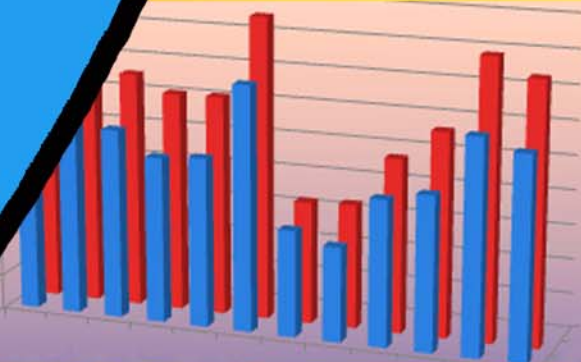




Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas, Guatemala 2005-2008



Guatemala, diciembre 2009





El Logotipo del CONCYT corresponde al modelo universalmente aceptado de política científico-tecnológica. La idea del triángulo fue propuesta por J. K. Galbraith y desarrollada como modelo por J. Sábato, en los años setenta.

El modelo del triángulo postula que para que exista en realidad un sistema científico-tecnológico, es necesaria una fuerte interacción entre el sector privado (empresarial), como demandante de tecnología, el sector académico con infraestructura científica y tecnológica para constituirse en oferente de tecnología y el sector gobierno como facilitador para que se cumpla la política científico –tecnológica.

Cada vértice supone sólidas intra-relaciones, que son las que existen entre las diversas instituciones que lo componen y consistentes extrarelaciones con las entidades del exterior.

Dr. Rafael Espada
**Vicepresidente de la República de
Guatemala
y Presidente del -CONCYT-**

Dra. Rosa María Amaya de López
**Secretaria Nacional de Ciencia y
Tecnología**

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONCYT

Dr. Rafael Espada
**Vicepresidente de la República y
Presidente del CONCYT**

Diputada Beatriz Concepción Canastuj
**Comisión de Educación, Ciencia y Tecnología del
Congreso de la República**

Lic. Rubén Morales
Ministro de Economía

Lic. Roberto Moreno Godoy
**Rector de la Universidad del Valle de Guatemala
Representante de las Universidades Privadas**

Lic. Estuardo Gálvez
**Rector Magnífico de la Universidad de San Carlos
de Guatemala**

Lic. Carlos Enrique Zúñiga Fumagalli
Presidente Cámara del Agro

Licda. Maria del Carmen Samayoa
**Presidenta de la Academia de Ciencias Médicas,
Físicas y Naturales de Guatemala**

Ing. Roberto Fernández Botrán
Presidente de la Cámara Empresarial

Ing. Juan Antonio Busto
Presidente Cámara de Industria de Guatemala

Comisión Consultiva del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología:

Lic. Ricardo Valdéz
Lic. Roni Ramirez
Vicepresidencia de la República

Licda. Rosalinda Gudiel
**Comisión de Educación, Ciencia y Tecnología del
Congreso de la República**

Lic. Edgar Reyes Escalante
Lic. Juan Alberto Hernández
Ministerio de Economía

Dr. Antonio Mosquera
Universidad de San Carlos de Guatemala

Dra. Pamela Pennington
Dra. Mónica Stein
Universidad del Valle de Guatemala

Dr. Julio Cabrera
Lic. Armando Cáceres
**Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales
de Guatemala**

Licda. Carla Caballeros
Cámara del Agro

Dr. Mario Melgar
Cámara Empresarial

Ing. Khalil de León
Cámara de Industria

Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, -SENACYT-

Dra. Rosa María Amaya Fabián de López
Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología

Licda. Iris de Paz
Directora Financiera

Lic. Julio Saquic
Director Administrativo

Ing. Hugo Romeo Masaya
Director de Actividades y Proyectos Especiales

Licda. Rosa María Catalán
Asesora Jurídica

Licda. Issya Gutierrez
Jefe de Comunicación Social

Ing. René A. Villegas Fortuny,
Director de Planificación, Evaluación y Desarrollo

Lic. Guillermo de León
Director de Informática

Dr. Luis Ricardo Alvarez
**Director Técnico de Programas y Proyectos de
Investigación y Desarrollo**

Licda. Rosalinda Padilla
Directora de Auditoría Interna

Dr. Hugo Figueroa
Director de Innovación Tecnológica

RECONOCIMIENTOS

La presente edición de los Indicadores de Actividades de Ciencia, Tecnología e Innovación Guatemala 2005-2008, es producto del trabajo y dedicación del personal que integra el departamento de Planificación de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT–.

La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT– hace un reconocimiento a todas las universidades registradas en el país y a las instituciones del estado, que colaboraron aportando la información solicitada para poder elaborar este documento.

Los responsables de la recopilación, ordenamiento y análisis de la información aparecen a continuación:

Coordinación General

Ing. Ivonne Rivera

Supervisión

Ing. René Villegas

Apoyo

Srita. Claudia Ramírez

INDICE

Reconocimientos	4
Presentación	6
Introducción	7
Metodología de Relevamiento	8
Información de Referencia	9
Capítulo 1 Inversión en Investigación y Desarrollo Experimental en los Sectores Público y Académico	10
Capítulo 2 Recursos Humanos en Ciencia y Tecnología	16
Capítulo 3 Producción Científica y Tecnológica	31
Capítulo 4 La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT-	37
Capítulo 5 Comparaciones Internacionales	45
Capítulo 6 Científicos y Tecnólogos Destacados de Guatemala	51
Anexos	58
Anexo 1 Siglas y Acrónimos	59
Anexo 2 Definiciones	60
Bibliografía	67

PRESENTACIÓN


La ciencia y la tecnología se han transformado, en las últimas décadas, en los principales factores para impulsar el desarrollo de las naciones.

En este contexto, la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología (SENACYT), se complace en presentar el documento *“Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas, Guatemala 2005-2008”*, que actualiza la serie de estadísticas de ciencia y tecnología de nuestro país, al agregar los datos correspondientes a los años 2007 y 2008.

La información contenida en esta publicación pretende dar un panorama general de la dinámica del sector, presentando indicadores sobre la inversión en investigación y desarrollo, los recursos humanos en proyectos de investigación y desarrollo, los graduados universitarios, las becas otorgadas, la producción científica, los investigadores guatemaltecos y la inversión realizada por la SENACYT.

Así mismo, se incluyen comparaciones internacionales de estas actividades, que permiten medir el progreso guatemalteco y compararlo con las experiencias de otros países.

Es mi deseo agradecer a las instituciones públicas y privadas que colaboran todos los años brindando la información que hace posible la publicación de estas estadísticas.



Rosa María Amaya Fabián de López, Ph. D.
Secretaria Nacional de Ciencia y Tecnología
SENACYT

INTRODUCCIÓN

El presente documento “*Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas Guatemala 2005-2008*” tiene como objetivo actualizar las series de indicadores de ciencia y tecnología de Guatemala y brindar herramientas útiles para el análisis de la situación del país en términos de ciencia y tecnología.

En el diseño de los instrumentos utilizados para recopilar la información que aquí se presenta se consideraron las recomendaciones surgidas en las reuniones de trabajo con responsables de la recolección de este tipo de estadísticas de América Latina y las normas internacionales en el tema, como las contenidas en el Manual de Frascati de la OCDE.

La información que aquí se presenta corresponde a los datos de país, obtenidos a partir de los datos proporcionados por el sector público y académico. Los datos fueron compilados, analizados y presentados de manera comparativa por personal del departamento de planificación de la SENACYT. Sin embargo, cada institución del Estado y de la Academia es responsable de la información que presentó.

Se ha avanzado en el proceso de creación de los indicadores y sobre todo en consolidar e institucionalizar este proceso que implica varias acciones por parte de diversos actores. Para la SENACYT supone un trabajo de elaboración de los instrumentos, recopilación de la información y su tratamiento. Para las instituciones que realizan actividades de ciencia y tecnología, implica suministrar los datos y la información en concordancia con las definiciones y clasificaciones establecidas. En este proceso, tanto las personas que suministran la información como la SENACYT han ido aprendiendo a recoger y suministrar los datos para la elaboración de las estadísticas e indicadores de CTI.

Debido a que existen varias definiciones y varias clasificaciones, se incluyen las definiciones y clasificaciones adoptadas para que los datos recopilados sean congruentes y comparables. De esta manera, el lector puede saber de manera clara lo que representa cada dato.

Este documento contiene seis capítulos. El primero presenta información sobre la inversión en Investigación y Desarrollo Experimental de los sectores académico y público. El segundo aborda el tema de los recursos humanos, que incluye información sobre el personal que realiza I+D así como información sobre los graduados de educación superior y sobre las becas otorgadas. El tercero proporciona datos sobre la producción científica y tecnológica del país. El cuarto capítulo está dedicado a la SENACYT. El quinto presenta los datos comparativos que permiten situar a Guatemala en el contexto internacional y finalmente, el sexto contiene las semblanzas de los científicos y tecnólogos guatemaltecos ganadores de la Medalla de Ciencia y Tecnología.

METODOLOGÍA DE RELEVAMIENTO

La recopilación de la información se realiza a través de la encuesta “Indicadores de Ciencia y Tecnología” que se lleva a cabo anualmente por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. Los relevamientos realizados hasta la fecha, correspondientes a los años 2005 a 2008, proporcionaron información sobre las entidades del sector público y del sector académico que realizan investigación y desarrollo experimental I+D. A todas las entidades participantes en la encuesta se les garantiza que la información individual será tratada con carácter reservado y cada institución del Estado y de la Academia es responsable de la información que presentó.

Las respuestas fueron solicitadas a la máxima autoridad institucional. En el caso de las universidades privadas, los datos entregados correspondían a la totalidad de sus unidades ejecutoras de I+D. Sin embargo, en el caso de la Universidad de San Carlos de Guatemala, los datos fueron solicitados y presentados individualmente por las máximas autoridades de las unidades académicas (facultades, escuelas no facultativas, centros regionales) y centros de investigación.

La cobertura del relevamiento alcanzó el universo completo de los organismos públicos y el de las universidades pública y privadas. A todas las entidades se les remitió una encuesta solicitando que la completaran y que la enviaran por correo electrónico o postal. En el caso de los ministerios, se contactó a la persona designada para llenar la encuesta quien identificó las instancias del ministerio que realizan investigación y desarrollo. Con esa información se procedió a encuestar directamente a dichas instancias.

A partir de las respuestas recibidas se procedió, en primera instancia, al análisis de la consistencia y coherencia de la información presentada. En muchos de los casos, se hizo contacto personalmente a la institución para verificar los datos. Posteriormente, dicha información pre-procesada fue ingresada a la base de datos. Sin embargo, cada institución del Estado y de la Academia es responsable de la información que presentó

Es importante mencionar que para todos los relevamientos realizados (correspondientes a los años 2005-2008) se aplicó la misma metodología, con similares instrumentos de recolección de la información. En consecuencia, los resultados obtenidos para el período 2005-2008 son comparables.

INFORMACIÓN DE REFERENCIA

POBLACIÓN

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008
millones de personas	12.0	12.4	12.7	13	13.3	13.7

Fuente: Instituto Nacional de Estadística -INE-

POBLACIÓN ECONÓMICAMENTE ACTIVA (PEA)

Año	2003	2004	2005	2006	2007	2008
millones de personas	3.7	3.8	4.6	5.5	5.03*	5.04*

Fuente: Instituto Nacional de Estadística -INE-

*Proyecciones del Ministerio de Trabajo y Previsión Social

PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB)

Año	2003	2004	2005	2006	2007 ^{p/}	2008 ^{e/}
millones de quetzales (a precios corrientes de 2001)	197,598.7	217,075.4	207,728.9	229,548.2	261,129.4	294,663.5

p/ Cifras preliminares.

e/ Cifras estimadas.

Fuente: Banco de Guatemala

TASA DE CAMBIO

Año	2003	2004	2005	2006	2007 ^{p/}	2008 ^{e/}
Quetzales por dólar de los Estados Unidos de América	8.01	7.74	7.58	7.59	7.63	7.78

Fuente: Banco de Guatemala

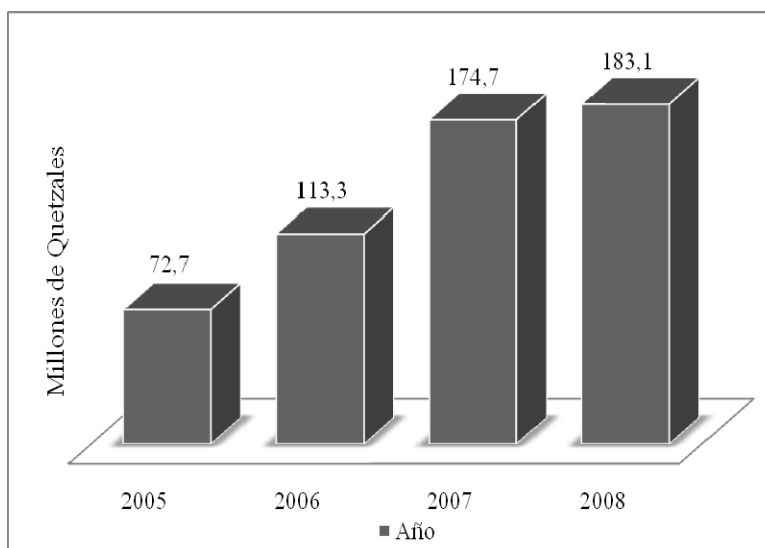
CAPÍTULO 1

INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN LOS SECTORES PÚBLICO Y ACADÉMICO

Cuadro 1.1. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico, 2005-2008

Año	Inversión en I+D (millones de Quetzales)	Variación en relación al año anterior
2005	72.7	-
2006	113.3	+55.8%
2007	174.7	+35.1%
2008	183.1	+4.8%

Gráfica 1.1. Inversión en Investigación y Desarrollo de los Sectores Público y Académico (I+D) 2005-2008



