

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Indicadores del Programa Nacional de Biotecnología

Luis Antonio Orozco Castro*
Doris Lucía Olaya Medellín**

Introducción:

Este trabajo es producto de una investigación realizada en el proyecto “La evaluación de programas de investigación y de su impacto en la sociedad colombiana”¹, desarrollado por la Universidad de los Andes, la Universidad del Rosario y el Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología. Su objetivo es mostrar los impactos que se han generado a partir del desarrollo de actividades científicas y tecnológicas en el país en materia de biotecnología, haciendo énfasis en la gestión política realizada por el Consejo y la Secretaría Técnica del Programa Nacional de Biotecnología y su relación con el desempeño de los científicos, ingenieros, técnicos, juristas y administradores que generan cambios en el mercado.

Nos proponemos acercarnos a la comprensión de los *cambios en el tiempo* que se notan en las actividades científicas y tecnológicas. Por ejemplo ver la producción de conocimiento y la inversión en CyT en un sector, y relacionarla con su comportamiento en cuanto a la generación de empleos e incremento en la productividad y competitividad.

A continuación presentamos cuatro unidades de indicadores para el análisis:

Indicadores de contexto: Muestran la evolución de la biotecnología a partir de la información registrada en la VI convocatoria de grupos colombianos de investigación científica o tecnológica año 2002. Presentamos un indicador descriptivo sobre la situación en la que nace el programa y cómo evoluciona la comunidad que trabaja con la biotecnología.

Indicadores de insumo-proceso: Muestran información sobre la gestión realizada por la acción de la política pública en biotecnología registrada en las actas del Consejo del Programa Nacional de Biotecnología, y la información de los proyectos financiados por éste.

Indicadores de estructura y resultados: Muestran las redes sociales y las temáticas trabajadas en las investigaciones que fueron financiadas por Colciencias.

Indicadores de impacto: muestran información sobre un caso particular de forma estructurada y sistemática en relación con un marco de referencia conceptual que denominamos *Modelo tecnoeconómico de la competitividad sistémica*.

1.1

* Luis Orozco: Administrador de Empresas de la Pontificia Universidad Javeriana, Investigador del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT, (lorozco@ocyt.org.co)

** Doris Olaya: Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, Investigadora del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología - OCyT.

Expresamos nuestro agradecimiento a Diego Andrés Chavarro, investigador del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología – OCyT por su apoyo en la construcción de esta información

Queremos agradecer de manera especial a Myriam de Peña, Elizabeth Hodson, Dolly Montoya, Patricia del Portillo, Lucía Atehortúa, Claudia Forero, Nelma Sánchez, Mariana Delgado, Ricardo Torres, Rafael Aramendis, Andrés Laignelet y Jorge Ahumada por su especial colaboración con este trabajo.

¹ Ver Parte tres, segundo documento del Informe Técnico Final. Código de Colciencias 1204-10-13320

Indicadores de Contexto

A comienzos de la década de los noventa la liberalización de los mercados, en un contexto de apertura y una tendencia hacia la globalización, condujo al gobierno colombiano a crear el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología como un mecanismo dinamizador de las actividades, programas y estrategias que se desarrollan en el país independientemente de las personas e instituciones. Los programas nacionales de ciencia y tecnología son los componentes del Sistema y “se entienden como un ámbito de preocupaciones científicas y tecnológicas estructurado por objetivos, metas y tareas fundamentales, que se materializa en proyectos y otras actividades complementarias que realizarán entidades públicas o privadas, organizaciones comunitarias o personas naturales”²

El objetivo central de los Programas nacionales de ciencia y tecnología es contribuir a la modernización y a la competitividad, estructurando una base de personas formadas que puedan debatir y tomar decisiones en el campo de la política, la legislación, y la investigación económicamente viable y científicamente factible. Estos programas han movilizado investigadores hacia temáticas consideradas de prioridad nacional, fundamentalmente financiando proyectos de investigación y organizando eventos para integrar a científicos, empresarios, hacedores de política pública, académicos y comunidad internacional en la coordinación de acciones.

La decisión de apoyar la biotecnología formando un programa en 1991, se hizo bajo la premisa del alto potencial que representa la biotecnología, “y su posible impacto en aspectos económicos, sociales, culturales y políticos” (Hodson, Forero y Carrizosa 2003 p. 60). “La biotecnología tiene mucho que ofrecer y puede tener un impacto positivo en la seguridad alimentaria y en la sostenibilidad de la agricultura, en la salud, en la utilización y valoración de nuestra biodiversidad” (Pacheco, 2002 p. 13).

La política central de este programa ha sido crear una masa crítica e institucionalizarla en torno a la biotecnología, para que se convierta en una comunidad que progresivamente responda a los retos que trae consigo la globalización y los cambios socioeconómicos en el país. Esta política ha facilitado la formación de investigadores en el exterior y la participación de investigadores en redes internacionales, que han posibilitado la transferencia tecnológica. También ha permitido la creación de espacios donde la comunidad debate sobre temas como bioseguridad, propiedad intelectual, normatividades y leyes, relaciones entre la academia y la industria, mecanismos de negociación, la articulación de la investigación en torno de las cadenas productivas, mercados nacionales e internacionales, e indicadores de ciencia y tecnología con el fin de que se desarrollen iniciativas y actividades que en su conjunto se encaminen a conseguir los cambios deseados. A continuación presentamos un recuento de las mediciones hechas y apoyadas por la secretaría técnica del Programa, y luego mostramos la información registrada en las convocatorias realizadas por Colciencias.

En 1991 se contaba con 20 instituciones con programas biotecnológicos y 10 laboratorios importantes, también se contaba con 25 investigadores con doctorado y 33 con maestría (Colciencias, 1993); era una comunidad emergente y pequeña en relación a los demás programas nacionales.

Ya en 1992 se contaba con 204 profesionales dedicados a la investigación en biotecnología, 29 de ellos con doctorado y 49 con maestría. En 1995 se publica por parte de Colciencias y el Programa Regional de Biotecnología para América Latina y el Caribe PNUD-UNESCO-ONUDI el “Directorio de biotecnología. Colombia” donde se listan los investigadores que trabajan en el ámbito de preocupaciones que enmarca la actividad biotecnológica nacional; se contaba para esta fecha con 251 investigadores, 48 con doctorado y 62 con maestría.

1.1 _____

² Art. 5. Decreto 585 del 26 de Febrero de 1.991

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

En diciembre de 1996 se crea el nodo Colombia dentro del sistema de información de Simbiosis que patrocinó el departamento de asuntos científicos y tecnológicos de la Organización de los Estados Americanos – OEA, lo cual permitió incrementar las relaciones internacionales de los investigadores, así como sus relaciones dentro del país. En el periodo de 1991 a 1997 se formaron 74 grupos de investigación (Hodson y Aramendis, 1999) y ya para 1998 se contaba con 532 investigadores, 90 con doctorado y 138 con maestría. (Colciencias, 1999).

En marzo del 2003 se finaliza la primera etapa del programa cooperativo para la construcción de indicadores en biotecnología y tecnología de alimentos que auspicia la OEA; como resultado de esta investigación obtuvimos una cifra de 854 investigadores que se encontraron vinculados a grupos que tenían al menos un proyecto con componentes biotecnológicos entre 1998 y el 2002, el 29% con maestría y el 19% con doctorado; se encuentran también 184 grupos de investigación y 76 instituciones que trabajan en biotecnología (Orozco y Carrizosa. 2004).

Por otra parte las convocatorias a unidades de investigación que se han realizado en el país, muestran la evolución en el grado de respuesta de los investigadores a ser reconocidos socialmente. La convocatoria hecha por Colciencias a los grupos y centros en 1998, solicitó información desde 1993; allí encontramos que se presentaron entre grupos y centros 9 unidades de investigación para el programa nacional de biotecnología. (Charum, Pardo, Montenegro y Olaya, 1998). En la convocatoria de grupos y centros 2000, que recogió información desde 1996, se encontraron 21 unidades de investigación³.

Personas/año	1991	1992	1995	1998	2002 (2000)*
Maestría	33	49	62	138	248
Doctorado	25	29	48	90	162
Total investigadores y personal de apoyo		204	251	532	854
Grupos	20			74	184
Grupos/convocatoria				9	(21)*

*Convocatoria de grupos y centros 2000

Dinámicas y estado actual de la biotecnología

Fuente: Convocatoria de grupos de investigación científica o tecnológica 2002.

Número de grupos que trabajan en el área de biotecnología

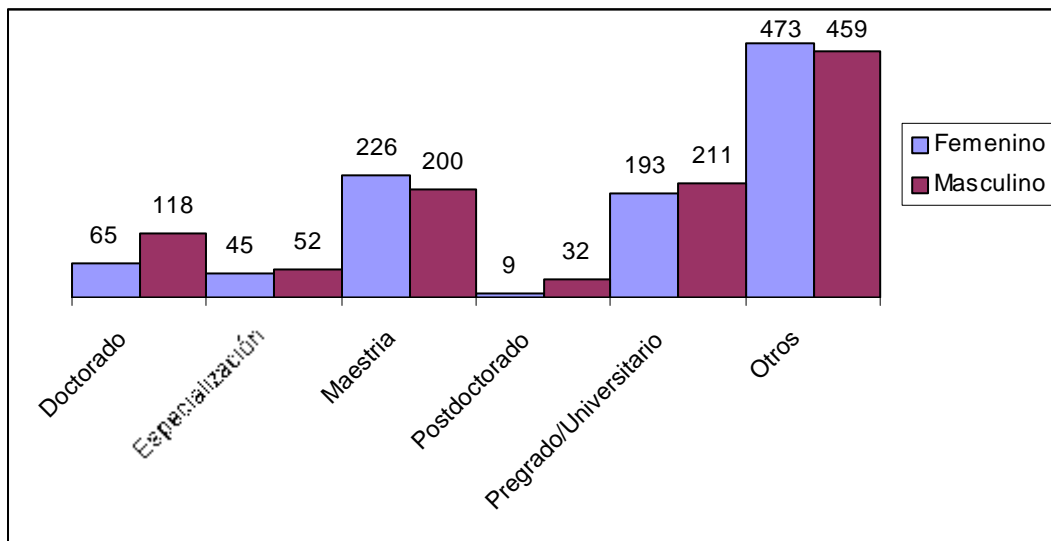
Clasificación	Grupos
Reconocido	56
Registrado no reconocido	56
Registrado pero no participaron en la medición 2002	26
Total	138

1.1

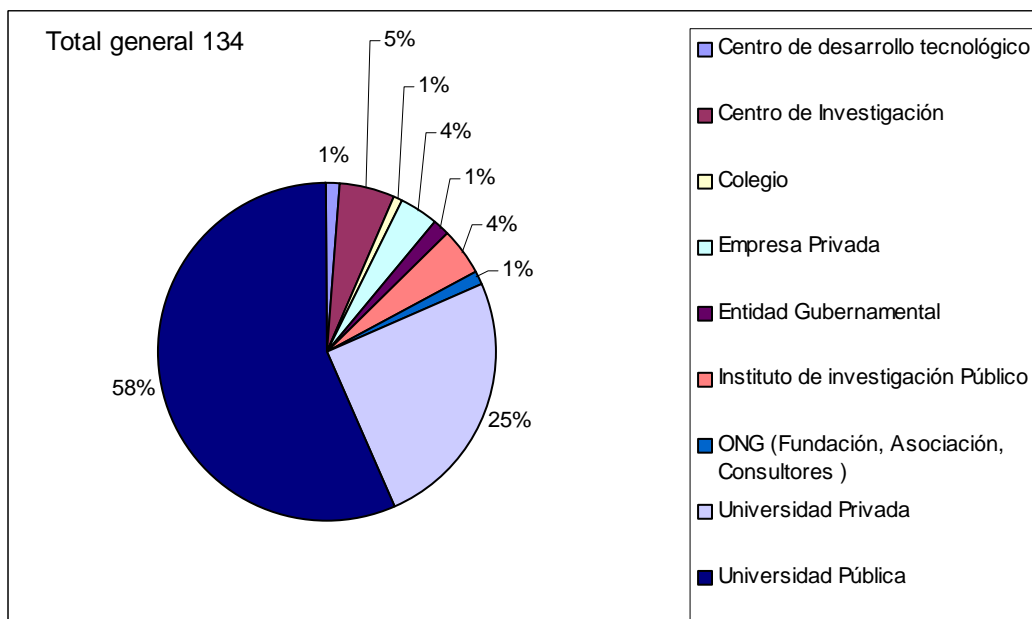
³ ver <http://www.ocyte.org.co/CapCyT/TablasEstadisticasGyC.htm>

