



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**Análisis sobre la Política Tecnológica de la República de Cuba, y su evolución
en el tiempo**

T E S I S

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO**

P R E S E N T A

Christian Hernández Martínez



México, D.F.



**EXAMENES PROFESIONALES
FACULTAD DE QUÍMICA**

AÑO 2004



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Jurado asignado:

Presidente: Dr. Reynaldo Sandoval González

Vocal: M en C Antonio Francisco Díaz García

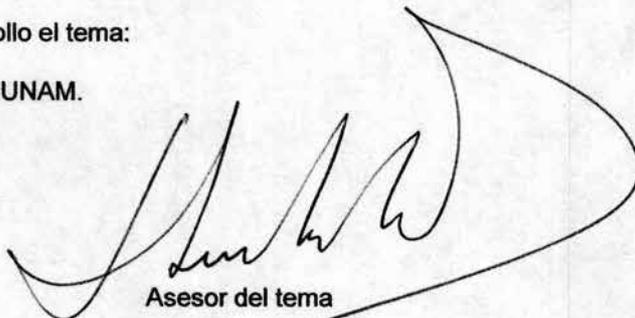
Secretario: M en C Hugo Norberto Ciceri Silvenses

1er. Suplente: I.Q. José Antonio Ortiz Ramírez

2do. Suplente: M en C Amparo Castillo Corona

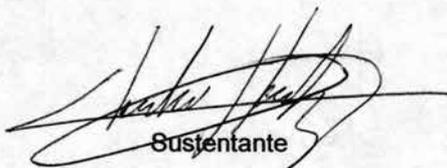
Sitio donde se desarrollo el tema:

Facultad de Química, UNAM.



Asesor del tema

M en C Hugo Norberto Ciceri Silvenses



Sustentante

Christian Hernández Martínez

Índice

	página
Agradecimientos	i
Abreviaturas utilizadas en el texto	ii
Índice de tablas y figuras	iii
Introducción	1
Capítulo 1. Los elementos contextuales.	5
1.1 La organización de la Ciencia y Tecnología en Cuba.	6
1.1.1 Estructura organizativa del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).	10
1.2 Presupuesto asignado a Ciencia y Tecnología.	11
1.3 Indicadores básicos.	18
1.4 Características del Sistema de Ciencia y Tecnología.	21
1.5 Conclusiones.	24
Capítulo 2.- Principales áreas de concentración de esfuerzos.	27
2.1 Principales frentes tecnológicos.	28
2.1.1 Sector Salud.	29
2.1.2 Sector Agropecuario.	42
2.1.3 Sector Alimenticio.	48
2.2 Número de patentes.	52
2.3 Conclusiones.	61
Capítulo 3.- Evolución del sistema de Ciencia y Tecnología. Crecimiento a través del tiempo.	65
3.1 Líneas de investigación.	66
3.2 Líneas estratégicas.	70
3.3 Comparación de indicadores con México.	76
3.4 Conclusiones.	84
Capítulo 4.- Conclusiones. La estrategia tecnológica cubana.	86
Anexo A.- Indicadores de Ciencia y Tecnología de Cuba (1990-2001)	93
Anexo B.- Definiciones	106
Anexo C.- Patentes cubanas por clase (1983-2000)	109
Bibliografía	128

A mis padres Manuela y Salvador, quienes me han inculcado todos los valores que son tan importantes en la vida de toda persona. Por ser un ejemplo de tenacidad y constancia, pero principalmente le agradezco por todo el amor que me han dado sin el cual hubiera sido imposible cristalizar este esfuerzo de tantos años. Son el ejemplo que me he puesto enfrente para seguir adelante, espero algún día ser como ustedes. Los amo.

A mis abuelos, que son como mis padres y me han alentado durante toda mi vida además de enseñarme tantas cosas a base de transmitirme sus experiencias y consejos. Ustedes son parte importante en todos los aspectos de mi formación, este triunfo también es suyo. Gracias Mami, Gracias Papi. Los quiero.

A mis tíos Silvia, Chuy, Cruz, Chayo, Juan, May, Martín y Rafa, por enseñarme a nunca darme por vencido y por brindarme todo su apoyo incondicionalmente en cualquier momento. Los admiro.

A mis hermanos Daniel, Julio, Vicky, Montse y Cony, que de alguna manera me han impulsado a seguir adelante y ojalá este paso sirva de ejemplo y motivación para que ellos también lleguen a cumplir sus metas y sueños.

A mi asesor el M en C Hugo N. Ciceri Silvenses, por dirigir acertadamente esta tesis y transmitirme sus conocimientos que fueron necesarios para culminar satisfactoriamente este trabajo. Gracias Che.

A la Facultad de Química de la UNAM, por formar además de grandes profesionistas a grandes personas a través de las cátedras impartidas por todos los profesores que forman parte de ella.

Abreviaturas utilizadas en el texto

ACT	Actividades Científico Tecnológicas
BIOCEN	Centro Nacional de Biopreparados
CGT	Centro de Gestión Tecnológica
CIE	Centro de Inmunoensayo
CIGB	Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología
CIM	Centro de Inmunología Molecular
CITMA	Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente
CONACYT	Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología
FAO	Food and Agriculture Organization
GECYT	Centro de Gerencia en ciencia y Tecnología
IBP	Instituto de Biotecnología de las Plantas
IDICT	Instituto de Documentación e Información Científico-Técnico
IMPI	Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial
ISI	Institute for Scientific Information
I + D	Investigación y Desarrollo
MUSD	Millones de dólares estadounidenses
MINAG	Ministerio de Agricultura
MINSAP	Ministerio de Salud Pública
OCPI	Oficina Cubana de la Propiedad Industrial
OECD	Organization for Economic and Cooperation Development
OMC	Organización Mundial de Comercio
OMS	Organización Mundial de la Salud
PCT	Tratado de Cooperación en Materia de Patentes
PEA	Población Económicamente Activa
PIB	Producto Interno Bruto
PNCT	Programas Nacionales Científico-Técnico
PRCT	Programas Regionales Científico-Técnico
PTCT	Programas Territoriales Científico-Técnico
RICYT	Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología
SCI	Science Citation Index
SSCI	Social Science Citation Index
SCIT	Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization
UNICEF	United Nations International children's Emergency Fund
URSS	Unión de Repúblicas Soviéticas Socialistas

Índice de tablas y figuras

Figuras

		página
Figura No. 1.1	Estructura del Sistema de Ciencia y Tecnología	12
Figura No. 1.2	Presupuesto total de C y T cubano	14
Figura No. 1.3	Presupuesto en relación al PIB	15
Figura No. 1.4	Presupuesto cubano asignado a I+D	16
Figura No. 1.5	Distribución del gasto en I + D (año 2001)	17
Figura No. 1.6	Mapa relacional	23
Figura No. 2.1	Distribución de documentos por tipo de colaboración (1990-2000)	42
Figura No. 2.2	Estructura del Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología	46
Figura No. 2.3	Proceso de asimilación	50
Figura No. 2.4	Evolución de las patentes cubanas (1983-2000)	54
Figura No. 2.5	Total de patentes cubanas (Acumulado de 1983 a 2000)	55
Figura No. 2.6	Tasa de dependencia (1990-2001)	56
Figura No. 2.7	Tasa de autosuficiencia (1990-2001)	57
Figura No. 2.8	Coefficiente de invención (1990-2001)	58
Figura No. 2.9	Patentes cubanas por clase (1983-2000)	59
Figura No. 3.1	Comparación del gasto en I+D entre México y Cuba (1990-2001)	77
Figura No. 3.2	Comparación del gasto en I+D como porcentaje del PIB entre México y Cuba (1990-2001)	78
Figura No. 3.3	Comparación de la evolución de las patentes entre México y Cuba (1983-2000)	79
Figura No. 3.4	Comparación del total de patentes (Acumulado) entre México y Cuba (1983 a 2000)	80
Figura No. 3.5	Comparación de la tasa de dependencia entre México y Cuba (1990-2001)	81
Figura No. 3.6	Comparación de la tasa de autosuficiencia entre México y Cuba(1990-2001)	82
Figura No. 3.7	Comparación del coeficiente de invención entre México y Cuba (1990-2001)	83

Tablas

		página
Tabla No. 2.1	Gasto del sector salud y su comparación con el PIB (1990 – 2000)	33
Tabla No. 2.2	Revistas con factor de impacto menor a 1	38
Tabla No. 2.3	Revistas con factor de impacto mayor a 1	39
Tabla No. 2.4	Contribución del Sector Agropecuario al PIB (1994 - 2000)	44
Tabla No. 2.5	Áreas de mayor patentamiento en Cuba	60

Introducción

La capacidad de la política tecnológica para incidir en el sistema innovador de un país tiene un factor muy importante: el monto de los recursos que se destinan a la labor de Investigación y Desarrollo (I+D). Sin una aportación financiera suficiente los resultados que se pueden esperar de cualquier política que tenga cierta ambición de incidir en la capacidad, orientación y desarrollo de las actividades tecnológicas serán necesariamente limitados. Pero hay que dejar claro que no se trata sólo de gastar cada vez más en ella (I+D), sino de invertir acertadamente tales recursos en función de generar aquel conocimiento que sirva de base para la innovación, entendida ésta como un hecho económico concreto y exitoso.

Por lo tanto, el propósito del trabajo es identificar la política tecnológica que ha seguido el gobierno de Cuba a lo largo del tiempo, así como conocer la manera en que su Sistema de Ciencia y Tecnología ha evolucionado.

Este reconocimiento nos permite observar las direcciones en las que se está llevando a cabo el desarrollo científico-tecnológico con el fin de contribuir al desarrollo económico y social cubano, el reconocimiento es realizado mediante el análisis de diferentes parámetros como los son los indicadores de Ciencia y Tecnología, los cuales nos permiten conocer las capacidades del país en ciencia, tecnología e innovación.

Como primera parte, se analiza la evolución y organización del Sistema de Ciencia y Tecnología, así como también se analizan indicadores globales como son el gasto destinado a ciencia y tecnología.

A continuación se identifican los principales sectores en los que el gobierno cubano está poniendo o dedicando mayor atención en investigación y desarrollo (I+D), esta identificación se lleva a cabo mediante el análisis de indicadores como son el gasto invertido en investigación y desarrollo (I+D) para cada sector, por mencionar alguno. Del mismo modo se tiene la evolución de la producción científica y tecnológica, la cual se hace por medio del recuento y clasificación de las patentes durante el período que va del año 1983 al año 2000.

El compromiso de institucionalizar la ciencia y la tecnología a través de un organismo de más alto nivel, especializado en esta materia, así como el de invertir en desarrollo científico y tecnológico, resultado vital para el futuro del país.

Dentro de este análisis, se realiza una comparación entre los países de México y Cuba mediante el uso de indicadores de Ciencia y Tecnología los cuales nos dan un panorama global de la asignación y distribución de los recursos humanos, materiales y financieros.

Dentro de este trabajo, se identifican las diferentes líneas de investigación y líneas estratégicas las cuales son parte importante dentro de la política científica y tecnológica del país y tienen como objetivo el promover el desarrollo científico, tecnológico, económico, pero sobre todo social. También se realiza una comparación entre México y Cuba mediante el uso de los indicadores de Ciencia y Tecnología los cuales nos dan un panorama global de la asignación y distribución de los recursos humanos, materiales y financieros.

Debido a que Cuba es un país con un régimen diferente a la mayoría de los países del mundo (esto para no introducirnos en temas políticos), la facilidad para obtener información como por ejemplo la balanza de pagos tecnológicos o información de divisas es bastante limitada, si no es que nula. Por todo esto se recurrió a organizaciones internacionales dedicadas a medir la actividad científico-tecnológica de América Latina y el Caribe como la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), la Organización Mundial de la Salud, la Organización Mundial de la Propiedad Industrial (OMPI), por mencionar algunas.

El análisis de todos los parámetros antes descritos, permitió identificar la estrategia tecnológica que está implementada y es seguida por el gobierno cubano. Esta estrategia tiene como principal punto el incrementar la calidad de vida y mejorar la economía del pueblo cubano mediante la aplicación de los resultados obtenidos por los avances en la investigación en el campo de la Ingeniería Genética y Biotecnología, la cual es la principal línea de investigación debido a sus múltiples aplicaciones.

Capítulo 1
Los elementos contextuales

En el presente capítulo se analiza la forma en que está organizado el Sistema de Ciencia y Tecnología de la República de Cuba. Además se estudia la estructura del sistema, así como, la Política Tecnológica. Se toma como parámetro de referencia el presupuesto que es destinado a Ciencia y Tecnología y también se analizan algunos indicadores de tipo básico.

1.1 La Organización de la Ciencia y la Tecnología en Cuba

Anteriormente el organismo encargado de dirigir la política nacional en materia de Ciencia y Tecnología en la República de Cuba era la Academia de Ciencias de Cuba, la cual quedó adscrita al Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Dicha Academia tenía como objetivos principales el contribuir al desarrollo de la ciencia cubana y la divulgación de los avances científicos nacionales y universales; prestigiar la investigación científica de excelencia en el país; elevar la ética profesional y la valoración de la ciencia: así como estrechar los vínculos de los científicos y sus organizaciones entre sí, con la sociedad y con el resto del mundo¹.

A partir del año de 1994 el organismo encargado de dirigir, ejecutar y controlar la política nacional en materia de Ciencia y Tecnología, y en lo relacionado con el medio ambiente, es el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)².

¹ Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI), *Guía Iberoamericana de la Administración Pública de la Ciencia: CUBA*, 2000.

² Decreto-Ley No. 147, del 21 de abril de 1994 denominado "De la Reorganización de la Administración Central del Estado". República de Cuba.

Entre las funciones más importantes del CITMA, están:

1. Elaborar y proponer al Consejo de Ministros las estrategias y políticas en materia de Ciencia y Tecnología, así como el plan nacional de ciencia y tecnología, con la participación de la comunidad científica y otros agentes del cambio tecnológico.
2. Establecer de acuerdo con la política científica y tecnológica nacional y en coordinación con los organismos que correspondan, las normas técnicas, principios y bases metodológicas para evaluar la importación y exportación de tecnologías y su impacto económico, social y ambiental.
3. Proponer, dirigir y, en su caso, ejecutar la política sobre propiedad industrial. Proponer y establecer, según corresponda, las disposiciones que regulen la organización y protección de la propiedad industrial. Mantener y controlar el registro de solicitudes de patentes, marcas de la propiedad industrial de solicitantes nacionales y extranjeros.
4. Actuar, conjuntamente con los órganos, organismos e instituciones que corresponda, en la dirección y el control de la política editorial en ciencia y tecnología y aprobar, en coordinación con dichas entidades, el perfil editorial de las publicaciones seriadas en estos temas y ejecutar las acciones que correspondan para su control.
5. Dirigir y controlar, en coordinación con los órganos y organismos competentes, las acciones de colaboración internacional en materia de ciencia y tecnología. Coordinar la participación nacional en relación con estos temas en organizaciones, organismos y tratados internacionales.

El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT), se creó a partir del año de 1995 y ésta es la forma organizativa a través de la cual se materializa la política científica y tecnológica.

El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica de la República de Cuba regula desde la generación y acumulación de conocimientos hasta la producción de bienes y servicios, es decir abarca las ramas del desarrollo socioeconómico y cultural de Cuba, lo que implica la realización de actividades de Investigación y Desarrollo (I+D).

Su objetivo es lograr la máxima conexión entre las actividades de Ciencia y Tecnología y las necesidades de las entidades económicas y sociales, para lo cual concibe dos instrumentos fundamentales: los programas científico-técnicos y los polos científico-productivos.

Los Programas Científico-Técnicos

Estos programas constituyen elementos principales del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica, para asegurar los resultados de calidad en las investigaciones de mayor prioridad del país, vinculadas a las principales líneas de desarrollo científico, tecnológico, económico y social.

Se define como Programa Científico-Técnico, aquel proyecto de investigación-desarrollo, cuyos resultados están directamente relacionados con el avance económico y social del país. Dichos programas se clasifican en: Programas Nacionales Científico-Técnicos (PNCT), Programas Ramales Científico Técnico (PRCT) y Programas Territoriales Científico-Técnicos (PTCT).

En su contenido, estos planes se dirigen al desarrollo estratégico de la Ciencia y la Tecnología, para favorecer que la economía cubana alcance y mantenga un espacio en el mercado internacional.

Los Polos Científicos

En Cuba, los Polos Científicos constituyen una concepción organizativa que integra funcionalmente a universidades, instituciones de investigación y empresas o unidades productivas, en beneficio del desarrollo de distintas ramas científicas.

Existen tres Polos temáticos: el Polo Biotecnológico o Polo Científico-Productivo del Oeste, el Polo Industrial y el Polo de Humanidades; así como 12 polos territoriales que corresponden con las provincias del país.

- Composición del Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica (SCIT).

El Sistema está integrado por cuatro componentes fundamentales:

1. Los Órganos que participan en su Dirección y Organización.

Dentro de estos órganos se encuentran el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) incluyendo sus dispositivos especializados y delegaciones territoriales, así como los Organismos Administrativos de la Administración Central del Estado.

2. Las Entidades que participan directamente en la Investigación Científica y en las diferentes etapas del proceso innovativo.

Dentro de este grupo se encuentran los centros de investigación, las universidades y otros centros de educación superior. También se tiene las Redes de Información Científico-Técnica dedicadas a la transferencia tecnológica.

3. Los elementos de integración del Sistema.

Están los elementos específicamente creados con objetivos integradores como lo son: Los Polos Científicos, El Forum de Ciencia y Técnica, y el Sindicato de la Ciencia, la Academia de Ciencias de Cuba, entre otros. Todos estos elementos son integrados mediante el CITMA.

4. La Base Jurídico-Metodológica del Sistema.

Está integrada por normas y documentos metodológicos que rigen el funcionamiento del SCIT. Entre las normas actualmente vigentes, se encuentran la Ley 38 de 1982 (sobre las actividades de innovación), el Decreto-Ley de 1983 (sobre invenciones, descubrimientos científicos, modelos industriales, marcas), el Decreto-Ley de 1988 (referido al personal dedicado a la investigación científica), el Decreto-Ley No. 147 de 1994 (el cual regula, organiza y crea los organismos centrales, entre ellos el CITMA) y por último el 24 de abril de 2001 se ratificó las funciones y atribuciones del CITMA, por medio del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministerios.

1.1.1 Estructura del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)

El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente se integra por cuatro Agencias³:

1. Agencia de Ciencia y Tecnología.
2. Agencia de Información.
3. Agencia del Medio Ambiente.
4. Agencia Nuclear.

El Ministerio financia y gerencia los proyectos de mayor posibilidad de éxito, según su calidad y su impacto en los ámbitos económico, científico y social.

Dentro de su estructura, también contiene Direcciones, Instituciones, Institutos de Investigación, Empresas y la Academia de Ciencias de Cuba.

La Agencia de Ciencia y Tecnología se estructura en Divisiones: Industria y Energía, Ciencias Sociales. Ciencias Agropecuarias, Ciencias Naturales y Básicas, Coordinación y Análisis. Además cuenta con el Centro de Gerencia en Ciencia y Tecnología (GECYT) y otros centros e institutos de investigación.

³ Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

La Agencia de Ciencia y Tecnología es la encargada de llevar a cabo la política científica y tecnológica trazada por el CITMA. Además convoca, evalúa y presenta al CITMA los Programas Nacionales Científico-Técnicos y sus proyectos.

Cada provincia, tiene una Delegación del CITMA, con una Unidad de Ciencia y Técnica.

Los municipios que lo consideran necesario tienen a un Especialista Municipal de Ciencia y Tecnología.

En la figura No. 1.1 se muestra la estructura del Ministerio de Ciencia y Tecnología.

1.2 Presupuesto asignado a Ciencia y Tecnología

La República de Cuba es el país de América Latina que dedica mayores recursos a las actividades científicas y tecnológicas como proporción del PIB⁴. Por ejemplo: Cuba en el año 2001 dedicó el 1.79% de su Producto Interno Bruto (PIB) a actividades científico-técnicas, lo que significa 517.9 millones de dólares (MUSD), proporción superior al 1.5% recomendado por la UNESCO y muy por encima del 0.41% que otorga México⁵, aunque el monto total de este último es de 2,613.5 millones de dólares (MUSD).

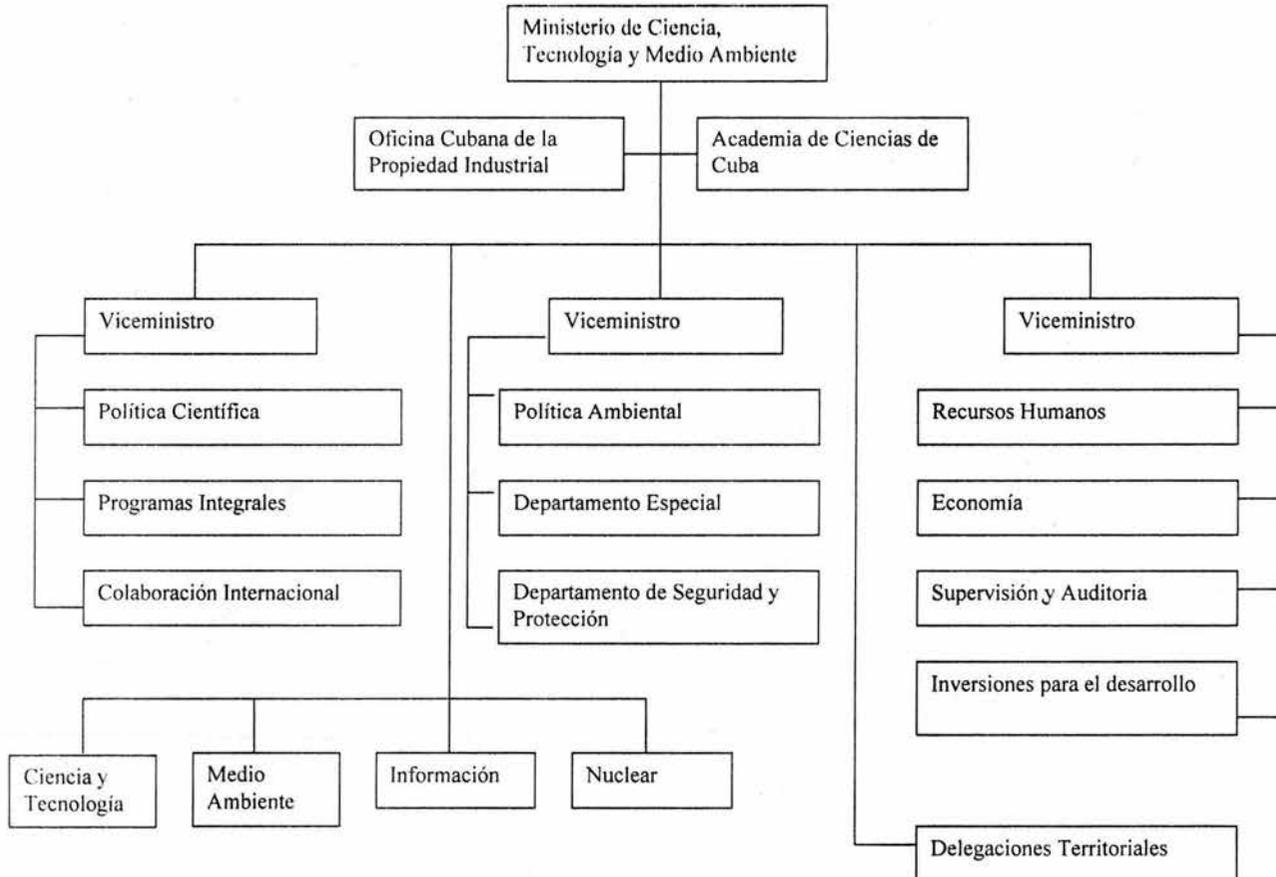
El gasto total en Ciencia y Tecnología incluye las siguientes actividades:

1. Investigación y Desarrollo (I+D)
2. Servicios Científicos y tecnológicos.
3. Producciones especializadas.

⁴ UNESCO.

⁵ Arturo Barba Navarrete, "Impulsa Cuba ciencia "práctica"", *Diario Reforma*, Febrero 5 2002.

Figura No. 1.1 Estructura del Sistema de Ciencia y Tecnología



El presupuesto asignado, que se destina a las Actividades Científico- Tecnológicas (ACT), es de 1.17% del PIB y de éste presupuesto se destina a la Investigación y Desarrollo (I+D), el 0.62% del PIB⁶.