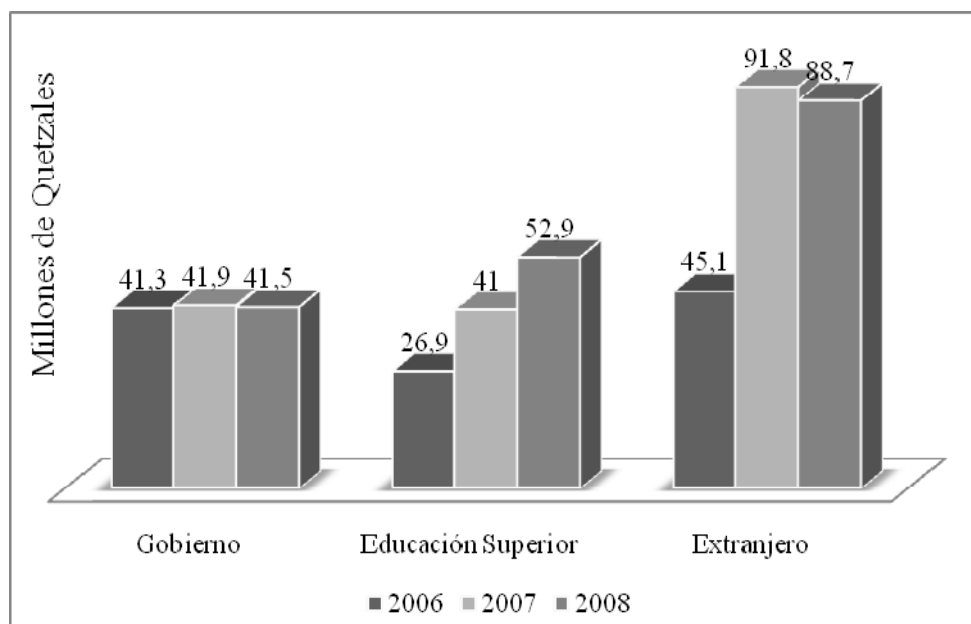
Cuadro 1.2. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico en Relación al PIB, 2005-2008

Año	2005	2006	2007	2008
INVERSIÓN en I+D (en % del PIB)	0.03	0.05	0.07	0.06

Cuadro 1.3. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico por Sector de Financiamiento, 2006-2008

Sector de Financiamiento	2006	2007	2008
Gobierno	41.3	41.9	41.5
Educación Superior	26.9	41.0	52.9
Extranjero	45.1	91.8	88.7
Total (millones de quetzales)	113.3	174.7	183.1

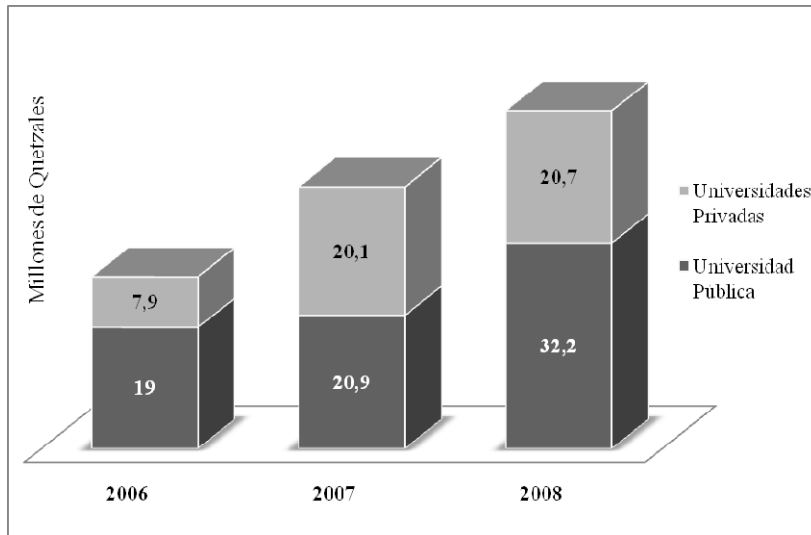
Gráfica 1.2. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico por Sector de Financiamiento, 2006-2008



Cuadro 1.4. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) del Sector Educación Superior, 2006-2008

Educación Superior	2006	2007	2008
Universidad Pública	19.0	20.9	32.2
Universidades Privadas	7.9	20.1	20.7
Total (millones de quetzales)	26.9	41.0	52.9

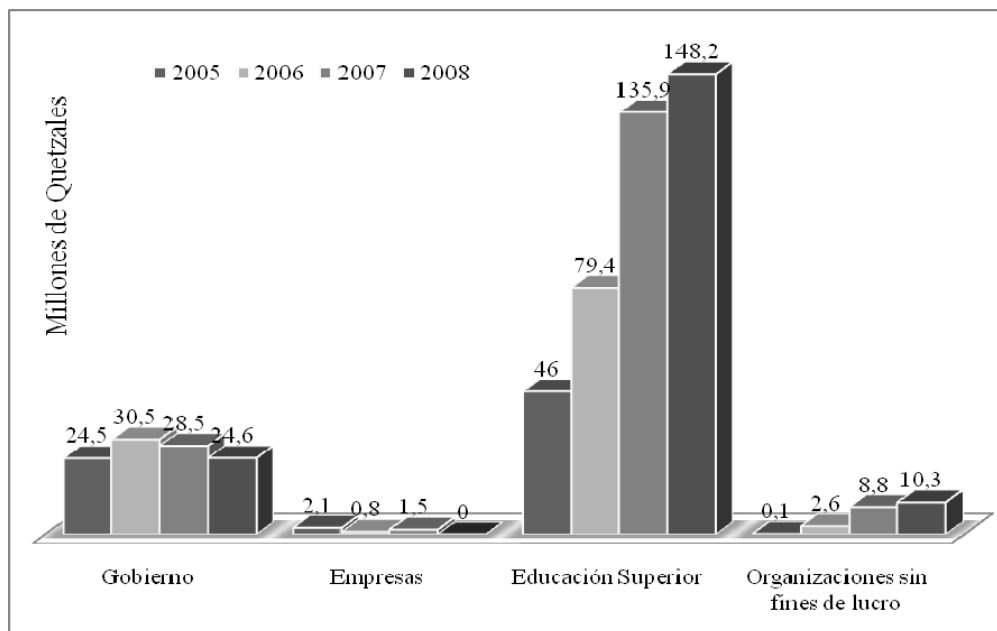
Gráfica 1.3. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) del Sector Educación Superior, 2006-2008



Cuadro 1.5. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico por Sector de Ejecución, 2005-2008

Sector de Ejecución	2005	2006	2007	2008
Gobierno	24.5	30.5	28.5	24.6
Empresas	2.1	0.8	1.5	-
Educación Superior	46	79.4	135.9	148.2
Organizaciones sin fines de lucro	0.1	2.6	8.8	10.3
Total (millones de quetzales)	72.7	113.3	174.7	183.1

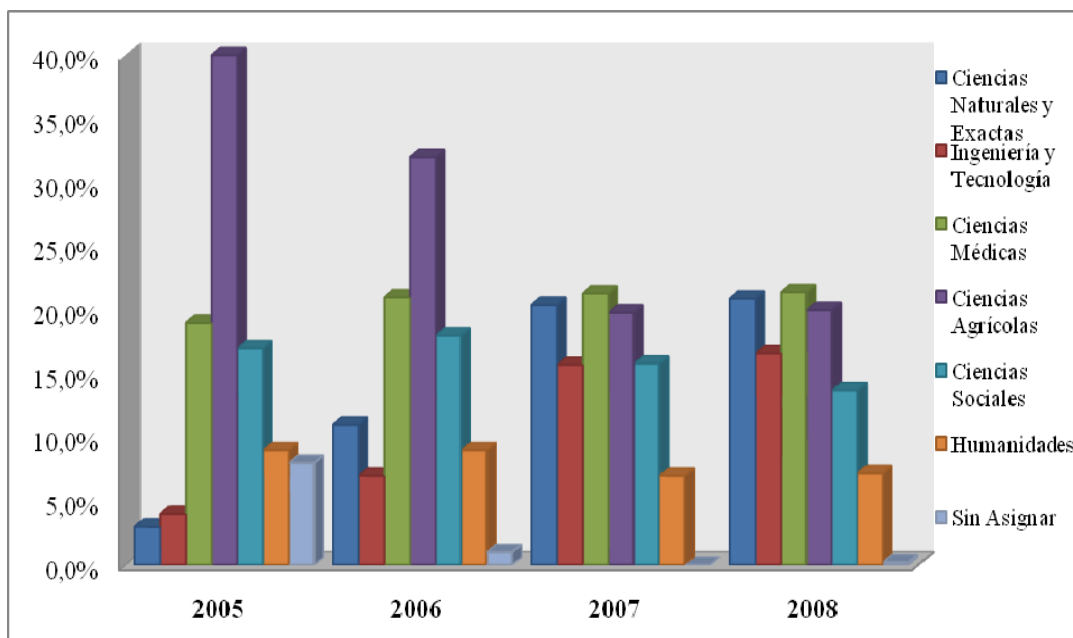
Gráfica 1.4. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico por Sector de Ejecución, 2005-2008



Cuadro 1.6. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico, por Disciplina Científica, 2005-2008

Disciplina científica	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Ciencias Naturales y Exactas	3	11	20.4	20.9
Ingeniería y Tecnología	4	7	15.7	16.6
Ciencias Médicas	19	21	21.3	21.4
Ciencias Agrícolas	40	32	19.8	20
Ciencias Sociales	17	18	15.8	13.7
Humanidades	9	9	7	7.2
Sin asignar	8	1	0	0.2
Total	100	100	100	100

Gráfica 1.5. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico por Disciplina Científica, 2005-2008



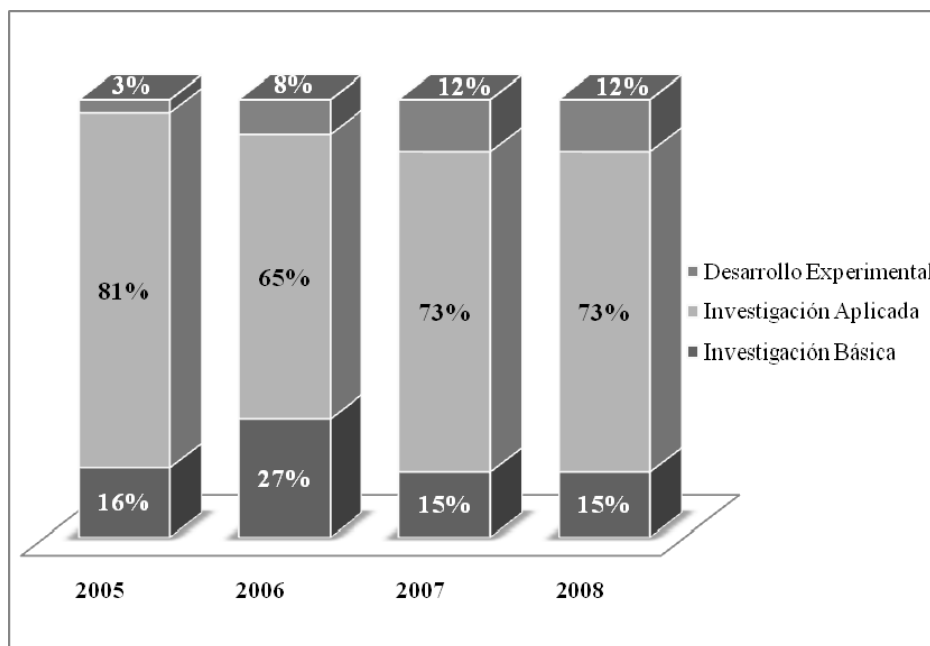
Cuadro 1.7. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico por Objetivo Socioeconómico, 2005-2008

Objetivo Socioeconómico	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
1. Exploración y explotación de la Tierra	0.1	0.3	1.8	1.8
2. Infraestructuras y ordenación del territorio	1.2	3.9	3.6	3.9
3. Control y protección del medio ambiente	5.9	13.9	31.2	28.6
4. Protección y mejora de la salud humana	15.5	24.4	39.3	42.6
5. Producción, distribución y utilización racional de la energía	0.9	0	10.6	13.3
6. Producción y tecnología agrícola	26.4	36.0	34.1	37.6
7. Producción y tecnología industrial	1.5	5.4	13.7	16.6
8. Estructuras y relaciones sociales	19.9	24.5	27.2	22
9. Exploración y explotación del espacio	0.1	0	2.3	2.3
10. Investigación no orientada	0.2	0	-	0.8
11. Otra investigación civil	0.3	1.4	0.4	1
12. Defensa	0.0	0	0.6	0.5
13. Otros			9.9	13.1
Total	100	100	100	100

Cuadro 1.8. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico, por Tipo de Investigación, 2005-2008

Tipo de Investigación	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Investigación Básica	16	27	15	15
Investigación Aplicada	81	65	73	73
Desarrollo Experimental	3	8	12	12
Total	100	100	100	100

Gráfica 1.6. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico por Tipo de Investigación, 2005-2008



CAPÍTULO 2

RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El Recurso Humano en ciencia y tecnología es parte importante del desarrollo tecnológico, económico y social de un país. Nuevas tecnologías están siendo desarrolladas y aplicadas por lo que una fuerza de trabajo efectiva y que incrementa sus capacidades es necesaria, si los países desean adaptarse a los cambios rápidos y aceptar los retos emergentes en Ciencia y Tecnología.

En esta sección se presenta información sobre el recurso humano que realizó actividades de Investigación y Desarrollo Experimental (I+D), así como también, información sobre los graduados universitarios a nivel de licenciatura, maestría y doctorado.