Integrantes de los grupos que trabajan en el área de biotecnología por género y máxima escolaridad

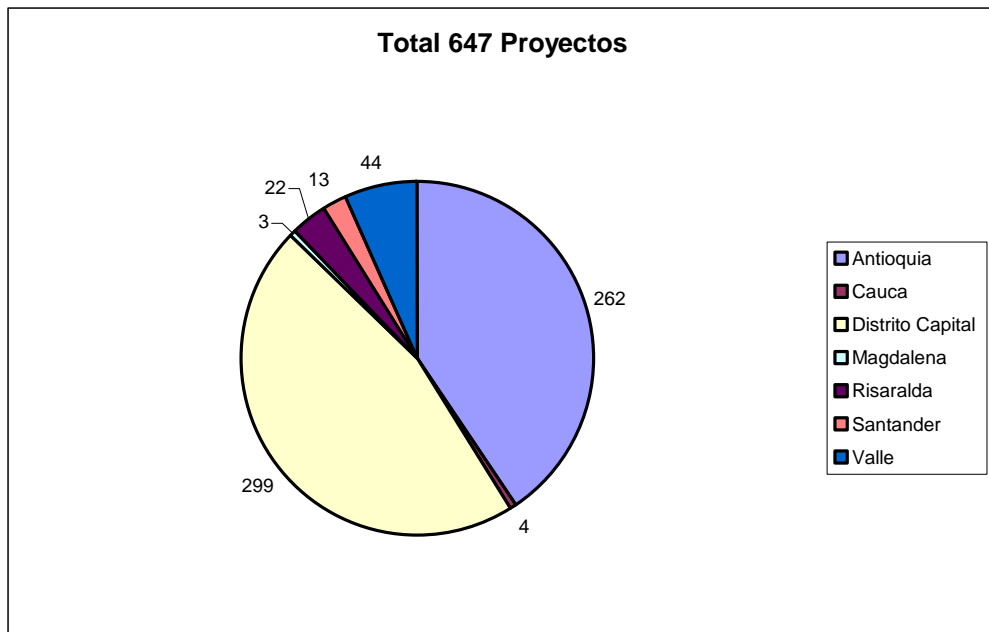
Escolaridad	Femenino	Masculino	Total general
Doctorado	65	118	183
Especialización	42	46	88
Especialización-residencia médica	3	6	9
Maestría/Magíster	226	200	426
Postdoctorado	9	32	41
Pregrado/Universitario	193	211	404
Otros	473	459	934
Total general	1013	1072	2085



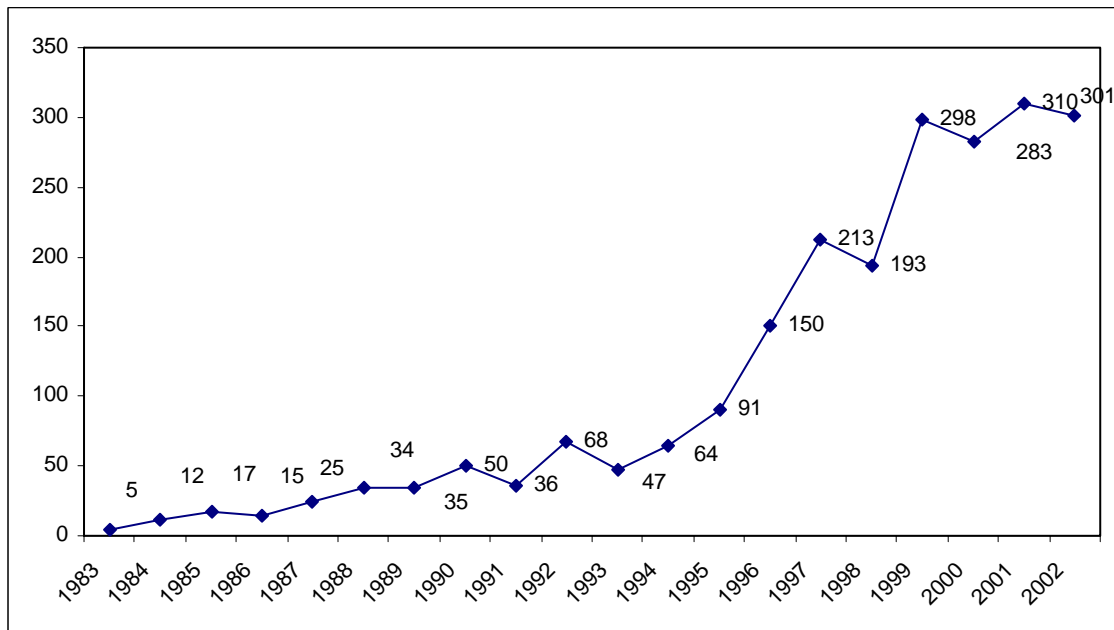
Grupos por tipo de institución a la que pertenecen



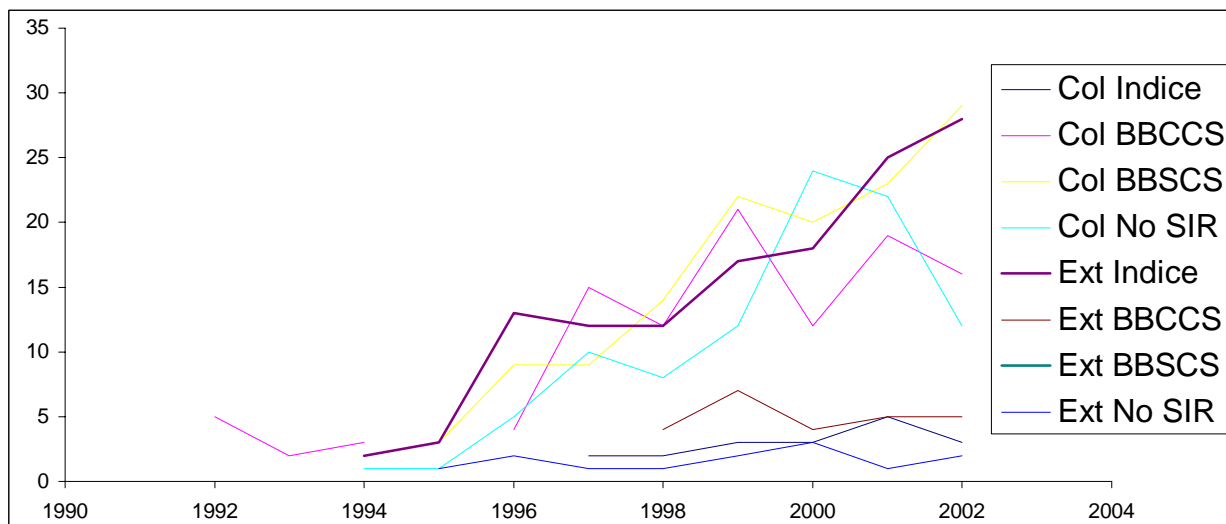
Proyectos de grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología según el departamento sede del grupo



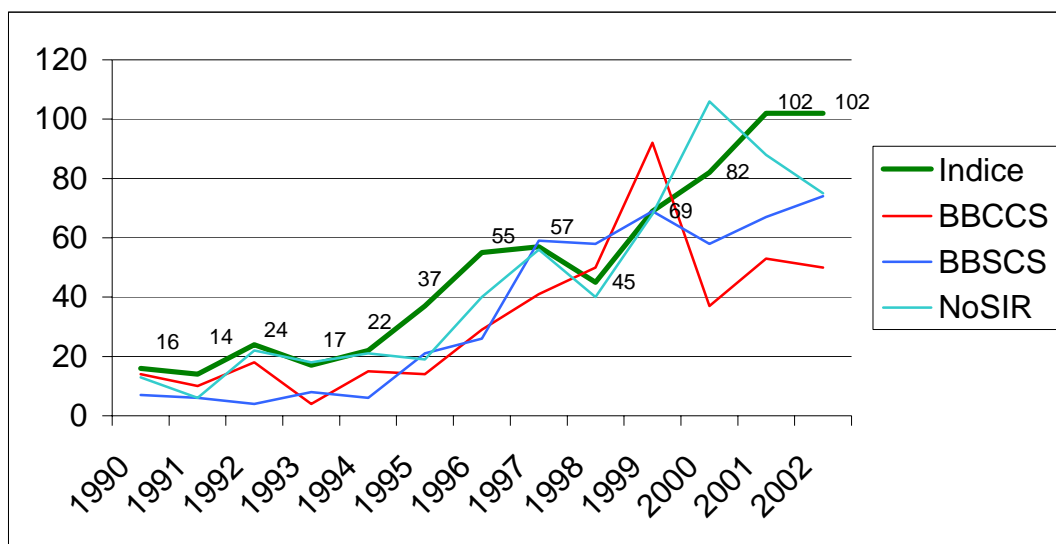
Producción anual de artículos completos de investigación de grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología



Artículos por Sistema de Indexación de Revistas - SIR⁴ de la revista y por año según grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología



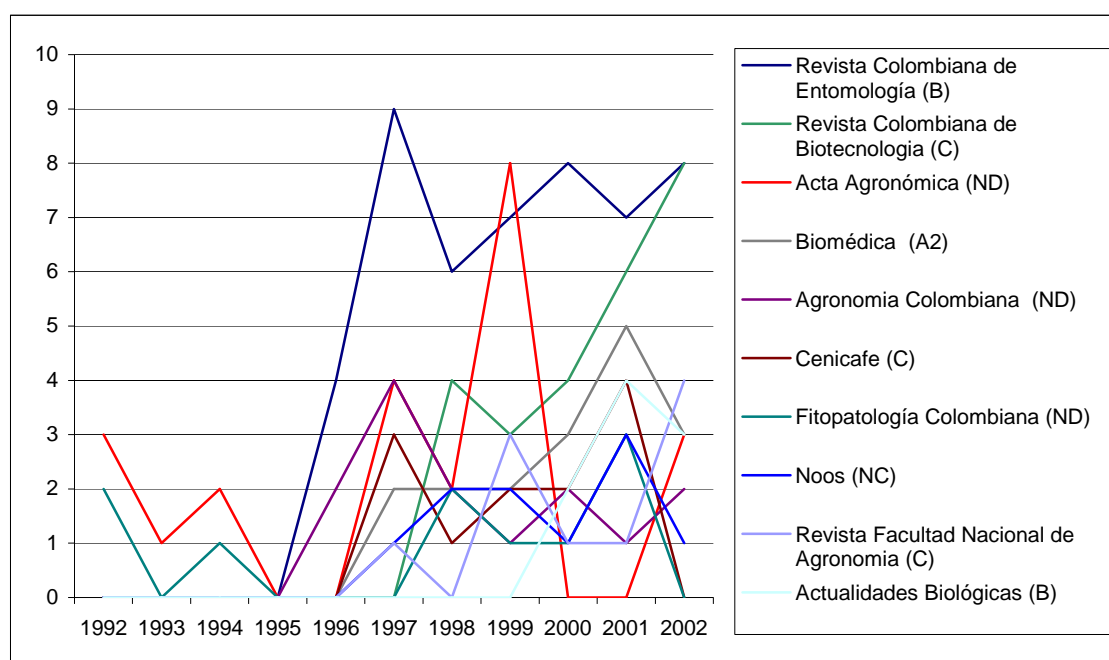
Producción anual de artículos completos de investigación de grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología según el SIR donde se encuentra la revista



1.1

⁴ Col Indice (Revista colombiana indexada), Col BBCCS (Revista colombiana en base bibliográfica CON comité de selección), Col BBSCS (Revista colombiana en base bibliográfica SIN comité de selección), Col No SIR (Revista colombiana no indexada), Ext Indice (Revista extranjera indexada), Ext BBCCS (Revista extranjera en base bibliográfica CON comité de selección), Ext BBSCS (Revista extranjera en base bibliográfica SIN comité de selección), Ext No SIR (Revista extranjera no indexada)

Artículos en revistas colombianas por año según grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología⁵



Número de libros y capítulos de libro por año según grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología

Tipo Producto	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Total
Libros		2	2	5	3	4	3	10	29
Capítulos de libro	1	2	1	7	3	14	24	4	56

Número de productos tecnológicos patentados o registrados por año de grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología

Tipo Producto	1999	2000	2001	2002	Total
Diseño industrial registrado		2			2
Producto o proceso patentado	3		4	1	8
Total	3	2	4	1	10