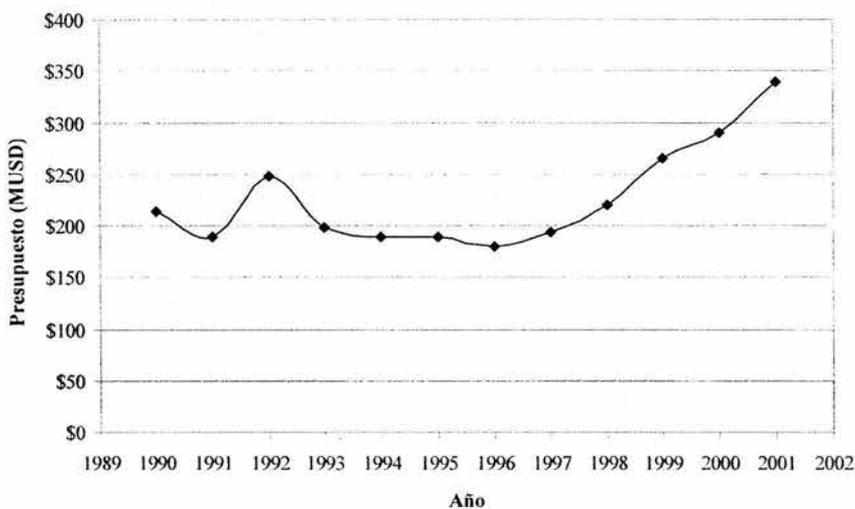
Las Actividades Científico-Tecnológicas (ACT), son aquellas actividades que están estrechamente vinculadas con la generación, el perfeccionamiento, la difusión y la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos. Comprenden: Investigación y Desarrollo más actividades auxiliares de difusión de Ciencia y Tecnología, como los recursos humanos en C y T y servicios tecnológicos (bibliotecas especializadas, etc.).

El término Investigación y Desarrollo (I+D), comprende el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones. La I+D engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

En las figuras No. 1.2 y No. 1.3 se presenta la tendencia que ha seguido el presupuesto cubano durante el periodo que abarca del año 1990 al año 2001.

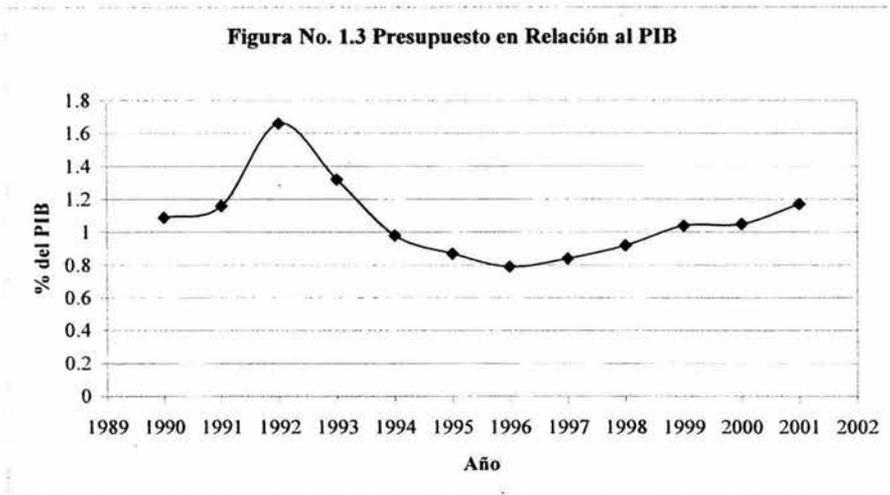
⁶ Para mayor información al respecto consultar el anexo I.

Figura No. 1.2 Presupuesto total de C y T cubano



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), 2002.

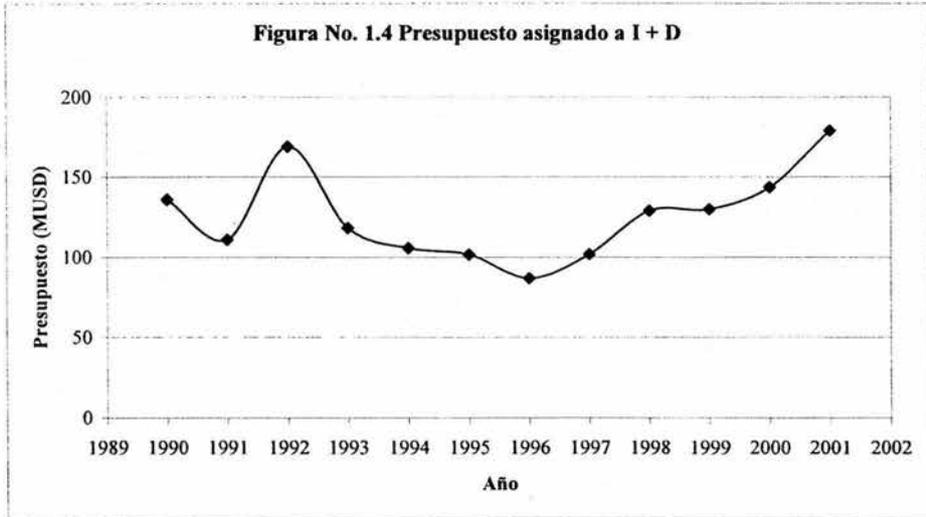
En la figura No. 1.2 se aprecia que durante el periodo de 1992 a 1996 hay una caída en el presupuesto, y a partir de 1997 hay un repunte en el mismo, el cual presenta un incremento en proporciones similares hasta el año 2001, donde se alcanzan 338.8 millones de dólares (MUSD).



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), 2002.

En la figura No. 1.3 se presenta la manera en la cual Cuba estuvo asignando el presupuesto a Ciencia y Tecnología, como se puede apreciar, durante los años 1992-1996 hay una disminución en el presupuesto que va de 1.66% a 0.79%, mientras que a partir de 1997 comienza un repunte en la asignación del presupuesto hasta alcanzar una proporción del PIB de 1.17%.

A continuación se presenta la figura No. 1.4, la cual muestra el presupuesto cubano destinado a Investigación y Desarrollo Experimental (I+D). Cabe hacer notar que este presupuesto está incluido dentro del presupuesto de ACT.



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), 2002.

La figura No. 1.4 presenta una caída en el presupuesto, el cual llega a su mínimo en el año 1996, y le corresponde menos de 100 millones de dólares (MUSD), en el año de 1997 hay un aumento de aproximadamente de 30 millones de dólares (MUSD) en el presupuesto, durante los años 1998 al 2000 hay un pequeño estancamiento en el aumento del presupuesto, es decir, se mantiene casi constante hasta que del año 2000 al 2001 se alcanzan cerca de 200 millones de dólares (MUSD) para I+D⁷.

⁷ 1 dólar = 1 peso cubano.

Figura No. 1.5 Distribución del gasto en I + D (año 2001)



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), 2002.

La figura 1.5, representa la manera en que el gasto en investigación y el desarrollo se distribuye, donde la mayor parte es destinada a investigación aplicada.

Con la crisis de finales de los 80 y principios de los noventa se inicia una nueva etapa que marca un viraje en el sistema innovativo cubano y en las políticas aplicadas a este campo. El gasto en I + D cayó a menos de 1% del PIB, recuperándose a fines de los 90 a 1.17% todavía escaso según los países más avanzados⁸, ya que estos países dedican alrededor del 3% del Producto Interno Bruto.

⁸ Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), 1998.

1.3 Indicadores básicos de Ciencia y Tecnología

Dentro de los indicadores denominados básicos, se encuentran, entre otros, el número de centros de investigación, el número de instituciones de educación superior, el número de investigadores, el número de patentes, con los que cuenta la República de Cuba.

Aquí también se tratará el Producto Interno Bruto (PIB) y la Población Económicamente Activa (PEA), ya que estos también se pueden considerar indicadores.

Del año 1995 al año 2000 la PEA de Cuba ha aumentado de 4.55 millones de personas en 1995 a 4.67 millones de personas en el año 2000, pero si se compara el año 2000 con el de 1990, se aprecia, que en el 2000 la PEA es más baja, ya que en 1990 era de 4.70 millones de personas.

El PIB de Cuba durante el período de 1990 al año 2000 ha sufrido una caída importante. En 1990 el PIB era de 19,008 millones de dólares (MUSD) hasta llegar en 1993 a 12,777 millones de dólares (MUSD), donde a partir de este año comenzó un repunte, para que en el año 2000 llegara a 16,556 millones de dólares (MUSD).

Las personas que laboran en la rama de Ciencia y Tecnología, se les llama personal de Ciencia y Tecnología, el cual se divide en investigadores, personal de apoyo y personal de servicios de Ciencia y Tecnología.

El número de investigadores se ha mantenido sin variaciones importantes durante los años 1990 a 2000. Dentro de este lapso de tiempo la cantidad más baja de investigadores fue en el año de 1995 en el que Cuba contaba con 5,129 investigadores, por el contrario la cantidad más alta fue en el año 1993 con 6,221 investigadores. Para el año 2000 Cuba contaba con 5,378 investigadores.

El total del personal de Ciencia y Tecnología en el año 2000 fue de 64,074 personas, de las cuales el 8.39% son investigadores que equivale a 5,378 investigadores, el 37.75% es de personal de apoyo, equivalente a 24,190 personas y el 53.85% es de personal de servicio de Ciencia y Tecnología, que corresponde a 34,506 personas.

Por cada 1,000 integrantes de la Población Económicamente Activa (PEA), en el año 2000 se tenían 1.15 investigadores.

La República de Cuba cuenta con 210 centros en los que se desarrolla la Ciencia y Tecnología, de las cuales 56 Unidades son de Investigación-Desarrollo y de Investigación-Producción, y dentro de estas 37 son centros de investigación, 16 son institutos, 2 estaciones y 1 jardín botánico.

De los 37 centros de investigación, 17 realizan investigación de alta tecnología. Lo que corresponde a los 16 institutos, 8 realizan investigación de alta tecnología.

También Cuba cuenta con Instituciones de Servicios Científicos Técnicos Estatales, dentro de las cuales se encuentra la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI), el Instituto de Documentación e Información Científico-Técnico (IDICT), entre otros.

Las universidades y centros de educación superior tienen como elemento el componente investigativo. Además tienen como elemento esencial el vínculo docencia-investigación-producción. Debido a esto, en todos ellos se realizan actividades que conllevan a la producción, difusión, aplicación y evaluación de conocimientos científicos y tecnológicos. Las universidades son del estado y públicas.

La institución que rige la educación superior en Cuba, es el Ministerio de Educación Superior (MES), el cual tiene como una de sus funciones principales la de desarrollar la investigación científica como elemento de la educación superior, esto en coordinación con el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA).

Cuba tiene 11 Instituciones de Educación Superior (IES), donde la principal es la Universidad de la Habana.

Además Cuba cuenta con 6 instituciones especializadas en la impartición de Programas de Formación en Administración y Gestión Científica y Tecnológica, del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente, dentro de este grupo, están entre otros, el Centro de Gerencia de la Ciencia y la Tecnología (GECYT) y el Centro de Gestión Tecnológica (CGT).

Por último, tiene otros 37 Centros de Educación Superior, en los que hay 25 Institutos Superiores, 2 Centros Universitarios, 9 Facultades de Ciencias Médicas y 1 Filial Pedagógica.

Todos estos centros de investigación, institutos, universidades, facultades, son públicos ya que Cuba no cuenta con ninguna institución privada en esta área.

1.4 Características esenciales del Sistema de Ciencia y Tecnología

Se puede ver que el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente cuenta con una Delegación Territorial en cada una de las provincias de la República, donde cada delegación cuenta con una unidad de ciencia y técnica, agencias, e instituciones que desarrollan actividades en las diferentes áreas de Ciencia y Tecnología.

Además se tienen los Polos Científicos, los cuales también tienen una representación en cada provincia cubana. También está una oficina para supervisar las actividades en materia de propiedad industrial, llamada Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

Este grupo de entidades actúa como regulador y controlador de los procesos científicos y tecnológicos.

Cada delegación territorial tiene sus propios programas científico-técnicos, denominados programas territoriales, en los que abarcan áreas como: salud, alimentos, medio ambiente, entre otros, y cuyas acciones y soluciones van dirigidas a resolver los problemas específicos de cada provincia. Sus funciones están directamente relacionadas con los intereses estatales del desarrollo científico-tecnológico.

Los Polos Científico-Productivos, están constituidos por universidades, instituciones de investigación, empresas y entidades que se integran y trabajan de modo conjunto, de modo de propiciar la interacción estable entre la comunidad científica y la dirección política administrativa, con el fin de alcanzar objetivos determinados y priorizados.

Los Polos constituyen una concepción organizativa que sirve de interfase entre la investigación científica y la producción o generalización del conocimiento. Dentro de estos Polos se crean redes de cooperación, lo cual acelera la introducción de los resultados de la investigación científica. En la figura No. 1.6 se representa la manera en que se relacionan los programas nacionales con las diferentes entidades territoriales y con las necesidades de la población.

Tomando en cuenta la definición de descentralización la cual dice que una estructura es descentralizada a medida que el poder se va dispersando entre varias personas, entonces podemos decir que el Sistema de Ciencia y Tecnología de la República de Cuba, es un sistema descentralizado⁹.

⁹ Henry Mintzberg, "Diseño de Organizaciones Eficientes", Editorial El Ateneo, pp. 83-101.

1.5 Conclusiones

El desarrollo económico y social de un país tiene mucho que ver con su potencial científico y tecnológico, con la capacidad de las personas para investigar y llevar a la práctica estos temas. Por ello, los gobiernos se esfuerzan en desarrollar políticas dirigidas a incrementar el gasto o presupuesto en investigación y desarrollo (I+D), en términos del Producto Interno Bruto y en este aspecto Cuba no es la excepción.

Cuba tiene una importante actividad científica y tecnológica, la cual es directamente supervisada por el Ministerio de Ciencia y Tecnología. Dentro de estas actividades destacan los programas científico-técnicos, ya que estos programas son por medio de los cuales se designan los proyectos de ciencia y tecnología que se llevarán a cabo en Cuba.

Estos programas, se dedican a resolver los problemas nacionales que son prioritarios, esto porque los recursos económicos no son suficientes.

Aparentemente el presupuesto asignado a ciencia y tecnología en Cuba en términos de porcentaje del PIB es mayor que en México. Pero si se analiza en términos de millones de dólares se aprecia que el presupuesto que destina México a ciencia y tecnología es mayor, esto es debido a que la economía de Cuba es más pequeña en comparación con la economía de México. tomando al año 2001 como referencia, el PIB cubano es de 28,878.3 millones de dólares (MUSD) y el PIB mexicano es de 629,786.8 millones de dólares (MUSD), por lo que la economía de México es 21.8 veces más grande que la economía cubana.

Analizando el comportamiento del presupuesto en ciencia y tecnología se observa que a partir del año de 1992 hay una importante caída, esto se puede atribuir a la desaparición de la URSS, ya que Cuba como todos sabemos tenía una estrecha relación con la ex Unión Soviética. Aunque en lo que respecta al presupuesto con respecto al PIB, se ve que a partir de ese año, no ha podido alcanzar el nivel tenido, ya que en el año 2001 sé esta cerca de un punto porcentual abajo.

A pesar de las muchas limitaciones, Cuba cuenta con una infraestructura científica de primer nivel, ya que tiene instituciones como el Centro Nacional de Investigaciones Científicas; el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología; la Universidad de la Habana, entre otros que presumen de tener reconocimiento internacional.

La isla de Cuba ha ido aumentando en lo que se refiere a capital humano, es decir, el número de investigadores es importante, tomando en cuenta el número de habitantes del país.

Este aspecto se comenzó a difundir con mayor importancia, a partir de 1962, cuando Fidel Castro dijo que "el futuro de Cuba es el de sus hombres de Ciencia" y fue entonces cuando se estableció por vez primera la Política de Estado en Ciencia y Tecnología.

Considero que la organización del Sistema de Ciencia y Tecnología, es acertada, porque al ser una organización descentralizada, permite que haya una cierta "libertad" en la toma de decisiones con respecto a ciencia y tecnología para las diferentes provincias cubanas; así también de esa manera se permite que las delegaciones territoriales diseñen sus propio planes

para satisfacer las necesidades de la región y alcanzar el desarrollo científico, económico y social. Aunque no hay que dejar de lado que también es de un cierto grado autoritario.

También al tener este tipo de organización descentralizada, se propicia un ambiente en el que impera la confianza entre los distintos sectores que integran dicho sistema y esto a su vez permite alcanzar satisfactoriamente los distintos objetivos planteados. Además se aprecia que hay una completa colaboración entre universidades, institutos, agencias y las diferentes entidades estatales para alcanzar el mencionado desarrollo.

A su vez, este tipo de organización permite la descentralización de la gestión financiera en las actividades científicas y tecnológicas.

En general la actividad científica y tecnológica está dirigida a obtener resultados, los que la República de Cuba los llama “salidas” en el Sistema de Ciencia y Tecnología, las cuales están conformadas por: los nuevos productos de la Ciencia y la Tecnología, las diferentes Tecnologías, las Patentes, las Publicaciones.

Estas salidas se caracterizan por ser parte determinante de las diferentes etapas del SCIT, donde la más relevante es la planificación (programas). También por medio de las salidas se evalúa el impacto económico y social del proyecto.

Capítulo 2
Principales áreas de concentración de esfuerzos

El propósito de este capítulo es identificar las áreas tecnológicas en las cuales la República de Cuba dedica mayor atención, es decir, aquellas áreas a las cuales se les dedica mayor presupuesto o los sectores en los que se está desarrollando la investigación de una forma exitosa y notable.

2.1 Principales frentes tecnológicos.

Se denomina frente tecnológico al sector o área en la cual se ha definido una prioridad sobre los demás o se le da una mayor importancia para su desarrollo. De acuerdo al análisis y comparación de parámetros como lo son: el presupuesto asignado, el número de artículos que se publican y número de patentes desarrolladas, el número de instituciones dedicadas a I + D, entre otros, se establece si dicho sector ha sido considerado como prioritario.

A partir de la aplicación de este concepto se ha podido detectar en Cuba, de forma inicial que hay diversos sectores, en los cuales el gobierno le ha prestado atención y en los cuales se han presentado avances tecnológicos importantes.

Los principales sectores de investigación y desarrollo tecnológico en Cuba son:

- a) El sector salud, dentro del cual está la medicina, vacunas humanas, el desarrollo de productos biotecnológicos, farmacéuticos y de plantas medicinales.
- b) El sector agropecuario, en el cual se ha prestado atención al desarrollo de la Biotecnología agrícola, vacunas veterinarias, producción de alimentos y recientemente la agricultura orgánica.

2.1.1 Sector Salud

El sector salud en Cuba es de gran importancia porque la salud del pueblo cubano ha sido definida como una prioridad para el gobierno, y por lo tanto se encuentra el desarrollo de la medicina (en áreas como: vacunas, aparatos de diagnóstico y medicamentos), el cual ha tenido un notorio avance a lo largo de los años.

El Ministerio de Salud Pública (MINSAP), es el organismo rector del Sistema Nacional de Salud. Este sistema se encarga de dirigir, ejecutar y controlar la aplicación de la política del Estado y del Gobierno en cuanto a salud pública, el desarrollo de las ciencias médicas y de la industria médico-farmacéutica.

El sistema desempeña funciones rectoras y funciones específicas.

Dentro de las funciones rectoras, destacan:

1. Regular y controlar la aprobación, ejecución y evaluación de las investigaciones biomédicas o de cualquier tipo que se realice directamente en seres humanos.
2. Regular el ejercicio de la medicina y de las actividades que le son afines.
3. Ejercer la evaluación, el registro, la regulación y el control de los medicamentos de producción nacional y de importación, y equipos de uso médico.

Entre las funciones específicas, entre otras se encuentran:

1. Dirigir las actividades de producción, exportación, importación, comercialización, distribución y almacenamiento de medicamentos.
2. Dirigir la actividad de comercialización de los servicios de salud, asistencia técnica, la formación y especialización de personal extranjero, así como software y literatura específica.

El sistema cuenta con diferentes componentes, algunos de estos componentes son:

1. Formación, especialización y educación continua de profesionales y técnicos.
2. Investigación y desarrollo de las ciencias médicas.
3. Información científico-técnica.
4. Aseguramiento tecnológico, médico y electromedicina.
5. Producción, distribución y comercialización de medicamentos y equipos médicos.

Un aspecto importante en el sector salud como en otros sectores, es el desarrollo de la Ingeniería Genética y la Biotecnología, debido a que por medio de este tipo de tecnologías se han desarrollado vacunas, medicamentos, aparatos de diagnóstico, etc.

Las prioridades establecidas por el gobierno a mediano plazo en Cuba, son los instrumentos mediante los cuales establece la concentración de la capacidad científica y tecnológica en determinados campos considerados estratégicos para el desarrollo nacional, en los cuales se tiene como objetivo considerar la competencia científico-técnica necesaria para agregarle valor económico a los principales recursos y productos existentes. Basándose en estos criterios, una de las disciplinas prioritarias fue la Biotecnología.

La Biotecnología, es descrita por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), como la aplicación de procedimientos científicos y técnicos a la transformación de ciertas materias por agentes biológicos para producir bienes y servicios¹⁰.

¹⁰OECD, *Modern Biotechnology and the OECD*. Policy Brief, 1999.

La construcción de las capacidades tecnológicas en Biotecnología, comenzó en los primeros años de la década de los 80, cuando científicos cubanos aprendieron y adoptaron las técnicas para obtener el interferón alfa leucocitario humano, con el cual se trata el dengue tipo 2 y la conjuntivitis hemorrágica aguda.

En la primera mitad de la década de los 80, comenzó a concretarse un amplio programa de desarrollo en el área de la Biotecnología y de la Industria Médico-Farmacéutica, el cual tenía como principal objetivo promover el desarrollo de estos temas y la oportunidad que tenía el país en los mismos.

Esto vino acompañado de un importante esfuerzo en inversión del país en nuevas instituciones científicas, creándose un conjunto de centros de excelencia que han sido los protagonistas principales del salto cualitativo experimentado por la ciencia cubana en ese período.

Si en un inicio la Biotecnología cubana debutó como adoptador temprano de tecnologías desarrolladas por otros como el desarrollo de las vacunas y medicamentos contra el SIDA y contra el cólera donde Cuba, Suecia y los Estados Unidos son los más avanzados en las investigaciones¹¹.

¹¹ Francisco García Fernández y Oscar Chassagnes Izquierdo, "Política de innovación en Cuba: una revisión de las políticas aplicadas en el desarrollo de la industria biotecnológica asociada a la salud", *Revista Espacios*, Vol. 23, No. 3, 2002.

Lo que para algunos le confirió determinadas ventajas, es un hecho que la transferencia inicial de la tecnología extranjera, generó un proceso interno de aprendizaje que llevó, paulatinamente a mejorar las tecnologías importadas, desarrollando capacidades innovativas propias y permitiendo desarrollar nuevos conocimientos que están muy cerca de la frontera tecnológica.

El éxito en el aprendizaje a partir del proceso de la transferencia tecnológica, motivó al gobierno de Cuba a crear un órgano coordinador de carácter nacional, el Frente Biológico, que fue el encargado de impulsar el desarrollo de esta área en el país.

En 1982 nace el Centro de Investigaciones Biológicas que entre su creación y 1986 emprende la producción de interferones alfa y gamma, y el desarrollo de la ingeniería genética.

A fines de 1983, el gobierno cubano decide crear una institución de mayor envergadura, y tres años más tarde se funda el Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), donde se instalan capacidades para aplicar las técnicas más avanzadas de la Biotecnología moderna, disponiendo de los recursos humanos preparados y capaces de transferir y adaptar el conocimiento externo disponible. En este centro se realiza desde la investigación y examen de laboratorio, toda la fase experimental, hasta el desarrollo y producción, es decir, el ciclo completo de la investigación hasta la producción misma.

Con posterioridad serían creados otros grandes centros que complementarían la red de investigaciones y producciones biotecnológicas del país como son: el Centro de Inmunología Molecular (CIM), el Centro Nacional de Biopreparados (BIOCEN), el Instituto Finlay, el Centro de Inmunoensayo (CIE), y otros que se han desarrollado en la dirección más avanzada de la Biotecnología moderna: la de investigación, desarrollo y comercialización de equipos y productos (con aplicaciones terapéuticas y de diagnóstico) de alto valor agregado.

En la tabla 2.1 tenemos el gasto del sector salud entre 1990 y 2000.

Tabla No. 2.1 Gasto del sector salud y su comparación con el PIB. (1990-2000)

Año	Gasto (MP cubanos)	Gasto por habitante	Gasto en salud (% del PIB)
1990	1,045.09	98.56	5.3
1991	1,038.48	97.11	6.4
1992	1,038.79	95.99	7.0
1993	1,174.92	107.57	7.8
1994	1,166.38	106.42	6.1
1995	1,221.96	111.31	5.6
1996	1,310.07	119.03	5.7
1997	1,382.95	125.31	6.0
1998	1,473.09	132.44	6.2
1999	1,710.63	153.52	6.7
2000	1,857.03	165.99	6.7

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Centro de Investigaciones Financieras del Ministerio de Finanzas y Precios de Cuba, 1990 - 2000.

Se puede apreciar como el sector salud fue priorizado en la asignación de recursos, pues creció en forma muy significativa el gasto en salud como porcentaje del PIB, lo que muestra que el sistema mantuvo su importancia en la asignación de recursos, esto también propició que el gasto por habitante aumentara.