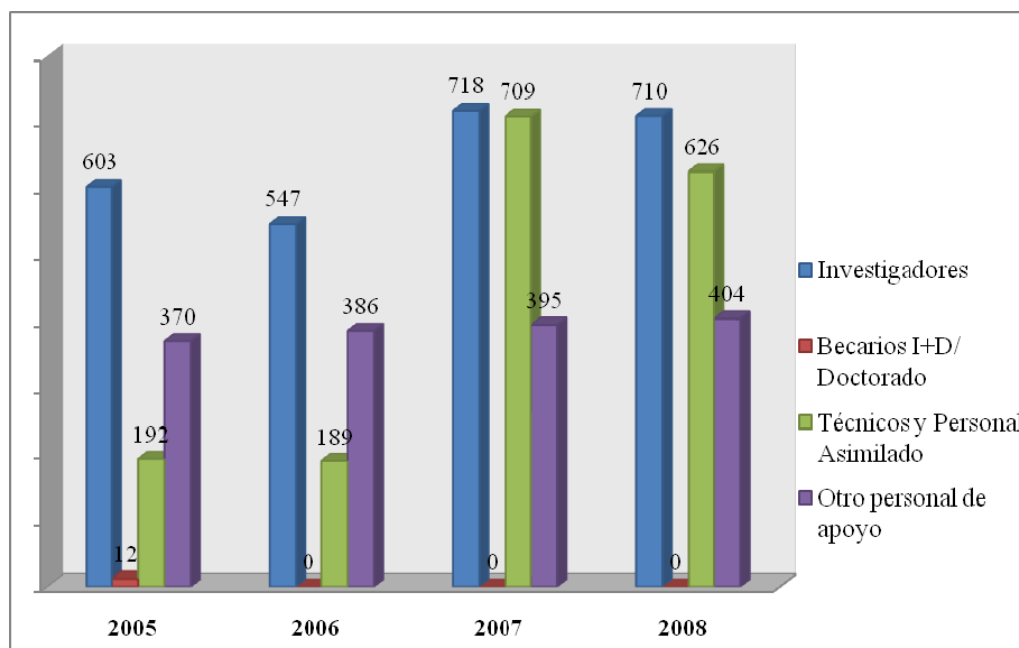
2.1. RECURSOS HUMANOS QUE REALIZAN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Para obtener los datos sobre el personal dedicado a Investigación y Desarrollo (I+D), como lo sugiere el Manual de Frascati, se contabilizó todo el personal empleado directamente en I+D, así como las personas que proporcionan servicios directamente relacionados con actividades de I+D, como los directores, administradores y personal de oficina. (ver definiciones en el anexo 2)

Cuadro 2.1. Personal Dedicado a la Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico, por Categoría, 2005-2008

Perfil del Personal	2005	2006	2007	2008
Investigadores	603	547	718	710
Becarios I+D/Doctorado	12	--	-	-
Técnicos y Personal Asimilado	192	189	709	626
Otro personal de apoyo	370	386	395	404
Total	1,177	1,122	1,822	1,740

Gráfica 2.1. Personal Dedicado a la Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico por Categoría, 2005-2008



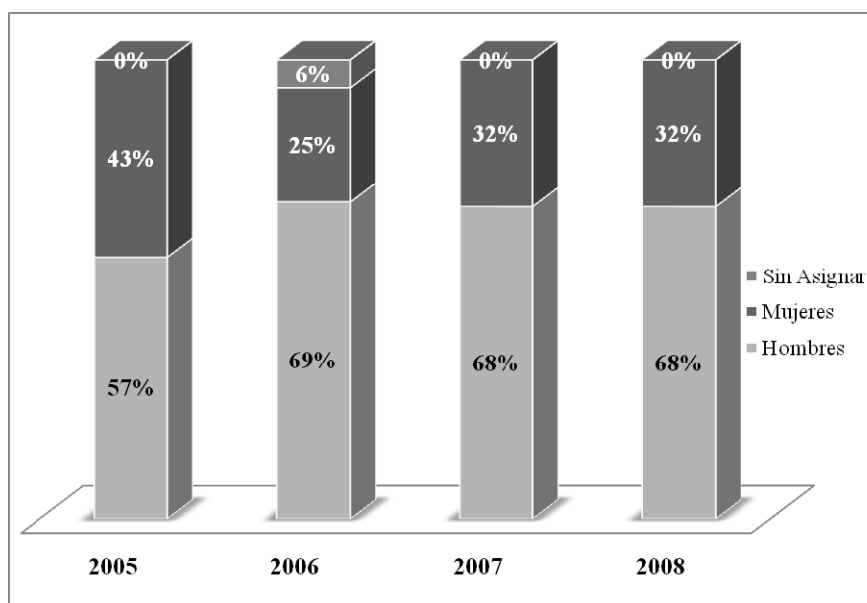
Cuadro 2.2. Personal Dedicado a la Investigación y Desarrollo (I+D) de los Sectores Público y Académico por Categoría (Equivalencia a Jornada Completa), 2005-2008

Perfil del Personal	2005	2006	2007	2008
Investigadores	381	325	467	540
Becarios I+D/Doctorado	8	---	-	-
Técnicos y Personal Asimilado	139	157	510	477
Otro personal de apoyo	324	376	360	367
Total (Equivalencia a Jornada completa)	851	858	1,337	1,384

Cuadro 2.3. Porcentaje de Investigadores de los Sectores Público y Académico Según Género, 2005-2008

Investigadores	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Mujeres	43	25	32	32
Hombres	57	69	68	68
Sin Asignar	-	6	-	-
Total	100	100	100	100

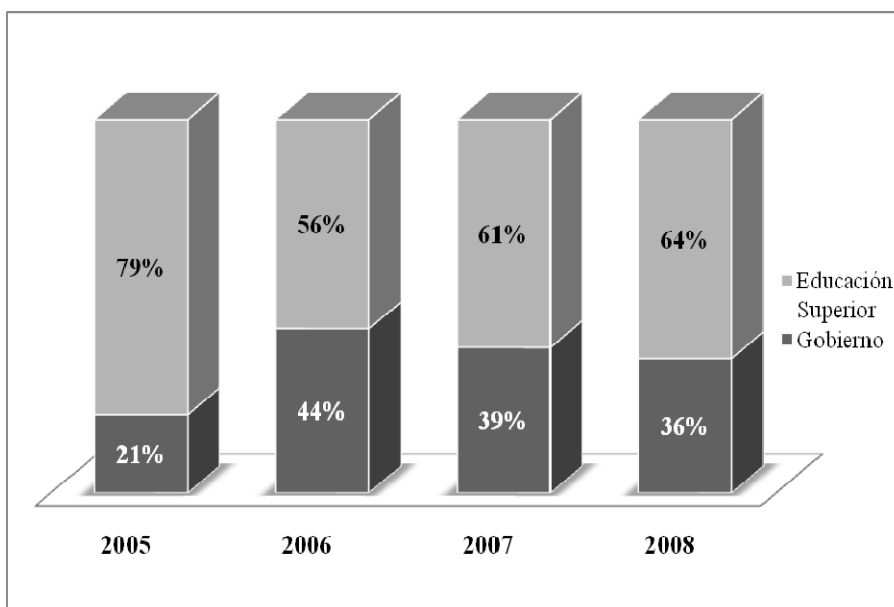
Gráfica 2.2. Porcentaje de Investigadores de los Sectores Público y Académico Según Género, 2005-2008



Cuadro 2.4. Porcentaje de Investigadores de los Sectores Público y Académico por Sector de Empleo, 2005-2008

Investigadores	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Gobierno	21	44	39	36
Educación Superior	79	56	61	64
Total	100	100	100	100

Gráfica 2.3. Porcentaje de Investigadores de los Sectores Público y Académico por Sector de Empleo, 2005-2008



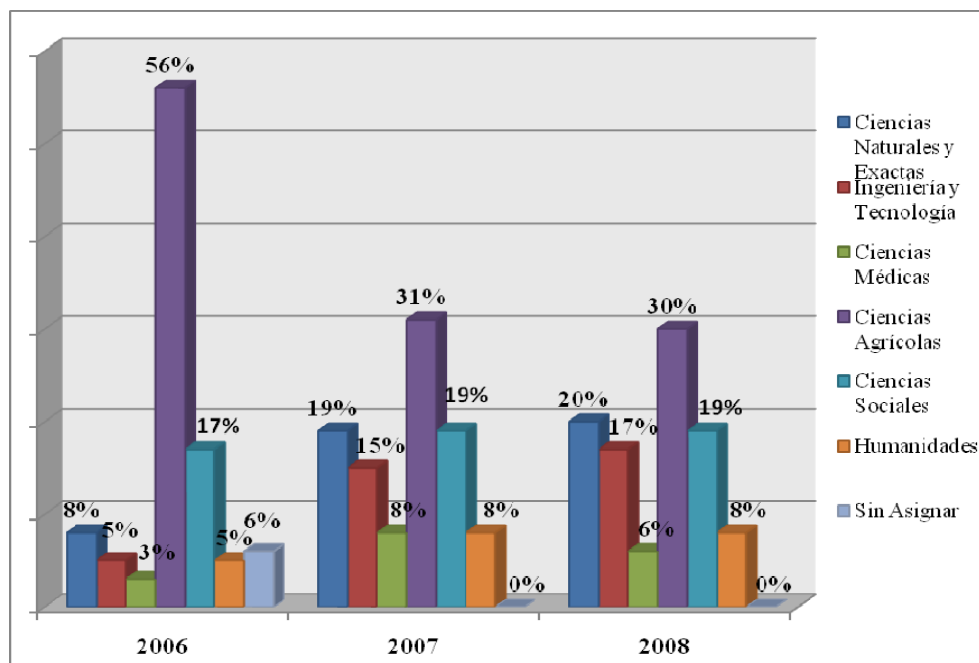
Cuadro 2.5. Investigadores de los Sectores Público y Académico por Disciplina Científica, 2005-2008

Investigadores por Disciplina Científica	2005	2006	2007	2008
Ciencias Naturales y Exactas	54	44	140	137
Ingeniería y Tecnología	27	28	107	121
Ciencias Médicas	14	15	56	44
Ciencias Agrícolas	154	304	223	214
Ciencias Sociales	30	93	139	136
Humanidades	45	29	58	58
Sin asignar	291	34	-	-
Total	615	547	718	710

Cuadro 2.6. Porcentaje de Investigadores de los Sectores Público y Académico por Disciplina Científica, 2006-2008

Investigadores por Disciplina Científica	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Ciencias Naturales y Exactas	8	19	20
Ingeniería y Tecnología	5	15	17
Ciencias Médicas	3	8	6
Ciencias Agrícolas	56	31	30
Ciencias Sociales	17	19	19
Humanidades	5	8	8
Sin asignar	6	-	-
Total	100	100	100

Gráfica 2.4. Porcentaje de Investigadores de los sectores Público y Académico por Disciplina Científica, 2006-2008



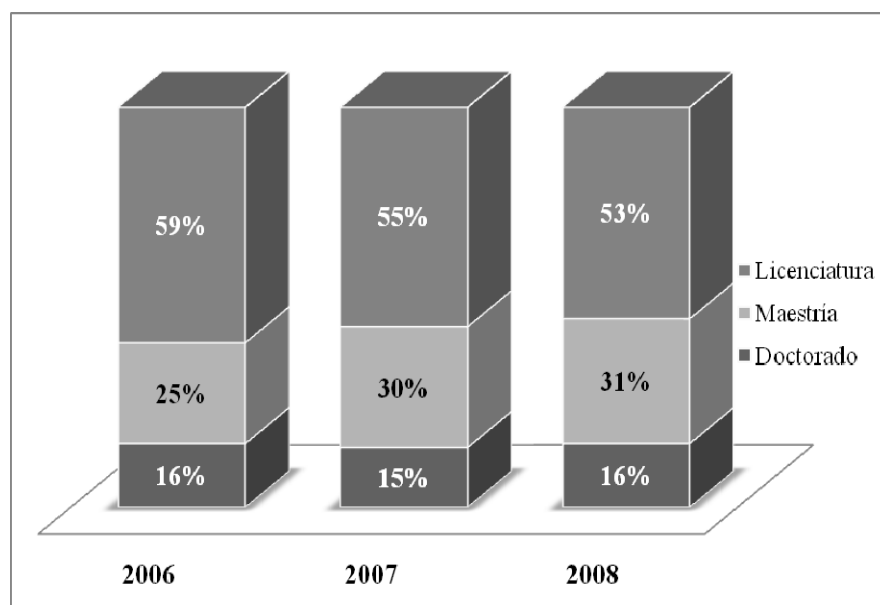
Cuadro 2.7. Investigadores de los Sectores Público y Académico por Nivel de Formación, 2006-2008

Grado Académico	2006	2007	2008
Doctorado	88	110	113
Maestría	135	213	217
Licenciatura	324	395	380
Total	547	718	710

Cuadro 2.8. Porcentaje de Investigadores de los Sectores Público y Académico por Nivel de Formación, 2006-2008

Grado Académico	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Doctorado	16	15	16
Maestría	25	30	31
Licenciatura	59	55	53
Total	100	100	100

Gráfica 2.5. Porcentaje de Investigadores de los Sectores Público y Académico por Nivel de Formación, 2006-2008



Cuadro 2.9. Porcentaje de Investigadores de los Sectores Público y Académico por Nivel de Formación y Género, 2007-2008

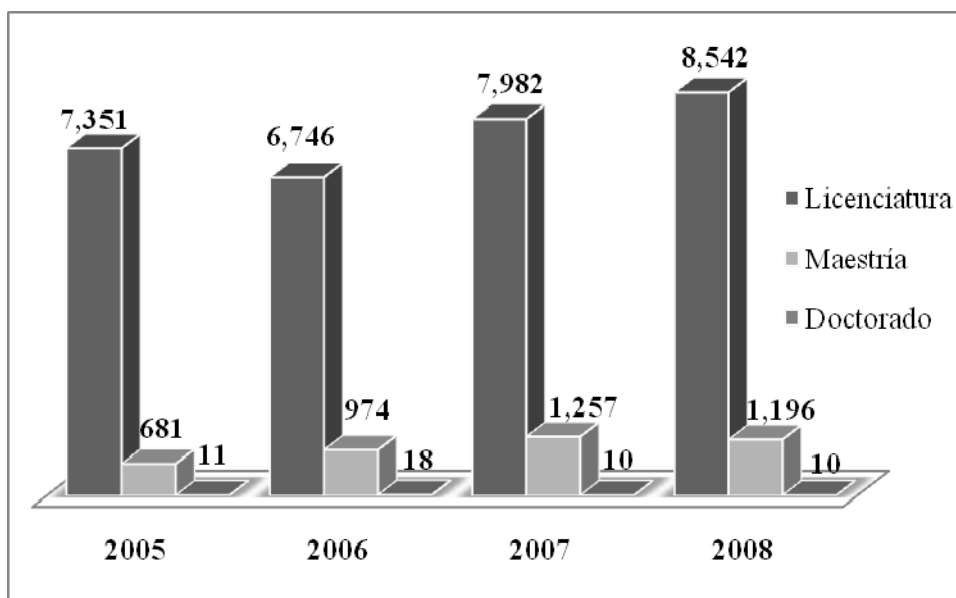
Licenciatura			Maestría		Doctorado	
Año	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	Hombres
2007 (%)	33	67	31	69	28	72
2008 (%)	33	67	32	68	25	75