Indicadores de Insumo-Proceso:

Indicadores de política:

Estos indicadores se construyen a partir de las actas del Consejo Nacional de Biotecnología, estas fueron divididas en discursos, y de cada discurso se extrajeron la palabras que daban

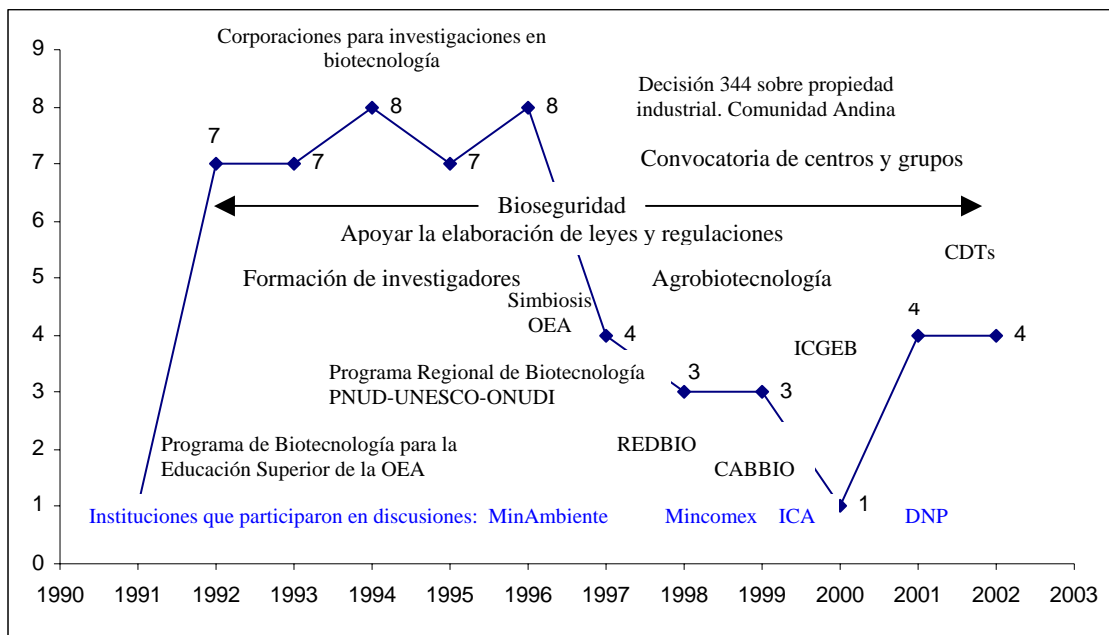
1.1

⁵ La revista se presenta con la calificación en el Índice Nacional de Publicaciones Seriadas Científicas y Tecnológicas Colombianas 2003 - 2005

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

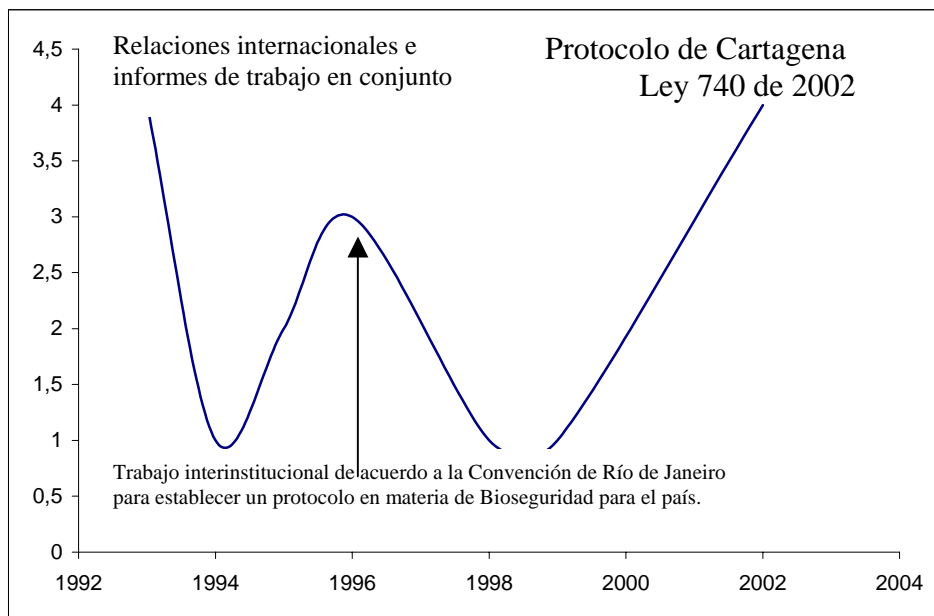
significado a los campos de actor, situación, acción y tema. Para encontrar las acciones y las temáticas precisas de esos discursos, se toman los verbos para construir las acciones, y los sustantivos para construir las temáticas. Estas palabras son lematizadas al final del proceso y se convierten en etiquetas que permiten ver la evolución de las temáticas en el tiempo en relación con las otras tres variables. Presentamos los casos con mayor frecuencia de discursos.

Número de reuniones del Consejo del Programa por año y temáticas frecuentes

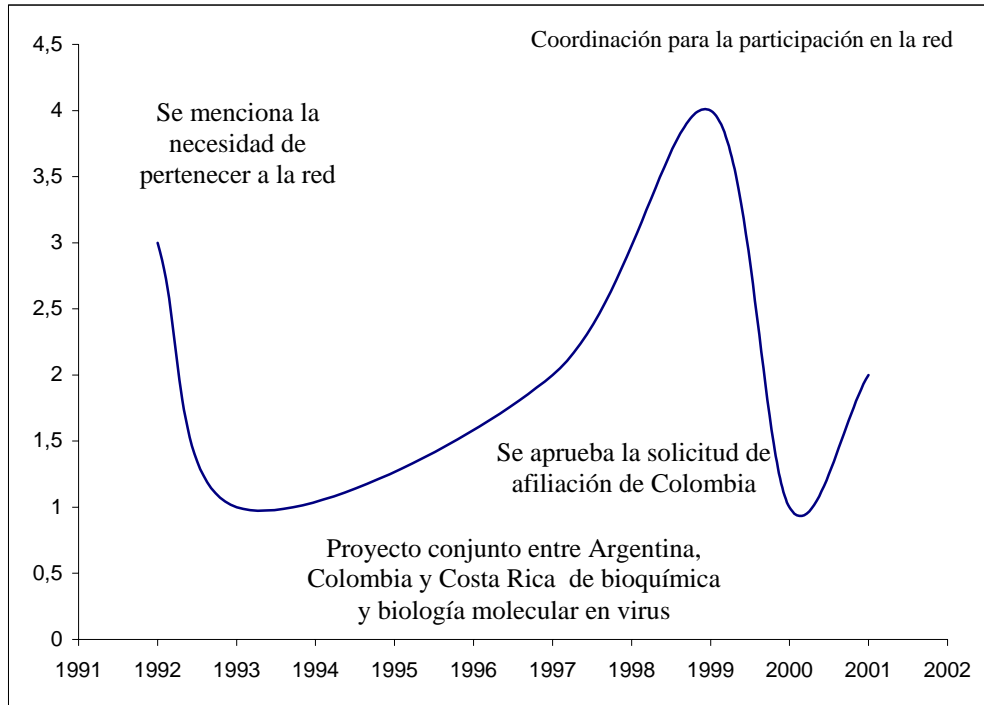


Temas más frecuentes por año y sus temáticas, acciones y situaciones relacionadas en el tiempo

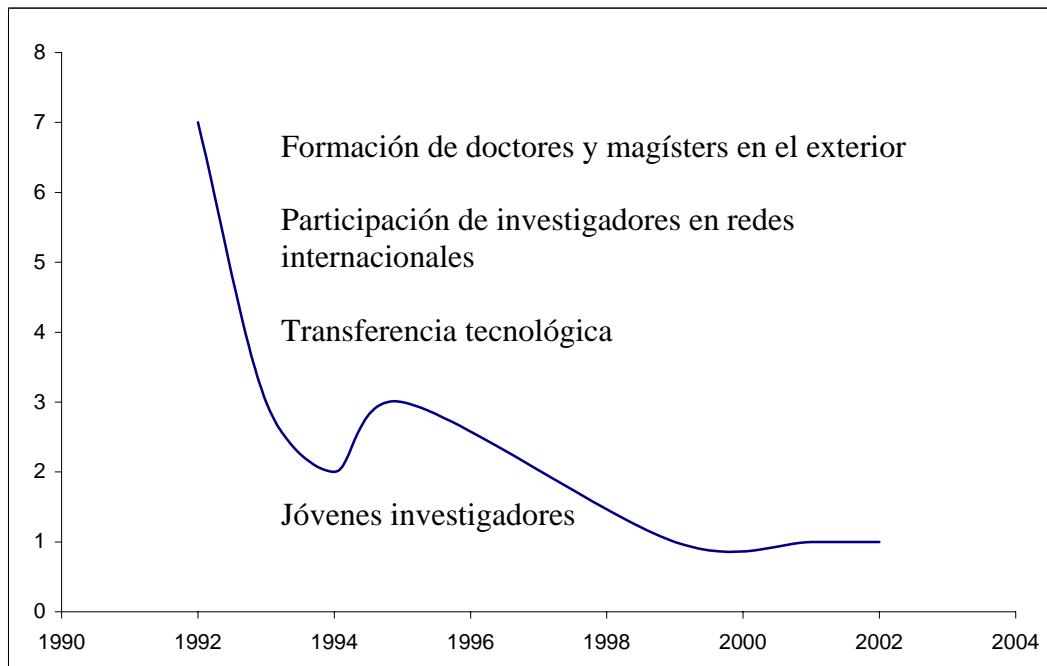
Tema: Bioseguridad



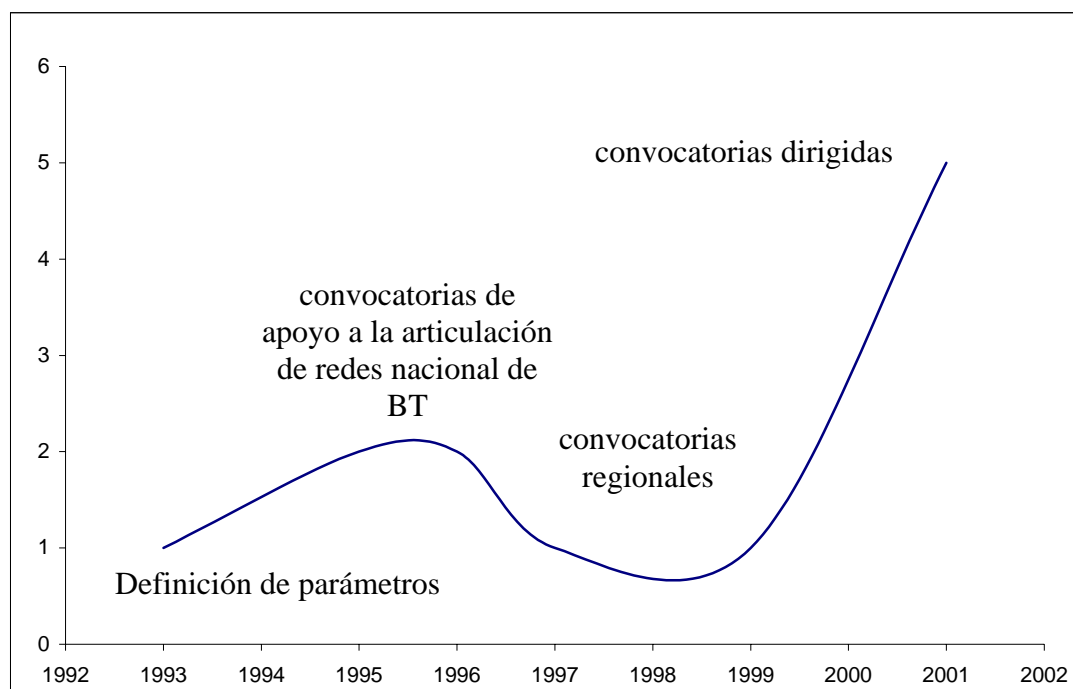
Tema: ICGEB Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIGB)



Tema: Formación de investigadores



Tema: Convocatorias



Indicadores de proyectos:

Todos los indicadores sobre los proyectos apoyados por el Consejo del Programa Nacional de Biotecnología van de 1991 a 2003.