Los resultados considerados como producto de la política de prioridad que se establece en el sector salud son:

1. Desarrollo de interferones recombinantes (alfa y gama).
2. Desarrollo de anticuerpos monoclonales.
3. Desarrollo de Ateromixol (PPG).
4. Desarrollo de la estreptoquinasa recombinante.
5. Desarrollo de la proteína interleucina-2.
6. Desarrollo de vacunas.

De estos resultados, lo más notables y que han significado un avance en el mundo de la medicina, son: el desarrollo de la estreptoquinasa recombinante, la cual es única en el mundo elaborada por ingeniería genética y es capaz de detener el infarto hasta seis horas después de iniciado, otro es el de la proteína interleucina-2, la cual tiene un elevado potencial para inhibir la metástasis en diferentes clases de tumores, y quizá los más importantes de todos se encuentran dentro del desarrollo de vacunas: la vacuna contra la meningitis meningocócica B y C, la cuál es única en el mundo y la vacuna recombinante contra la hepatitis B¹².

¹² Francisco García Fernández y Oscar Chassagnes Izquierdo, "Política de innovación en Cuba: una revisión de las políticas aplicadas en el desarrollo de la industria biotecnológica asociada a la salud", *Revista Espacios*, Vol. 23, No. 3, 2002.

La vacuna antimeningocócica, además que es única en el mundo¹³, cuenta con registro de sanidad, en más de 19 países de todos los continentes y con patente de invención en otros 25. Esta vacuna ha sido reconocida con el premio que da la Organización Mundial de la Propiedad Industrial¹⁴.

Los logros alcanzados por Cuba son a tal grado que en el año de 1993, el Patent and Trade Marck Office en Washington DC, le reconoció tres importantes patentes a Cuba: la primera vacuna antimeningocócica BC en el mundo; la estreptoquinasa recombinante, mencionada anteriormente; y la enzima industrial farmacéutica sucrosa invertasa, que aumenta el contenido edulcorante del azúcar al convertirlo en licor de fructuosa¹⁵.

Más allá de estas patentes, Cuba tiene otros logros científicos. En materia de diagnóstico, los avances son impresionantes, ya que se cuenta con el sistema ultramicroanalítico (SUMA) del Centro de Inmunoensayo (CIE). Este sistema es novedoso en el diagnóstico prenatal, para detectar malformaciones congénitas y se está usando ya en Europa, Asia, África y América Latina.

Estos productos biotecnológicos, junto con otros, representan a largo plazo, un potencial de cientos de millones de dólares de ingresos externos anuales.

¹³ Francisco García Fernández y Oscar Chassagnes Izquierdo, "Política de innovación en Cuba: una revisión de las políticas aplicadas en el desarrollo de la industria biotecnológica asociada a la salud", *Revista Espacios*, Vol. 23, No. 3, 2002.

¹⁴ Daniel Codorniú Pujals (Viceministro primero del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente), "Cuba y el desarrollo científico y tecnológico en el siglo XX, como lo soñó Fidel", *Diario Granma*, 02-01-2001.

¹⁵ Cuba: el milagro biotecnológico, *Revista Interciencia*.

La realización de inversiones de cerca de mil quinientos millones de dólares estadounidenses, realizadas en los últimos 12 años y la participación de alrededor de trece mil personas en actividades vinculadas a la Biotecnología y sus especialidades, en más de cincuenta instituciones, refleja la voluntad que tiene el país de desarrollar esta rama de la ciencia.

Para la salud humana, más de 46 medicamentos obtenidos por esta vía han sido entregados al registro estatal, diferentes ensayos clínicos se encuentran en ejecución avanzada, 20 patentes han sido solicitadas en Cuba y 4 en el exterior, así como más de un centenar de publicaciones en su mayoría en revistas de alto impacto¹⁶.

Principalmente se han desarrollado productos médico-biológicos que se exportan a varios países del mundo, incluido México, como las mencionadas vacunas, entre otros que permiten mantener e incrementar los niveles de protección de la salud, y se han convertido en una importante fuente de divisas.

El sólido vínculo entre la Biotecnología y el sistema de salud cubano constituye un pilar fundamental en la industria farmacéutica. Esto es mediante la organización de proyectos de investigación del Polo Científico, los cuales incluyen estudios relacionados con las vacunas combinadas terapéuticas, ya en fase final de desarrollo, entre ellas una familia de vacunas contra el cáncer.

Además de satisfacer la demanda cubana, todos estos productos aseguran la permanencia de Cuba en el mercado internacional y tienen impacto sobre la industria farmacéutica.

¹⁶ Ministerio de Salud Pública de Cuba

Un ejemplo de esto, es la empresa anglo-estadounidense Smith Kline Beecham Pharmaceuticals, la cual obtuvo el permiso del Tesoro de Estados Unidos para firmar con el Instituto Finlay de Cuba un convenio con el fin de introducir la vacuna antimeningocócica al mercado.

Indicadores de producción científica para el sector salud.

Un elemento importante, que nos muestra el desarrollo que se tiene en el sector salud, son el número y tipo de publicaciones¹⁷ y la calidad de las mismas en ellas, estas publicaciones tienen conexión o van de la mano con el avance tecnológico.

A continuación se presentan datos para el año 2000 de la producción científica cubana, en el sector salud¹⁸.

De acuerdo con la base de datos del Institute for Scientific Information (ISI)¹⁹, Cuba publicó 197 documentos, que se distribuyen de la siguiente manera: artículos 173, resumen de congresos 12, carta 6, revisión 4, corrección 1, material-editorial 1. La temática los documentos, se divide en: el área de la Medicina Básica, área de Medicina Clínica y área de Medicina Social, de estas la principal área de publicación es la de Medicina Básica.

¹⁷ Dentro de las publicaciones están: artículos, resumen de congresos, cartas, revisiones, correcciones y material-editorial.

¹⁸ Datos obtenidos del Análisis de la Producción Científica en Ciencias de la Salud de los países de América Latina y el Caribe, periodo 1999-2000, RICYT, febrero 2003.

¹⁹ Incluye publicaciones en *Science Citation Index* (SCI) y en *Social Science Citation Index* (SSCI).

La tabla 2.2, muestra las revistas que tienen un factor de impacto menor a 1, en las cuales están publicando.

Tabla No. 2.2 Revistas con factor de impacto menor a 1.

Revista	Documentos (año 2000)	Factor de impacto (FI)	Nivel
FARMACO	3	0.406	3.00
DRUG DEV IND PHARM	1	0.497	2.00
HYBRIDOMA	9	0.509	4.00
BRAZ J MED BIOL RES	3	0.517	3.00
VET HUM TOXICOL	1	0.531	2.00
ARZNEIMITTEL-FORSCH	2	0.597	3.00
MEM I OSWALDO CRUZ	3	0.636	3.00
APPL RADIAT ISOTOPES	2	0.641	3.00
CURR THER RES CLINE E	4	0.651	1.00
MED HYPOTHESES	1	0.678	3.00
CLIN ELECTROENCEPHAL	1	0.685	1.00
ARCH MED RES	2	0.713	2.00
PHARMACOL RES	4	0.715	3.00
ULTRASONICS	2	0.735	2.00
APPL BIOCHEM BIOTECH	1	0.824	4.00
ARTIF ORGANS	2	0.854	2.00

Fuente: Elaboración propia a partir del Análisis de la Producción Científica en Ciencias de la Salud de los países de América Latina y el Caribe, periodo 1999-2000.

Nota: El factor de impacto es una medida de la importancia o influencia de una revista y se utiliza como referente de calidad científica de las revistas.

El promedio aritmético del factor de impacto, para esta tabla es de 0.637 y el número de documentos es de 41. También se aprecia que 10 documentos tienen un nivel de investigación de 4.00, lo cual implica que son publicaciones de investigación básica.

A continuación, se presenta la tabla 2.3, en donde se presentan las revistas que tienen un factor de impacto mayor a 1, así como el número de documentos publicados en cada una de ellas.

Tabla No. 2.3 Revistas con factor de impacto mayor a 1.

Revista	Documentos (año 2000)	Factor de impacto (FI)	Nivel
TISSUE CELL	1	1.028	4.00
CLIN CHIM ACTA	2	1.035	3.00
CURR MICROBIOL	1	1.165	4.00
J PHARM PHARMACOL	1	1.195	3.00
BIOTECHNOL APPL BIOC	4	1.254	4.00
J PROTEIN CHEM	1	1.255	4.00
VET PARASITOL	3	1.284	2.00
CLIN DIAGN LAB IMMUN	2	1.583	3.00
J MOL NEUROSCI	1	1.609	4.00
NUCL MED BIOL	1	1.623	3.00
FEMS IMMUNOL MED MIC	1	1.629	3.00
SCAND J IMMUNOL	1	1.740	3.00
BIOTECHNIQUES	2	1.749	4.00
PHYS MED BIOL	2	1.888	3.00
INT ARCH ALLERGY IMM	2	1.911	3.00
CONTRACEPTION	1	1.916	2.00
BIOSENS BIOELECTRON	1	2.020	3.00
NEUROCHEM INT	1	2.175	4.00
FREE RADICAL RES	1	2.270	4.00
BRAIN RES	2	2.302	4.00
J CHROMATOGR A	3	2.520	3.00
PSYCHOPHYSIOLOGY	1	3.006	3.00
BIOCHEM BIOPH RES CO	14	3.161	4.00
VACCINE	3	3.173	3.00
GENOMICS	2	3.386	3.00

Principales áreas de concentración de esfuerzos

ELECTROPHORESIS	2	3.447	3.00
AM J EPIDEMIOL	2	3.978	2.00
INFECT IMMUN	3	4.184	3.00
BIOPHYS J	1	4.580	4.00
INVEST OPHTH VIS SCI	1	4.858	3.00
THROMB HAEMOSTASIS	1	4.983	3.00
DIABETOLOGIA	1	5.177	3.00
GUT	2	5.748	2.00
J VIROL	2	5.942	4.00
LANCET	1	10.197	2.00
AM J HUM GENET	2	10.426	3.00

Fuente: Elaboración propia a partir del Análisis de la Producción Científica en Ciencias de la Salud de los países de América Latina y el Caribe, periodo 1999-2000.

Nota: El factor de impacto es una medida de la importancia o influencia de una revista y se utiliza como referente de calidad científica de las revistas.

El promedio aritmético del factor de impacto para estas revistas es de 3.094 y la cantidad de documentos publicados es de 72. También se pueden ver reportadas 39 publicaciones son de investigación básica, ya que tienen un nivel de investigación de 4.00. Sin embargo en el universo de publicaciones se encontraron numerosas publicaciones con un factor de impacto muy alto, el cual sobrepasa el valor de 10.

De acuerdo a la información derivada de las tablas anteriores, podemos ver que Cuba está publicando documentos en revistas de alto impacto, ya que el 64% de los documentos se encuentran en estas revistas, lo que demuestra que la calidad de la investigación es bastante alta.

Cooperación internacional

Dentro de este análisis, se presenta la colaboración que tiene Cuba con otros países, entre los que destacan países como: España con 43 documentos por la Unión Europea (UE); Suiza con 6 documentos por el Resto de Europa; Estados Unidos con 29 documentos por América del Norte; México con 32 documentos por Latinoamérica; Japón con 3 documentos por otros países.

En total, Cuba tiene distribuidas sus publicaciones de la siguiente manera: 71 documentos son con colaboración internacional, 45 documentos son con colaboración nacional, 25 documentos son con colaboración regional y 56 documentos son sin colaboración.

En el gráfico 2.1 se muestra el porcentaje de la distribución de los documentos de acuerdo al tipo de colaboración.

Figura No. 2.1 Distribución de documentos por tipo de colaboración (1999-2000)



Fuente: Elaboración propia a partir del Análisis de la Producción Científica en Ciencias de la Salud de los países de América Latina y el Caribe, periodo 1999-2000.

Como se puede ver de la figura 2.1, la mayor parte de las publicaciones cubanas para el período 1999-2000 son documentos con colaboración internacional, lo cual nos dice que hay un constante intercambio de conocimientos tanto científicos como tecnológicos entre Cuba y el resto del mundo.

2.1.2 Sector Agropecuario

El sector agropecuario en Cuba al igual que el de la salud, es considerado como prioritario y tiene suma importancia, esto es porque el gobierno cubano está buscando obtener el mejor aprovechamiento de la tierra y al mismo tiempo tener a los animales más sanos para de esta manera contribuir al desarrollo de otros sectores como el sector alimenticio.

El sector agropecuario en Cuba, está integrado por:

1. El sector estatal que comprende las empresas agropecuarias, el Complejo Agroindustrial Azucarero (CAI) y otras entidades estatales que desarrollen las actividades agrícolas.
Las empresas no cañeras y de servicios agropecuarios están adscritas al Ministerio de la Agricultura, mientras que los CAI azucareros lo están al Ministerio del Azúcar.
2. El sector no estatal abarca las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC), las Cooperativas de Producción Agropecuaria (CPA), las Cooperativas de Créditos y Servicios (CCS) y los productores privados dispersos. Las Cooperativas de Producción Agropecuarias constituyen una forma colectiva de propiedad social y se crean a partir de la decisión de los campesinos de unir sus tierras y demás medios de producción fundamentales.

El Ministerio de la Agricultura (MINAG), es el organismo encargado de dirigir, ejecutar y controlar la política del Estado, en cuanto a:

1. La sanidad vegetal y la medicina veterinaria
2. La protección del medio ambiente
3. La política extensionista en la producción agropecuaria y forestal
4. El desarrollo de la ciencia y la innovación tecnológica agraria y la introducción de sus resultados

El sector agropecuario en el año 2000 hizo una contribución del 7.57% al PIB. En la tabla 2.4 se presenta la contribución que ha tenido el sector al Producto Interno Bruto durante el periodo 1994-2000.

Tabla No. 2.4 Contribución del Sector Agropecuario al PIB. (1994-2000)

Año	Sector Agropecuario (Millones de pesos cubanos)	Porcentaje de contribución al PIB ²⁰ (%)
1994	879.4	6.83
1995	915.5	6.94
1996	1,075.4	7.56
1997	1,073.7	7.37
1998	1,017.5	6.90
1999	1,122.9	7.16
2000	1,253.0	7.57

Fuente: Elaboración propia a partir del Anuario Estadístico de Cuba para el año 2000

Nota: 1 peso cubano = 1 US dólar

La Biotecnología, juega un papel importante, en el sector agropecuario, ya que por medio de esta, se producen semillas de alta calidad, a través de una red de biofábricas en todo el país.

Se han desarrollado metodologías eficientes de transferencia, con técnicas de ingeniería genética y biología molecular en caña de azúcar, boniato²¹, cafeto²², fruta bomba²³ y plátano, que incrementan su resistencia a plagas y enfermedades.

²⁰ El PIB esta a precios constantes de 1981.

²¹ El boniato es como una patata dulce (sweet potato), de carne blanca o naranja.

²² Cafeto es el nombre que se le da al árbol de café.

²³ La fruta bomba en México se conoce como papaya.

En este sector, la escasez y agotamiento de recursos naturales y el incremento acelerado de la población mundial, ha hecho necesario el impulso de la aplicación de técnicas de la Biotecnología moderna, dentro de las prácticas de la agricultura y de la conservación de la biodiversidad.

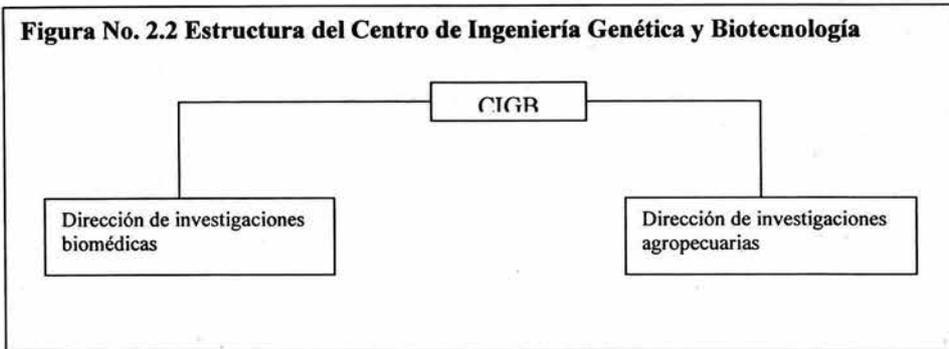
Dentro de los productos obtenidos mediante la Biotecnología agrícola, se encuentran los denominados bioproductos, los cuales constituyen una línea de comercialización importante en el mundo. En los bioproductos, tenemos a: los biofertilizantes, los bionematicidas y bioacaricidas, así como el empleo de nuevos procesos biotecnológicos como la fermentación, entre otros²⁴.

De acuerdo con lo expuesto, Cuba ha obtenido avances importantes y se propone continuar desarrollando nuevos productos y tecnologías de acuerdo con la proyección mundial, para de esa forma estar a la par con el resto del mundo en esta área, y así mismo satisfacer las necesidades del país.

Elementos Organizacionales

El Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB), cuenta con una dirección de investigaciones agropecuarias, la cual realiza el desarrollo de nuevos productos y soluciona problemas de ciencia y tecnología mediante la Biotecnología.

²⁴ Estudio prospectivo de la Biotecnología en Cuba, ALTEC, 2001.



Fuente: Elaboración propia a partir del análisis realizado al CIGB

Esta Dirección cuenta con el departamento de plantas, que se dedica al mejoramiento genético de especies vegetales de interés agrícola y a la investigación de compuestos y microorganismos de interés para la protección de los cultivos, así como para la alimentación y para la salud humana y animal.

Se trabaja también la modificación genética de los cultivos para mejorar sus propiedades relacionadas con su uso para la industria y para la alimentación animal.

Un objetivo especial dentro del departamento de plantas, es el de las proteínas de interés terapéutico y diagnóstico en plantas transgénicas.

Dentro del programa de desarrollo de productos del CIGB, se obtuvo la vacuna recombinante contra la garrapata bovina (vacuna Bm 95) Bionematicida.

En la división de plantas, se hacen trabajos de laboratorio dirigidos al mejoramiento genético de especies vegetales de interés, a fin de hacerlas más resistentes a las plagas y enfermedades. También se hacen trabajos relacionados con las investigaciones de compuestos y microorganismos utilizados en la protección de cultivos y la salud animal y vegetal.

En esta división se llevan a cabo estudios para obtener proteínas de interés terapéutico, diagnóstico o industrial, en plantas transgénicas, los cuales se realizan con el más estricto cumplimiento de las normas de bioseguridad vigentes a nivel mundial.

Además, Cuba produjo un tabaco transgénico, resistente a determinadas especies de insectos; una papa resistente a uno de los tres tipos de virus que afectan su semilla y, una caña transgénica, única en el mundo.

El CIGB cuenta con un avanzado sistema de computadoras, lo cual es una potente infraestructura informática, compuesta por máquinas de última generación que permite el procesamiento y almacenamiento de enormes volúmenes de información vinculada a las investigaciones biomédicas y agrícolas. Esta tecnología sólo existe en un número reducido de países.

Dentro del campo de la agricultura, se desarrolló un tipo de caña de azúcar capaz de producir su propio plaguicida, mediante la producción de una cierta toxina. Además se desarrolló una vacuna recombinante contra la garrapata (GAVAC), para proteger al ganado bovino cuando esta le succiona la sangre, esta vacuna le proporcionó a Cuba un ahorro de cuatro millones de dólares, desde su primera aplicación en 1995, ya que se reemplazaron los acaricidas químicos.

Otro aspecto importante en el campo de la agricultura, es la llamada agricultura orgánica, el cual es un sistema que fomenta y mejora la salud del agro ecosistema, y en particular la biodiversidad, los ciclos biológicos y la actividad biológica del suelo²⁵. Esto se consigue empleando, métodos culturales, biológicos y mecánicos, en contraposición al uso de materiales sintéticos, para cumplir cada función específica del sistema.

Desde el inicio de los años noventa se redujo en Cuba, la utilización de insumos químicos, como consecuencia de la falta de recursos. Esto propició que varias localidades del país se introdujeran al campo de la agricultura orgánica.

2.1.3 Sector Alimenticio

El sector alimenticio en Cuba, tiene suma importancia, esto debido a que el gobierno cubano está buscando depender cada vez menos de alimentos importados produciendo sus propios alimentos y para llegar a cumplir este objetivo la agricultura está teniendo un desarrollo interesante al crear alimentos llamados transgénicos, mediante el empleo de tecnologías como la Biotecnología y la Ingeniería Genética.

En este sector, un aspecto muy importante es que la Biotecnología, específicamente la Biotecnología agrícola representa un papel fundamental para la generación de alimentos.

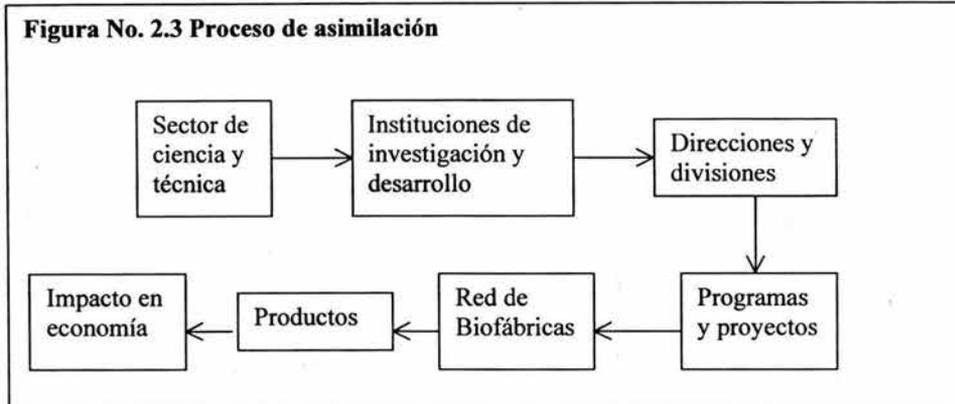
²⁵ De acuerdo con la Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO).

En Cuba, existe un programa nacional de producción de semillas, dirigido por el MINAG, el cual participan y asesoran instituciones científicas, las cuales verifican que la semilla obtenida sea de máxima calidad.

El uso de ingeniería genética permite una constante búsqueda de variedades más resistentes y fruto y vegetales más duraderos y nutritivos. Lo que hace que el objetivo principal de la Biotecnología agrícola sea la búsqueda de una base alimentaria más amplia, segura y adecuada a las necesidades del país.

En este sentido ha desarrollado un programa de Biotecnología para la propagación in vitro de varias especies de plantas, para de esta manera garantizar un producto libre de enfermedades. Para ello se han desarrollado un grupo de biofábricas (centros para la multiplicación de los cultivos) y en ellas se utiliza la luz solar. El propósito es crear plantas in vitro a partir de técnicas que aceleran su reproducción y la resistencia a enfermedades que asimilan la tecnología que desarrollan los institutos de investigación, cumpliendo con las más estrictas normas de calidad.

Este proceso de asimilación se puede representar de la siguiente manera:



Fuente: Elaboración propia

Este esquema muestra como se va generando la asimilación de la ciencia y tecnología que va desde la implementación de los programas que es donde se determinan las necesidades que requieren atención prioritaria (Sector de Ciencia y Técnica), pasando por las instituciones, las cuales tienen a su cargo direcciones las cuales aplican los programas y proyectos. Estos arrojan sus resultados en los productos que se obtienen de la asimilación de los proyectos por parte de las biofábricas y los cuales tienen como objetivo contribuir a la economía del país.

Se realizan estudios genómicos de la caña de azúcar, con los cuales se pretende identificar genes relacionados con la resistencia de esta especie frente a las enfermedades y también con sus características industriales.

Cuba tiene la capacidad de producir unos 60 millones de vitroplantas en un número cada vez mayor de especies vegetales, que van desde la caña de azúcar, café, hasta papas, plátanos y otros cultivos.

La producción y distribución de semillas mejoradas constituye uno de los principales puntos de apoyo para la agricultura y en consecuencia beneficia en gran medida al sector alimenticio.

En la actualidad, el país gasta cada año alrededor de 10 millones de dólares (MUSD) en la importación de semillas.

Con el objetivo de independizar la importación de las semillas, el cual es considerado un objetivo de política trazado por el gobierno cubano, en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP), se han desarrollado protocolos de cultivo de tejidos para especies como papa, caña de azúcar, plátanos, entre otros.

Con este tipo de producción de plántulas de papa se garantiza que la importación de esta semilla se reduzca en un 20% en volumen.

Cuba realiza importaciones de alimentos cercanas a los 800 millones de dólares (MUSD) anuales, lo que representa aproximadamente el 19% de las importaciones totales del país.

Un 60% de los ingresos por exportaciones de bienes, son de origen agropecuario, en particular los productos de caña de azúcar aportan el 23% de las exportaciones totales.

Las exportaciones cubanas de productos orgánicos, comenzaron con café, cacao, frutas tropicales, cítricos y miel.

2.2 Número de patentes

Un indicador importante dentro del área de la ciencia y la tecnología, es el número de patentes que genera un país, una institución o una empresa, ya que por medio de este se puede saber hacia donde está dirigiendo su investigación y a su vez que desarrollo ha tenido en materia de ciencia y tecnología.