2.2. GRADUADOS UNIVERSITARIOS

Cuadro 2.10. Graduados Universitarios de las Universidades Registradas en el País, por Grado Académico, 2005-2008

Grado Académico	2005	2006	2007	2008
Licenciatura	7,351	6,746	7,982	8,542
Maestría	681	974	1,257	1,196
Doctorado	11	18	10	10
Total	8,043	7,738	9,249	9,748

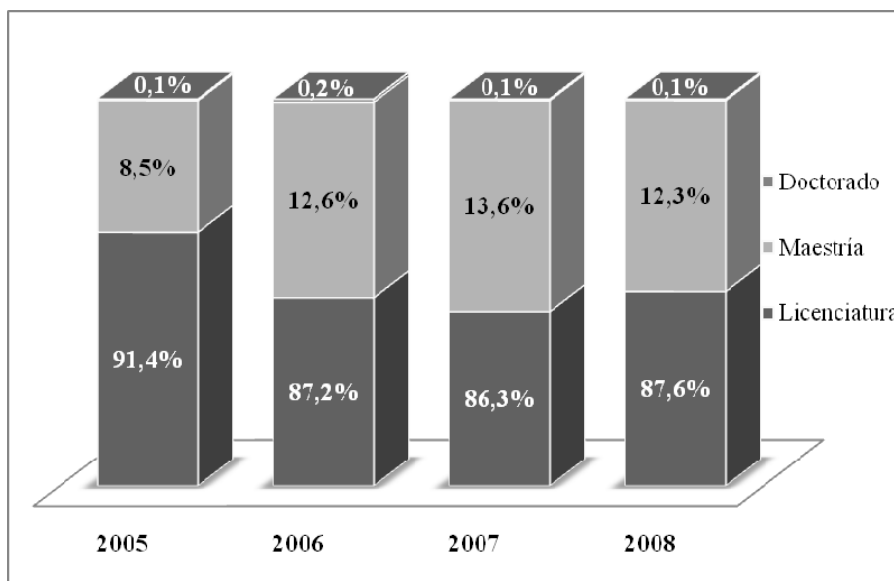
Gráfica 2.6. Graduados Universitarios de las Universidades Registradas en el País por Grado Académico 2005-2008



Cuadro 2.11. Porcentaje de Graduados Universitarios de las Universidades Registradas en el País por Grado Académico, 2005-2008

Grado Académico	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Licenciatura	91.4	87.2	86.3	87.6
Maestría	8.5	12.6	13.6	12.3
Doctorado	0.1	0.2	0.1	0.1
Total	100	100	100	100

Gráfica 2.7. Porcentaje Graduados Universitarios de las Universidades Registradas en el País por Grado Académico, 2005-2008



Cuadro 2.12. Graduados (Licenciatura, Maestría y Doctorado) en las Universidades Registradas en el País por Disciplina Científica, 2005-2008

Disciplina Científica	2005	2006	2007	2008
Ciencias Naturales y Exactas	15	75	81	94
Ingeniería y Tecnología	1,589	1,549	1,852	1,803
Ciencias Médicas	727	661	885	901
Ciencias Agrícolas	335	399	438	447
Ciencias Sociales	5,212	4,729	5,589	6,287
Humanidades	165	325	404	216
Total	8,043	7,738	9,249	9,748

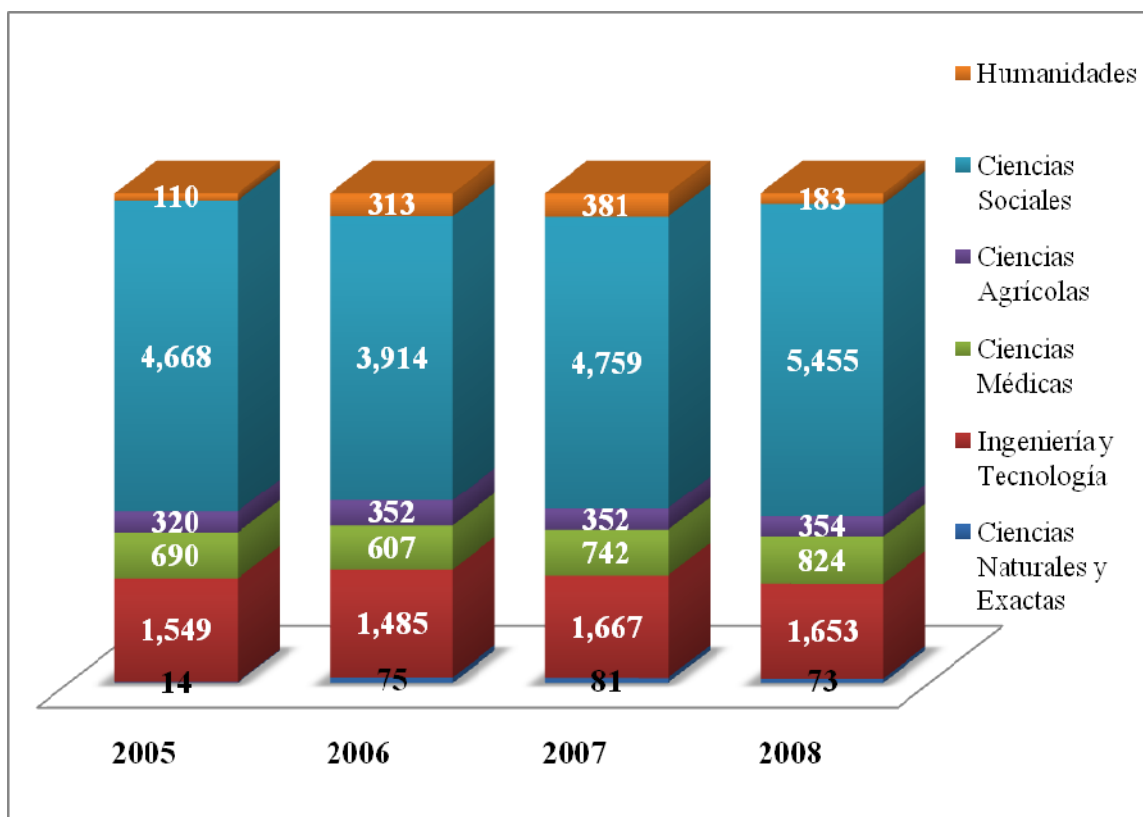
Cuadro 2.13. Porcentaje de Graduados (Licenciatura, Maestría y Doctorado) en las Universidades Registradas en el País por Disciplina Científica, 2005-2008

Disciplina Científica	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Ciencias Naturales y Exactas	0.2	1.0	0.9	1.0
Ingeniería y Tecnología	19.8	20.0	20.0	18.5
Ciencias Médicas	9.0	8.5	9.6	9.2
Ciencias Agrícolas	4.1	5.2	4.7	4.6
Ciencias Sociales	64.8	61.1	60.4	64.5
Humanidades	2.1	4.2	4.4	2.2
Total	100	100	100	100

Cuadro 2.14. Graduados de Licenciatura en las Universidades Registradas en el País por
Disciplina Científica, 2005-2008

Disciplina Científica	2005	2006	2007	2008
Ciencias Naturales y Exactas Biólogos Físicos Geólogos Matemáticos Químicos Otros	14	75	81	73
Ingeniería y Tecnología Ingenieros Arquitectos Otros	1,549	1,485	1,667	1,653
Ciencias Médicas Médicos Farmacéuticos Bioquímicos Lic. En Enfermería Dentistas Otros	690	607	742	824
Ciencias Agrícolas Agrónomos Veterinarios Zootechnistas Otros	320	352	352	354
Ciencias Sociales Abogados Antropólogos Economistas Administradores Ciencias de la Educación Psicólogos Sociólogos Politólogo Otros	4,668	3,914	4,759	5,455
Humanidades Filósofos Historiadores Licenciados en Letras Otros	110	313	381	183
Total	7,351	6,746	7,982	8,542

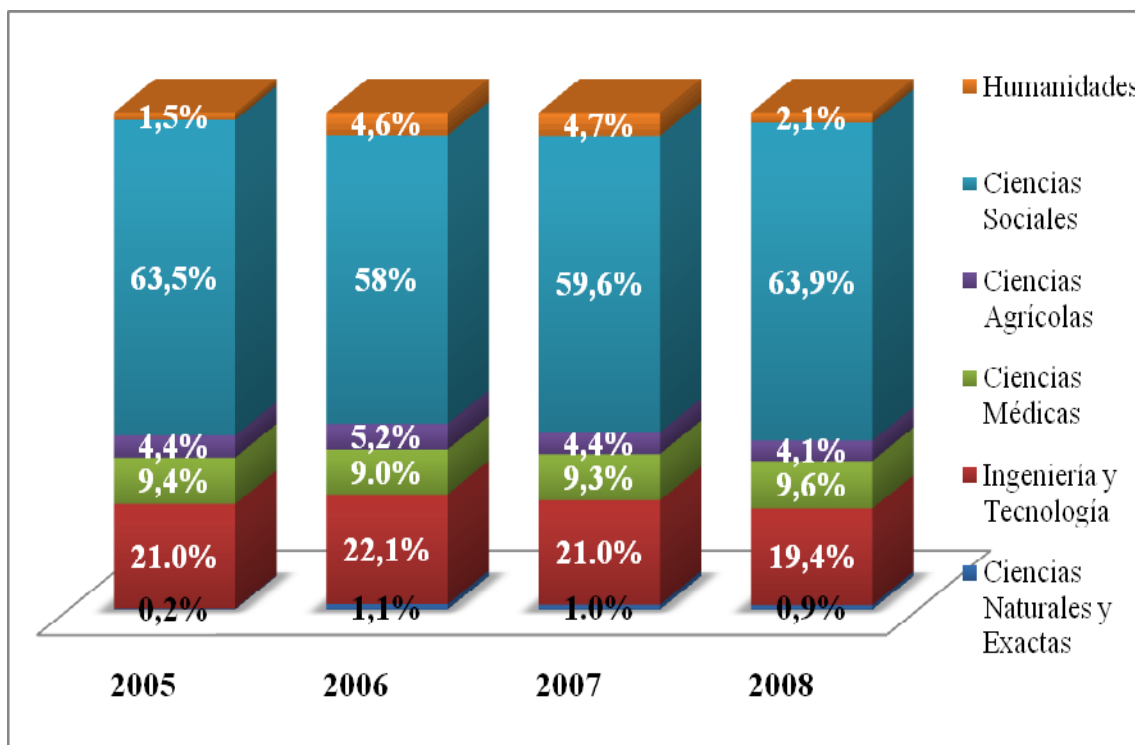
Gráfica 2.8. Graduados de Licenciatura en las Universidades Registradas en el País por Disciplina Científica 2005-2008



Cuadro 2.15. Porcentaje de Graduados de Licenciatura en las Universidades Registradas en el País, por Disciplina Científica, 2005-2008

Disciplina Científica	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Ciencias Naturales y Exactas	0.2	1.1	1.0	0.9
Ingeniería y Tecnología	21.0	22.1	21.0	19.4
Ciencias Médicas	9.4	9.0	9.3	9.6
Ciencias Agrícolas	4.4	5.2	4.4	4.1
Ciencias Sociales	63.5	58	59.6	63.9
Humanidades	1.5	4.6	4.7	2.1
Total	100	100	100	100

Gráfica 2.9. Porcentaje de Graduados de Licenciatura en las Universidades Registradas en el País por Grado Académico, 2005-2008



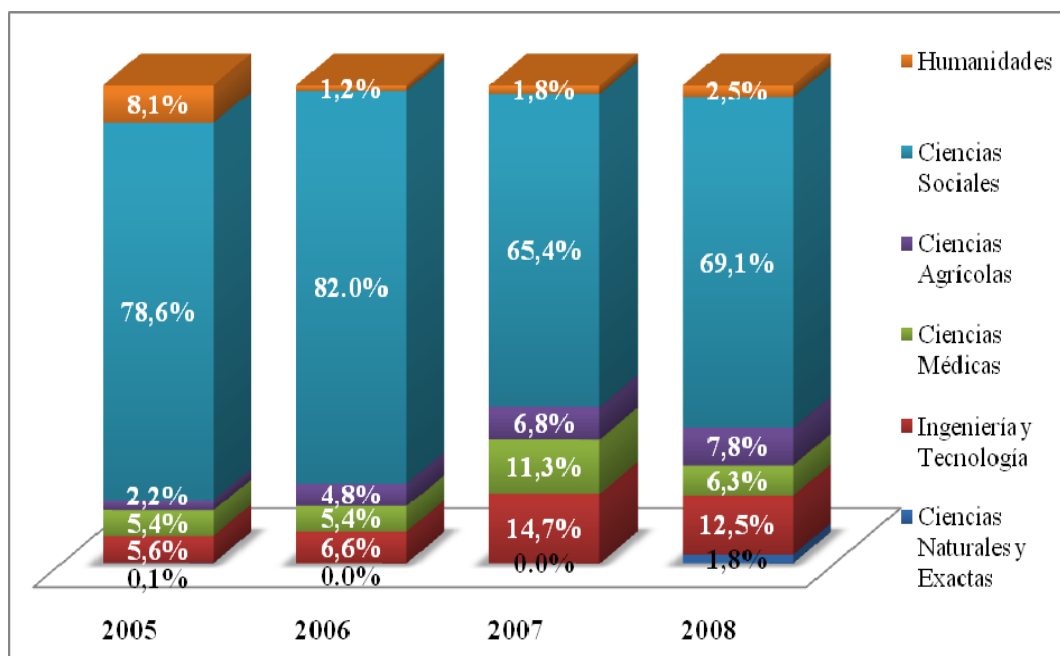
Cuadro 2.16. Graduados de Maestría en las Universidades Registradas en el País por Disciplina Científica, 2005-2008

Disciplina Científica	2005	2006	2007	2008
Ciencias Naturales y Exactas	1	0	0	21
Ingeniería y Tecnología	38	64	185	150
Ciencias Médicas	37	52	142	75
Ciencias Agrícolas	15	47	86	93
Ciencias Sociales	535	799	822	827
Humanidades	55	12	22	30
Total	681	974	1257	1196