Fuente: OCyT - Colciencias

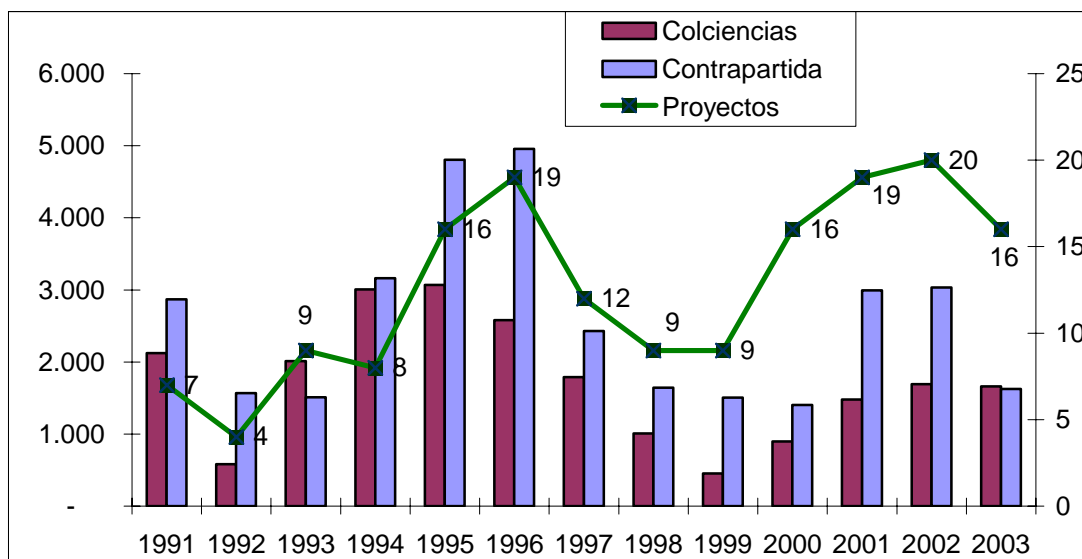
Total de proyectos, montos aprobados por Colciencias y contrapartidas en millones de pesos corregido IPC año base 2003 entre 1991 y 2003

Colciencias	Contrapartida	Proyectos	Promedio financiado por proyecto	Promedio de inversión por proyecto
23.101	31.854	164	140	335

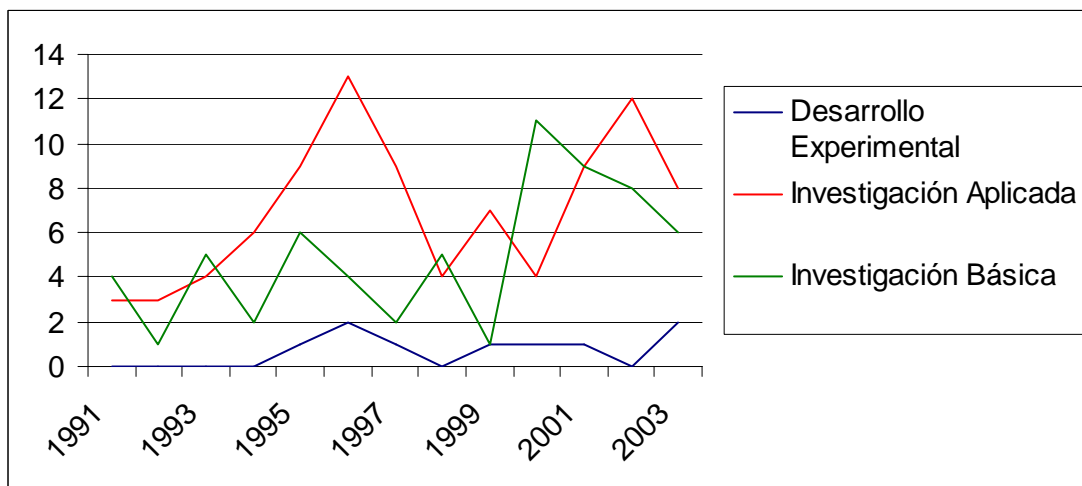
Distribución de número de proyectos, montos aprobados por Colciencias y contrapartidas en millones de pesos corregido IPC año base 2003

Año	Colciencias	Contrapartida	Total	Proyectos	Promedio por proyecto
1991	2.123	2.868	4,991	7	713
1992	580	1.568	2,148	4	537
1993	2.010	1.509	3,519	9	391
1994	3.005	3.161	6,166	8	771
1995	3.067	4.807	7,874	16	492
1996	2.581	4.956	7,537	19	397
1997	1.792	2.429	4,221	12	352
1998	1.008	1.643	2,651	9	295
1999	451	1.504	1,955	9	217
2000	896	1.403	2,299	16	144
2001	1.481	2.994	4,475	19	236
2002	1.694	3.034	4,728	20	236
2003	1.661	1.627	3,288	16	206

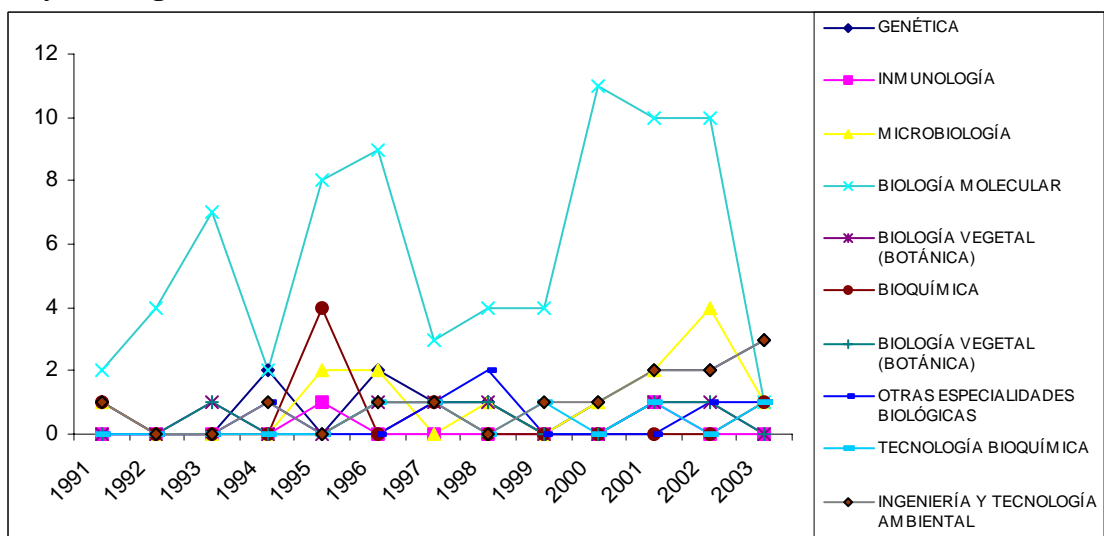
Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología



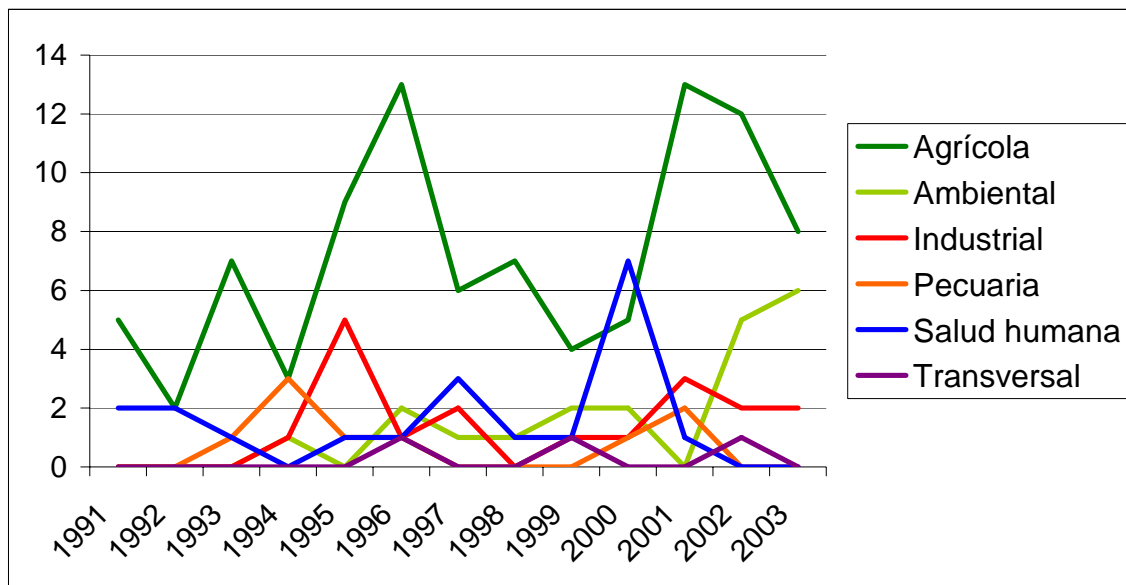
Proyectos por año según tipo de investigación:



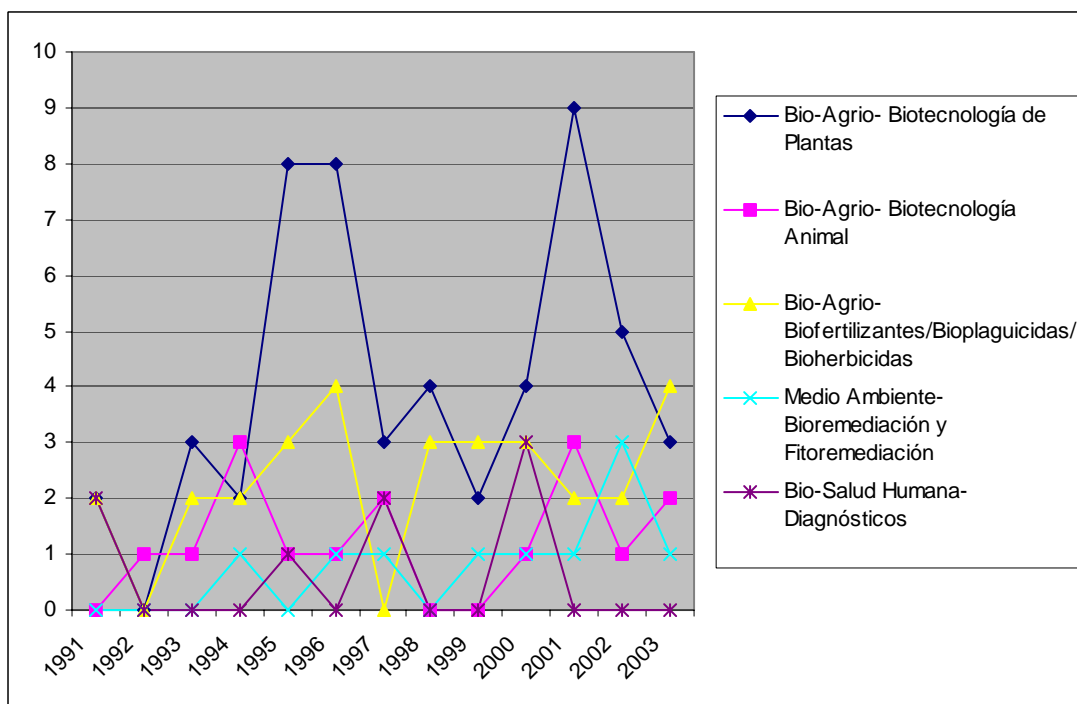
Proyectos según área del conocimiento UNESCO:



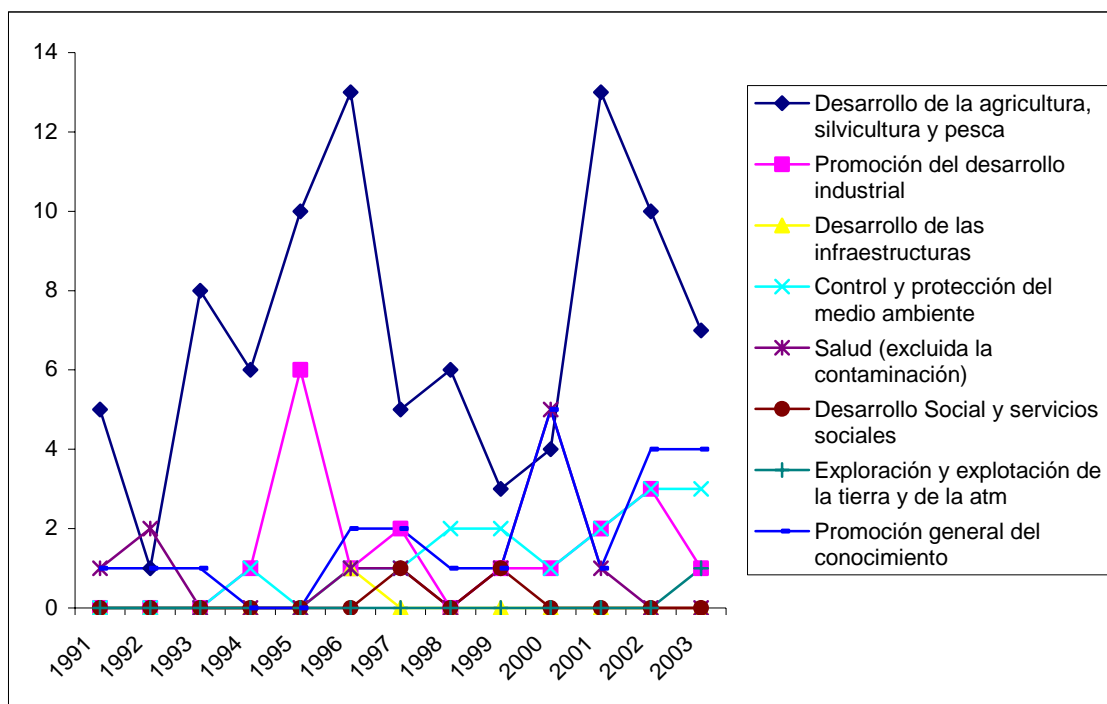
Proyectos según área dentro del programa de biotecnología:



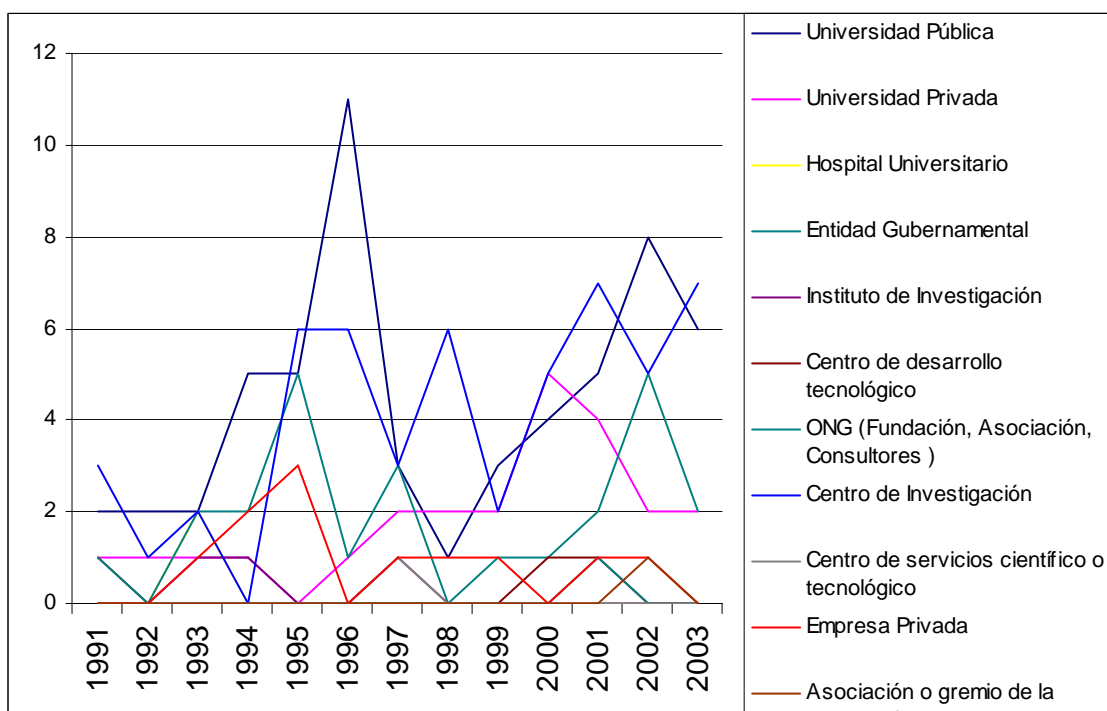
Proyectos según clasificación especializada de biotecnología:



Proyectos según objetivo socio-económico Frascati:



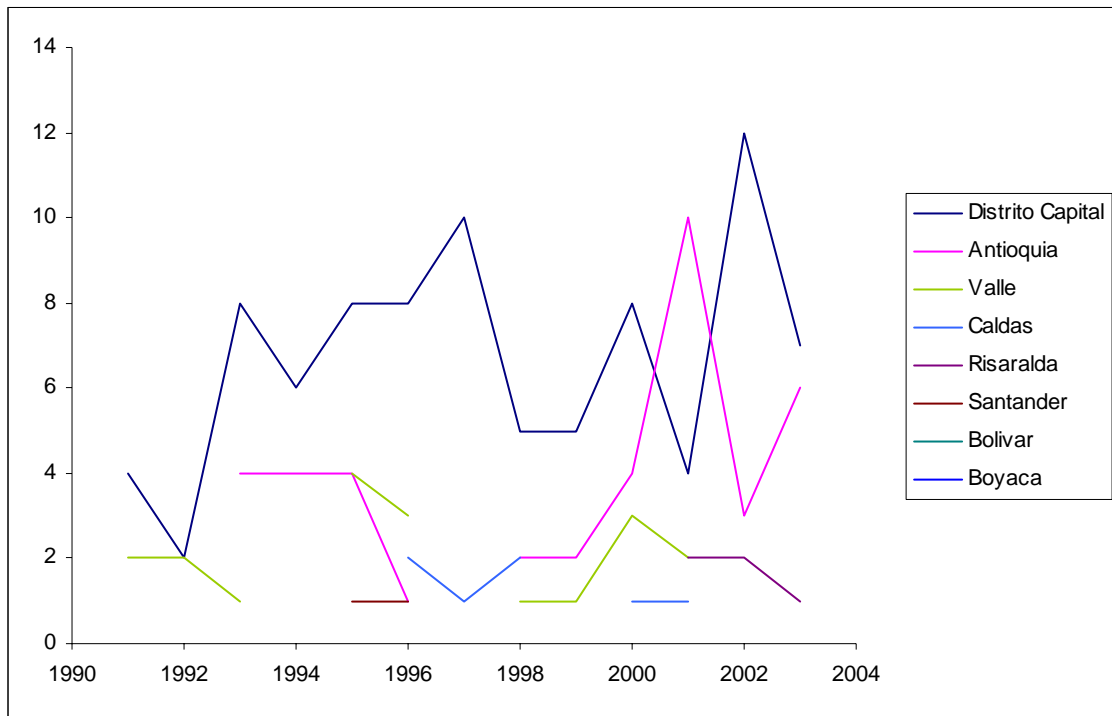
Proyectos según tipo de institución⁶:



1.1

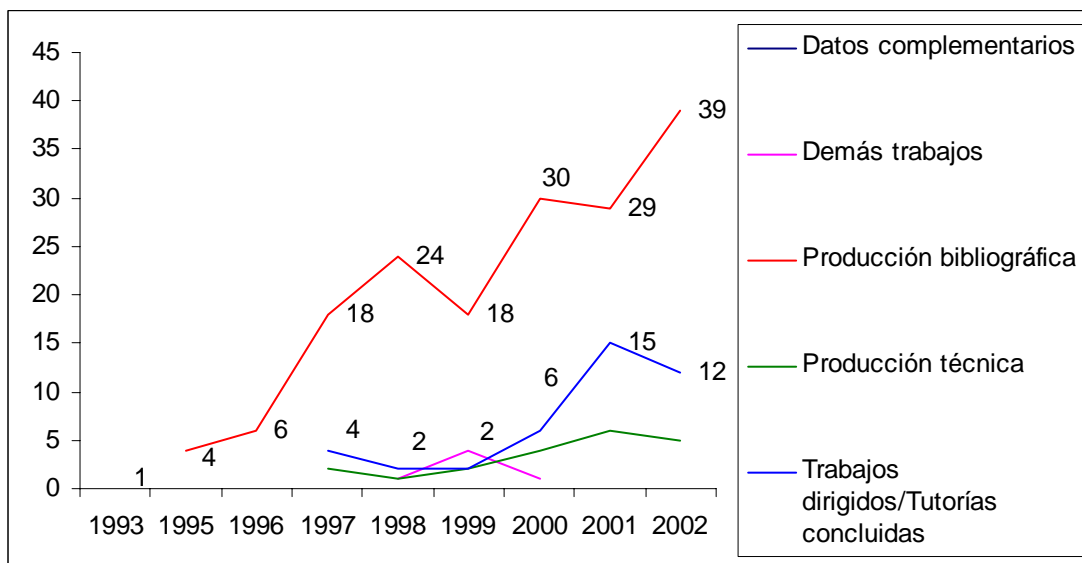
⁶ Existen proyectos repetidos en la tabla, ya que algunos de ellos son ejecutados por varios tipos de instituciones.

Instituciones que hacen biotecnología por departamentos según proyectos



Productos de los proyectos financiados por Colciencias

	1993	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	Total general
Datos complementarios	1			1					2	1	5
Demás trabajos					1	4	1		2		8
Producción bibliográfica		4	6	18	24	18	30	29	39	12	180
Producción técnica		1		2	1	2	4	6	5	2	23
Trabajos dirigidos/Tutorías concluidas	1			4	2	2	6	15	12	2	44
Total general	2	5	6	25	28	26	41	50	60	17	260



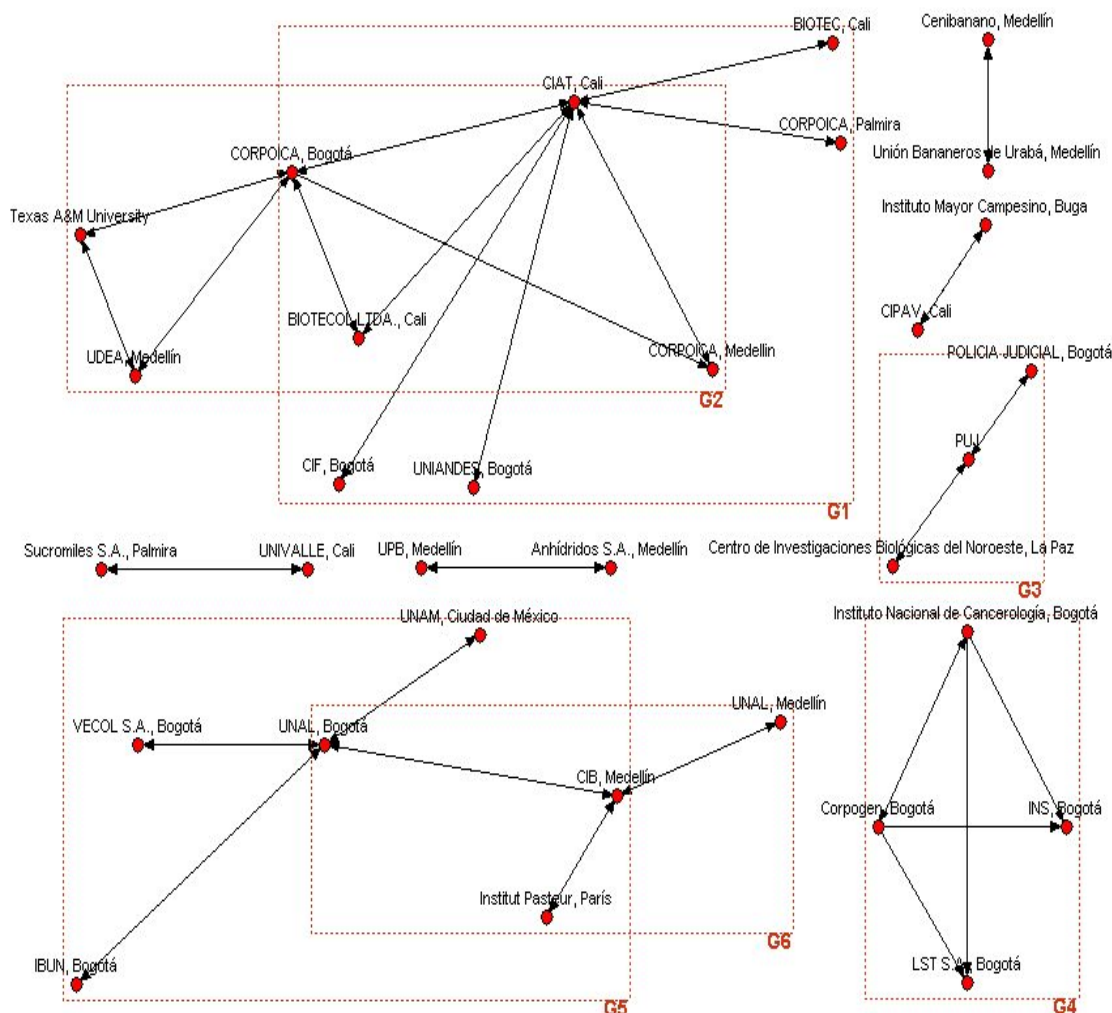
Indicadores de estructura y resultados

Proyectos según el número de instituciones ejecutoras:

Proyectos según el número de instituciones ejecutoras	Proyectos
Proyectos con 4 instituciones	1
Proyectos con 3 instituciones	5
Proyectos con 2 instituciones	16
Proyectos con 1 institución	142
Total de Proyectos	164

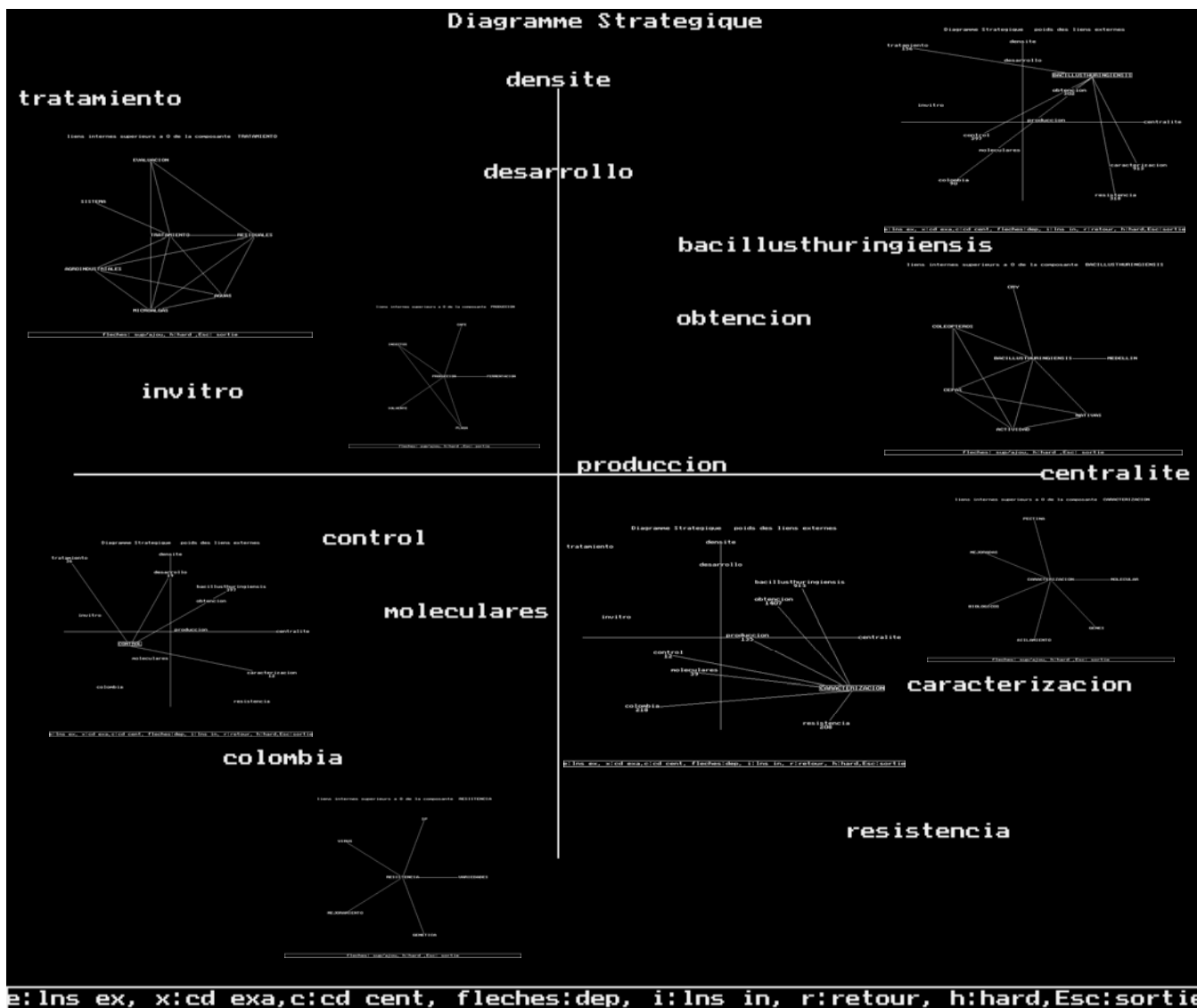
Los vínculos que se crean por los proyectos conjuntos, permite definir redes sociales que estructuran un trabajo sobre una temática en un proyecto, se apoyaron 22 proyectos que fueron ejecutados entre más de una institución. A continuación presentamos una exploración de las redes a partir de la investigación conjunta en los proyectos financiados por el Consejo del Programa

Esta red presenta 32 actores que tienen 53 relaciones y una densidad del 53%



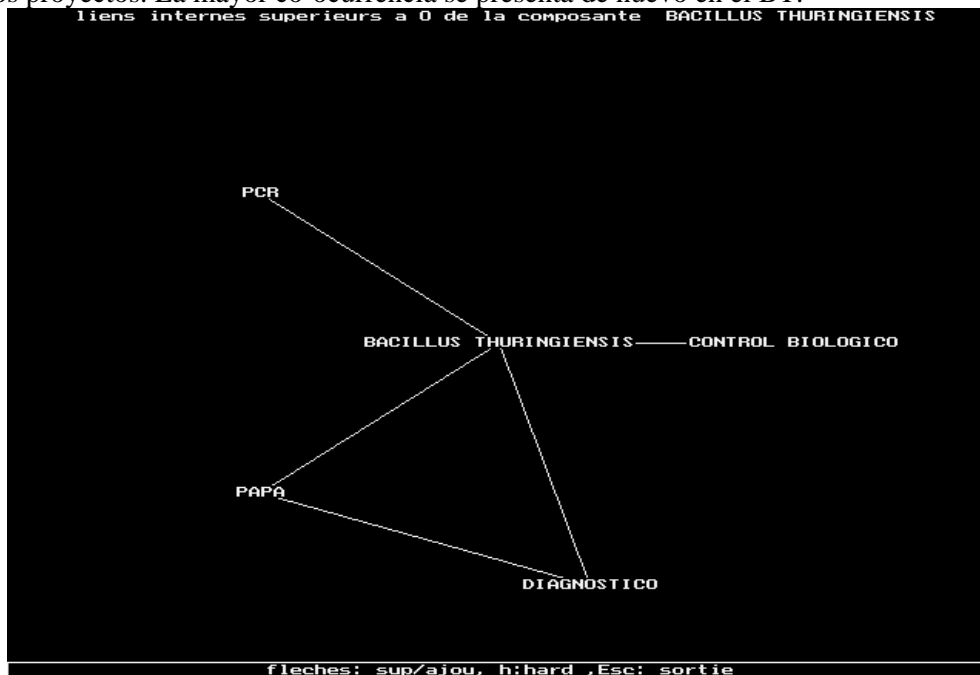
Mapa general de temáticas trabajadas en los proyectos

Este es un análisis de co-ocurrencia de palabras a través de los títulos de los proyectos. La densidad indica que tema está más relacionado con los demás temas, y la centralidad hace referencia a la conexión interna del tema con las palabras que lo componen.



Mapa de las palabras clave de los proyectos

Cada proyecto tienen al menos dos palabras clave, las cuales se constituyen en el tesoro de estos proyectos. La mayor co-ocurrencia se presenta de nuevo en el BT.



Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Se puede concluir de manera muy general los temas para hacer estudios de caso son el BT y la papa, temáticas muy centrales y densas en los trabajos de investigación que apoyo el programa.

Indicadores de Impacto:

La noción fundamental de impacto hace referencia a los cambios registrados en el tiempo por la interacción entre actores que intervienen en los procesos de construcción, desarrollo, producción, aplicación, promoción, distribución, adopción y uso del conocimiento, y que generan productos, obtienen logros y facilitan la aparición de efectos en términos socioeconómicos y medioambientales, que pueden ser explicados por medio de indicadores, índices y estadísticas. El impacto es multicausal, y está especialmente en función de la coordinación de actividades entre diferentes actores, haciendo énfasis en los esfuerzos de trabajo conjunto entre las instituciones del estado que hacen política pública y las legislaciones.

Se pueden establecer dos clases de impacto, el directo que se refiere al uso de los productos generados por la actividad científica y tecnológica, y el indirecto que se refiere a la apropiación y al beneficio que se obtiene de los productos.

El impacto lo analizamos a través de los resultados visibles en las diversas fuentes de información, dividiéndolos en tipos de resultados y ámbitos, teniendo en cuenta las nociones de red emergente⁷, aplicación del conocimiento básico y utilidad social de la ciencia⁸.

En este modelo se definen tres tipos de resultados:

-Productos: son resultados tangibles, verificables y puestos en circulación que son fácilmente medibles (productos bibliográficos, productos tecnológicos, mercancías, entre otros).

-Logros: son los resultados previstos y obtenidos. En el caso de los programas nacionales, son sus políticas en términos de metas y objetivos que se alcanzaron según se deduce de las fuentes de información sobre resultados de investigación. Es una medida de concordancia de lo propuesto con lo alcanzado.

-Efectos: son los resultados cuyo ámbito trasciende al del grupo de referencia que propició el cambio. La medida de los efectos estará relacionada directamente con la medida de los cambios en los grupos sociales que reciben los productos y hacen uso de ellos. Se trata de repercusiones sociales y medioambientales verificables. Para ver los cambios se hacen series de tiempo que permiten dar cuenta del desempeño (incrementos o descensos) en los agregados.

También se definen tres ámbitos⁹ de acción y repercusión del impacto

-Académico: “se refiere a todas aquellas actividades de ciencia y tecnología que buscan esencialmente la comprensión de determinados temas, el avance del conocimiento en un asunto determinado o en los fundamentos de una ciencia o disciplina particular. Se concreta principalmente en artículos y libros dirigidos a los especialistas del tema en cuestión”.

-Tecnológico: “supone todas aquellas actividades que buscan esencialmente el trabajo industrial o productivo, dentro de estrategias económicas. Incluye toda la actividad industrial y de servicios del país. Se concreta en nuevos procesos y productos,

1.1

⁷ Ver Callon, 1991

⁸ Ver Vaccarezza y Zabala, 2002

⁹ Del latín *ambitus*, de ambire, rodear. Se entiende como un contorno o perímetro de un espacio o lugar; adoptamos las definiciones de Clemente Forero y José Luis Villaveces; Ver: “la evaluación de programas de investigación y de su impacto en la sociedad colombiana”, marco general de análisis del proyecto (Documento de trabajo). Febrero 23 del 2003. Disponible en el Centro de Documentación del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

patentados, registrados, o no y el impacto puede medirse por variables económicas o de mercado”.

-Social: “supone todas aquellas actividades de ciencia y tecnología que buscan esencialmente el desarrollo de políticas sociales que incidan en sectores específicos de la población. Se concreta principalmente en normas, leyes y protocolos, resultantes de la investigación sobre determinada realidad”. También se consideran las actividades que generaron efectos en la sociedad y se concretan en los contextos ambiental y de bienestar social a través del uso de los productos de la I+D.

El impacto es pues la conjunción de políticas y actividades de CyT que generan resultados en diferentes ámbitos a través de la conformación de redes. Los impactos no solo dependen de las actividades de ciencia y tecnología, sino también de causas políticas, económicas, sociales, climáticas, estructurales y coyunturales tanto nacionales como internacionales. El impacto genera múltiples cambios en los seres humanos y en el ambiente natural que los rodea, transformando las realidades, en forma que puede ser percibida favorable o desfavorablemente dependiendo de cada caso. En este sentido vamos a centrarnos en los cambios que directamente tienen la influencia de la CyT.

En este documento abordamos las características presentes en los tres ámbitos, identificando los cambios que provienen de la política científica y tecnológica declarada por los programas, materializada en proyectos de I+D y otras acciones de entidades que distribuyen y usan los productos. Los productos circulan, y son apropiados por diferentes individuos que se benefician de éstos; cuando el trabajo y el esfuerzo en CyT se hace más intensivo, es probable que la sociedad en general incremente su nivel de vida.