La adopción por Cuba del convenio que establece la Organización Mundial de Comercio (OMC), marcó nuevas pautas al país, al obligarle a realizar una revisión de la legislación vigente. Debido a esta revisión, el gobierno junto con la OCPI han promulgado diversas leyes.

Existe en Cuba, el Sistema Nacional de Propiedad Industrial, el cual tiene como propósito:

1. Contribuye a fomentar una cultura sobre Propiedad Industrial.
2. Coadyuva al cumplimiento de la legislación en la materia, en particular al respeto de los derechos conferidos.
3. Fomenta la utilización de la propiedad industrial de acuerdo a las características y requerimientos de las instituciones y empresas del país, de manera que:
 - g Posibilite la protección legal de los resultados de la actividad creadora;
 - g Y se incluyan adecuadamente los aspectos de la propiedad industrial en los acuerdos de licencia y, en los convenios de colaboración, de manera que respalden oportuna y convenientemente los intereses nacionales.

“Una invención es la creación de algo nuevo para solucionar técnicamente un problema existente”²⁶.

²⁶ Definición tomada de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

Se reconocen como objetos de invención:

1. Los equipos, los métodos, los procedimientos, las sustancias y los productos, así como la nueva utilización de equipos, métodos, procedimientos, sustancias y productos ya conocidos.
2. Las variedades vegetales y las razas animales.
3. Los métodos de profilaxis, diagnóstico y curación de enfermedades de personas, animales y plantas,
4. Las cepas de microorganismos.

Una patente es un derecho exclusivo concedido a una invención, que es el producto o proceso que ofrece una nueva manera de hacer algo, o una nueva solución técnica a un problema²⁷.

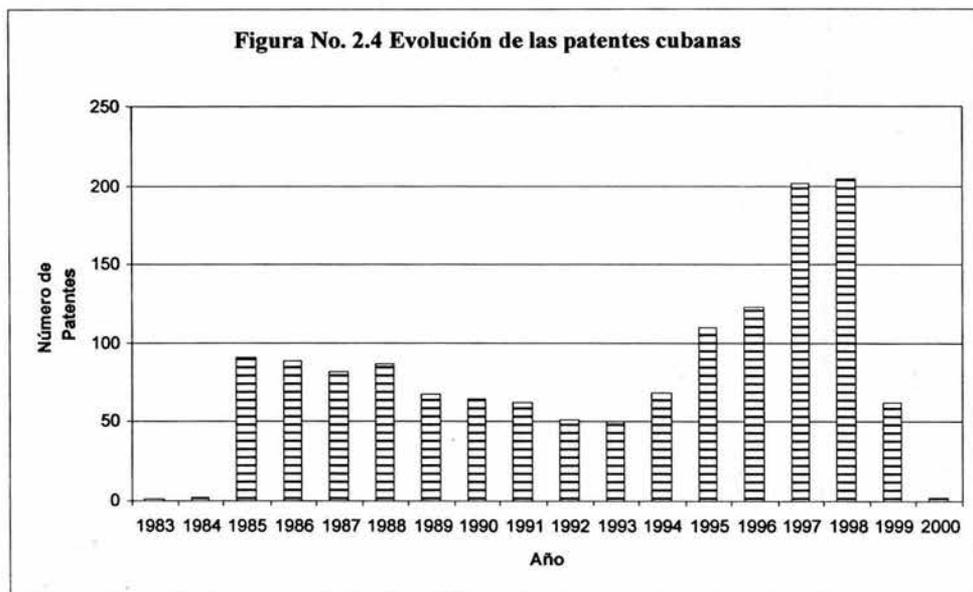
En el país, se protegen las invenciones por medio de: certificado de patente de invención y certificado de autor de invención. En nuestro caso vamos a estudiar lo relacionado con las patentes de invención.

El certificado de patente de invención le otorga al titular el derecho exclusivo a impedir temporalmente (como máximo 15 años) a otros la fabricación, venta o utilización comercial de la invención dentro del territorio cubano. Si se desea obtener derechos en otros países, es necesario presentar una solicitud en la oficina de propiedad industrial de los países en los que se quiera la protección.

²⁷ Definición tomada de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI).

Para todo esto, Cuba es parte de diferentes tratados internacionales, dentro de los cuales el más importante es el Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT por sus siglas en inglés), el cual entró en vigor en Cuba el 16 de julio de 1996.

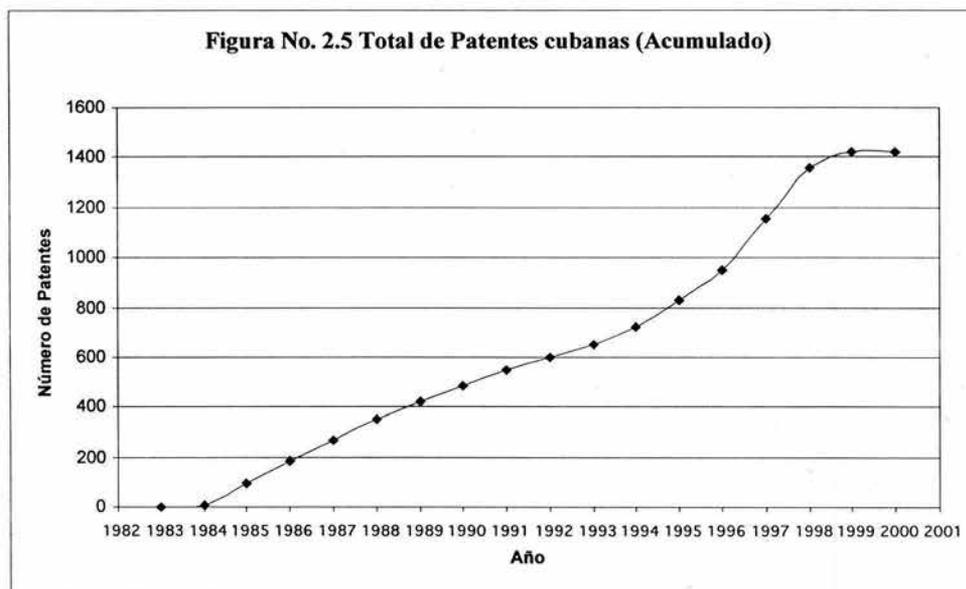
A continuación se presenta un análisis de las patentes de Cuba del año 1983 al año 2000.



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de la OCPI.

En la figura No. 2.4 se presenta las patentes cubanas por año, en la cual se aprecia una caída en el patentamiento que comienza en el año de 1989 y se agudiza en 1992 y 1993, y es en este año de 1993 donde comienza un repunte hasta alcanzar el máximo en 1998.

Si bien lo expresado anteriormente indica un vaivén en la actividad de patentamiento, no hay que dejar de reconocer que la evolución está mostrando una actividad constante y de alguna forma significativa en relación con el tamaño de la economía del país. Además hay que notar que como los esfuerzos en Ciencia y Tecnología son dirigidos, podría suponerse que la mayoría de las patentes registradas están cubriendo aplicaciones o se encuentran en uso.



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de la OCPI.

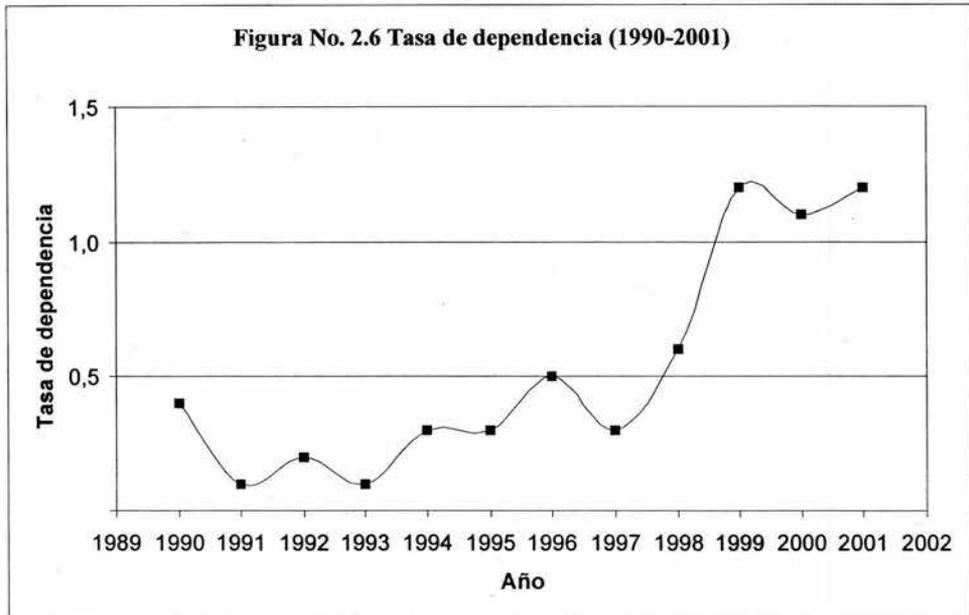
La gráfica 2.5 representa como fue evolucionando o creciendo el número de patentes, y se observa que en el año de 1995 el patentamiento aumentó considerablemente.

Existen indicadores de la propiedad industrial que nos permiten medir de cierta manera el nivel de invención que está teniendo el país.

Estos indicadores de patentes, representan el producto de la investigación tecnológica y empresarial y son utilizados para el seguimiento y evaluación de las actividades de innovación.

Entre los indicadores más utilizados están: la tasa de dependencia, la tasa de autosuficiencia y el coeficiente de invención.

A continuación se presentan las gráficas de estos indicadores.



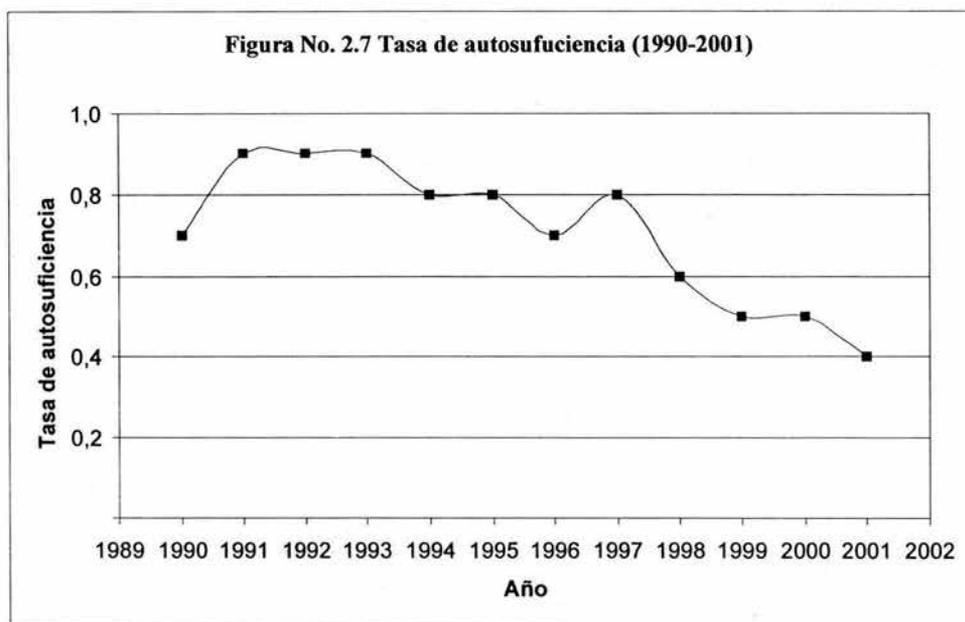
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la RICYT 2002.

Nota: tasa de dependencia = patentes solicitadas por no residentes (extranjeros) / patentes solicitadas por residentes (nacionales).

En el gráfico de la tasa de dependencia, podemos ver que hasta el año de 1996 el valor está por debajo de 0.5, lo cual significa que se tienen más patentes nacionales que extranjeras. A partir de 1997 este patrón cambia y las patentes solicitadas por extranjeros comienzan a superar a las nacionales.

Este comportamiento sugiere lo siguiente:

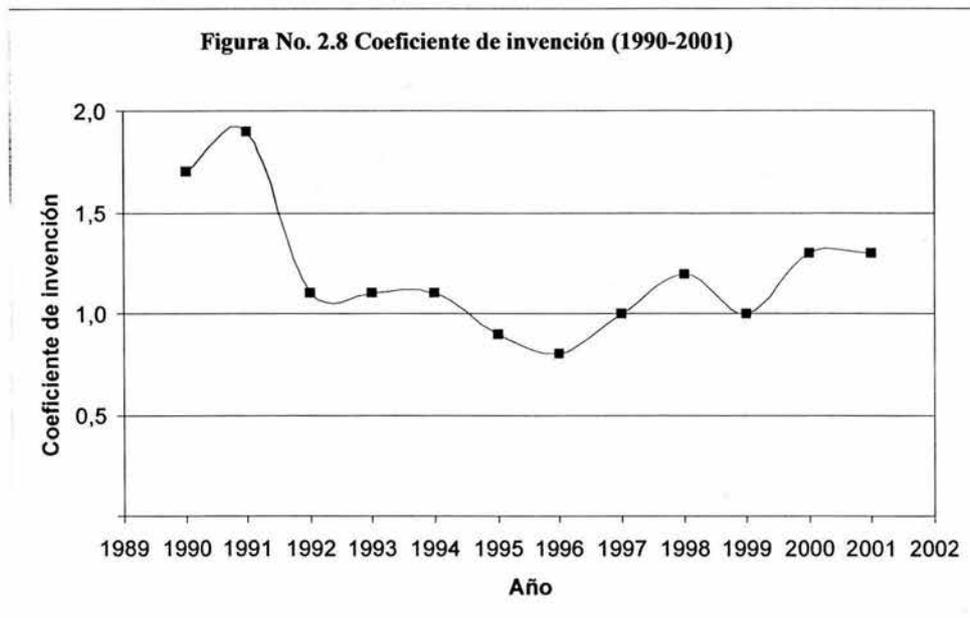
- a) Que se respeta el derecho de los extranjeros sobre una invención.
- b) Que el país es objeto de atención económica.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la RICYT 2002.

Nota: tasa de autosuficiencia = total de patentes solicitadas por residentes (nacionales) / total de patentes solicitadas.

Por otra parte la tasa de autosuficiencia en el ámbito general presenta una tendencia de decaimiento, lo que nos dice que de todas las solicitudes, las que son de carácter nacional están disminuyendo y las solicitudes extranjeras están tomando mayor importancia, lo que viene a reafirmar de cierta manera la información observada en el gráfico anterior.

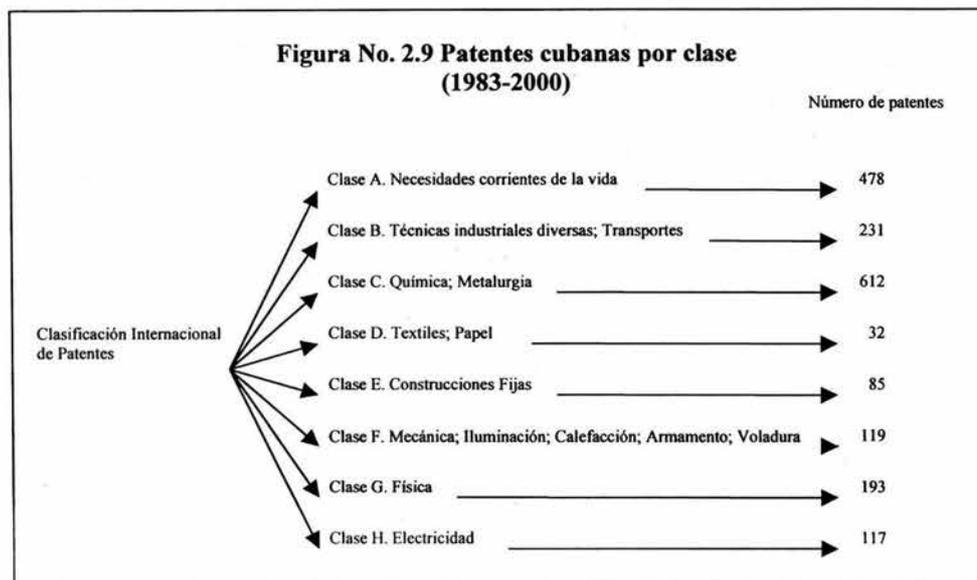


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la RICYT 2002.

Nota: coeficiente de invención = patentes solicitadas por residentes (nacionales) / 100,000 habitantes.

El coeficiente de invención, nos indica la productividad inventiva del país con respecto a la población, el cual tiene un promedio de 1.2 por año.

A partir de un análisis hecho a la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI) se obtuvo la siguiente información que se muestra en la figura 2.9.



Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de la OCPI.

La figura 2.9, presenta el número de patentes con las que cuenta Cuba por tipo de clasificación de acuerdo a la clasificación internacional de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual.

A partir de los datos anteriores se procedió a separar en áreas: las que se desarrollan actividades inventivas tradicionales, es decir, las cuales se consideran con conocimiento no intensivo y las áreas en las que se desarrollan actividades inventivas de alta tecnología, es decir, en las que el conocimiento es intensivo, todo esto mediante una primera aproximación.

Actividades inventivas tradicionales

A01. Agricultura; Silvicultura; Cría; Caza; Captura; Pesca.
 B65. Transporte; Embalaje; Almacenado; Manipulación de materiales delgados o filiformes.
 E04. Edificios.

Actividades inventivas de alta tecnología

A61. Ciencias médicas o veterinarias; Higiene.
 B01. Procedimiento o aparatos físicos o químicos en general.
 B22. Fundición; Metalurgia de polvos metálicos.
 C07. Química Orgánica.
 C08. Compuestos macromoleculares orgánicos; Su preparación o producción química; Composiciones basadas en compuestos macromoleculares
 C12. Bioquímica; Cerveza; Bebidas alcohólicas; Vino; Vinagre; Microbiología; Enzimología; Técnicas de mutación o de genética
 D21. Fabricación del papel; Producción de la celulosa
 F16. Elementos o conjuntos de tecnología; Medidas generales para asegurar el buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones; Aislamiento térmico en general
 G01. Metrología; Ensayos
 H04. Técnica de las comunicaciones eléctricas

Tabla 2.5 Áreas de mayor patentamiento en Cuba

	A01	A61	B01	B22	B65	C07	C08	C12	D21	E04	F16	G01	H04
Conocimiento Intensivo		X	X	X		X	X	X	X		X	X	X
Conocimiento NO Intensivo	X				X					X			

Fuente: Elaboración propia a partir de base de datos de la OCPI.

Para esta clasificación además de tomar en cuenta la cantidad de patentes que tiene cada área, se tomó en cuenta el tipo de clasificación al que pertenecen estas patentes, por ejemplo, las patentes que entran en la clasificación de química, se consideran intensivas en conocimiento²⁸.

²⁸ Para más información ver el Anexo correspondiente a patentes.

Se llaman áreas intensivas en conocimiento porque se invierte mucho tiempo y dinero en investigación y aceptan un mayor grado de incertidumbre y riesgo, para obtener a largo plazo buenos resultados. Otro punto para poder determinar estas áreas como intensivas en conocimiento, es que se realizan avances únicos y a su vez se logra una oferta de productos y servicios especializados.

2.3 Conclusiones

El área que está teniendo mayor desarrollo en Cuba es la Biotecnología, debido a que tiene diversas y muy importantes aplicaciones, dentro de las que están la salud y la agricultura (en este campo se incluye alimentos, plantas, animales, etc.). Se mencionan sólo estos dos sectores porque son en los que Cuba tiene mayores avances, tanto científicos como tecnológicos.

El campo de la salud, juega un papel muy importante para el pueblo cubano, por consiguiente ha sido el que ha tenido mayores resultados, de acuerdo a la prioridad que le ha otorgado el gobierno.

La industria biotecnológica, en su aplicación médico-farmacéutica, ha permitido que Cuba tenga la capacidad de producir el 90% de los medicamentos que se necesitan en el sistema de salud.

El desarrollo biotecnológico aplicado a la salud, ha proporcionado grandes beneficios a Cuba, entre los que destacan: el satisfacer las necesidades del sistema de salud en lo que respecta a productos farmacéuticos que sustituyen un gran número de importaciones.

Un aspecto que hay que destacar, es el desarrollo de varios tipos vacunas. Algunas de estas vacunas son de calidad mundial y otras únicas en el mundo, por lo que varias de ellas están en trámites para ser comercializadas en Estados Unidos y Europa, y otro importante número de ellas ya obtuvieron su registro médico en varios países y se están exportando a los países de América Latina, principalmente a Brasil, México, Colombia, Argentina, Uruguay y Chile.

Mientras en el mundo las empresas biotecnológicas sólo han llevado en el ámbito de registro algunas decenas de productos de uso humano, entre biofármacos y vacunas, Cuba hoy cuenta con la producción de 13 productos biotecnológicos, dos de patente propia y únicos en el mundo que son la mencionada vacuna contra la meningitis B y la estreptoquinasa recombinante, la cual ha arrojado resultados muy positivos en el tratamiento del infarto al miocardio.

Gran parte del éxito que ha tenido Cuba en el campo de la salud es gracias a una amplia infraestructura científica y tecnológica y la cual es considerada entre las mejores del mundo.

Para la actividad de Biotecnología agrícola, el país ha creado un grupo nacional que, dirigido por el CIGB, se encarga de orientar y apoyar con personal y/o recursos financieros los trabajos que realizan equipos científicos.

La decisión que tomó Cuba de internarse al campo de la Biotecnología agrícola, fue bastante acertada, debido a que esta técnica ha comenzado a ganar terreno en el plano internacional y al igual que en la salud, podría convertirse en productor importante de alimentos, semillas, etc., lo cual podría llevarlo a tener buenos ingresos, tomando en cuenta que los líderes mundiales en Biotecnología agrícola son Estados Unidos y Canadá.

La Biotecnología juega un papel importante en el sector alimenticio, proporcionando soluciones destinadas a sustituir insumos agrícolas mediante la utilización de fertilizantes y pesticidas de origen biológico.

Tanto para la producción de alimentos como para la venta de las cosechas, la agricultura orgánica, ha desempeñado un papel importante y a pesar que se desarrollen productos por medio de Biotecnología Agrícola, estos no se usan hasta que no los aprueba el Sistema Nacional de Seguridad.

Cuba ocupa un lugar muy destacado en el dominio de la Biotecnología, que merece el reconocimiento de la comunidad científica internacional.

La Biotecnología tiene en Cuba un papel importante, no sólo por el tamaño de operación económica que puede ser capaz de construir, sino sobre todo por el tipo de economía en la que se introduce: la economía del conocimiento.

La protección de la propiedad intelectual (patentes y otras formas de protección), dio nacimiento a la Organización Mundial de Comercio (OMC). Este hecho refleja la nueva percepción que se tiene del papel que juega el conocimiento en la economía y por el cual Cuba está invirtiendo para crear más y mejor personal en el campo de ciencia y tecnología para así lograr que su economía mejore.

Los temas de propiedad intelectual fueron apenas tratados en las negociaciones del GATT desde su nacimiento en 1947. A través de las patentes, el derecho al uso del conocimiento puede ahora generarse, comprarse y venderse.

Debido al alto nivel científico-tecnológico con el que cuenta la OCPI y también por el respeto que tiene Cuba a la propiedad intelectual, la Oficina Europea de Patentes está interesada en firmar un intercambio con la dependencia cubana, el cual es en materia de asesoramiento y capacitación.

CAPITULO 3
Evolución del Sistema de Ciencia y Tecnología cubano.
Crecimiento a través del tiempo

En este capítulo se presentan las diferentes líneas de investigación y líneas estratégicas que está siguiendo el gobierno de Cuba en materia de Ciencia y Tecnología. También se realiza una comparación de indicadores de Ciencia y Tecnología entre los países de Cuba y México.

3.1 Líneas de investigación

En Cuba, el desarrollo de la investigación se está llevando a cabo en el campo de la Ingeniería Genética y Biotecnología, esto es porque la aplicación que tiene dentro del área de la salud y del área de la agricultura es de gran interés e importancia para el gobierno cubano.

Debido a que en Cuba la salud es concebida como un componente fundamental de la calidad de vida y como un objetivo estratégico del desarrollo, la investigación correspondiente a la salud, es la que está teniendo mayor desarrollo, el cual se ve representado en la cantidad de publicaciones, patentes, el gasto destinado al sector etc., ya que por medio de esta investigación se están generando vacunas, medicamentos, equipos médicos de análisis y diagnóstico, etc.

Las investigaciones que se están llevando a cabo son:

1. Vacunas contra el cáncer de cabeza y cuello, las cuales están en la fase final, y vacunas contra el cáncer de pulmón. Estas investigaciones son llevadas a cabo por el Centro de Inmunología Molecular (CIM).

2. La investigación en el desarrollo de una vacuna contra el SIDA. Esta investigación comenzó hace doce años, y se piensa que para el año 2007 se cuente con una vacuna preventiva eficaz. Un reflejo de esta investigación es la introducción en el Sistema Nacional de Salud de medicamentos para la terapia contra el SIDA la cual tiene un monto de 2,719,100 dólares (USD), según el reporte correspondiente al año 2002 del Sindicato Nacional de Trabajadores de Ciencias de Cuba (SNTCC)²⁹.

