *70 Años de Ciencia y Tecnología en Colombia*. Mimeo
- Zambrano, J.A., Forero-Pineda, C. (2004). "Practices, Dynamics and Institutions of Science and Technology in Developed and Developing Countries". Disponible en [www.isnic.org/ISNIE04/Papers/forero.pdf](http://www.isnic.org/ISNIE04/Papers/forero.pdf)