A continuación presentamos el estudio de caso de la papa a través del *Modelo tecnoeconómico de la competitividad sistémica*.

Este modelo se basa en la competitividad sistémica (Esser, Hillebrand, Messner, Meyer, 1996)¹⁰, entendida desde la lógica de las redes tecnoeconómicas (Callon, 1991)¹¹.

1.1

¹⁰Según este enfoque los niveles socioeconómicos se entienden de la siguiente manera: el nivel macro como el conjunto de políticas estatales que buscan la asignación eficiente de los recursos y que propenden por la estabilidad macroeconómica; el nivel meso como el conjunto de políticas de apoyo específico que fomentan, en diferentes frentes, la formación de estructuras que permiten el apoyo a la creación de competencias y de capacidades; y el nivel micro como el conjunto de políticas empresariales y de las entidades particulares “que buscan simultáneamente la eficiencia, calidad, flexibilidad y rapidez de reacción, estando muchas de ellas articuladas en redes de colaboración mutua” (Esser, Hillebrand, Messner y Meyer, 1996. Pág 3) “El concepto de “competitividad sistémica” constituye un marco de referencia para los países tanto industrializados como en desarrollo. Hay dos elementos que lo distinguen de otros conceptos dirigidos a determinar los factores de la competitividad industrial:

-- la diferenciación entre cuatro niveles analíticos distintos (meta, macro, meso y micro), siendo en el nivel meta donde se examinan factores tales como la capacidad de una sociedad para la integración y la estrategia, mientras que en el nivel meso se estudia la formación de un entorno capaz de fomentar, complementar y multiplicar los esfuerzos al nivel de la empresa;

-- la vinculación de elementos pertenecientes a la economía industrial, a la teoría de la innovación y a la sociología industrial con los argumentos del reciente debate sobre gestión económica desarrollado en el plano de las ciencias políticas en torno a las policy-networks.” (Esser, Hillebrand, Messner, Meyer, 1996. P. 39)

¹¹ “Una red tecno económica (RTE) es un conjunto coordinado de actores heterogéneos: laboratorios públicos, centros de investigación técnica, empresas, organismos financieros, usuarios, y poderes públicos que participan colectivamente en la concepción, elaboración, producción y distribución de procedimientos de producción, bienes y servicios, algunos de los cuales dan lugar a una transacción mercantil.” (Callon, 1991 P. 85) Según Callon las redes tecno económicas se organizan alrededor de tres polos; el científico donde se producen conocimientos, el tecnológico que aplica el conocimiento en el desarrollo especialmente de artefactos y normas, y el del mercado que agrupa los usuarios con sus demandas y sus necesidades. (Callon, 1991). El factor central de esta teoría es la existencia de un flujo de conocimientos y de productos entre los polos, de forma tal que se crea correspondencia de intereses y necesidades que tiende a la irreversibilidad

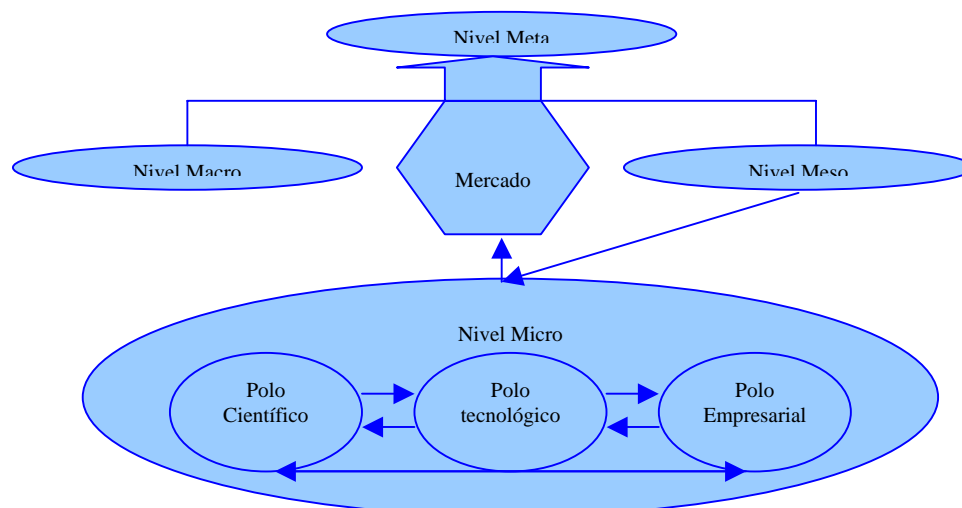


Figura 1 *Modelo tecnoeconómico de la competitividad sistémica*

La información se construye en función de la *Matriz de impacto sistémico*. Esta matriz es un instrumento para organizar y relacionar la información que se obtiene de las actividades científicas y tecnológicas, de las políticas públicas nacionales y sectoriales, y de fuentes de información pública y entrevistas sobre el desempeño socioeconómico del objeto estudiado.

Resultado/Nivel	Micro Ámbito Académico - Tecnológico - Social	Meso Ámbito Académico - Tecnológico - Social	Macro Ámbito Académico - Tecnológico - Social
Productos	Publicaciones, tecnologías, servicios científicos y tecnológicos y actividades de educación y formación	Agregado de productos según áreas de trabajo y temáticas y según clasificaciones del programa	Productos apropiados y productos que se generan por el nuevo conocimiento
Logros	Consecución de objetivos particulares propuestos (verificación a partir de los productos de los proyectos de I+D)	Propuestas de programas nacionales de CyT contra los resultados alcanzados	Consecución de los objetivos propuestos por el gobierno nacional en los planes de desarrollo en relación con los planes de CyT
Efectos	Reorientaciones temáticas, formación de redes e incremento de investigaciones conjuntas	Organización temática de actividades de CyT en el tiempo y redes articuladas en el área de éste.	Cambios generados, indicadores de productividad, competitividad y desarrollo social

Figura 2. *Matriz de impacto sistémico*

Este instrumento está pensado sobre la idea básica de la relación dirigismo y laissez-faire, donde en el nivel micro los investigadores y los grupos de investigación mueven su trabajo libremente, en el nivel meso las políticas y las financiaciones tanto de las instituciones como del comité de programa animan a los grupos a trabajar en temáticas consideradas prioritarias, y en el nivel macro se mira la correlación de temáticas trabajadas y las tendencias generales tanto en la producción de conocimiento como en la innovación tecnológica y su relación con la creación de nuevas oportunidades de desarrollo (Rip, 1986).

Las fuentes de información utilizadas para construir la matriz son: Corpoica, Cevipapa, Noticiero No. 47 de la CCI, Separata Innovación y Desarrollo del Portafolio del 27 de febrero de 2003, Observatorio Agrocadenas Colombia, Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, VI Convocatoria de grupos de investigación científica o tecnológica 2002-2003, CAB Internacional, Publindex, Faostat, así como entrevistas realizadas a investigadores.

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Resultado/Nivel	Micro Ámbito	Meso Ámbito	Macro Ámbito
	Académico - Tecnológico - Social	Académico - Tecnológico - Social	Académico - Tecnológico - Social
Productos	17 Artículos completos 1 tesis de maestría 2 trabajos de pregrado asociado a proyectos de investigación de los grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología. 23 artículos en CAB International En Cevipapa hay registrados en el área de Fitomejoramiento y Biotecnología 25 proyectos, 7 con informe final.	5 proyectos. 4 artículos investigación. Una nueva variedad de Papa “Betina” resistente a La Gota resultado de proyectos financiados por el Consejo de Programa. (16 proyectos más financiados en Colciencias por: Programa Nacional de CyT Agropecuaria 8, Medio ambiente 2 y ETI 1)	Variedades: Pastusa suprema, Betina, Roja Nariño. Sistema de producción de semilla Super Elite y Elite certificada. Bioplaguicida para control de la Polilla Guatemalteca Bioinsumos a base de Bacolovirus
Logros	Existen 21 proyectos declarados por los grupos cuyo programa nacional principal es biotecnología. De esos proyectos 7 tienen 18 productos asociados.	Objetivo estratégico No. 5¹² “Fortalecer en el campo agrícola las áreas de estudios genómicos y de aplicación de herramientas de fitomejoramiento a cultivos de interés estratégico nacional” Eje estratégico No. 3¹³ “Fortalecimiento de los vínculos entre el sector productivo y los investigadores”	Política para la productividad y competitividad. 1999. Presidencia de la república – Mincomex – DNP. Resolución 500 de 1999 mediante la cual se crea el Consejo nacional de la Papa del Ministerio de Agricultura. Acuerdos de competitividad y productividad cadena de la papa Decreto 2487 de 2001 Por el cual se oficializa el certificado de calidad para la papa con destino al mercado exterior.
Efectos	1994 UNIPAPA (UNAL / ICA / Fedepapa) inician investigaciones en genes de resistencia (UNAL en 1996 Estudia la preinversión para la creación de Cevipapa, 1997 desarrolla clones resistentes a la Gota y las heladas, 2002 investiga en sistemas de ingeniería genética para variedades colombianas) 1997 - 2003 proyectos de CORPOICA para métodos de cultivo de semilla certificada, control biológico de la polilla guatemalteca y biofertilizantes. CORPOICA desarrolla el Plan Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología de la Papa en Colombia Desarrollan redes: CORPOICA / McCain Andina CORPOICA / IFI CORPOICA / COLCIENCIAS CORPOICA / MINAGRICULTURA CORPOICA / GTZ CORPOICA / FUNDASES CORPOICA / ESPOL CORPOICA / CIP UNAL / ICA / CORPOICA	CORPOICA - UMATAS - MINAGRICULTURA – UNAL – FEDEPAPA – ICA – CEVIPAPA – Cosmoagro – COLCIENCIAS – CIB - IBUN	Producción de semilla certificada: Costos finales de minitubérculos Súper Elite pasan de US\$ 0.40 a US\$0.08 Productividad de las 3 nuevas variedades esta entre 35 y 45 toneladas por hectárea y resistentes a La Gota. Se crea el CDT Cevipapa (Centro virtual de investigación de la cadena agroalimentaria de la cadena de la papa) Existen 172.439 hectáreas sembradas, 15 mil con SuperElite y Elite. Se estiman 90.000 familias en cultivos y 20 millones de jornales por año. Hay 1.500 productores con semilla limpia y 173 mil jornales año (115 jornales por hectárea). El consumo per cápita es 66,7 kg superior al promedio mundial (50,4 kg). Productividad promedio del cultivo en el país 16,7 t/ha, ligeramente superior al promedio mundial de 16 t/ha. La cadena de valor en el 2000 generó US\$488 millones Puesto 20 a nivel mundial como productor. Superávit en balanza comercial de US\$4,9 millones