Cuadro 2.17. Porcentaje de Graduados de Maestría en las Universidades Registradas en el País por Disciplina Científica, 2005-2008

Disciplina Científica	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Ciencias Naturales y Exactas	0.1	0.0	0.0	1.8
Ingeniería y Tecnología	5.6	6.6	14.7	12.5
Ciencias Médicas	5.4	5.4	11.3	6.3
Ciencias Agrícolas	2.2	4.8	6.8	7.8
Ciencias Sociales	78.6	82.0	65.4	69.1
Humanidades	8.1	1.2	1.8	2.5
Total	100	100	100	100

Gráfica 2.10. Porcentaje de Graduados de Maestría en las Universidades Registradas en el País por Disciplina Científica, 2005-2008



**Cuadro 2.18. Graduados de Doctorado en las Universidades Registradas en el País por
Disciplina Científica, 2005-2008**

Disciplina Científica	2005	2006	2007	2008
Ciencias Naturales y Exactas	0	0	0	0
Ingeniería y Tecnología	2	0	0	0
Ciencias Médicas	0	2	1	2
Ciencias Agrícolas	0	0	0	0
Ciencias Sociales	9	16	8	5
Humanidades	0	0	1	3
Total	11	18	10	10

2.3. BECAS OTORGADAS 2007/2008

Cuadro 2.19. Becas otorgadas, 2007

Fuente	Programa de Estudios			Carrera	Becados	
	Licenciatura	Maestría	Doctorado		M	F
Agencia de Cooperación Internacional de Chile -AGCI-		X		Magister en Producción, Manejo y Conservación de Recursos Naturales	1	
		X		Magister en Políticas Pública	2	
Secretaría de Relaciones Exteriores de México -SRE-		X		Urología	1	
		X		Cardiología	4	
		X		Nutrición Pediátrica	1	
		X		Oncología	1	
		X		Endocrinología		1
		X		Nefrología		1
		X		Gastroenterología	1	
		X		Maestría e Ciencias Ambientales		1
		X		Maestría en Ciencias Astronómicas	1	
Agencia de Cooperación Internacional de Corea -KOICA-		X		Master's Program on Development Cooperation		1
		X		Master's Program on Public Policy	2	
		X		Master's Program on International Development		1
		X		Master's Degree Program on International Trade and International Business	1	
Organización de Estados Americanos -OEA-			X	Doctorado en Educación		1
		X		Magister en Ciencias Avícolas	1	
		X		Maestría en Administración de Empresas		1
		X		Magister en Gestión y Políticas Públicas		2
		X		Maestría en Economía Ambiental	1	
Taiwán		X		Salud internacional	1	
		X		Administración de Empresas	1	
		X		Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación	1	
Taiwán -ICDF-		X		Administración de Empresas	1	
		X		Ciencias Avícolas	1	
Taiwán	X			Ingeniería Electrónica	1	
	X			Ingeniería en computación	1	
	X			Ingeniería Industrial		1
		X		Ingeniería Mecánica		1
Taiwán -ICDF	X			Ingeniería en Sistemas	1	
		X		International Business		1
Brasil		X		Ingeniería en computación	1	
Rusia	X			Ingeniería Mecánica	1	
	X			Ingeniería Mecatrónica	1	
Cuba	X			Medicina	30	30
	X			Licenciatura en varias áreas	7	7
	X			Deportes	3	3
TOTAL					68	52

Fuente: SEGEPLAN

Cuadro 2.20. Becas otorgadas, 2008 (Fuente: SEGEPLAN)

Fuente	Programa de Estudios			Carrera	Becados	
	Licenciatura	Maestría	Doctorado		M	F
Agencia de Cooperación Internacional de Chile -AGCI-		X		Maestría en Economía	2	
		X		Maestría en Ciencias Mención Producción Animal	1	
		X		Maestría en Psicología Mención Psicológica Comunitaria		1
Secretaría de Relaciones Exteriores de México -SRE-		X		Cardiología	2	
		X		Gastroenterología	2	
		X		Neurología	1	
		X		Neumología	2	1
		X		Oncología	1	
		X		Urología	2	
		X		Endocrinología		1
		X		Materno Fetal	1	
		X		Comunicación		1
		X		Diseño Estratégico		1
			X	Investigación Doctoral en Arqueología	1	
Agencia de Cooperación Internacional de Corea -KOICA-		X		Master's Program on International Development	1	
		X		Master's Program in Public Policy		1
		X		Master's Program on International Studies (Woman and Development)		2
		X		Maestría en Comercio Internacional y Cooperación		1
		X		Master Degree on Korean Economy and Development Cooperation	2	
Organización de Estados Americanos OEA-		X		Master's Program on Electrical and Computer Engineering		1
		X		Maestría en Especialización de Insumos no Destructivos	1	
		X		Maestría en Economía de Recursos Naturales		1
		X		Maestría en Artes		1
		X		Maestría en Medio Ambiente		2
		X		Maestría en Administración de Empresas	1	
		X		Maestría en Ingeniería	1	
		X		Maestría en Relaciones Internacionales y Comercio Exterior		1
Taiwán		X		Maestría en Administración de Justicia	1	
		X		Ingeniería Mecánica		1
		X		Maestría en Administración de Empresas	2	
	X			Maestría en Administración de Empresas	1	
	X			Ingeniería en Sistemas	1	
Taiwán -ICDF-	X			Ingeniería Electrónica	1	
	X			Administración de Empresas	1	2
		X		Maestría en Desarrollo Sostenible	2	
Rusia	X			Agricultura Tropical	1	
	X			Robots and Robotechnical Systems	1	
Nueva Zelanda				Pediatría		1
		X		Master's in Marine biology		1
		X		Master of Architecture	1	
		X		Master en Ingeniería		1
Cuba		X		Master's in Rural Development		1
	X			Medicina	80	80
	X			Deportes y otras disciplinas	5	5
TOTAL					118	107

CAPÍTULO 3

PRODUCCIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA

Los indicadores sobre los productos de la ciencia y la tecnología se utilizan para estimar los resultados de las actividades de Investigación y Desarrollo (I+D). De acuerdo al Manual de Frascati, las patentes representan –en mayor medida– el producto de la investigación tecnológica y empresarial, por cuanto protegen conocimientos con potencial de interés económico. Por otro lado, la medición de las publicaciones científicas en determinados medios representa a una evaluación cuantitativa (e indirectamente cualitativa) del producto de la investigación.

3.1. PUBLICACIONES

Cuadro 3.1. Publicaciones de Autores Guatemaltecos en Revistas Científicas, 2001-2006

REVISTA CIENTIFICA	2001	2002	2003	2004	2005	2006
SCIENCE CITATION INDEX (SCI SEARCH)	74	73	70	75	96	73
PASCAL	42	31	31	44	56	29
INSPEC	0	1	3	0	0	0
COMPENDEX	1	2	1	0	1	1
CHEMICAL ABSTRACTS	12	8	4	10	1	3
BIOSIS	22	18	16	14	20	17
MEDLINE	17	25	16	17	21	16
CAB INTERNACIONAL	20	24	15	18	19	14
ICYT	0	1	0	0	0	0
IME	0	7	1	2	4	1
PERIODICA	8	2	10	1	11	8
CLASE	4	0	3	5	3	6
LILACS	29	19	15	9	7	7

Fuente: El Estado de la Ciencia- Principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos, 2008.

3.2. PATENTES

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (OMPI) define a una patente como “el derecho exclusivo concedido a una invención, es decir, un producto o procedimiento que aporta, en general una nueva manera de hacer algo o una nueva solución técnica a un problema. Para que sea patentable, la invención debe satisfacer determinados requisitos”.

Cuando se patenta una invención, ésta no puede ser confeccionada, utilizada, distribuida o vendida comercialmente sin el consentimiento del titular de la patente.

Los indicadores de patentes, obtenidos a partir de los datos registrados por el Registro de la Propiedad Industrial del Ministerio de Economía, en el caso de Guatemala, son un instrumento que provee información para identificar las principales características de las actividades de invención en los países, industrias, sociedades y tecnologías, con base en lo cual se pueden analizar los cambios de estructura y la evolución producidos en la dependencia, difusión y penetración de la tecnología. Con esto es posible determinar tendencias de la generación, consolidación y transferencia de los conocimientos tecnológicos y científicos. Las estadísticas sobre patentes facilitan el análisis y estudio de las actividades de difusión de la tecnología.

El número de patentes de los residentes de un país y sus características dan una idea de su producción de tecnologías, de su estructura y especialización por áreas de actividad, en tanto que las patentes de extranjeros o no residentes indican la magnitud de la penetración tecnológica en esa economía; la relación de ambos indicadores proporciona una medida aproximada de su dependencia tecnológica. El número total de patentes, de titulares nacionales y extranjeros, muestra el tamaño del mercado de tecnologías de un país.

La información histórica sobre patentes permite cuantificar los cambios tecnológicos en los sectores industriales de un país a través del tiempo, mientras que los datos comparativos entre países miden los niveles de invención de los mismos, con lo que es posible construir indicadores de la competitividad tecnológica internacional.

Cuadro 3.2. Patentes Solicitadas en Guatemala por Nacionales y Extranjeros, 2005-2008

Solicitudes	2005	2006	2007	2008
Nacionales	18	28	9	5
Extranjeras	376	500	99	308
Total	394	528	108	313

Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

Cuadro 3.3. Porcentaje de Patentes Solicitadas en Guatemala por Nacionales y Extranjeros, 2005-2008

Solicitudes	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Nacionales	5	5	8	2
Extranjeras	95	95	92	98
Total	100	100	100	100

Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

Cuadro 3.4. Patentes Otorgadas en Guatemala a Nacionales y Extranjeros, 2005-2008

Patentes Otorgadas	2005	2006	2007	2008
Nacionales	4	0	3	0
Extranjeras	100	93	105	96
Total	104	93	108	96

Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

Cuadro 3.5. Porcentaje de Patentes Otorgadas en Guatemala a Nacionales y Extranjeros, 2005-2008

Patentes Otorgadas	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Nacionales	3.8	0	2.8	0
Extranjeras	96.2	100	97.2	100
Total	100	100	100	100

Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

Cuadro 3.6. Patentes Solicitadas y Otorgadas en Guatemala, 2005-2008

Patentes	2005	2006	2007	2008
Solicitadas	394	528	108	313
Entregadas	104	93	108	96

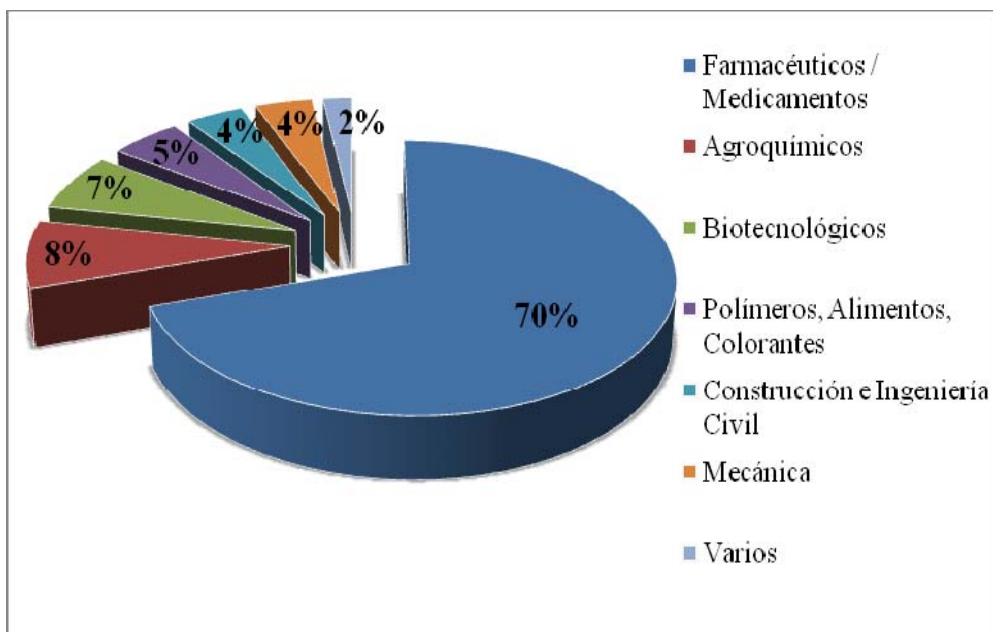
Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

Cuadro 3.7. Porcentaje de Distribución de Solicitudes de Patentes por Tipo, 2006-2008

Tipo de Producto	2006-2008 (%)
Farmacéuticos /Medicamentos	70
Agroquímicos	8
Biotecnológicos	7
Polímeros, Alimentos, Colorantes	5
Construcción e Ingeniería Civil	4
Mecánica	4
Varios	2
Total	100

Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

Gráfica 3.1. Porcentaje de Distribución de Solicitudes de Patentes por Tipo, 2006-2008



Cuadro 3.8. Modelos de Utilidad Otorgados, 2005-2008

Modelos de Utilidad	2005	2006	2007	2008
Nacionales	0	2	3	0
Extranjeras	0	7	0	1
Total	0	9	3	1

Cuadro 3.9. Diseños Industriales Otorgados, 2005-2008

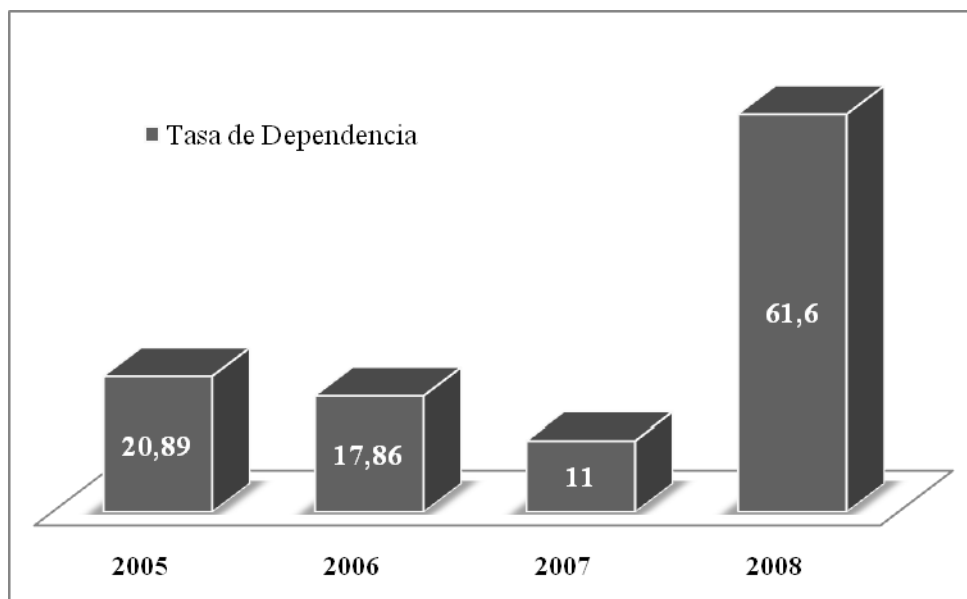
Diseños Industriales	2005	2006	2007	2008
Nacionales	0	3	0	0
Extranjeras	0	37	4	6
Total	0	40	4	6

Tasa de Dependencia: Número de solicitudes de patentes hechas por extranjeros entre el número de solicitudes de nacionales. Este indicador puede dar una idea de la medida en que un país depende de los inventos desarrollados fuera de sus fronteras.