Desarrollo de mejora en los procesos de producción de vacunas, biofármacos y productos de la Biotecnología.

El Centro de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIGB) está realizando investigación en enfermedades infecciosas, bioinformática, cáncer, inflamación, autoinmunidad, cicatrización y enfermedades cardiovasculares, entre las que destacan:

1. La detección de un antígeno contra la Hepatitis B.
2. La búsqueda de fármacos con utilidad terapéutica en el cáncer cérvico-uterino, pulmón y leucemia.
3. El desarrollo productos y procedimientos para la inmunoterapia de los tumores malignos del hombre.
4. El desarrollo de vacunas tanto terapéuticas como preventivas contra el virus de la Hepatitis C.

²⁹ "Impactos de la ciencia en Cuba", Sindicato Nacional de Trabajadores de Ciencias de Cuba (SNTCC), 2002.

En el campo de la agricultura se están siguiendo varias líneas de investigación, las cuales en su mayoría están dirigidas por el CIGB. Las investigaciones más importantes son:

1. Desarrollo de medios de cultivo, bases nutritivas y suplementos para el cultivo de los microorganismos.
2. Desarrollo de medios de cultivo para la micro propagación in vitro de plantas.
3. Mejoramiento genético de especies vegetales de interés agrícola y a la investigación de compuestos y microorganismos de interés para la protección de los cultivos, así como para la alimentación y para la salud humana y animal.
4. La manipulación genética de animales de granja, peces, con el fin de tener animales libres de enfermedades que, así como el desarrollo de vacunas de nueva generación y productos para la salud animal.

Estos cuatro puntos son considerados en la política científica cubana para el desarrollo de la agricultura.

El desarrollo de vacunas contra parásitos que afectan el ganado, ya que como se mencionó en el capítulo anterior, se busca obtener animales libres de enfermedades, estudios encaminados a la clonación del ganado bovino como vía de mejora genética, estudios sobre las proteínas en la leche de animales transgénicos y estudios sobre la manipulación en el crecimiento de animales acuáticos, son parte importante dentro de la investigación.

Los proyectos que están en curso dentro de el tema de ingeniería genética están encaminados hacia la introducción de genes para la defensa frente a las plagas y las enfermedades fungosas y virales.

Estos estudios se realizan con el más estricto cumplimiento de las normas de bioseguridad vigentes, y se promueve la investigación relacionada con la implicación toxicológica y ambiental de los organismos genéticamente modificados.

Los avances hasta ahora obtenidos en Biotecnología agrícola, en la última década, han formado parte de la estrategia nacional destinada a promover el conocimiento intensivo de las tecnologías avanzadas, con el objetivo de evitar los precios en las importaciones de los productos en el mercado mundial.

Una línea de investigación reciente y muy importante es en Bioinformática³⁰. Esto significa el desarrollar herramientas computacionales aplicadas a la investigación biológica. El crecimiento de la Bioinformática en Cuba ha sido posible gracias al desarrollo de la Biotecnología, las investigaciones en ciencias básicas y la formación de profesionales universitarios con un alto nivel científico. Esto con el fin de potencializar los resultados en la modelación de moléculas, lo que implica un ahorro considerable de tiempo y de dinero.

³⁰ La Bioinformática es un área de conocimiento que surge como respuesta a la gran cantidad de datos producidos por la secuenciación de varios genomas y la necesidad de almacenarlos, procesarlos, simularlos y modelarlos de forma automática y eficiente. Definición tomada del *Centro Nacional de Bioinformática de Cuba*.

3.2 Líneas Estratégicas³¹

Una de las estrategias que está siguiendo Cuba, es la de implementar los Programas Nacionales de Ciencia e Innovación Tecnológica (PNCT), los cuales están destinados a desarrollar la ciencia que el país va a necesitar en los próximos años con la finalidad de encontrarse a la par de los avances de los países desarrollados y que a su vez generen los conocimientos que permitan un desarrollo auto sostenible.

Dentro de estos programas está la prioridad que se le da dentro de la política científica del país, al desarrollo y financiamiento de los proyectos incluidos en el programa de desarrollo de productos biotecnológicos y farmacéuticos y otros asociados a la Biotecnología, como el de Biotecnología agrícola.

Todos estos programas buscan enfocar las investigaciones hacia las prioridades del desarrollo económico y social. Estas prioridades son: a) producción de alimentos, b) salud, c) desarrollo energético, d) medio ambiente, e) ciencias sociales y humanísticas, f) nuevas tecnologías de la información, g) ciencias básicas, h) defensa. Una de estas prioridades es la de reducir las importaciones de semillas las cuales ascienden a 10 millones de dólares (MUSD).

³¹ Son aquellos métodos y decisiones que se toman dentro de la política científica y tecnológica, estos métodos y decisiones se llevan a cabo con el objetivo de obtener un mejor desarrollo en todos los aspectos tanto económico, tecnológico, científico y sobre todo en tener un mejor desarrollo social.

Los objetivos que se trazan dichos programas, van desde priorizar la ciencia de alto nivel hasta objetivos muy concretos que se concentran en proyectos de innovación, esto con el fin de influir de manera importante en el desarrollo económico y social.

En el conjunto de la red de centros de investigación y de servicios científicos y tecnológicos se distinguen seis bloques o conjuntos relacionados con actividades que resultan esenciales en la estrategia socioeconómica y científico-técnica, estos bloques son: a) la actividad agropecuaria; b) la Biotecnología y el desarrollo de fármacos y vacunas; c) la medicina; d) la actividad industrial (azucarera y no azucarera); e) la biodiversidad y el medio ambiente; f) la problemática nacional de carácter económico y socio-cultural.

El apoyo y seguimiento que ha tenido por parte de las instituciones del Estado la investigación y producciones biotecnológicas, es un punto importante dentro de la estrategia. Este apoyo se puede ver en: 1) la inversión que se ha estado realizando desde hace doce años, la cual asciende a un monto de 1,500 millones de dólares (MUSD); 2) en las 13,000 personas vinculadas a Biotecnología y 3) en las 50 instituciones dedicadas a este tipo de investigación.

El Ministerio de Salud Pública se ha dado a la tarea de desarrollar un proceso de renovación del sector. En este sentido establece la proyección para el desarrollo estratégico, el cual ha transcurrido por un proceso en el cual se pueden identificar diferentes etapas, entre las que se encuentran la renovación del trabajo en los programas de tecnología de punta e institutos de investigación.

Cuba ha desarrollado un grupo de programas de atención de primer nivel para garantizar la salud de la población, tales como los programas del cáncer, insuficiencia renal, los cardiocentros, el diagnóstico precoz de las afecciones congénitas, prenatales, de sangre y hemoderivados y otros para los cuales es necesario garantizar ciertas inversiones, organización, inteligencia y creatividad. En este sentido es importante el papel que juega la ayuda del exterior, que prestan diferentes organizaciones como: 1) la Organización Mundial de la Salud (OMS) la cual aportó en el año 2000 la cantidad de 854,440 dólares (USD); 2) la UNICEF que aportó una cantidad de 535,100 dólares (USD), siendo aun necesario atraer mayores recursos externos.

En relación al desarrollo del programa de medicamentos y medicina natural y tradicional, se puede decir que constituye una estrategia prioritaria para el sistema de salud, la capacidad para producir en Cuba el 80% de los medicamentos demandados por el sector, pues el costo de compra en el extranjero sería de 4 a 5 veces el costo de producción en Cuba.

Se trabaja en la actualidad con 91 fármacos y vacunas indispensables, cuya falta de disponibilidad pone en riesgo la vida de pacientes; también se trabaja en 349 medicamentos que junto con los anteriores constituyen el cuadro básico de medicamentos del país. En el resto de los productos que circulan, hay algunos medicamentos de especialidades o para el tratamiento especial de algunas enfermedades de muy baja frecuencia.

Es una prioridad del sistema de salud, la identificación y producción de los medicamentos vitales que no pueden faltar y que la población necesita realmente. El enfoque fundamental, es tratar de reducir la falta de medicamentos y eliminar todas las situaciones o problemáticas posibles.

También es considerado estratégico para el sistema de salud, impulsar la medicina tradicional y natural con todo el rigor científico y el objetivo fundamental es tener capacidad de producción local y desarrollar un grupo de técnicas como la acupuntura, terapia láser, etc., es decir, un grupo de técnicas que están sustituyendo o complementando a la medicina clásica. Otro elemento importante es la tecnología médica cubana, la cual es desarrollada en el país y que con poca inversión puede ayudar a dar un salto importante a la salud pública.

Dentro del campo de la Biotecnología, en Cuba se pueden considerar puntos importantes en la estrategia tales como:

La orientación exportadora: Al menos en la Biotecnología de aplicación médica hay una realidad económica que obliga a una estrategia exportadora; hacer productos de alta tecnología, presupone la capacidad de mantener el considerable costo fijo de la investigación científica, y ello sólo es posible cuando el volumen de producción-venta es suficientemente alto para asumirlo. Esto se hace notar ya que del total de las exportaciones en el año 2001, el 2% son exportaciones por Biotecnología³².

³² Ylliam Gómez Sardinas y Blanca E. Martín Recort, "Estudio prospectivo de la Biotecnología en Cuba", 2001.

En el marco de la agricultura, la estrategia que se está siguiendo, es como se mencionó en el capítulo anterior, cambiar a una agricultura orgánica, por lo que se están siguiendo algunos puntos:

1. Diseño de estrategias integradoras (de formación, de tecnología, de información, de capacitación, etc.) que potencialicen los esfuerzos de los productores y tome en cuenta las ventajas agro-ecológicas, sociales y culturales del país.
2. Crear una infraestructura que permita garantizar de forma óptima desde la producción con una calidad certificada, así como el reciclaje de todos sus desechos; todo esto permitiría ser más competitivos en el mercado y la posibilidad de obtener mayores ganancias.
3. Cada región está desarrollando tecnologías de acuerdo a las condiciones locales, para de esta manera tener condiciones favorables para el desarrollo agrícola.

Otra estrategia que está siguiendo el gobierno cubano en materia de ciencia y tecnología es la de mantener a los centros de investigación a la vanguardia. Para lograr esto Cuba está dirigiendo el Potencial Científico Humano en:

1. La formación y desarrollo de los cuadros científicos: Mediante el desarrollo de la carrera de investigador, se tiene como objetivo centrar la atención en los resultados como publicaciones, participación en eventos como ponente, formación de otros investigadores, etc.

2. La capacitación de los técnicos y personal de apoyo: con la preparación de estos se eleva la eficiencia y la calidad, a la vez que se pueden evitar errores propios de la falta de conocimientos o habilidades.

3. La formación y desarrollo del potencial científico humano debe concebir también la acción que la entidad de Ciencia y Técnica ejerce en el área donde desenvuelve su actividad científica. En este sentido la entidad debe transmitir a los profesionales y técnicos los conocimientos en ciencia y técnica. Por otra parte la introducción de los resultados científicos y la promoción del avance en disciplinas afines compromete a la entidad con los planes de superación a través de posgrados en el área en la que se desenvuelve.

Constituye un punto importante para mantener a la vanguardia los centros científicos, la selección y atención de estudiantes universitarios de alto nivel de aprovechamiento. También es necesario impartir actividades docentes de posgrado, con el fin de desarrollar disciplinas afines a la actividad científica y la divulgación de los resultados científicos.

La evaluación a los investigadores, para mejorar su aprendizaje y trabajo, es una acción importante para mantener en la vanguardia a los centros científicos.

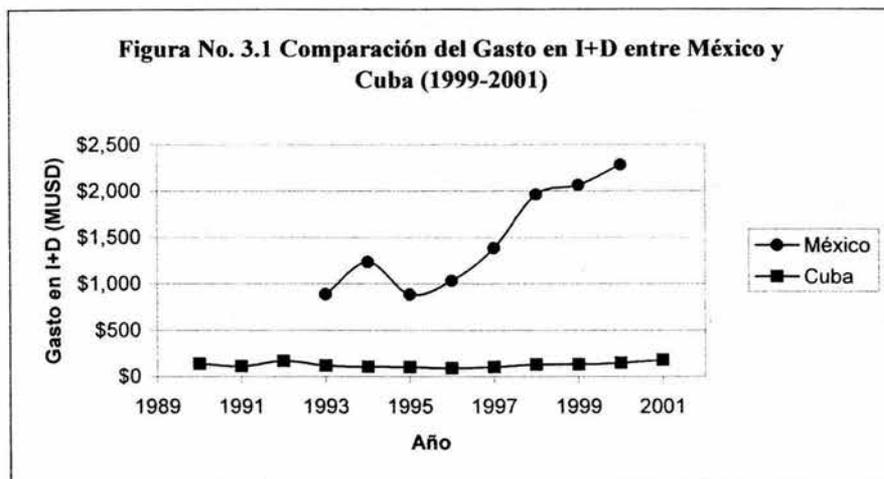
Por otra parte Cuba está obteniendo importantes intercambios y/o convenios con distintas instituciones a nivel mundial. Un ejemplo de estos intercambios, es el convenio que firmó la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) con la Universidad de la Habana (UH) y el Centro Internacional de Restauración Neurológica (CIREN) de Cuba el pasado 24 de julio del 2003³³, con el fin de apoyar el intercambio de estudiantes y académicos, además de efectuar investigaciones básicas y clínicas.

3.3 Comparación de indicadores con México

Dentro de los indicadores que vamos a comparar se encuentran: el gasto que se invierte en investigación y desarrollo tanto total como en porcentaje del PIB, indicadores en materia de patentes como: el número de patentes, la tasa de autosuficiencia, la tasa de dependencia, y el coeficiente de invención.

Iniciando esta comparación entre Cuba y México, analizaremos el gasto que destinan ambos países a Investigación y Desarrollo. Esto lo haremos como el gasto en cifras de millones de dólares, es decir, en dinero y el gasto en porcentaje del PIB.

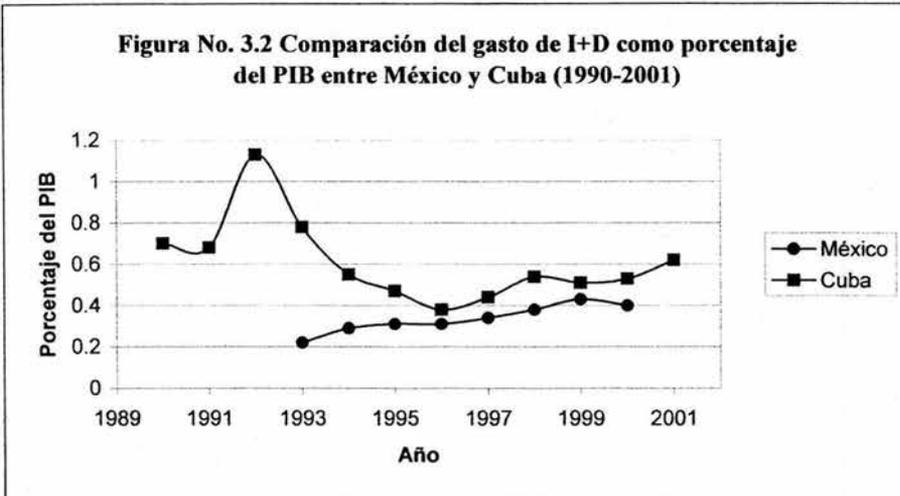
³³ "Firma UNAM convenio con Cuba", *Diario Reforma*, 11-agosto-2003



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT para México y de datos de la RICYT para Cuba.

En la figura 3.1 podemos observar, que el monto total del gasto invertido en Investigación y Desarrollo (I+D)³⁴ por parte del gobierno mexicano es considerablemente mayor al gasto invertido por el gobierno cubano, aunque si tomamos en cuenta el gasto por habitante tenemos un promedio para México de 15.62 USD en el periodo que abarca de 1993 a 2000 y para Cuba en el mismo periodo es de 10.37 USD. Este indicador por habitante, se hace notar en el constante desarrollo que está teniendo la ciencia en Cuba. Además se aprecia que mientras el gobierno cubano es constante en el gasto que se destina a Ciencia y Tecnología, México tiene caídas muy pronunciadas sobre todo del año de 1994 al año de 1995, lo que también se refleja en el desarrollo de la Ciencia.

³⁴ Los rubros que componen el gasto en Investigación y Desarrollo (I+D), son descritos en el Capítulo 1.



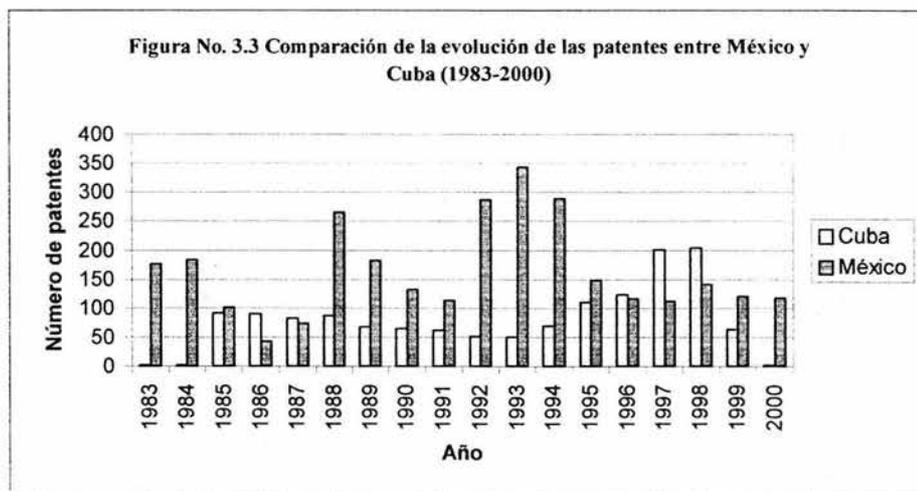
Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT para México y de datos de la RICYT para Cuba.

La figura anterior (Figura 3.2), representa la manera en que porcentaje del PIB se destina a las tareas de Investigación y Desarrollo (I+D), a primera vista parecería que Cuba está invirtiendo más en I+D, ya que el porcentaje del PIB destinado por el gobierno cubano es mayor que el que destina México, aunque la gráfica 3.1 nos dice el monto total en millones de dólares que se invierte en cada país, en la cual se puede ver que México invierte mayor cantidad de dinero.

El gasto cubano como porcentaje del PIB, es uno de los más grandes en América Latina, el cual es un indicador que representa en cierta manera la importancia que tiene para el desarrollo tanto económico como social la inversión realizada en Ciencia y Tecnología.

Indicadores en materia de patentes

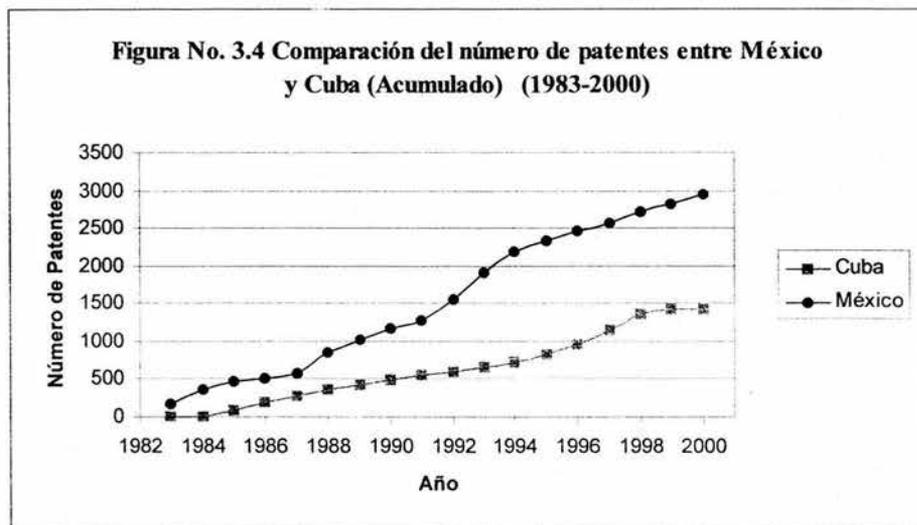
La generación de invenciones tecnológicas que se concretan en innovaciones en productos, en procesos productivos y en la prestación de nuevos servicios, es uno de los principales beneficios de la actividad de investigación y desarrollo. Estas invenciones pueden obtener derechos legales mediante las patentes. A continuación se comparará el número de patentes que tiene cada país, durante el período que abarca de 1983 a 2000, donde para el año 2000 no se dispone del total de patentes cubanas.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT para México y de datos de la RICYT para Cuba.

La figura 3.3 nos permite ver que la actividad en el patentamiento presenta altibajos, aunque en México se aprecia de manera más notable. El promedio aritmético para Cuba es de una actividad de 79 patentes anuales, mientras que para México es de 163.61, es decir la actividad en México es 2.07 mayor que en Cuba.

También podemos observar que el año de 1993 fue el año en el cual México presentó una mayor cantidad de patentes con 343, mientras que para Cuba el año de mayor actividad fue el de 1998 donde tiene 205 patentes, las patentes presentadas son de carácter nacional.

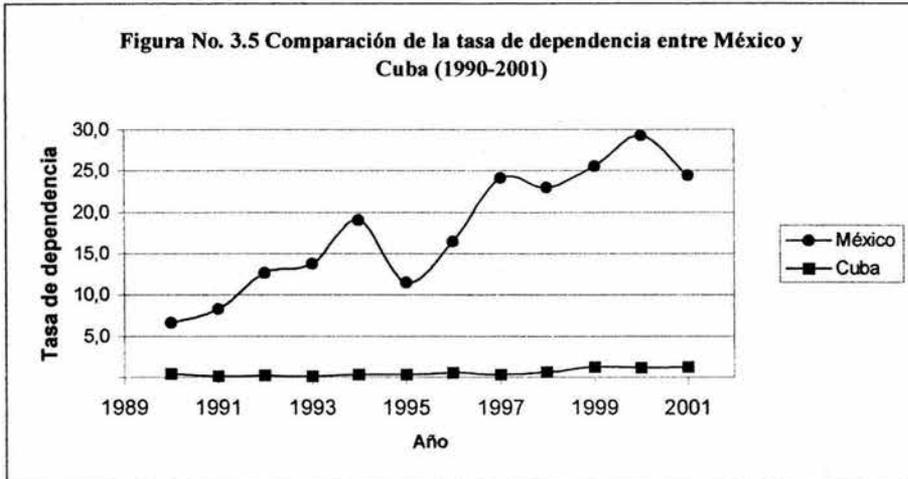


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT para México y de datos de la RICYT para Cuba.

La gráfica anterior, representa el acumulado de patentes durante el periodo, es decir, la evolución que ha tenido la actividad de patentamiento, donde vemos que la de Cuba es menor que la de México, pero no en la proporción del principal factor de influencia que es el tamaño de la población.

La OECD recomienda la medición de otros indicadores, los cuales se derivan del número de patentes, y que tienen la forma de relaciones y coeficientes entre los diversos grupos de patentes, y otras variables macroeconómicas, especialmente el total de la población.

Estos indicadores se analizan para el periodo de 1990-2001 de la siguiente manera: 1) Tasa de dependencia, 2) tasa de autosuficiencia y 3) coeficiente de invención.

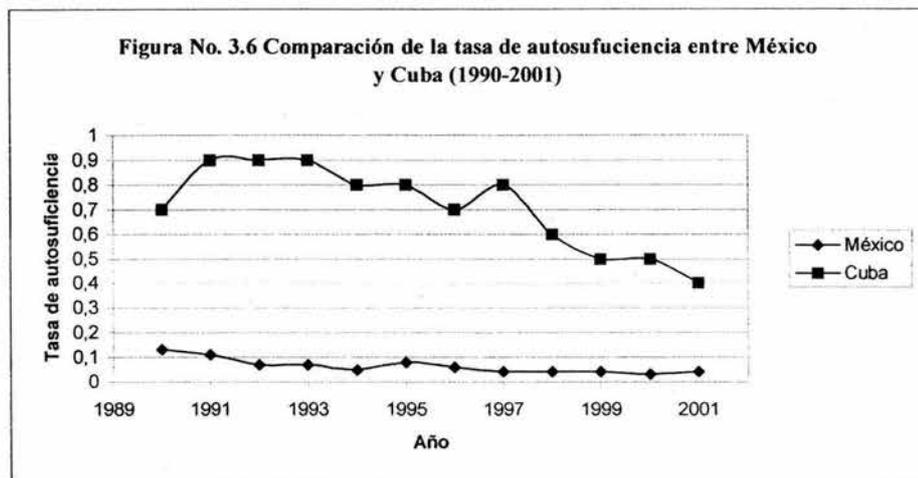


Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT para México y de datos de la RICYT para Cuba.
Nota: tasa de dependencia = patentes solicitadas por no residentes / patentes solicitadas por residentes.

Cuanto mayor es el valor obtenido para el cociente entre ambos (patentes no residentes / patentes residentes), mayor sería el grado de dependencia del país en lo que a innovación tecnológica se refiere. Por lo tanto, en un modelo de país independiente política, económica y científicamente, lo esperable sería la obtención de valores inferiores a 1, lo que estaría indicando una preponderancia de la utilización de la tecnología producida al interior del mismo.