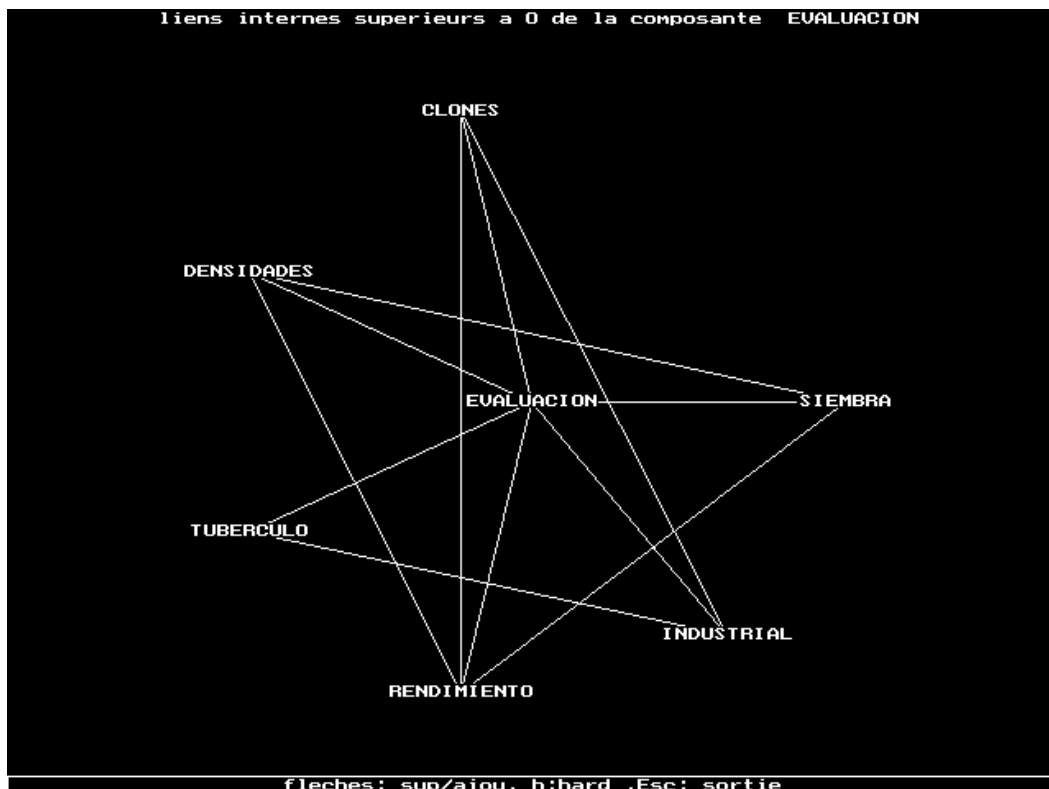
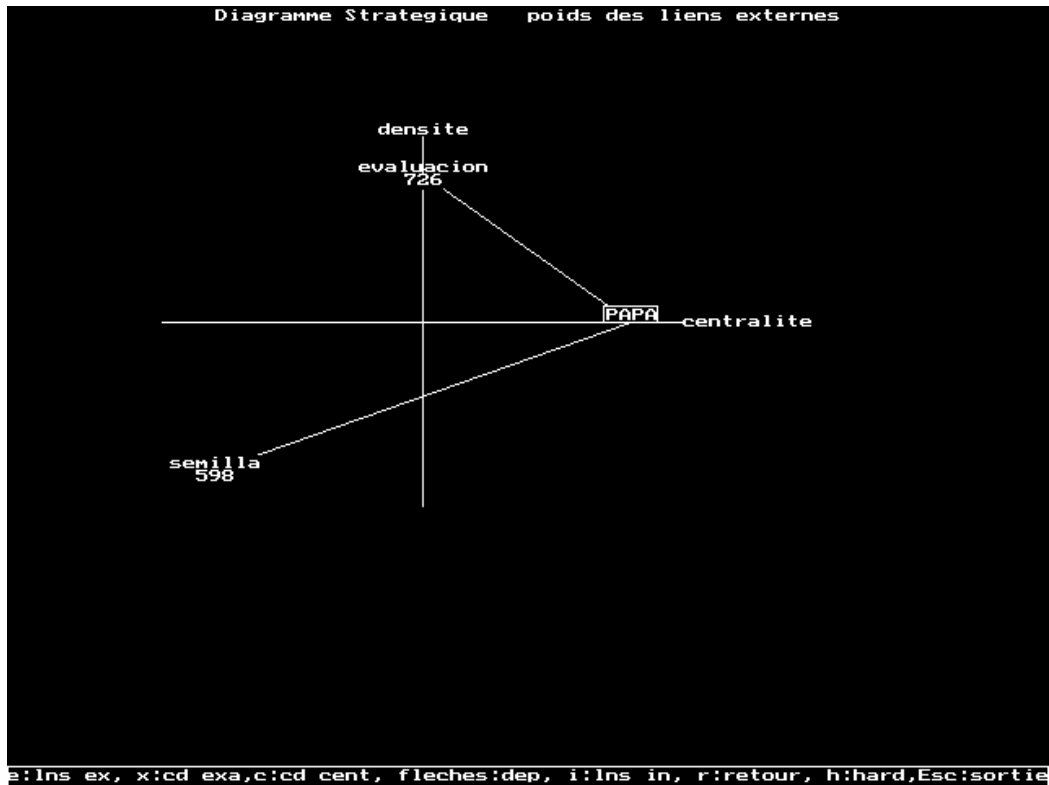
1.1

¹² Biotecnología, Plan estratégico del programa 1999 – 2004. Colciencias. Pág. 90

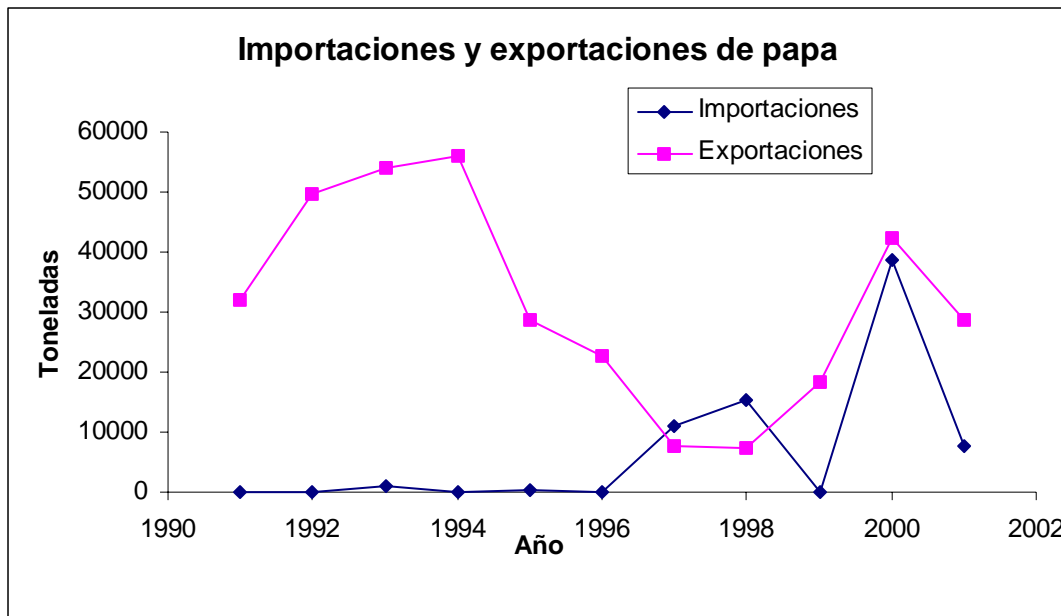
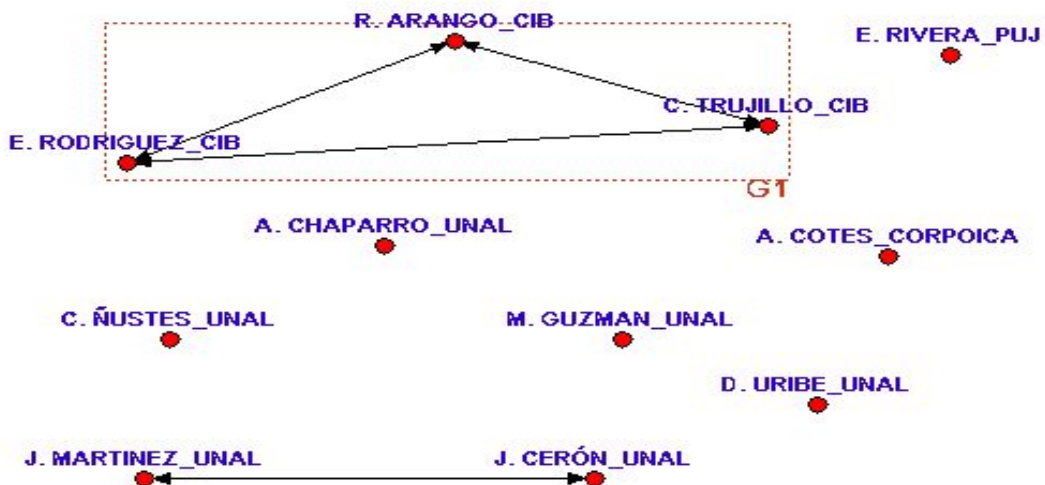
¹³ Tecnologías de la vida para el desarrollo. Bases para un plan del programa nacional de Biotecnología. 1993. Pág. 8

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Análisis de co ocurrencia de palabras de los títulos de las publicaciones en papa



Autorías de las publicaciones en papa





Bibliografía

Aramendis, Rafael; Hodson, Elizabeth. 1999. Programa nacional de biotecnología: proyectos cofinanciados 1991 - 1997. Colciencias.

Aramendis, Rafael; Ocando, Osiris. 2000. Experiencias en biotecnología: Empresas y centros de vinculación universidad-empresa en América Latina y el caribe. Organización de estados americanos OEA - Colciencias.

Callon Michel. 1991. Redes tecno-económicas e irreversibilidad. Redes, revista de estudios sociales de la ciencia. Número 7 Volumen 8. Buenos Aires, Junio de 2001.

Colciencias. 1999. Biotecnología: Plan estratégico 1999 - 2004. Colciencias.

Colciencias PNUD-UNESCO-ONUDI. 1995. Directorio de Biotecnología. Colombia. Elizabeth Hodson y Rafael Aramendis Editores.

Colciencias, 1993. Tecnologías de la vida para el desarrollo: bases para un plan del programa nacional de biotecnología. Colciencias.

Colciencias, 1992. Ciencia y Tecnología para una Sociedad Abierta. Colciencias Departamento nacional de planeación, Bogotá

Degenne, Alain; Forsé, Michel. 1999. Introducing social networks. Sage publications

Charum, Jorge, Parrado Luz E. 1995. Entre el productor y el usuario, la construcción social de la utilidad de la investigación. ICFES – Universidad Nacional de Colombia.

Charum, Jorge; Pardo, Campo Elías; Montenegro, Álvaro; Olaya, Doris. 1998. Recursos humanos para la ciencia y la tecnología. Convocatoria de centros y grupos de investigación 1998. Observatorio colombiano de ciencia y tecnología, documento de trabajo No. 7. Junio de 2000.

Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología

Esser, Klaus; Hillebrand, Wolfgang; Messner, Dirk; Meyer-Stamer, Jörg. 1996. Competitividad sistémica: nuevo desafío para las empresas y la política. Revista de la CEPAL 59, Santiago de Chile.

Hodson de Jaramillo, Elizabeth; Forero, Claudia; Carrizosa, Susana. 2003 "Políticas públicas en biotecnología agroalimentaria y bioseguridad en Colombia". Biotecnología: Políticas públicas y aceptación social en Argentina, Brasil; Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España y México. Subprograma III: Biotecnología. Red Multimodal de Vinculación y Desarrollo Biotecnológico REVYDET. Buenos Aires. 2003

Hodson, Elizabeth; Aramendis, Rafael. 1998. Biotechnology in Colombia, research groups, 1998. Colciencias.

Leydesdorff, Loet. 2002. "The Evaluation of Research and the Scientometric Research Program: Historical Evolution and Redefinitions of the Relationship". En: Studies in Science of Science. Tomado de la Universidad de Amsterdam (<http://users.fmg.uva.nl/lleydesdorff/sss03/>) febrero de 2004

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. Características y estructura de la cadena de la papa en Colombia. Martínez, Héctor; Barrios, Camilo; Acevedo, Ximena. Abril de 2004. Disponible en <http://www.agrocadenas.gov.co>

OECD. 2002. Manual de Frascati. Fundación Española de Ciencia y Tecnología – FECYT 2002.

Orozco, Luis; Carrizosa, Susana. 2004. "Construcción de indicadores en Biotecnología. Colombia." Programa cooperativo para la construcción de indicadores en biotecnología y tecnología de alimentos. Memorias del taller. Bogotá 24 y 25 de Noviembre. Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología – Colciencias - OEA.

Pacheco de Peña, Myriam. 2002. "La Biotecnología: fundamentos, aplicaciones y retos". Colombia Ciencia y Tecnología Vol 20 No 3 Julio-Septiembre de 2002, Colciencias

Rip Arie; Nederhof Antón. 1986. "Between dirigism and laissez-faire: effects of implanting the science policy priority for biotechnology in the Netherlands". Research Policy No. 15.

Rip, Arie. 2000. "Societal Challenges for R&D Evaluation" Learning from Science and Technology Policy Evaluation. School of Public Policy, Georgia Institute of Technology, Atlanta, USA y Fraunhofer Institute for Systems and Innovations Research, Karlsruhe, Germany

United Nations, Commission on Science and Technology for Development, 2002. The Biotechnology Promise: Capacity-building for Participation of Developing Countries in the Bioeconomy

Vaccarezza, Leonardo. Zabala Juan. 2002. La construcción de la utilidad social de la ciencia: Investigadores en biotecnología frente al mercado. Universidad Nacional de Quilmes ediciones.

Wasserman, Stanley; Faust Catherine. 1994. Social network analysis, Methods and applications. Cambridge University Press

Whittaker, John. 1989. "Creativity and conformity in science: Titles, keywords and co-word analysis" Social Studies of Science. Vol 19