Cuadro 3.10. Tasa de Dependencia 2005-2008

Año	2005	2006	2007	2008
Tasa de Dependencia	20.89	17.86	11.0	61.6

Gráfica 3.2. Tasa de Dependencia 2005-2008

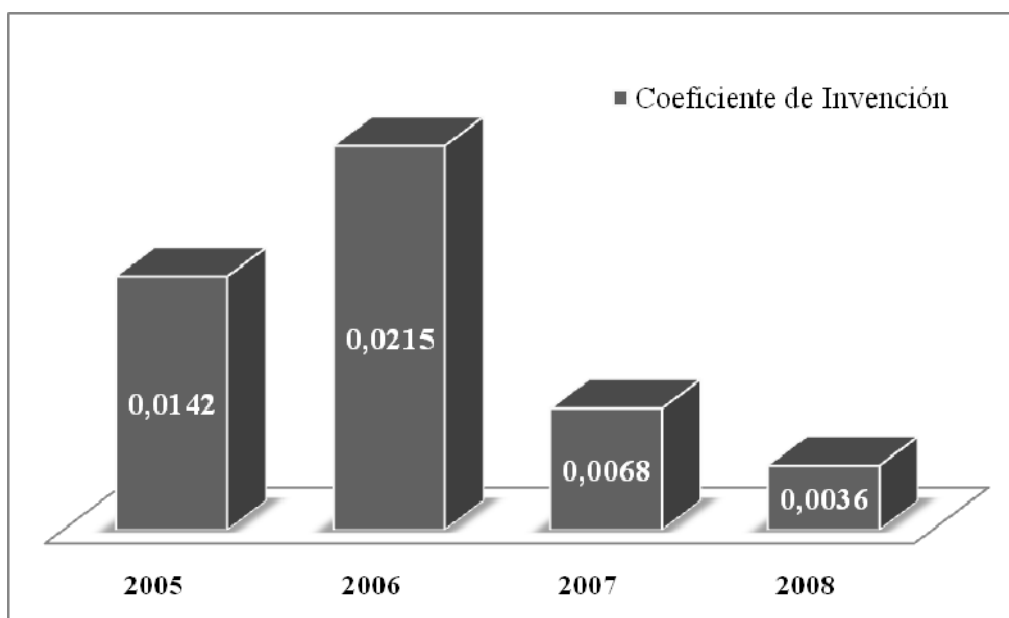


Cuadro 3.11. Coeficiente de Invención 2005-2008

Coeficiente de Invención: Se define como el número de solicitudes de nacionales por cada 10,000 habitantes y estima, de ésta manera, la actividad inventiva de un país en relación con su población.

Año	2005	2006	2007	2008
Coeficiente de invención	0.0142	0.0215	0.0068	0.0036

Gráfica 3.3. Coeficiente de Inversión 2005-2008



CAPÍTULO 4

LA SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA –SENACYT–

La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT– es el órgano coordinador del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología –SINCYT– y es la institución responsable de ejecutar y dar seguimiento a las decisiones que emanen del CONCYT. Constituye el vínculo entre éste y las Comisiones Técnicas Sectoriales e Intersectoriales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

MARCO LEGAL

El Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología –SINCYT–, está integrado por el conjunto de instituciones, entidades y órganos de los sectores público, privado y académico, personas individuales y jurídicas y centros de investigación y desarrollo que realizan actividades científico-tecnológicas en el país. El SINCYT, está integrado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT– (órgano de dirección), la Comisión Consultiva (órgano asesor), la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT– (órgano coordinador), el Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología –FONACYT– (órgano financiero) y las Comisiones Técnicas Sectoriales e Intersectoriales (órganos ejecutores).

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT– fue creado mediante el Decreto 63-91 del Congreso de la República de Guatemala y se le reconoce como el órgano rector en el campo del desarrollo científico y tecnológico del país. Está integrado por nueve miembros, siendo del sector público: el Vicepresidente de la República, el Ministro de Economía, el Presidente de la Comisión de Ciencia y Tecnología del Congreso de la República; del sector privado: los presidentes de la Cámara de Industria, del Agro y Empresarial; del sector académico: El Rector de la Universidad de San Carlos de Guatemala, un Rector en representación de las Universidades Privadas y el Presidente de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala. Este Consejo es el órgano responsable de promover la ciencia y la tecnología en el país.

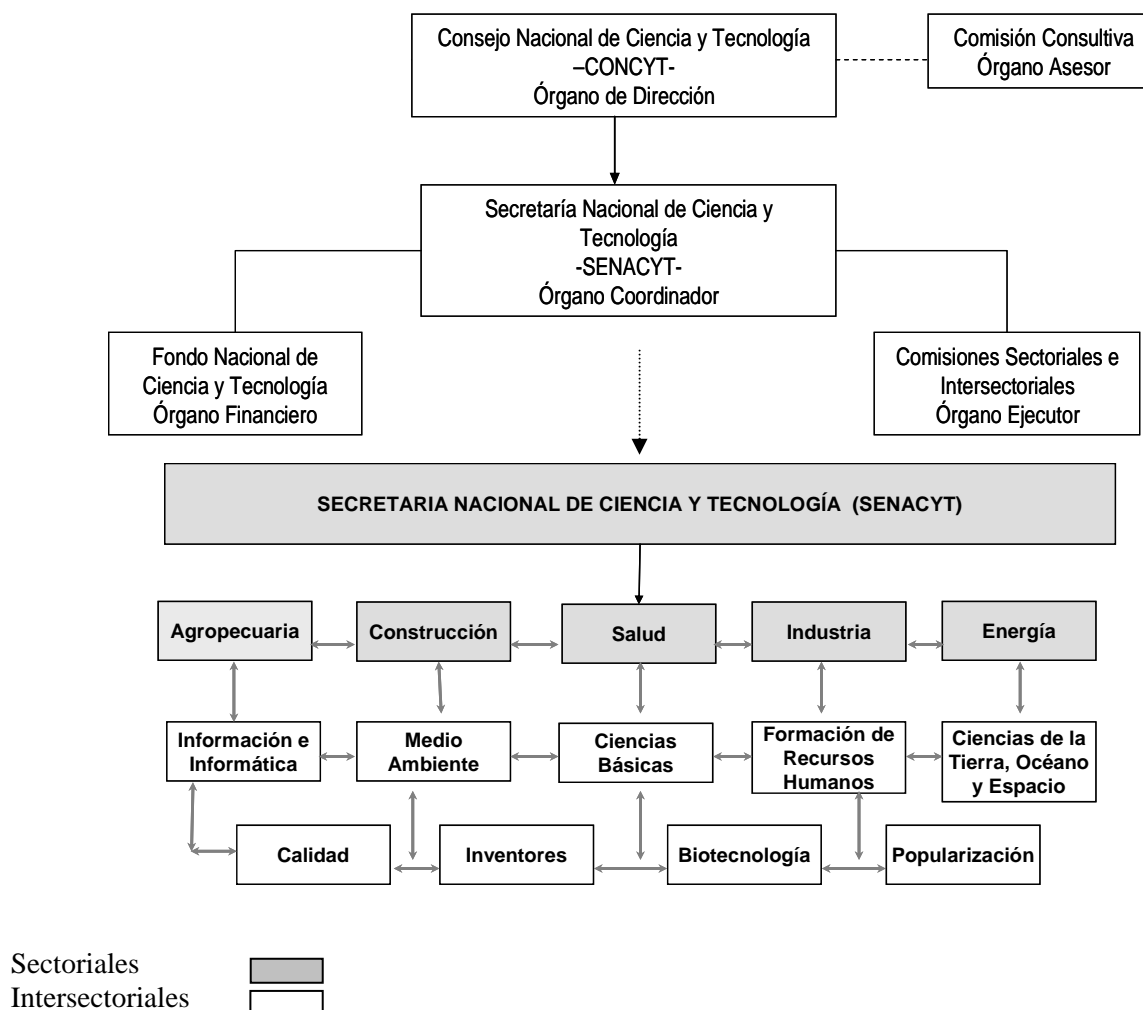
El CONCYT cuenta con una Comisión Consultiva, como órgano asesor de alto nivel, integrado por nueve miembros representantes de las instituciones que integran el CONCYT. Entre sus funciones están las de asesorar y apoyar la acción del Consejo, colaborar con la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, para el buen desempeño de sus funciones, proponer al Consejo políticas, estrategias y acciones de desarrollo de ciencia y tecnología a nivel nacional, emitir opinión sobre las decisiones, acciones, proyectos, y/o actividades científicas y tecnológicas que se financian con el FONACYT.

La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT-, es el órgano coordinador del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología -SINCYT- y es la institución responsable de ejecutar y dar seguimiento a las decisiones que emanen del CONCYT, constituye el vínculo entre éste y las Comisiones Técnicas Sectoriales e Intersectoriales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

El FONACYT, creado mediante Decreto Gubernativo 73-92, es el órgano financiero del CONCYT que apoya las actividades, programas y proyectos a nivel nacional.

Las Comisiones Técnicas Sectoriales e Intersectoriales del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología, están integradas por instituciones del sector público, privado y académico con intereses científicos y tecnológicos comunes.

Grafica 4.1. Órganos Integrantes del SINCYT

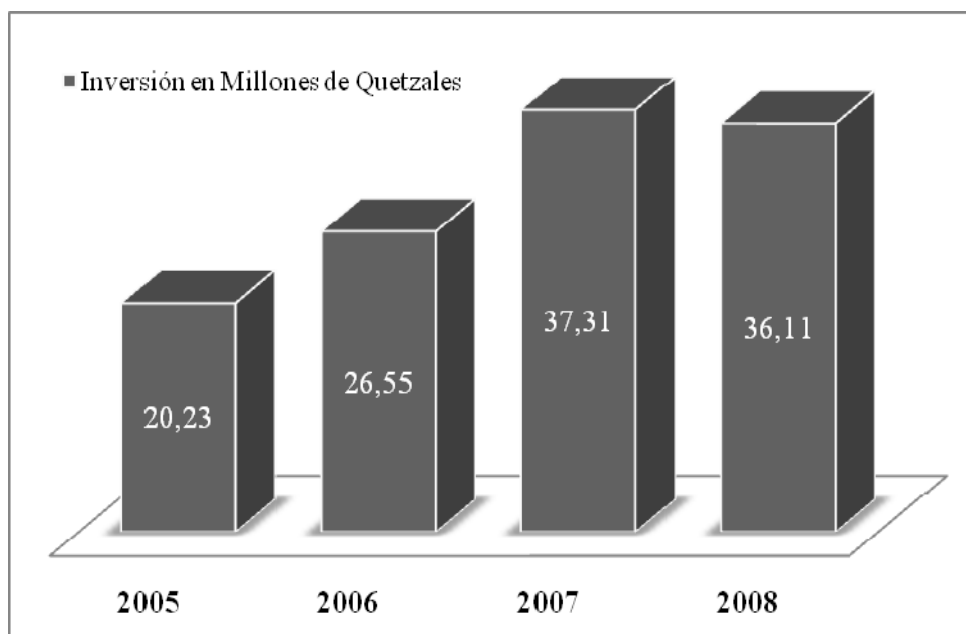


4.1. PRESUPUESTO EJECUTADO POR LA SENACYT

Cuadro 4.1. Presupuesto Ejecutado por la SENACYT 2005-2008

Año	2005	2006	2007	2008
Inversión (en Millones de Quetzales)	20.23	26.55	37.31	36.11

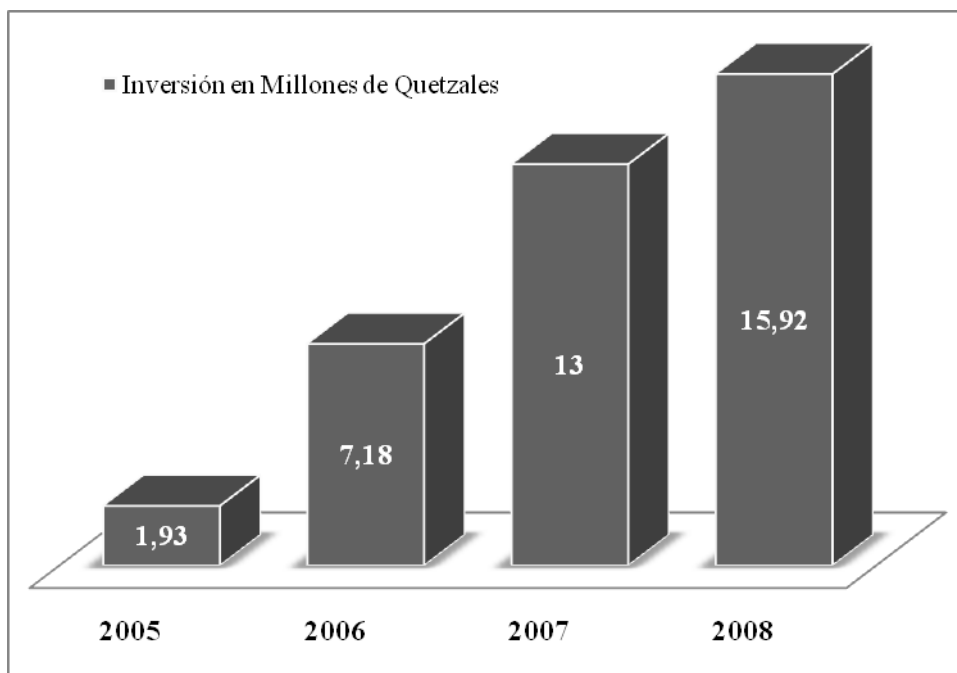
Grafica 4.2. Presupuesto Ejecutado por la SENACYT 2005-2008