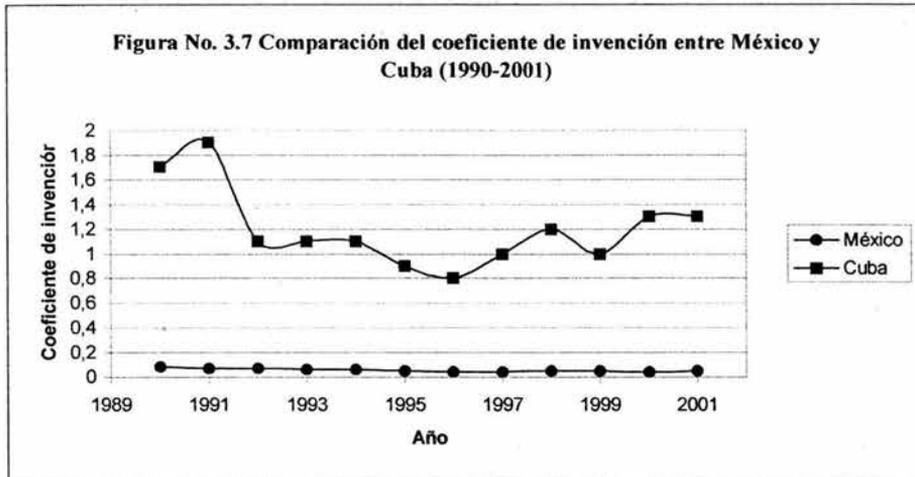
Como se aprecia en la figura 3.5, México depende mucho más de los inventos extranjeros, que Cuba. Para México se tiene un relación promedio de 17.9 patentes solicitadas por extranjeros por cada patente solicitada por mexicanos, de manera opuesta Cuba tiene un promedio de 0.5 solicitudes de patentes extranjeras por cada solicitud de patente cubana.

Durante todo el período considerado, Cuba apenas ha superando el valor de 1 en el índice, lo que habla de que la mayor actividad industrial es de carácter nacional y ésta influye en el patentamiento.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT para México y de datos de la RICYT para Cuba.
 Nota: tasa de autosuficiencia = total de patentes solicitadas por residentes / total de patentes solicitadas.

Un índice complementario al anterior es la tasa de autosuficiencia y de igual manera que en el gráfico anterior podemos observar que Cuba tiene mayor número de solicitudes de patentes nacionales con respecto a las solicitudes totales (tanto nacionales como extranjeras) que México. Esto nos viene a reafirmar que Cuba depende en mayor forma de las patentes realizadas en el país o que la actividad económica se realiza en base a patentes nacionales, es decir, Cuba es más autosuficiente que México, lo que se ve en el promedio obtenido durante el período el cual para Cuba es 0.7 y para México es de 0.1.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos de CONACYT para México y de datos de la RICYT para Cuba.

Nota: coeficiente de invención = patentes solicitadas por residentes / 100,000 habitantes.

Este indicador da una idea de la proporción de la población que se dedica a actividades tecnológicas. En ambos países se presenta una tendencia descendente, pero en México el coeficiente tiene un valor bastante bajo, lo que nos dice que hay un gasto escaso en actividades de investigación y desarrollo, el promedio a lo largo del periodo es de 0.05, mientras que para Cuba es de 1.2, aún lejos de países como Alemania, Suecia, Japón por mencionar algunos.

3.4 Conclusiones

El gobierno de Cuba tiene como objetivos dentro de su política nacional, el incrementar el desarrollo social, económico y así como aumentar la calidad de vida de su población. De lo descrito anteriormente, podemos decir que para cumplir con los objetivos antes mencionados, el país en cuestión, cuenta con una estrategia, la cual consiste en impulsar el desarrollo científico y tecnológico dando apoyo importante tanto en lo económico como en lo social a las actividades destinadas a investigación y desarrollo. Este apoyo se ha dado principalmente al sector salud y al sector de la agricultura.

Esta estrategia tiene un apoyo importante en la investigación realizada en Ingeniería Genética y Biotecnología (la cual es la principal línea de investigación), esto se puede apreciar en los datos empíricos presentados y en el análisis realizado a los mismos.

Las investigaciones realizadas en Biotecnología, la industria médico-farmacéutica y la de equipos médicos, han sido posibles gracias a que Cuba cuenta con un gran potencial humano y técnico los cuales han arrojado resultados científicos y tecnológicos reconocidos internacionalmente (los cuales se mencionaron en el capítulo anterior); esto ha permitido que la investigación siga adelante y se desarrollen nuevos productos con la finalidad de preservar y mejorar la salud del pueblo cubano.

El mantener el control en las enfermedades para disminuir epidemias y la tasa de mortalidad, es uno de los principales objetivos tanto de la investigación desarrollada como de la estrategia que está siguiendo el gobierno de Cuba.

Debido a la estrategia de mantener los centros científicos a la vanguardia, se ha permitido que algunos centros científicos en campos de Biotecnología, se hayan convertido en verdaderas empresas productoras de medicamentos, vacunas, etc., con un elevado contenido de investigación.

La vanguardia de los centros científicos depende del potencial científico que posean, principalmente humano; pero estos hombres y mujeres que son parte del centro deben estar comprometidos con el concepto de vanguardia.

En este aspecto es clave la evaluación del trabajo científico, la cual es realizada con profesionalismo, con lo que se favorece el diagnóstico de las necesidades para de esta manera perfeccionar el trabajo del investigador.

Con respecto al análisis hecho a los indicadores, podemos decir que Cuba le da mucha importancia al desarrollo de tecnología realizado dentro de su territorio y esto se hace notar en las patentes que tiene el país. Como porcentaje del PIB Cuba está invirtiendo más que México, y esto se refleja en el desarrollo que está teniendo la rama de la Ingeniería Genética y Biotecnología y en el gran número de productos obtenidos dentro de la misma.

Éstas cifras nos muestran que: 1) la investigación y el desarrollo científico y tecnológico están tomando un papel más dinámico en lo que respecta a la producción y 2) los recursos se están utilizando eficientemente.

Conclusiones. La estrategia tecnológica cubana

El Sistema Nacional de Ciencia e Innovación Tecnológica se dirige a contribuir de forma determinante, mediante los procesos científicos, a elevar el nivel de vida de la población cubana. Con tal propósito, aporta los elementos necesarios para la toma de decisiones en la esfera social, a la vez que apoya el desarrollo sostenible.

El Sistema propicia tanto la descentralización como la participación, de todas y cada una de las instituciones dedicadas a Investigación y Desarrollo (I+D) en función de los distintos objetivos a alcanzar. Esta participación tiene como prioridad: la generación y asimilación de conocimientos y tecnologías que tiene lugar en los centros de investigación y universidades, y atender al proceso de demanda en el cual se materializa el cambio tecnológico.

Una I+D que responda a los problemas nacionales exige una decisión concertada en la que participen y se entiendan el Estado y los actores claves del país en las áreas de salud, educación, ambiente, economía, etc. A través de un esfuerzo conjunto será posible formular objetivos de I+D a tono con las prioridades nacionales. Se trata de apoyar una investigación científica y tecnológica que genere un conocimiento útil para transformar y reconstruir el país y que, por lo tanto, responda a las demandas de los sectores más dinámicos (los mismos que se identificaron a lo largo del trabajo) en los cuales Cuba ha afianzado una estrategia, que tiene como meta el desarrollo de la dimensión humana de la sociedad.

El énfasis en los objetivos sociales de la ciencia, no disminuye la importancia de los objetivos científicos de la ciencia. Porque sólo mediante la construcción de una infraestructura científica y tecnológica vigorosa apoyada en la definición de políticas claras, sostenibles en el tiempo, le es posible a un país estructurar un proyecto social, alcanzar el progreso técnico y lograr sus metas de desarrollo económico.

Por lo anterior y en general podemos decir que Cuba tiene un Sistema de Ciencia y Tecnología bastante importante y eficaz. Esto hace que el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología esté tomando un nivel comparable al de los grandes países.

La estrategia tecnológica en grandes firmas internacionales ha cobrado un especial significado en los últimos años, debido a que la alta dirección considera a la tecnología como uno de los factores clave para lograr ventajas competitivas sostenibles a largo plazo.

Si se define lo que sería una estrategia tecnológica como: "el conjunto de actividades por el cual la gerencia selecciona su actividad tecnológica, distribuye los recursos para sus tareas tecnológicas, y estructura el contexto global para el desarrollo y mantenimiento de los recursos tecnológicos; la estrategia tecnológica tiene enlaces íntimos con otras estrategias funcionales de una corporación, incluyendo comercialización, manufactura, finanzas y recursos humanos.

Además de todo esto, la administración de tecnología requiere que la Investigación y Desarrollo (I+D) y actividades tecnológicas relacionadas estén: 1) vinculadas a nivel organizacional con otras actividades y 2) contribuyan a los propósitos globales de la compañía.

Tomando en cuenta lo anterior, y tratando a Cuba como una firma, podemos identificar la estrategia tecnológica de Cuba y así mismo resaltar dentro de ésta lo siguiente:

Primero: Cuba tuvo un período adaptativo o de integración, donde tomaban y asimilaban tecnologías de otros países, principalmente de la ex Unión Soviética, de las cuales aprendían el uso y aplicación de las mismas, después pasaron a un periodo donde modificaban esas tecnologías y ahora son productores de la generación de conocimiento y tecnología que necesita el país para atender las diferentes demandas de la población y de esta manera tener un buen desarrollo en todos los aspectos.

Este desarrollo en la estrategia por llamarlo de alguna manera, sin entrar en detalles políticos, ha sido propiciado por los bloqueos económicos y comerciales que le han impuesto al país de Cuba, principalmente por el gobierno de los Estados Unidos y otra situación que bien podíamos decir que es igual de importante que “favoreció” a este desarrollo, fue la desaparición del sistema socialista con el cual Cuba tenía sus principales intercambios en este caso de ciencia y tecnología.

Durante el transcurso de la investigación se identificó que esta producción en ciencia y tecnología se está dando principalmente en los campos de salud y agricultura, los cuales abarcan distintas ramas, en las que el país tiene mayor necesidad de productos (medicamentos, vacunas, alimentos, plantas, etc.). Estos sectores tienen un gran mercado internacional, por lo cual se deben mantener los esfuerzos y resultados alcanzados en ambos sectores ya que en conjunto pueden producir aportes importantes para la economía, la sociedad, la tecnología y el comercio para la nación.

También, es de gran importancia seguir fomentando el vínculo entre el sector académico y el productivo, el cual contribuye al establecimiento de una cultura que propicie el incremento en la competitividad en estas disciplinas.

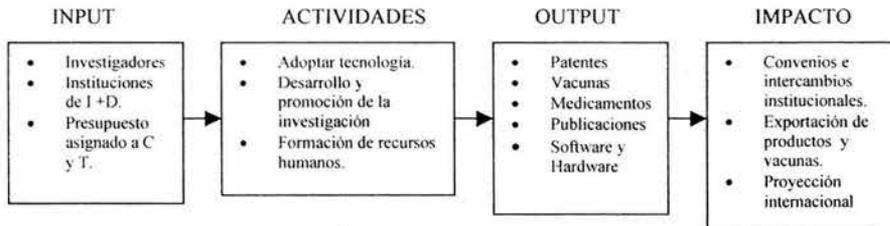
Como se vio a lo largo del trabajo, esta estrategia tiene un apoyo importante en la investigación realizada en la rama de la Biotecnología, la cual se ha destinado a resolver problemas concretos que no se han precisado y tienen ventajas competitivas.

Los estudios realizados en estas disciplinas los cuales están basados en la actividad de Investigación y Desarrollo (I+D), tienen una relación recíproca con la identificación de nichos de comercialización a través de estudios de mercado, ya que resultaría insuficiente dar prioridad a la I+D solamente a partir de las tendencias actuales.

Dentro de las vertientes agropecuarias, salud e industrial que investiga la Biotecnología, la primera tendría mayores posibilidades de beneficiar directamente a la economía ya que el país importa grandes cantidades de alimento, pero es en la esfera de la salud donde se concentran ahora los principales avances, los cuales son aplicados como primera prioridad para el beneficio de la población cubana.

Estos avances se ven reflejados en los indicadores de ciencia y tecnología, los cuales son de los más elevados en América Latina y se pueden comparar con los de países desarrollados, dentro de estos los indicadores más destacados son los referentes al sector salud, en donde el presupuesto no ha sufrido ninguna reducción y sus publicaciones son de alto impacto.

De acuerdo al análisis realizado a los indicadores C y T, en el cual se representa la producción y productividad científica, se propuso un modelo denominado Modelo Input/Output, en el cual se presentan los pasos que está siguiendo el gobierno cubano para obtener los resultados antes mencionados y el impacto que estos tienen.



Un factor importante en toda esta estrategia es dentro del impacto, el tener más convenios y alianzas con empresas extranjeras, en donde Cuba contribuye con infraestructura, capital humano y potencial científico-tecnológico, mientras que el socio extranjero contribuye con capital, el mercado y el prestigio de la firma, así como con algunas materias primas de importación.

Por otra parte, las líneas estratégicas y de investigación identificadas, son correspondientes a las prioridades que tiene el Estado proyectadas para los próximos años y todas son consideradas de alta importancia para el desarrollo sostenible tanto de la economía como de la sociedad.

Por último podemos decir que aunque el desarrollo científico y tecnológico en Cuba no está sólo en manos de los investigadores o científicos ya que para que cualquier investigación sea verdaderamente productiva, debe haber una cantidad mínima de expertos, conocimientos e instalaciones (en este caso, la Ingeniería Genética y la Biotecnología no son una excepción), por lo que el país está promoviendo la integración de grupos multidisciplinarios. Es cierto que ellos tienen una parte muy importante en este desarrollo, pero los resultados serían insignificantes si no se acompañaran por los esfuerzos de médicos, ingenieros, maestros, jóvenes y en general del pueblo, lo que hace que la frase dicha por Fidel Castro hace más de 40 años sea cada vez más real.

ANEXO A
Indicadores de Ciencia y Tecnología de Cuba (1990-2001),
de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y
Tecnología (RICYT)

Indicadores de ciencia y Tecnología de 1990 - 1995

		1990	1991	1992	1993	1994	1995
1. POBLACIÓN							
	millones de personas	10.70	10.80	10.90	10.90	11.00	11.00
2. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)							
	millones de personas	4.70	4.70	N.D.	N.D.	N.D.	4.55
3. PRODUCTO BRUTO INTERNO (PBI)							
	millones de Pesos	19 644.8	16 248.1	14 904.6	15 094.5	19 198.3	21 737.1
	millones de u\$s	19 644.8	16 248.1	14 904.6	15 094.5	19 198.3	21 737.1
4. GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA							
ACT	millones de Pesos	214.4	188.4	247.5	199.2	188.7	188.7
	millones de u\$s	214.2	188.4	247.5	199.2	188.7	188.7
I + D	millones de Pesos	136.6	110.9	169.1	118.2	105.7	101.1
	millones de u\$s	136.6	110.9	169.1	118.2	105.7	101.1
5. GASTO EN CYT EN RELACIÓN AL PBI							
	ACT	1.09%	1.16%	1.66%	1.32%	0.98%	0.87%
	I + D	0.70%	0.68%	1.13%	0.78%	0.55%	0.47%
6. GASTO EN CYT POR HABITANTE (U\$S)							
	ACT	20.02	17.44	22.71	18.28	17.15	17.15
	I + D	12.77	10.27	15.51	10.84	9.61	9.19
7. GASTO EN I + D POR INVESTIGADOR (MILES DE U\$S)							
	Personas Físicas	23.67	17.94	27.18	19.75	19.18	19.71

Nota: N.D. = No Disponible

		1990	1991	1992	1993	1994	1995
8. GASTO EN I + D POR TIPO DE INVESTIGACIÓN							
	Investigación Básica	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Investigación Aplicada	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Desarrollo Experimental	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Total	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
9. GASTO EN CYT POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO							
ACT	Gobierno	71.4%	78.2%	71.2%	75.5%	72.8%	73.5%
	Empresas	28.6%	21.8%	28.8%	24.5%	27.2%	26.5%
	Educación Superior	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Org.priv.sin fines de lucro	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Extranjero	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
I + D	Gobierno	55.1%	63.0%	57.8%	58.7%	51.8%	50.5%
	Empresas	44.9%	37.0%	42.2%	41.3%	48.2%	49.5%
	Educación Superior	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Org.priv.sin fines de lucro	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Extranjero	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Total	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

Nota: N.D. = No Disponible

		1990	1991	1992	1993	1994	1995
11. GASTO EN CYT POR OBJETIVO SOCIOECONÓMICO							
ACT	Agricultura, silvicultura y pesca	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Desarrollo industrial y de la tecnología	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Energía	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Infraestructuras	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Medio ambiente	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Salud (excluida la contaminación)	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Desarrollo social y servicios sociales	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Tierra y atmósfera	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Promoción general del conocimiento	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Espacio civil	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Defensa	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Sin especificar	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Total	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	
12. PERSONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA							
Personas Físicas	Investigadores	5 772	6 183	6 221	5 986	5 512	5 129
	Personal de apoyo	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	18 180	18 619
	Personal de servicios C-T	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	36 902	38 990
	Total	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	60 594	62 738
13. INVESTIGADORES POR CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA							
Personas Físicas		1.23	1.32	N.D.	N.D.	N.D.	1.13

Nota: N.D. = No Disponible

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
18. TITULADOS DE GRADO						
Cs. Naturales y Exactas	1 000	919	825	844	856	799
Ingeniería y Tecnología	5 099	4 834	4 907	4 836	5 532	5 189
Ciencias Médicas	6 051	6 342	5 235	6 789	6 604	7 029
Ciencias Agrícolas	1 791	1 538	1 450	1 316	2 039	2 029
Ciencias Sociales	21 203	25 741	25 174	20 759	15 984	16 660
Humanidades	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Total	35 144	39 374	37 591	34 544	31 015	31 706
20. DOCTORADOS						
Cs. Naturales y Exactas	47	38	16	24	31	38
Ingeniería y Tecnología	62	37	43	20	29	40
Ciencias Médicas	23	22	8	10	4	6
Ciencias Agrícolas	21	28	11	23	17	22
Ciencias Sociales	80	47	46	40	46	30
Humanidades	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Total	233	172	124	117	127	136
21. SOLICITUDES DE PATENTES						
de residentes	187	210	122	116	121	104
de no residentes	73	28	19	13	31	33
Total	260	238	141	129	152	137
22. PATENTES OTORGADAS						
a residentes	50	50	39	48	33	15
a no residentes	9	11	10	3	10	5
Total	59	61	49	51	43	20

Nota: N.D. = No Disponible

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
23. TASA DE DEPENDENCIA	0.4	0.1	0.2	0.1	0.3	0.3
24. TASA DE AUTOSUFICIENCIA	0.7	0.9	0.9	0.9	0.8	0.8
25. COEFICIENTE DE INVENCIÓN	1.7	1.9	1.1	1.1	1.1	0.9
26. PUBLICACIONES EN SCI	223	214	256	284	284	355
porcentaje del total mundial	0.033%	0.030%	0.036%	0.037%	0.036%	0.041%
27. PUBLICACIONES EN PASCAL	223	201	222	176	203	198
porcentaje del total mundial	0.046%	0.038%	0.039%	0.030%	0.039%	0.043%
28. PUBLICACIONES EN INSPEC	37	29	58	31	41	65
porcentaje del total mundial	0.014%	0.011%	0.023%	0.012%	0.015%	0.022%
29. PUBLICACIONES EN COMPENDEX	22	17	13	22	24	46
porcentaje del total mundial	0.014%	0.010%	0.010%	0.012%	0.011%	0.023%
30. PUBLICACIONES EN CHEMICAL ABSTRACTS	99	193	259	217	232	314
porcentaje del total mundial	0.019%	0.035%	0.044%	0.037%	0.038%	0.049%
31. PUBLICACIONES EN BIOSIS	418	377	300	273	281	360
porcentaje del total mundial	0.075%	0.070%	0.056%	0.053%	0.052%	0.067%
32. PUBLICACIONES EN MEDLINE	93	85	97	83	111	110
porcentaje del total mundial	0.025%	0.023%	0.026%	0.022%	0.028%	0.028%
33. PUBLICACIONES EN CAB	500	516	462	435	337	451
porcentaje del total mundial	0.314%	0.337%	0.304%	0.294%	0.227%	0.298%

Nota: N.D. = No Disponible

	1990	1991	1992	1993	1994	1995
34. PUBLICACIONES EN ICYT	37	43	27	74	79	111
porcentaje del total mundial	0.574%	0.608%	0.343%	0.932%	1.119%	1.527%
35. PUBLICACIONES EN IME	49	39	52	47	75	45
porcentaje del total mundial	0.415%	0.496%	0.799%	0.749%	1.088%	0.604%
36. PUBLICACIONES EN PERIODICA	874	531	456	814	701	400
porcentaje del total mundial	12.019%	8.950%	9.725%	10.094%	8.333%	5.119%
37. PUBLICACIONES EN CLASE	102	22	29	113	90	129
porcentaje del total mundial	1.449%	0.476%	0.601%	1.275%	0.967%	1.464%
38. PUBLICACIONES EN SCI POR HABITANTE						
cada 100 000 habitantes	2.1	2.0	2.3	2.6	2.6	3.2
39. PUBLICACIONES EN PASCAL POR HABITANTE						
cada 100 000 habitantes	2.1	1.9	2.0	1.6	1.8	1.8
40. PUBLICACIONES EN SCI EN RELACIÓN AL PBI						
cada mil millones de u\$s	11.4	13.2	17.2	18.8	14.8	16.3
41. PUBLICACIONES EN PASCAL EN RELACIÓN AL PBI						
cada mil millones de u\$s	11.4	12.4	14.9	11.7	10.6	9.1
42. PUBLICACIONES EN SCI EN RELACIÓN AL GASTO EN I + D						
cada millón de u\$s	1.6	1.9	1.5	2.4	2.7	3.5
43. PUBLICACIONES EN PASCAL EN RELACIÓN AL GASTO EN I + D						
cada millón de u\$s	1.6	1.8	1.3	1.5	1.9	2.0
44. PUBLICACIONES EN SCI CADA 100 INVESTIGADORES						
Personas Físicas	3.9	3.5	4.1	4.7	5.2	6.9
45. PUBLICACIONES EN PASCAL CADA 100 INVESTIGADORES						
Personas Físicas	3.9	3.3	3.6	2.9	3.7	3.9

Nota: N.D. = No Disponible

Indicadores de Ciencia y Tecnología de 1996 – 2001

		1996	1997	1998	1999	2000	2001
1. POBLACIÓN							
millones de personas		11,00	11,10	11,14	11,18	11,22	11,24
2. POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)							
millones de personas		4,56	4,56	4,57	4,65	4,67	N:D:
3. PRODUCTO BRUTO INTERNO (PBI)							
millones de Pesos		22 814,7	22 951,8	23 900,8	25 503,6	27 634,7	28 878,3
millones de u\$s		22 814,7	22 951,8	23 900,8	25 503,6	27 634,7	28 878,3
4. GASTO EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA							
ACT	millones de Pesos	179,4	193,2	220,0	264,4	290,6	338,8
	millones de u\$s	179,4	193,2	220,0	264,4	290,6	338,8
I + D	millones de Pesos	86,9	101,9	129,0	130,0	146,3	179,1
	millones de u\$s	86,9	101,9	129,0	130,0	146,3	179,1
5. GASTO EN CYT EN RELACIÓN AL PBI							
ACT		0,79%	0,84%	0,92%	1,04%	1,05%	1,17%
I + D		0,38%	0,44%	0,54%	0,51%	0,53%	0,62%
6. GASTO EN CYT POR HABITANTE (U\$S)							
ACT		16,31	17,41	19,75	23,65	25,90	30,14
I + D		7,90	9,18	11,58	11,63	13,04	15,93
7. GASTO EN I + D POR INVESTIGADOR (MILES DE U\$S)							
Personas Físicas		16,87	19,74	23,35	23,77	27,20	32,59

Nota: N.D. = No Disponible

		1996	1997	1998	1999	2000	2001
8. GASTO EN I + D POR TIPO DE INVESTIGACIÓN							
Investigación Básica		N.D.	20,0%	4,0%	12,0%	6,0%	10,0%
Investigación Aplicada		N.D.	10,0%	41,0%	46,0%	54,0%	49,0%
Desarrollo Experimental		N.D.	70,0%	55,0%	42,0%	40,0%	41,0%
Total		N.D.	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%
9. GASTO EN CYT POR SECTOR DE FINANCIAMIENTO							
ACT	Gobierno	69,3%	62,0%	54,2%	60,5%	61,5%	61,4%
	Empresas	29,0%	35,9%	42,0%	36,2%	33,9%	32,0%
	Educación Superior	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Org.priv.sin fines de lucro	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Extranjero	1,7%	2,1%	3,9%	3,2%	4,6%	6,6%
	Total	100,0%	100,0%	100,0%	99,9%	100,0%	100,0%
I + D	Gobierno	%	52,8%	51,7%	49,8%	57,1%	53,1%
	Empresas		47,2%	48,3%	45,8%	38,8%	40,1%
	Educación Superior		N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Org.priv.sin fines de lucro	%	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Extranjero	%	N.D.	N.D.	4,4%	4,1%	6,8%
	Total		100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Nota: N.D. = No Disponible