Cuadro 4.2. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, 2005-2008

	2005	2006	2007	2008
Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) (en millones de Quetzales)	1.93	7.18	13.00	15.92

Grafica 4.3. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, 2005-2008



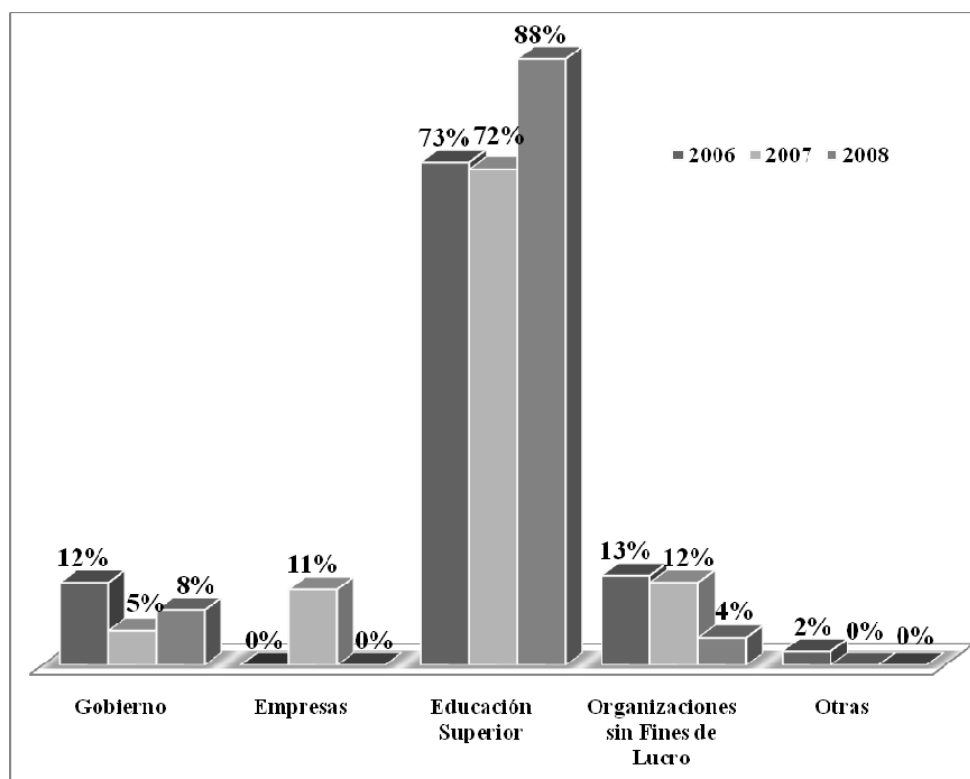
Cuadro 4.3. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, por Sector de Ejecución, 2006-2008

Sector de Ejecución	2006	2007	2008
Gobierno	0.88	0.70	1.22
Empresas	-	1.47	-
Educación Superior	5.23	9.32	13.98
Organizaciones sin fines de lucro	0.96	1.51	0.72
Otras	0.11	-	-
Total (en millones de Quetzales)	7.18	13.00	15.92

Cuadro 4.4. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, por Sector de Ejecución, 2006-2008

Sector de Ejecución	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Gobierno	12	5	8
Empresas	0	11	0
Educación Superior	73	72	88
Organizaciones sin fines de lucro	13	12	4
Otras	2	0	0
Total	100	100	100

Grafica 4.4. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, por Sector de Ejecución, 2006-2008



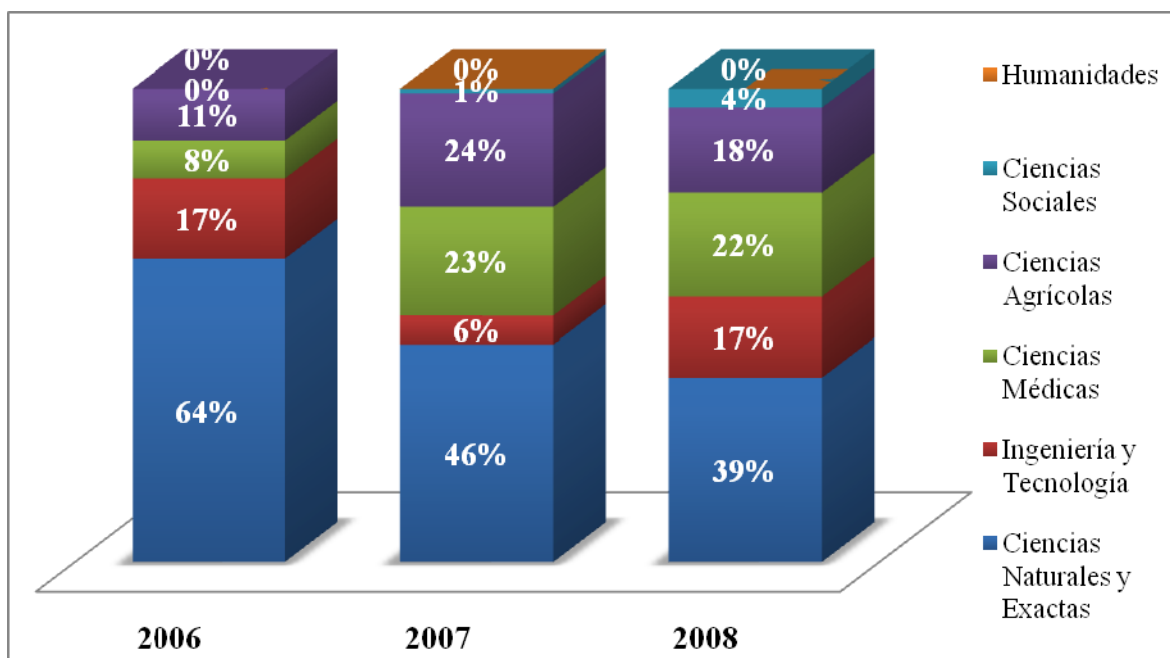
Cuadro 4.5. Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, por Disciplina Científica, 2006-2008

Disciplina Científica	2006	2007	2008
Ciencias Naturales y Exactas	4.60	5.96	6.21
Ingeniería y Tecnología	1.20	0.82	2.71
Ciencias Médicas	0.58	2.95	3.45
Ciencias Agrícolas	0.80	3.19	2.83
Ciencias Sociales	0.00	0.08	0.72
Humanidades	0.00	0.00	0.00
Total (en millones de quetzales)	7.18	13.00	15.92

Cuadro 4.6. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, por Disciplina Científica, 2006-2008

Disciplina Científica	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Ciencias Naturales y Exactas	64	46	39
Ingeniería y Tecnología	17	6	17
Ciencias Médicas	8	23	22
Ciencias Agrícolas	11	24	18
Ciencias Sociales	0	1	4
Humanidades	0	0	0
Total	100	100	100

Grafica 4.5. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, por Disciplina Científica, 2006-2008



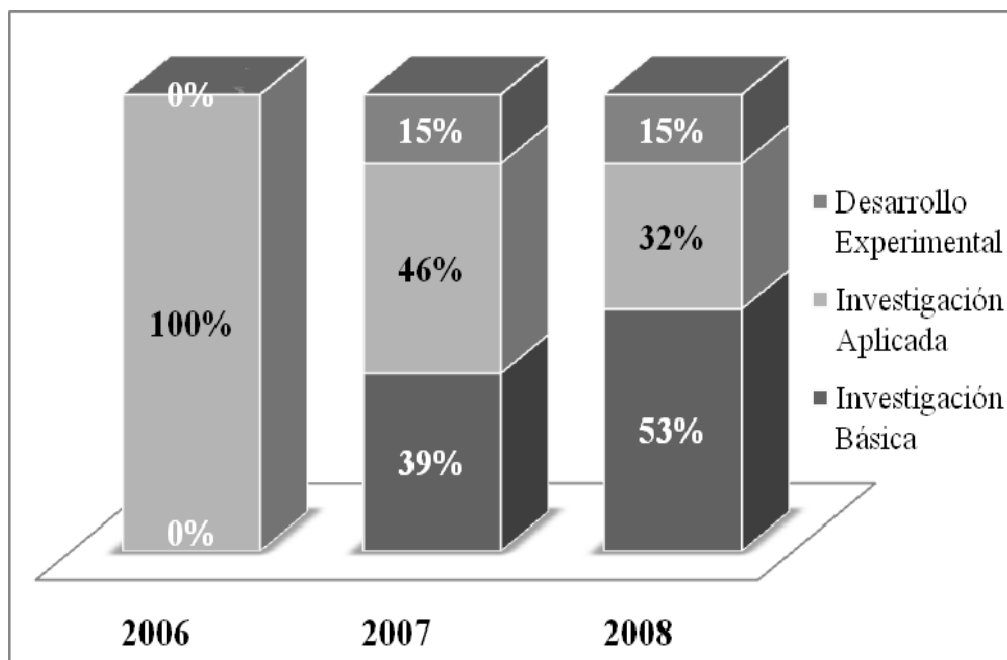
Cuadro 4.7. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, por Objetivo Socioeconómico, 2006-2008

Objetivo Socioeconómico	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
1. Exploración y explotación de la Tierra	0	0	0
2. Infraestructuras y ordenación del territorio	17	0	0
3. Control y protección del medio ambiente	64	36	6
4. Protección y mejora de la salud humana	8	34	33
5. Producción, distribución y utilización racional de la energía	0	0	9
6. Producción y tecnología agrícola	11	12	33
7. Producción y tecnología industrial	0	13	8
8. Estructuras y relaciones sociales	0	1	0
9. Exploración y explotación del espacio	0	0	0
10. Investigación no orientada	0	0	5
11. Otra investigación civil	0	0	0
12. Defensa	0	0	0
13. Otros	0	4	6
Total	100	100	100

Cuadro 4.8. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, por Tipo de Investigación, 2006-2008

Tipo de Investigación	2006 (%)	2007 (%)	2008 (%)
Investigación Básica	-	39	53
Investigación Aplicada	100	46	32
Desarrollo Experimental	-	15	15
Total	100	100	100

Gráfica 4.6. Porcentaje de la Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) realizada por la SENACYT, por Tipo de Investigación, 2006-2008



CAPITULO 5

COMPARACIONES INTERNACIONALES

Cuadro 5.1. Porcentaje de Investigadores por Disciplina Científica 2005-2007

	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)	Disciplina Científica
Argentina	29.4	29.1	28.8	Ciencias Naturales y Exactas
	17.5	18.1	17.5	Ingeniería y Tecnología
	14.2	13.3	13.1	Ciencias Médicas
	12.3	12.2	12.3	Ciencias Agrícolas
	17.7	18.4	19.0	Ciencias Sociales
	8.7	8.9	9.2	Humanidades
Colombia	24.4	24.5	24.8	Ciencias Naturales y Exactas
	12.1	12.9	13.5	Ingeniería y Tecnología
	16.1	15.9	15.8	Ciencias Médicas
	7.6	7.5	7.4	Ciencias Agrícolas
	35.2	34.7	34.0	Ciencias Sociales
	4.7	4.5	4.4	Humanidades
Costa Rica	28.0	28.9	26.1	Ciencias Naturales y Exactas
	11.1	14.3	14.1	Ingeniería y Tecnología
	14.3	13.3	16.7	Ciencias Médicas
	20.2	13.8	13.2	Ciencias Agrícolas
	26.5	23.8	24.3	Ciencias Sociales
		5.8	5.6	Humanidades
Guatemala	16.7	8.6	22.1	Ciencias Naturales y Exactas
	8.3	5.5	15.6	Ingeniería y Tecnología
	4.3	2.9	8.8	Ciencias Médicas
	47.5	59.3	31.5	Ciencias Agrícolas
	9.3	18.1	17.5	Ciencias Sociales
	13.9	5.7	4.4	Humanidades
El Salvador	26.2	30.0	28.8	Ciencias Naturales y Exactas
	16.5	21.3	23.7	Ingeniería y Tecnología
	12.7	11.0	10.6	Ciencias Médicas
	15.8	12.5	12.0	Ciencias Agrícolas
	21.9	20.9	20.8	Ciencias Sociales
	6.9	4.2	4.0	Humanidades

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT-

Cuadro 5.2. Número de Graduados a Nivel de Licenciatura, 2005-2007

	2005	2006	2007	Disciplina Científica
Costa Rica	2,444	2,193	2,456	Ciencias Naturales y Exactas
	1,741	1,899	1,904	Ingeniería y Tecnología
	3,004	3,213	3,894	Ciencias Médicas
				Ciencias Agrícolas
	18,846	20,909	21,625	Ciencias Sociales
	762	742	875	Humanidades
	26,800	28,956	30,754	Total
Cuba	553	561	583	Ciencias Naturales y Exactas
	2,573	3,016	4,154	Ingeniería y Tecnología
	5,807	8,540	8,396	Ciencias Médicas
	799	808	747	Ciencias Agrícolas
	14,159	19,429	30,858	Ciencias Sociales
				Humanidades
	23,891	32,354	44,738	Total
Guatemala	14	75	81	Ciencias Naturales y Exactas
	1,549	1,485	1,667	Ingeniería y Tecnología
	690	607	742	Ciencias Médicas
	320	352	352	Ciencias Agrícolas
	4,668	3,914	4,759	Ciencias Sociales
	105	313	381	Humanidades
	7,346	6,746	7,982	Total
Honduras	259	366		Ciencias Naturales y Exactas
	1,076	1,825		Ingeniería y Tecnología
	613	769		Ciencias Médicas
	427	430		Ciencias Agrícolas
	3,887	5,840		Ciencias Sociales
	48	63		Humanidades
	6,310	9,293		Total
El Salvador	368	375	771	Ciencias Naturales y Exactas
	1,325	1,271	1,143	Ingeniería y Tecnología
	1,484	1,511	1,715	Ciencias Médicas
	135	132	144	Ciencias Agrícolas
	6,136	5,988	6,045	Ciencias Sociales
	218	154	170	Humanidades
	9,666	9,431	9,988	Total

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT-

Cuadro 5.3. Solicitudes de Patentes, 2005-2007

	2005	2006	2007	
Chile	573	492	486	Residentes
	2,925	3,258	3,427	No Residentes
	3,498	3,750	3,913	Total
Colombia	99	143	115	Residentes
	1,662	1,860	1,861	No Residentes
	1,761	2,003	1,976	Total
Costa Rica	38	21	1	Residentes
	543	632	687	No Residentes
	581	653	688	Total
Cuba	73	89	74	Residentes
	168	163	210	No Residentes
	241	252	284	Total
Guatemala	18	28	9	Residentes
	376	500	99	No Residentes
	394	528	108	Total
Honduras	13	10	5	Residentes
	144	220	100	No Residentes
	157	230	105	Total
El Salvador	33	62	33	Residentes
	341	288	65	No Residentes
	374	350	98	Total

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT-

Tasa de Dependencia: Número de solicitudes de patentes hechas por extranjeros entre el número de solicitudes de nacionales. Este indicador puede dar una idea de la medida en que un país depende de los inventos desarrollados fuera de sus fronteras.