		1996	1997	1998	1999	2000	2001
11. GASTO EN CYT POR OBJETIVO SOCIOECONÓMICO							
ACT	Agricultura, silvicultura y pesca	N.D.	N.D.	23,0%	19,6%	22,4%	23,9%
	Desarrollo industrial y de la tecnología	N.D.	N.D.	20,0%	28,0%	27,7%	29,4%
	Energía	N.D.	N.D.	3,6%	9,4%	10,2%	11,5%
	Infraestructuras	N.D.	N.D.	5,1%	2,2%	0,3%	2,1%
	Medio ambiente	N.D.	N.D.	7,8%	6,5%	10,2%	10,9%
	Salud (excluida la contaminación)	N.D.	N.D.	20,2%	22,0%	22,7%	20,0%
	Desarrollo social y servicios sociales	N.D.	N.D.	11,3%	8,0%	5,5%	0,9%
	Tierra y atmósfera	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Promoción general del conocimiento	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Espacio civil	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Defensa	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
	Sin especificar	N.D.	N.D.	9,0%	4,3%	1,0%	1,3%
Total	N.D.	N.D.	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	
12. PERSONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA							
Personas Físicas	Investigadores	5 151	5 163	5 525	5 468	5 378	5 496
	Personal de apoyo	18 806	18 317	18 878	23 595	24 190	26 872
	Personal de servicios C-T	38 727	37 572	38 532	33 449	34 506	37 410
	Total	62 684	61 052	62 935	62 512	64 074	69 778
13. INVESTIGADORES POR CADA MIL INTEGRANTES DE LA PEA							
Personas Físicas		1,13	1,13	1,21	1,18	1,15	

Nota: N.D. = No Disponible

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
18. TITULADOS DE GRADO						
Cs. Naturales y Exactas	951	958	1 022	769	756	577
Ingeniería y Tecnología	5 204	3 703	2 671	1 954	1 843	2 055
Ciencias Médicas	6 213	6 313	6 020	4 597	4 846	4 708
Ciencias Agrícolas	1 395	1 436	1 097	967	685	770
Ciencias Sociales	13 739	11 070	8 354	8 420	8 366	8 819
Humanidades	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Total	27 502	23 480	19 164	16 707	16 496	16 929
20. DOCTORADOS						
Cs. Naturales y Exactas	42	42	51	68	60	N.D.
Ingeniería y Tecnología	52	58	44	95	60	N.D.
Ciencias Médicas	13	13	12	9	7	N.D.
Ciencias Agrícolas	26	8	29	24	48	N.D.
Ciencias Sociales	71	50	90	96	116	N.D.
Humanidades	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Total	204	171	226	292	291	N.D.
21. SOLICITUDES DE PATENTES						
de residentes	84	107	129	110	149	143
de no residentes	40	33	76	127	160	177
Total	124	140	205	237	309	320
22. PATENTES OTORGADAS						
a residentes	19	42	34	46	36	69
a no residentes	13	18	5	31	9	47
Total	32	60	39	77	45	116

Nota: N.D. = No Disponible

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
23. TASA DE DEPENDENCIA	0,5	0,3	0,6	1,2	1,1	1,2
24. TASA DE AUTOSUFICIENCIA	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,4
25. COEFICIENTE DE INVENCION	0,8	1,0	1,2	1,0	1,3	1,3
26. PUBLICACIONES EN SCI	421	435	542	682	647	N.D.
porcentaje del total mundial	0,047%	0,046%	0,057%	0,070%	0,065%	N.D.
27. PUBLICACIONES EN PASCAL	223	242	287	380	370	N.D.
porcentaje del total mundial	0,047%	0,049%	0,056%	0,075%	0,072%	N.D.
28. PUBLICACIONES EN INSPEC	58	55	87	106	104	N.D.
porcentaje del total mundial	0,018%	0,017%	0,026%	0,032%	0,031%	N.D.
29. PUBLICACIONES EN COMPENDEX	65	42	50	71	79	N.D.
porcentaje del total mundial	0,028%	0,017%	0,025%	0,033%	0,035%	N.D.
30. PUBLICACIONES EN CHEMICAL ABSTRACTS	408	396	497	533	543	N.D.
porcentaje del total mundial	0,059%	0,057%	0,070%	0,076%	0,072%	N.D.
31. PUBLICACIONES EN BIOSIS	386	344	339	362	394	N.D.
porcentaje del total mundial	0,070%	0,063%	0,066%	0,071%	0,069%	N.D.
32. PUBLICACIONES EN MEDLINE	132	127	231	190	228	N.D.
porcentaje del total mundial	0,033%	0,031%	0,055%	0,048%	0,048%	N.D.
33. PUBLICACIONES EN CAB	496	441	436	447	486	N.D.
porcentaje del total mundial	0,327%	0,281%	0,279%	0,278%	0,299%	N.D.
34. PUBLICACIONES EN ICYT	113	120	129	165	160	N.D.
porcentaje del total mundial	1,571%	1,587%	1,655%	2,097%	2,064%	N.D.
35. PUBLICACIONES EN IME	60	69	18	104	N.D.	N.D.
porcentaje del total mundial	0,759%	0,838%	0,450%	1,365%	N.D.	N.D.

Nota: N.D. = No Disponible

	1996	1997	1998	1999	2000	2001
36. PUBLICACIONES EN PERIODICA	468	450	614	619	552	N.D.
porcentaje del total mundial	5,249%	5,530%	6,696%	5,741%	5,951%	N.D.
37. PUBLICACIONES EN CLASE	98	157	125	127	131	N.D.
porcentaje del total mundial	1,067%	1,713%	1,343%	1,261%	1,445%	N.D.
38. PUBLICACIONES EN SCI POR HABITANTE						
cada 100 000 habitantes	3,8	3,9	4,9	6,1	5,8	N.D.
39. PUBLICACIONES EN PASCAL POR HABITANTE						
cada 100 000 habitantes	2,0	2,2	2,6	3,4	3,3	N.D.
40. PUBLICACIONES EN SCI EN RELACIÓN AL PBI						
cada mil millones de u\$s	18,5	19,0	22,7	26,7	23,4	N.D.
41. PUBLICACIONES EN PASCAL EN RELACIÓN AL PBI						
cada mil millones de u\$s	9,8	10,5	12,0	14,9	13,4	N.D.
42. PUBLICACIONES EN SCI EN RELACIÓN AL GASTO EN I + D						
cada millón de u\$s	4,8	4,3	4,2	5,2	4,4	N.D.
43. PUBLICACIONES EN PASCAL EN RELACIÓN AL GASTO EN I + D						
cada millón de u\$s	2,6	2,4	2,2	2,9	2,5	N.D.
44. PUBLICACIONES EN SCI CADA 100 INVESTIGADORES						
Personas Físicas	8,2	8,4	9,8	12,5	12,0	N.D.
45. PUBLICACIONES EN PASCAL CADA 100 INVESTIGADORES						
Personas Físicas	4,3	4,7	5,2	6,9	6,9	N.D.

Nota: N.D. = No Disponible

ANEXO B
Definiciones

Actividades Científico-Tecnológicas (ACT).- Actividades sistemáticas que están estrechamente vinculadas con la generación, el perfeccionamiento, la difusión y la aplicación de los conocimientos científicos y tecnológicos. Comprende: investigación y desarrollo más actividades auxiliares de difusión de CyT, como ser formación de recursos humanos en CyT y servicios tecnológicos.

Colaboración entre instituciones.- Cuando en el documento publicado figura más de una dirección. La colaboración se clasifica en colaboración internacional, colaboración nacional, colaboración regional y sin colaboración.

Colaboración internacional.- Cuando aparece alguna dirección de países terceros, es decir, países no latinoamericanos.

Colaboración nacional.- Cuando en el documento aparece más de una dirección de un mismo país latinoamericano.

Colaboración regional.- Cuando figura una o más direcciones de varios países de la región, es decir, países latinoamericanos.

Desarrollo experimental.- Consiste en trabajos sistemáticos basados en los conocimientos existentes, derivados de la investigación y/o de la experiencia práctica, dirigidos a la producción de nuevos materiales, productos de nuevos materiales, productos o dispositivos; al establecimiento de nuevos procesos, sistemas y servicios, o la mejora sustancial de los ya existentes.

Factor de impacto (FI).- El factor de impacto de una revista, representa las citas recibidas por un artículo de dicha revista en un período de tiempo. Este se emplea como indicador de visibilidad o difusión de los resultados de la investigación.

Gasto en I+D.- El gasto en I+D incluye: a) gastos corrientes (salarios del personal de I+D y otros gastos corrientes, tales como servicios, suministros, insumos fungibles, compra de bibliografía, entre otros); b) gastos de capital (terrenos y edificaciones, instrumental y equipos). Por lo tanto, debe tomarse en cuenta que el gasto en I+D no representa solamente el dinero "líquido" con el que cuenta el investigador para su labor, sino que contempla la totalidad del dinero necesario para que la I+D sea llevada a cabo, es decir, es el total de gastos en actividades de investigación y desarrollo experimental realizado en territorio nacional por todos los agentes económicos, durante un período determinado.

Invencción.- Es la creación de algo nuevo para solucionar técnicamente un problema existente.

Investigación aplicada.- Consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.

Investigación básica.- Consiste en trabajos experimentales o teóricos que se emprenden fundamentalmente para obtener nuevos conocimientos acerca de los fundamentos de fenómenos y hechos observables, sin pensar en darles ninguna aplicación o utilización determinada.

Investigación y Desarrollo (I+D).- Comprende el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para derivar nuevas aplicaciones. El término I+D engloba tres actividades: investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

Nivel de investigación.- Es una clasificación que permite estudiar el carácter básico o aplicado de la investigación, que agrupa a las revistas en cuatro niveles atendiendo al tipo de investigación que en ellas se publica.

Nivel 1.- Corresponde a revistas de clínica biomédica, como por ejemplo, el Journal of the American Medical Association.

Nivel 2.- Incluye el grupo clínico mixto, representado por el New England Journal of Medicine.

Nivel 3.- Corresponde a la investigación clínica o aplicada, representado por el Journal of Clinical Investigation o Cancer Research.

Nivel 4.- Incluye la investigación científica básica y está representado por el Journal of Biological Chemistry.

Patente.- Derecho exclusivo concedido a una invención, que es el producto o proceso que ofrece una nueva manera de hacer algo, o una nueva solución técnica a un problema.

Población Económicamente Activa (PEA).- Personas de 12 años y más que en el período de referencia se encontraban ocupadas.

Producto Interno Bruto (PIB).- El PIB es el valor monetario de los bienes y servicios finales producidos por una economía en un período determinado. Producto se refiere a valor agregado; interno se refiere a que es la producción dentro de las fronteras de una economía; y bruto se refiere a que no se contabilizan la variación de inventarios ni las depreciaciones o apreciaciones de capital.

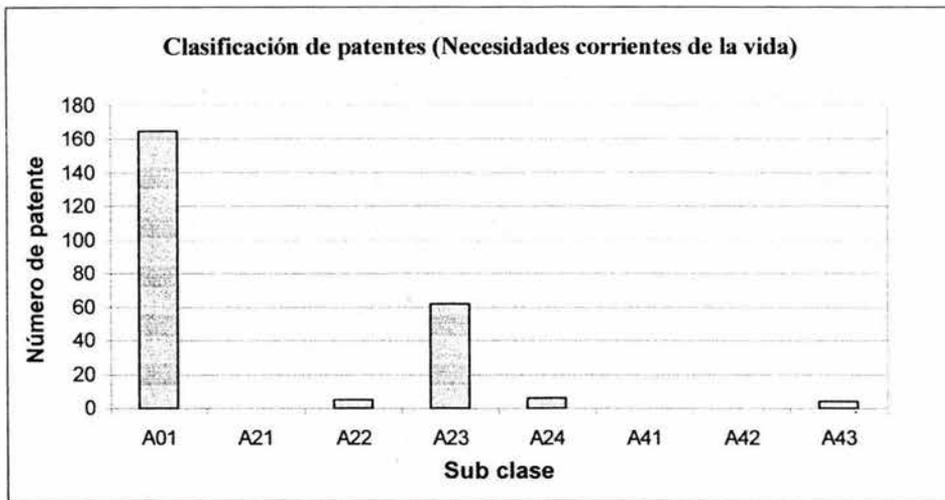
Producto interno Bruto per capita.- El PIB per cápita es el promedio de Producto Bruto por cada persona. Se calcula dividiendo el PIB total por la cantidad de habitantes de la economía.

Sin colaboración.- Son los documentos en los que aparece solamente una institución.

ANEXO C
Patentes cubanas por clase (1983-2000)

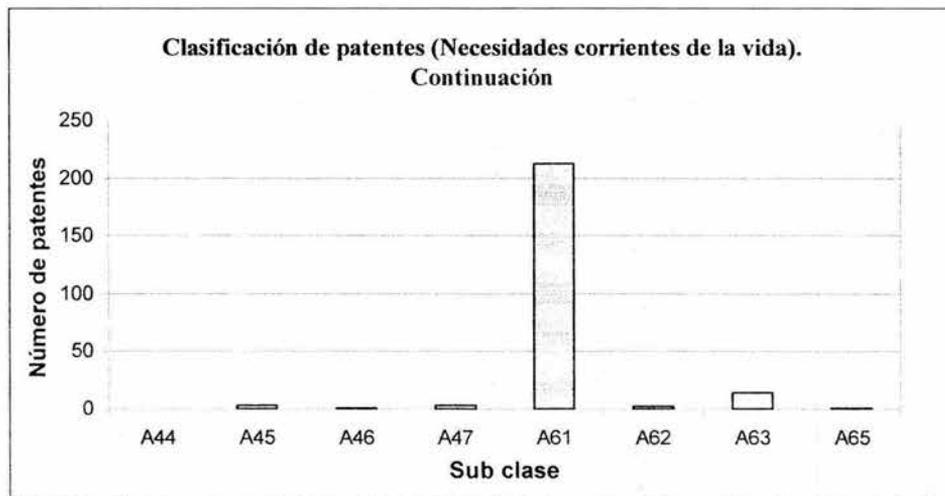
Clase A Necesidades corrientes de la vida

Sub Clase	Nombre
A01	Agricultura; Silvicultura; Cría; Caza; Captura; Pesca
A21	Panadería; Pastas Alimenticias
A22	Carnicería; Tratamiento de la Carne; Tratamiento de las aves de corral o del pescado
A23	Alimentos o productos alimenticios; Su tratamiento no cubierto por otras clases
A24	Tabaco; Puros; Cigarrillos; Artículos para fumadores
A41	Vestimenta
A42	Sombrerería
A43	Calzados
A44	Mercería; Joyería
A45	Objetos de uso personal o artículos de viaje
A46	Cepillería
A47	Mobiliario; Artículos o aparatos de uso doméstico; Molinillos de café; Molinillos de especias; Aspiradores en general
A61	Ciencias médicas o veterinarias; Higiene
A62	Salvamento; Lucha contra incendios
A63	Deportes; Juegos; Distracciones



Fue

nte: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).



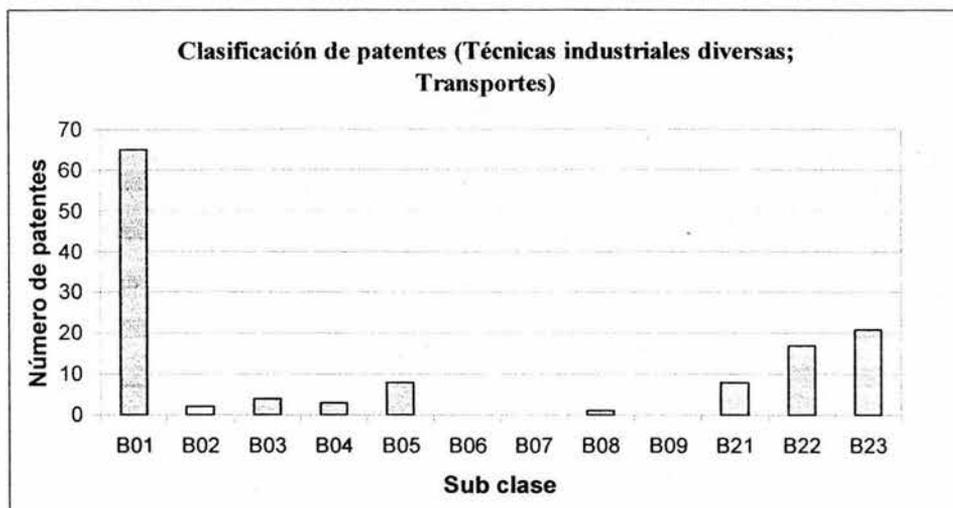
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

Clase B Técnicas industriales diversas; Transportes

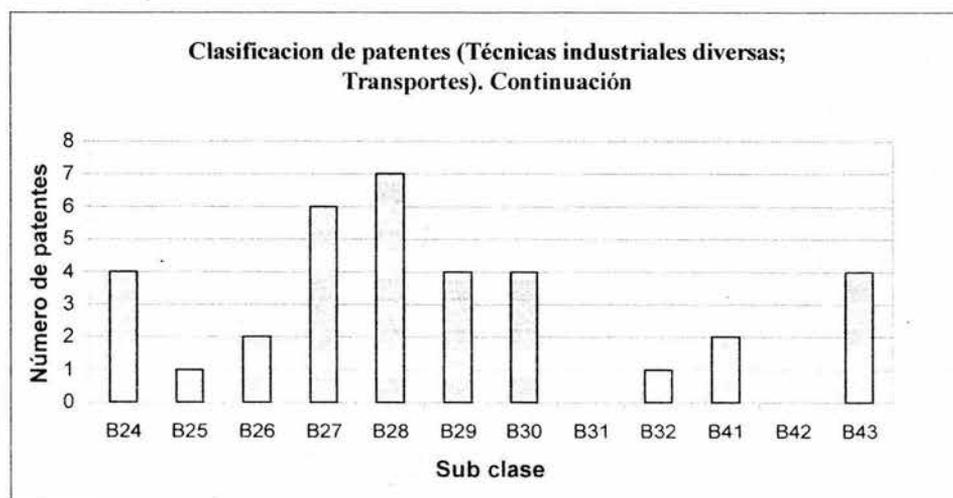
Sub clase	Nombre
B01	Procedimiento o aparatos físicos o químicos en general
B02	Trituración, reducción a polvo o desintegración; Tratamiento preparatorio de los granos para la molienda
B03	Separación de sólidos por utilización de líquidos o por utilización de mesas o cribas de pistón neumático; Separación magnética o electrostática de materiales sólidos a partir de materiales sólidos o de fluidos, separación por campos de alta tensión
B04	Aparatos o máquina centrifugas utilizadas para los procedimientos físicos o químicos
B05	Pulverización o atomización general; Aplicación de líquidos u otras materias fluidas a superficies, en general
B06	Producción o transmisión de vibraciones mecánicas, en general
B07	Separación de sólidos; Clasificación
B08	Limpieza
B09	Eliminación de desechos sólidos; Regeneración de suelos contaminados
B21	Trabajo mecánico de los metales sin arranque sustancial de material; Corte de metal por punzonado
B22	Fundición; Metalurgia de polvos metálicos
B23	Máquinas-herramientas; Trabajo de metales no previsto en otro lugar
B24	Trabajo con muela; Pulido
B25	Herramientas manuales; Herramientas de motor portátiles; Mangos para utensilios manuales; Utillaje de taller; Manipuladores
B26	Herramientas manuales de corte; Corte; Separación
B27	Trabajo o conservación de la madera o de materiales similares; Máquinas para clavar, grapar o coser en general
B28	Trabajo del cemento, de la arcilla o la piedra
B29	Trabajo de las materias plásticas; Trabajo de sustancias en estado plástico en general
B30	Prensas
B31	Fabricación de artículos de papel; Trabajo del papel
B32	Productos estratificados
B41	Imprenta; Máquinas componedoras de líneas; Máquinas de escribir; Sellos
B42	Encuadernación; Álbumes; Clasificadores; Impresos especiales
B43	Material para escribir o dibujar; Accesorios de oficina

Clase B Técnicas industriales diversas; Transportes (Continuación)

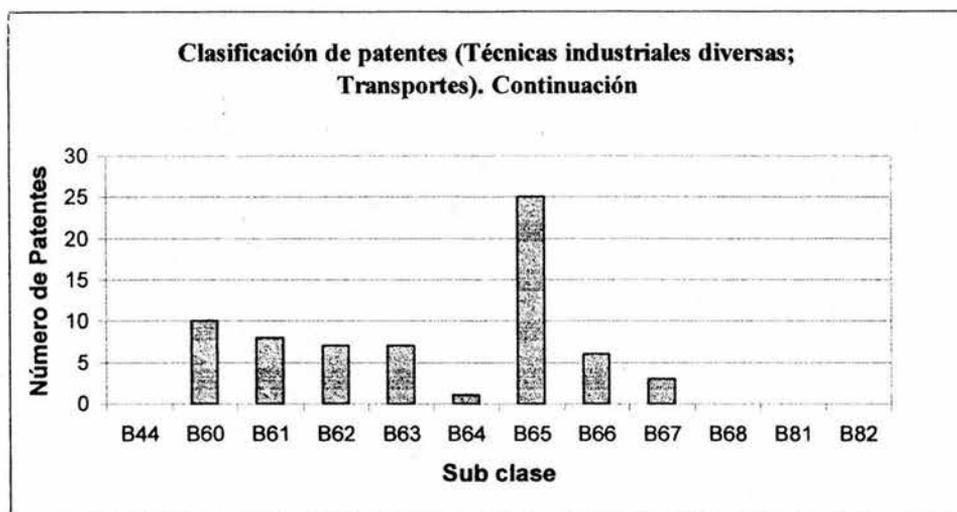
Sub clase	Nombre
B44	Arte decorativas
B60	Vehículos en general
B61	Ferrocarriles
B62	Vehículos terrestres que se desplazan de otro modo que por railes
B63	Navíos u otras embarcaciones flotantes; Sus equipos
B64	Aeronáutica; Aviación; Astronáutica
B65	Transporte; Embalaje; Almacenado; Manipulación de materiales delgados o filiformes
B66	Elevación; Levantamiento; Remolcado
B67	Apertura y cierre de botellas, tarros o recipientes análogos; Manipulación de líquidos
B68	Guarnicionería; Tapicería
B81	Tecnología de las microestructuras
B82	Nanotecnología



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).



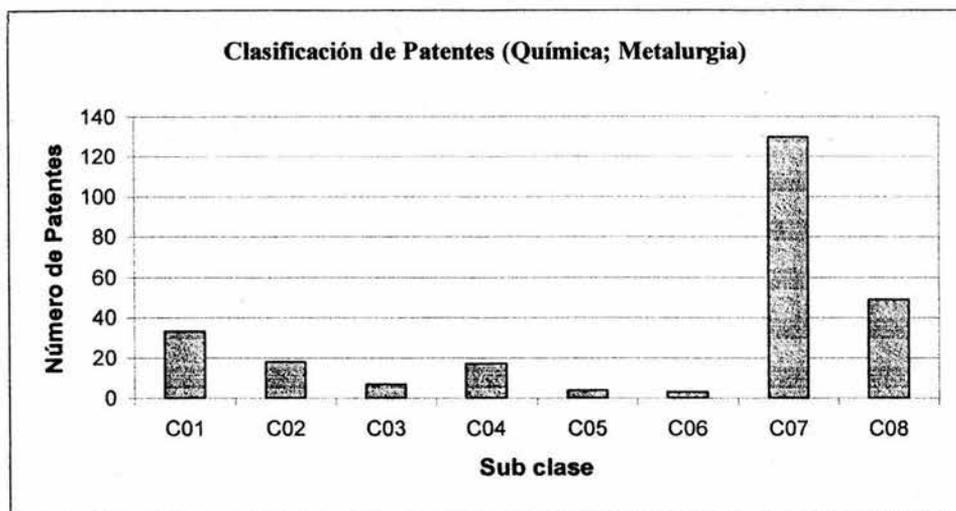
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

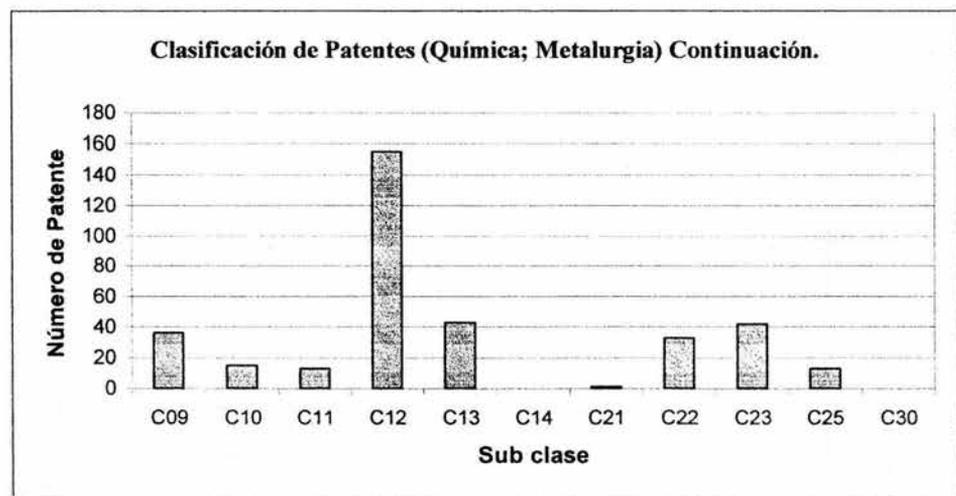
Clase C Química; Metalúrgica

Sub clase	Nombre
C01	Química Inorgánica
C02	Tratamiento del agua, agua residual, de alcantarilla o fangos
C03	Vidrio; Lana mineral o de escoria
C04	Cementos; Hormigón; Piedra artificial; Cerámicas: Refractarios
C05	Fertilizantes
C06	Explosivos; Cerillas
C07	Química Orgánica
C08	Compuestos macromoleculares orgánicos; Su preparación o producción química; Composiciones basadas en compuestos macromoleculares
C09	Colorantes; Pinturas; Pulimentos; Resinas naturales; Adhesivos; Composiciones diversas; Aplicaciones diversas de los materiales
C10	Industrias del petróleo, gas o coque; Gas de síntesis que contiene monóxido de carbono; Combustibles; Lubricantes; Turba
C11	Aceites, grasas, materias grasas o ceras animales o vegetales; Sus ácidos grasos; Detergentes; Velas
C12	Bioquímica; Cerveza; Bebidas alcohólicas; Vino; Vinagre; Microbiología; Enzimología; Técnicas de mutación o de genética
C13	Industria del azúcar
C14	Pieles; Pieles sin curtir; Cueros
C21	Metalurgia del hierro
C22	Metalurgia; Aleaciones ferrosas o no ferrosas; Tratamiento de aleaciones o metales no ferrosos
C23	Revestimiento de materiales metálicos; Revestimiento de materiales con materiales metálicos; Tratamiento químico de la superficie; Tratamiento de difusión de materiales metálicos; Revestimiento por evaporación en vacío, por pulverización catódica, por implantación de iones o por deposición química en fase vapor, en general; Medios para impedir la corrosión de materiales metálicos, las incrustaciones, en general.
C25	Procesos electrolíticos o electroforéticos; Sus aparatos.
C30	Crecimiento de cristales



Fu

ente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

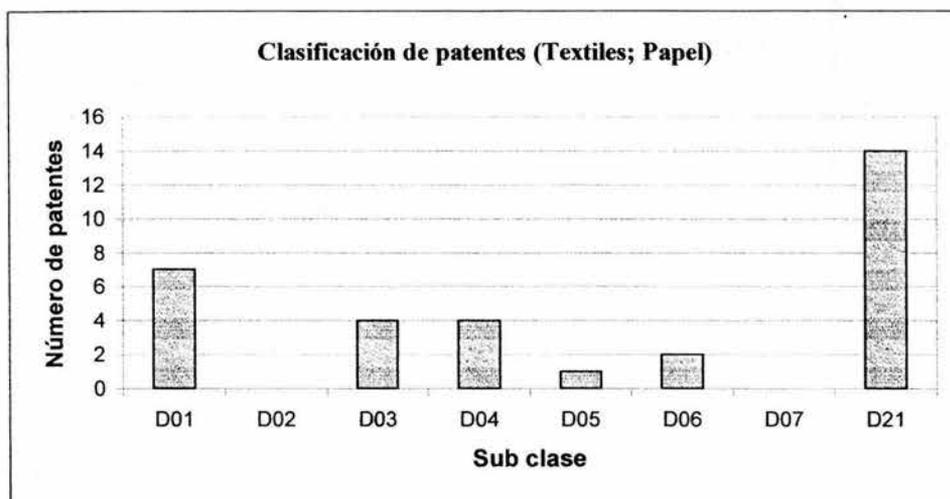


Fue

nte: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

Clase D Textiles; Papel

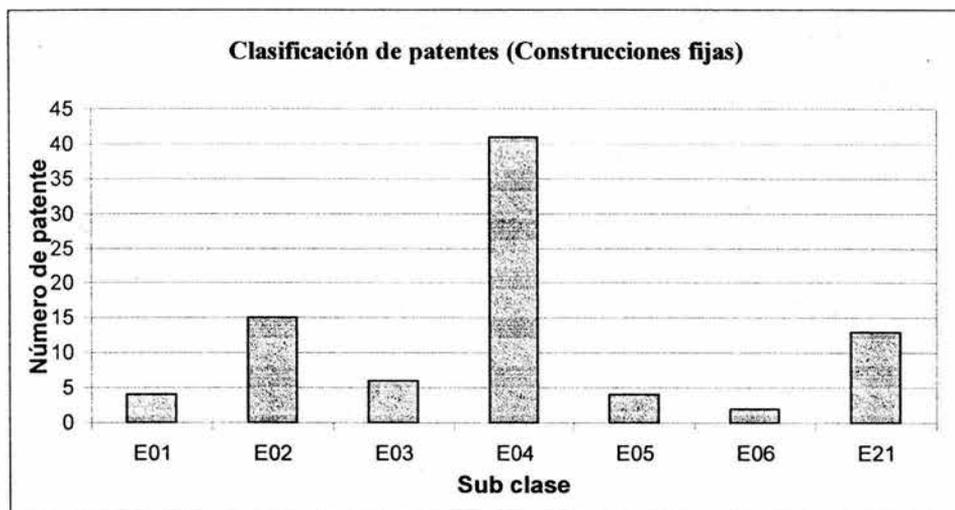
Sub clase	Nombre
D01	Fibras o hilos naturales o artificiales; Hilatura
D02	Hilos; Acabado mecánico de hilos o cuerdas; Urdido o plegado
D03	Tejido
D04	Trenzado; Fabricación del encaje; Tricotado; Pasamanería; No tejidos
D05	Costura; Bordado; Implantación de pelos o mechones por picado
D06	Tratamiento de textiles o similares; Lavandería; Materiales flexibles no previstos en otro lugar
D07	Cables distintos de los cables eléctricos
D21	Fabricación del papel; Producción de la celulosa



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

Clase E Construcciones fijas

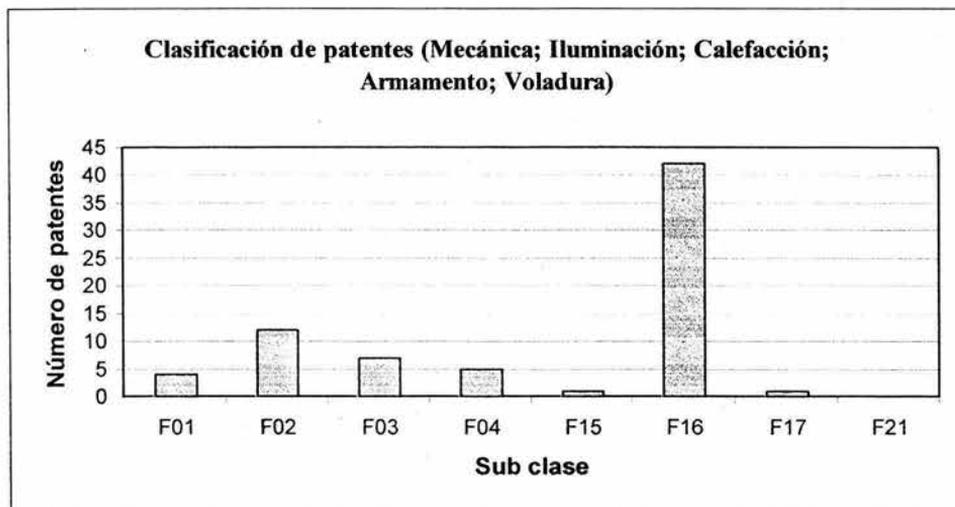
Sub clase	Nombre
E01	Construcción de carreteras, vías férreas o puentes
E02	Hidráulica; Cimentaciones; Movimiento de tierras
E03	Suministros de agua; Evacuación de aguas
E04	Edificios
E05	Cerraduras; Llaves; Accesorios de puertas o ventanas; Cajas fuertes
E06	Puertas, ventanas, postigos o cortinas metálicas enrollables, en general; Escaleras
E21	Perforación del suelo o de la roca; Explotación minera



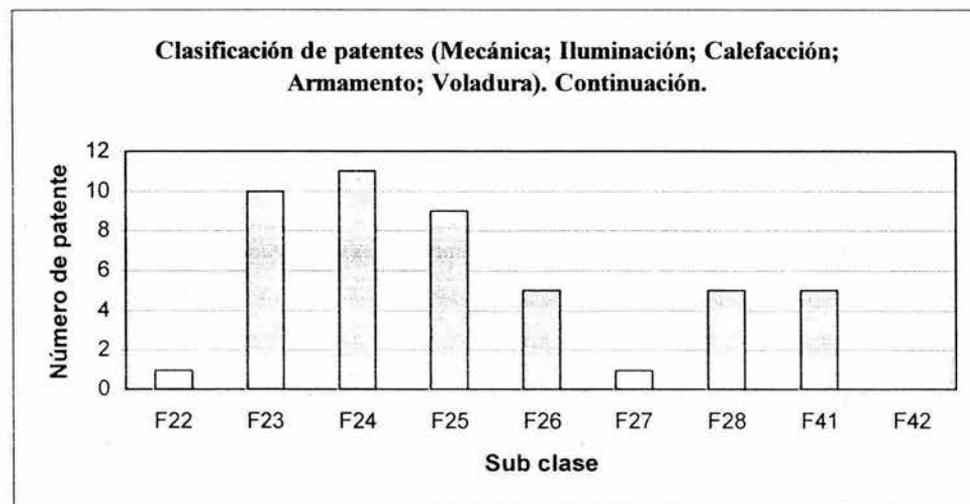
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

CLASE F Mecánica; Iluminación; Calefacción; Armamento; Voladura

Sub clase	Nombre
F01	Máquinas o motores en general; Plantas motrices en general; Máquinas de vapor
F02	Motores de combustión; Plantas motrices de gases calientes o de productos de combustión
F03	Máquinas o motores de líquidos; Motores de viento, de resortes, de pesos u otros; Producción de energía mecánica o de empuje propulsivo o por reacción; No prevista en otro lugar
F04	Máquinas de líquidos de desplazamiento positivo; Bombas para líquidos o para fluidos compresibles
F15	Dispositivos accionadores por presión de un fluido; Hidráulica o neumática en general
F16	Elementos o conjuntos de tecnología; Medidas generales para asegurar el buen funcionamiento de las máquinas o instalaciones; Aislamiento térmico en general
F17	Almacenamiento o distribución de gases o líquidos
F21	Iluminación
F22	Producción de vapor
F23	Aparatos de combustión; Proceso de combustión
F24	Calefacción; Hornillas; Ventilación
F25	Refrigeración o enfriamiento; Sistemas combinados de calefacción y de refrigeración; Sistemas de bomba de calor; Fabricación o almacenamiento del hielo; Licuefacción o solidificación de gases
F26	Secado
F27	Hornos; Retortas de destilación
F28	Cambiadores de calor en general
F41	Armas
F42	Municiones; Voladura



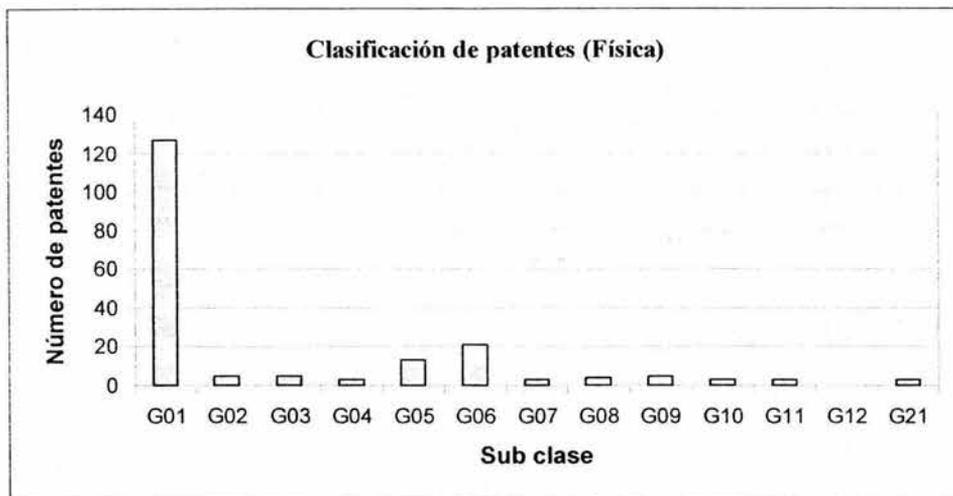
Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

Clase G Física

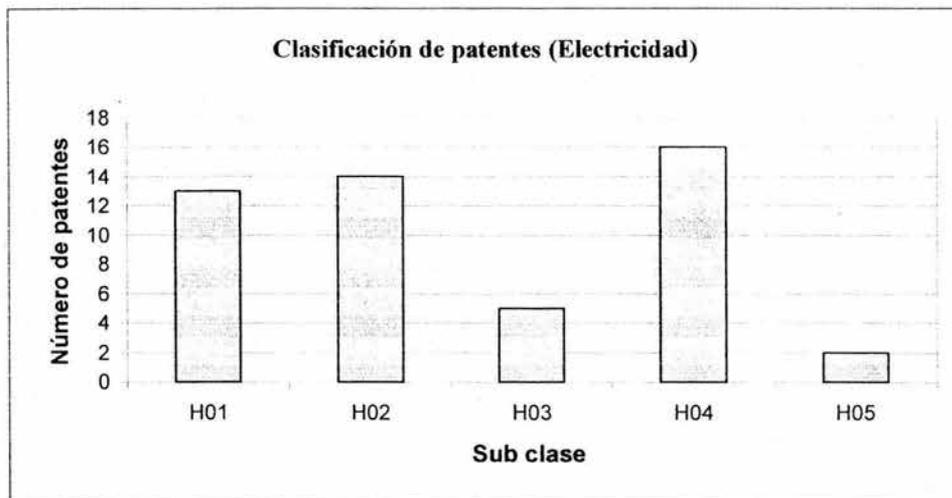
Sub clase	Nombre
G01	Metrología; Ensayos
G02	Óptica
G03	Fotografía; Cinematografía; Técnicas análogas que utilizan ondas distintas de las ópticas; Electrografía; Holografía
G04	Horometría
G05	Control; Regulación
G06	Cálculo; Computo
G07	Dispositivos de control
G08	Señalización Enseñanza; Criptografía; Presentación;
G09	Publicidad; Precintos
G10	Instrumentos de Música; Acústica
G11	Registro de la información Detalles o partes constitutivas de
G12	instrumentos
G21	Física nuclear; Técnica nuclear



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

Clase H Electricidad

Sub clase	Nombre
H01	Elementos eléctricos básicos
H02	Producción, conversión o distribución de la energía eléctrica
H03	Circuitos electrónicos básicos
H04	Técnica de las comunicaciones eléctricas
H05	Técnicas eléctricas no previstas en otro lugar



Fuente: Elaboración propia a partir de la base de datos de la Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI).

Bibliografía

- A. Barreiro Noa, "La Innovación Tecnológica como interfase tecnológica-Economía en el Perfeccionamiento de la Empresa Estatal Socialista Cubana. (primer parte)". *Revista Innovación Tecnológica*, Vol. 6, No. 1, marzo 2000, consultado el mes de septiembre de 2003 en la página Web: www.ltunas.inf.cu.
- A. Barreiro Noa, "La economía territorial y el nuevo sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica", *Revista Innovación Tecnológica*, Vol. 4, No.1, 1998, consultado el mes de septiembre de 2003 en la página Web: www.ltunas.inf.cu.
- Adelina Vázquez, "Cuba: líder en investigaciones sobre micotoxinas", *Diario El Habanero*, Cuba, 13-octubre-2003, consultado el mes de diciembre de 2003 en la página Web: www.elhabanero.cubaweb.cu
- Anicia García Álvarez, "Factores de oferta y demanda en las agroexportaciones cubanas, *Cuba siglo XXI*, Núm. XVI, abril 2002.
- Anicia García y Dr. Armando Nova, "Economía agropecuaria en Cuba: importaciones y transformación", *Universidad de la Habana*, 2000.
- Anuario Estadístico de Cuba, 2000, consultado el mes de septiembre de 2003 en la página Web.
- Arturo Barba Navarrete, "Impulsa Cuba ciencia 'práctica'", *Diario Reforma*, Febrero 5 2002.
- Beatriz C. Brito Viñas., Gilberto Hernández Pérez., Arnaldo Álvarez González: Gestión tecnológica y desarrollo sostenible y solidario en los países latinoamericanos: experiencia cubana. *Revista Espacios*, Vol.19, 1998.
- CONACYT, Indicadores de ciencia y tecnología de México, 2003.
- Dalia Acosta, "Gastronomía genética", *Revista Tierramérica*.
- Daniel Codorníu Pujals (Viceministro primero del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente), "Cuba y el desarrollo científico y tecnológico en el siglo XX, como lo soñó Fidel". *Diario Granma*, 02-01-2001, página Web: www.granma.cu.
- Daniel Codorníu Pujals, "*Ciencia e innovación tecnológica en Cuba. Estado actual y proyecciones*", Resumen, IBERGECYT '98, consultado el mes de septiembre de 2003 en la página Web.
- David García Escamilla, "Firma UNAM convenio con Cuba", *Diario Reforma*, 11-agosto-2003.
- Dr. Fabio Grobart Sunshine, "La prospectiva científica y tecnológica en Cuba. Un recuento necesario", *Centro de investigaciones economía internacional*, Universidad de La Habana.
- Dra. Nilia Victoria Escobar YéndeZ. "Las salidas en el Sistema de Ciencia y Tecnología". *Revista Medissan*, Vol. 5 No. 1, 2001.

Elías Amor Bravo, "*Cuba y la investigación científica y tecnológica*", Unión Liberal Cubana (ULC).

Elvira More Polanco y Nidia Sánchez, "Experiencia de la facultad de la gestión de la Ciencia, la Tecnología y el Medio Ambiente en la formación continua de recursos humanos para la innovación en Cuba", *Asociación Latino-Iberoamericana de Gestión Tecnológica (ALTEC) 2001*.

Félix Millán, "Desarrollan método para enfrentar enfermedad de la caña", *Diario El Habanero*, 27-octubre-2003, consultado el mes de diciembre de 2003 en la página Web: www.elhabanero.cubaweb.cu

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), *¿Qué es la agricultura orgánica?* 2003.

Francisco García Fernández y Oscar Chassagnes Izquierdo, "Políticas de innovación en Cuba: una revisión de las políticas aplicadas en el desarrollo de la industria biotecnológica asociada a la salud", *Revista Espacios Digital*, Vol. 23 No. 3, 2002, pp. 49-71.

Gaceta Oficial de la República de Cuba, Decreto-Ley 147, 1994.

Gaceta Oficial de la República de Cuba, Decreto-Ley 163, 1996.

Gisela Rodríguez Armas, "Nueva alternativa contra la hepatitis B", *Diario El Habanero*, 04-junio-2003, consultado el mes de diciembre de 2003 en la página Web: www.elhabanero.cubaweb.cu

Guía Iberoamericana de la Administración Pública de la Ciencia. Cuba, Organización de los Estados Iberoamericanos (OEI), año 2000.

Hilda Berdayes, "Producir para generalizar, generalizar para producir", *Diario El Habanero*, 30-diciembre-2002, consultado el mes de diciembre de 2003 en la página Web: www.elhabanero.cubaweb.cu

Heinz Dieterich, "*Cuba, el milagro biotecnológico*", Universidad Autónoma Metropolitana, 1998.

Henry Mintzberg, *Diseño de organizaciones eficientes*, editorial, 1983, pp.

Instituto para la estadística, *Indicadores de Ciencia y Tecnología*, UNESCO, noviembre 2002.

Iris de Armas y Francis Normiella, "Biotecnología cubana, pilar de la industria farmacéutica", *Diario El Habanero*, 18-octubre-2002, consultado el mes de diciembre de 2003 en la página Web: www.elhabanero.cubaweb.cu

Isabel Truffer, *Evaluación de las actividades científico-tecnológicas a través de indicadores*, 2002.

Ismael Clark Arxer, "Ciencia, tecnología y desarrollo: interrogantes y alternativas para América Latina y el Caribe", *Revista Espacios*, Vol. 15(2), 1994.

Jorge Núñez Jover, José A. López Cerezo, *Ciencia, Tecnología y Sociedad de los Estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad en Cuba*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).

José L. Hernández Gil: *Guía Iberoamericana de la Administración Pública de la Ciencia. Cuba*. Organización de los Estados Iberoamericanos (1999). Pág. Web: www.oei.org.

Las patentes: instrumento de dominación de los poderosos, *La Habana*, 22-marzo-2003.

Lino Luben Pérez, "Interesa a Oficina Europea de Patentes intercambio con Cuba", *Diario Granma*, 26-marzo-2003.

Manuel Cereijo, "Biotecnología", *Cuba Center for Cultural, Social & Strategies Studies*, 1999.

Mario Waissbluth y Alonso de Gortari, "Metodología para la determinación de prioridades en ciencia y tecnología", *Revista Investigación Económica*, Facultad de Economía, UNAM, 1987, pp. 143-167.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), *Indicadores*, Cuba, 1999.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), *Funciones del CITMA*. Según acuerdo No. 2823 del Comité Ejecutivo del Consejo de Ministros del 28 de noviembre de 1994 y el acuerdo No. 3264 del 19 de febrero de 1998, consultado el mes de septiembre de 2003 en la página Web.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), *Indicadores Cuba*, 1999.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), Perfeccionamiento del Sistema de Ciencia y la Tecnología en Cuba.

Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), *Sistema Institucional de Ciencia y Tecnología*.

Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI), ¿Qué es una Invención?, 2003.

Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI), Legislación vigente en materia de patentes, 2003.

Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI), Normas para la aplicación en la República de Cuba del tratado cooperación en materia de patentes, 2003.

Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI), Panorama histórico de la Propiedad Industrial, 2003.

Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI), *Tratados Internacionales de los que Cuba es parte*.

Orfilio Peláez, "Reconocen científicos resultados de la Biotecnología" *Diario Granma*, 28-noviembre-2002.

Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO), *Manual de Introducción a la Clasificación Internacional de Patentes (IPC)*, Séptima edición, 2003, página Web: www.wipo.org.

Organización Mundial de la Salud (OMS), *Algunos indicadores de las cuentas nacionales de salud*, 2003.

"Organización y Sociedad: El vínculo estratégico", UAM, Unidad Iztapalapa, División de Ciencias Sociales y Humanidades, Depto. Economía, 1ª. Edición, 1990, pp.194-215.

Patentes cubanas, Oficina Cubana de la Propiedad Industrial (OCPI), 2003.

Patentes mexicanas, Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (IMPI), 2003.

Patricia Grogg, "Cuba sigue adelante en tecnologías de salud", *Revista Tierramérica*, 2001.

Raisa Pagés, "Cuba se introduce al mercado de alimentos sanos", *Centro de información para la prensa*, 14-octubre-2003.

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2002, *Indicadores*, Cuba, consultado el mes de septiembre de 2003 en la página Web: www.ricyt.org.

Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología (RICYT), Buenos Aires, 2002, *Indicadores*, México, consultado el mes de septiembre de 2003 en la página Web: www.ricyt.org.

René Tamayo León, "El camino de Cuba", *Revista Juventud Rebelde Digital*, 28-septiembre-2003.

Roberto Fabricio, "Las instalaciones cubanas de biotecnología están llenas de zonas cerradas y secretas", *Diario El Nuevo Herald*, 20-junio-1999.

Rodolfo Alfonso Carrasco, *Estrategia para mantener la vitalidad de los centros científicos*, Academia de Ciencias de Cuba.

Rodolfo Falouh., E García Capote., María C. Fernández de Alaiza., Luis F. Montalvo: *Caracterización de las entidades de interfase en el sistema de ciencia e innovación tecnológica en Cuba*. IBERGECYT 1999, La Habana, pp.108-147.

Rolando Castañeda, *Apreciación y análisis de los aciertos y los mitos del estudio de la CEPAL*, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), 1998.

Sergio Raúl López, "Abre la ciencia el mundo a Cuba", *Diario Reforma*, 12-diciembre-2002.

Tirso W. Saenz y Emilio García Capote, "El desarrollo de la Ciencia y la Tecnología en Cuba: Algunas cuestiones actuales", *Revista Interciencia*, Vol.18, No.6, 1993, pp. 289-294, Pág. Web: www.interciencia.org.

Tirso W. Saenz, "Reflexiones sobre la ciencia y la innovación tecnológica en Cuba", *Revista Interciencia*, Vol.22, No.4, 1997, pp. 173-183, Pág. Web: www.interciencia.org.