Cuadro 5.4. Tasa de Dependencia, 2005-2007

	2005	2006	2007
Argentina	4.0	4.5	5.1
Brasil	1.0	1.6	
Canada	6.7	6.6	7.0
Chile	5.1	6.6	7.1
Colombia	16.8	13.0	16.2
Costa Rica	14.3	30.1	687.0
Cuba	2.3	1.8	2.8
Ecuador	52.7		
España	60.0	62.3	62.3
Guatemala	20.9	17.9	11.0
Honduras	11.1	22.0	20.0
Jamaica	5.9		
México	23.7	26.0	24.9
Panama	14.8	14.6	16.2
Peru	39.5	32.4	47.5
Paraguay	10.0		
El Salvador	10.3	4.6	2.0
Trinidad & Tobago	206.0		158.5
Estados Unidos de América	0.9	0.9	0.9
Uruguay	21.7	23.4	21.1
Venezuela	11.1	11.3	19.5

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT-

Cuadro 5.5. Publicaciones en Science Citation Index (SCI SEARCH), 2005-2007

	2005	2006	2007
Argentina	5,699	5,935	6,479
Bolivia	153	158	201
Brasil	18,765	20,858	23,109
Canadá	50,091	54,731	56,203
Chile	3,262	3,564	3,559
Colombia	950	1,115	1,239
Costa Rica	335	283	398
Cuba	733	835	748
República Dominicana	37	29	46
Ecuador	234	226	287
España	34,846	37,639	40,594
Guatemala	96	73	101
Honduras	19	37	31
Haití	47	29	28
Jamaica	184	150	156
México	6,807	6,504	8,501
Nicaragua	40	65	48
Panamá	180	219	369
Perú	407	452	593
Paraguay	44	40	57
El Salvador	25	21	20
Estados Unidos de América	375,401	382,431	388,160

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT-

Cuadro 5.6. Publicaciones en PASCAL, 2005-2007

	2005	2006	2007
Argentina	2,444	2,669	2,488
Brasil	7,904	7,638	8,174
Canadá	24,021	24,034	23,561
Chile	1,612	1,576	1,525
Colombia	485	552	603
Costa Rica	174	135	174
Cuba	363	317	298
Ecuador	96	82	121
El Salvador	15	14	11
España	17,838	16,718	18,120
Estados Unidos de América	163,244	158,785	154,941
Guatemala	56	29	39
Honduras	21	17	7
Jamaica	96	91	153
México	3,683	3,264	3,580
Nicaragua	27	35	20
Panamá	103	138	141
República Dominicana	15	18	29

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT-

Cuadro 5.7. Porcentaje de Inversión en I+D en Relación al PIB, 2005-2007

País	2005 (%)	2006 (%)	2007 (%)
Argentina	0.46	0.49	0.51
Brasil	0.97	1.00	1.11
Canadá	2.05	1.98	1.88
Colombia	0.16	0.16	0.16
Costa Rica		0.39	0.32
Cuba	0.51	0.41	0.44
España	1.12	1.20	1.27
Guatemala	0.03	0.05	0.06
Panamá	0.25	0.25	0.20
El Salvador			0.09
Estados Unidos de América	2.60	2.60	2.66

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT-

CAPITULO 6

CIENTÍFICOS Y TECNÓLOGOS DESTACADOS DE GUATEMALA

Medalla de Ciencia y Tecnología

La Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico Nacional en su Artículo 22, crea la Medalla de la Ciencia y Tecnología, como un reconocimiento a aquellos miembros del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología que sobresalgan en áreas de investigación científica o desarrollo tecnológico de interés nacional.

Ganadores de la Medalla de Ciencia y Tecnología

Año 1997

Doctor Ricardo Bressani.

El Dr. Bressani fue el primer ganador de la medalla, en el año de **1997**. Entre sus múltiples honores y reconocimientos en su distinguida práctica científica, recibió el Doctorado Honoris Causa de la Purdue University, Premio Mundial de la Ciencia "Albert Einstein" y el Doctorado Honoris Causa de la Universidad del Valle de Guatemala. Es miembro Extranjero de la National Academy of Sciences de USA, Miembro Fundador de la Academia de Ciencias del Tercer Mundo Italia, Académico Correspondiente de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala y Miembro de la New York Academy of Sciences.



Estos reconocimientos se otorgaron por su brillante trayectoria científica desarrollada en el campo de la formulación de alimentos nutritivos que han dado origen a productos como la Incaparina, Bienestarina, Vitatol y la galleta nutricionalmente mejorada, con un amplio impacto social.

Año 1998

Licenciado Armando Cáceres Estrada

El Lic. Armando Cáceres Estrada entre múltiples honores y reconocimientos en su distinguida práctica científica recibió el Premio de Profesor Visitante de la Universidad Norbert Wiener de Perú, de la Universidad de Kitasato en Japón, Premio Nestlé de Pediatría, Premio José Capote de la Federación Panamericana de Farmacia y Bioquímica. Es miembro de la Herb Research Foundation de Estados Unidos, de la International Society for Ethnopharmacology de Dinamarca, de la Drug Information Association en Washington, de la Sociedad Francesa de Etnofarmacología, de la Sociedad



Americana de Farmacognocia de Estados Unidos, entre otras. Ha publicado más de 200 artículos en revistas nacionales e internacionales.

El Licenciado Cáceres se ha destacado por su excelente trayectoria científica a nivel nacional e internacional desarrollada en el campo de la detección, validación, producción y uso de las plantas medicinales que han permitido estructurar un sistema de atención primaria de salud con plantas medicinales que están utilizándose ampliamente por diversas comunidades del interior de la República y ha dado origen a diversos productos fitoterápicos comercializados en el país.

Año 1999

Dr. Aldo Castañeda

El Dr. Aldo Castañeda, destacado profesional de las ciencias médicas es egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala con maestría en bioquímica de la universidad de Minnesota y de ciencias en la universidad de Harvard. El doctorado (ph. D.) En fisiología y cirugía lo obtuvo en 1964 en la universidad de Minnesota.



Empieza su trabajo de investigación en 1956, hasta llegar a su máximo aporte científico a la humanidad: el desarrollo de la cirugía cardiovascular pediátrica correctiva en el neonato y en el infante.

El consenso en los años 60 y 70 era que desafortunadamente el recién nacido o infante muy joven (menor 6 meses) no toleraba bien la circulación extracorpórea necesaria para llevar a cabo la corrección intracardiaca. Consecuentemente en el laboratorio experimental se investigaron los efectos de un circuito extracorpóreo en animales recién nacidos, particularmente los efectos en corazón, pulmón, cerebro y sangre. Al modificar el circuito minimizando sus volúmenes y después de experimentar con diversas bombas –se logro comprobar que si se limitaba la operación a mas o menos 60 minutos- los animales sobrevivían y los daños estaban dentro de los limites de una recuperación biológica completa. Para la evaluación de los resultados, se incluyó –particularmente durante los últimos 6 años técnicas sofisticadas de biología molecular.

Basado en el éxito de estos resultados y de la experiencia clínica con cirugía cardiaca correctiva en recién nacidos humanos–idealmente durante la primera semana de vida-, dicha transferencia tecnológica ha sido adoptada en los centros especializados del mundo entero.

Otro tema de interés era el trasplante combinado de corazón y los dos pulmones en bloque para niños en quien la cardiopatía congénita había a través de los años causado daños irreversibles tanto del corazón como de los pulmones. Intentos experimentales de trasplantes corazón-pulmones en perros fueron universalmente no exitosos.

En base a los conceptos fisiológicos, se pensó que era necesario escoger un modelo animal más semejante al hombre, se selecciono a un primate (baboon) como animal de experimentación. Logrando desarrollar una técnica de auto-trasplante o sea remover el corazón y los dos pulmones en bloque dejándoles bajo condiciones hipotermias por treinta minutos fuera del cuerpo y luego reconectando el bloque de corazón-pulmón al mismo animal. Se obtuvo 15 sobrevivientes de 20 animales operados demostrándose en este estudio que se normalizaban a las dos semanas la ventilación y respiración, y a los 4 meses la reinervación pulmonar.

Este trabajo abrió el campo nuevamente del trasplante clínico de corazón pulmón tanto en niños como adultos.

Regresó a Guatemala para crear la fundación que lleva su nombre, la cual promueve y facilita la cirugía cardiovascular correctiva para niños de escasos recursos. Actualmente en la unidad de cirugía cardiovascular del hospital Roosevelt es el maestro de las nuevas generaciones de cirujanos cardiovasculares nacionales en las técnicas quirúrgicas de vanguardia.

Año 2000

Ing. Carlos Edmundo Rolz Asturias, Ms.C.

Es Ingeniero Químico, graduado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, obteniendo después el título de Maestro en Ciencias en el área de Ingeniería Química en la Universidad de California en Berkeley, con especialización en termodinámica del equilibrio entre fases.



Su actividad de investigación científica y tecnológica se desarrolló en el Instituto Centro Americano de Investigación y Tecnología ICAITI, desde junio de 1965 a 1996.

El Ing. Carlos Rolz ha desarrollado tecnología innovadora al inventar un proceso novel para producir etanol partiendo de partículas de caña de azúcar, además de interesarse en la investigación, se ha preocupado por estimular y formar a los científicos e ingenieros del futuro. Sus investigaciones principalmente en el campo de la biotecnología han sido un loable aporte a la humanidad.

Año 2001**Doctor Juan Fernando Medrano Palomo**

El doctor Medrano, se graduó de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, obteniendo después los títulos de Licenciado en Bioquímica en Genética Animal, Maestría en Ciencias Animales y el doctorado en Genética en la Universidad de California Davis.



Se ha desempeñado en diversas instituciones relacionadas con la ciencia y tecnología como el INCAP, la Universidad del Valle de Guatemala. Ha realizado diversas actividades en la Universidad de California Davis, en la cual labora actualmente como Catedrático del departamento de Ciencias Animales. Es miembro de la American Dairy Science Association, de la Mammalian Genome Society y de la American Association for the Advancement of Sci.

Entre sus investigaciones se puede percibir el interés por la genética del crecimiento animal (caracterización y mapeo del gene de crecimiento en los ratones), composición de la leche por medio de técnicas moleculares, modificación de la composición del ácido graso de los lácteos para producir una mantequilla más suave y un producto más sano para el consumo humano, determinación del sexo en los peces, entre otras. Ha impartido cursos de Genética Animal, Estadística Aplicada a las Ciencias Agrícolas y Análisis Computarizado de Secuencias de Ácido Nucleico.

Año 2002**Doctor Oscar Manual Cóbar Pinto**

El Doctor Cóbar se ha destacado en la elucidación de las estructuras de los extractos farmacológicamente activos de la flora y la fauna, incluyendo plantas e invertebrados marinos. Sus investigaciones sobre varios tipos de esqueletos carbonados, mostraron actividad biológica, especialmente citotoxicidad contra varias líneas cancerosas, antiinflamatorias y antibacteriano.



Ha realizado investigación química de productos minerales marinos y ha descubierto y reportado 45 nuevas moléculas orgánicas complejas, la mayoría con potente actividad biológica, principalmente contra líneas celulares cancerosas y anti-HIV, correspondientes a 12 clases de esqueletos carbonados diferentes, incluyendo dos esqueletos clasificados como inéditos en la naturaleza.

Año 2003

Doctor Benjamín Torún

El Dr. Benjamín Torún es un investigador cuyo aporte nacional e internacional ha sido el estudio de requerimientos de energía y de proteínas contribuyendo al establecimiento de los requerimientos de aminoácidos esenciales para el niño y el adulto, principalmente en mujeres y niños considerados grupos vulnerables a problemas de nutrición y salud.



Año 2004

Dra. María Carlota Monroy

Docente, Investigadora y científica, los resultados de sus investigaciones han servido de base para la implementación del actual programa Nacional de control del vector de la Enfermedad de Chagas, que es un Esfuerzo conjunto entre el Ministerio de Salud Pública, Cooperación Japonesa, la Organización Panamericana de la Salud – OPS- y las Universidades.



Actualmente se dedica a investigar formas de control de estos vectores, ya que existe el problema de la reinfestación después del rociamiento con insecticidas, esto con el objeto de reorientar los esfuerzos de nuestro país para la erradicación de dichos vectores.

Año 2005

Doctor Luis Mejía de León

Participó becado en el Programa Multinacional de Genética de la OEA en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en Castelar, Argentina; al volver, impartió docencia en la Escuela de Zootecnia de la Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia y en la Escuela de Biología de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia. Estudió una maestría con una especialidad en Genética Molecular de Eucariontes en la Universidad Católica de Louvain, Bélgica. A finales de 1977 se incorporó a la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, en cuyo cuerpo docente se desempeña como Profesor de Genética hasta el presente. HA realizado estudios de doctorado en genética de plantas, investigación sobre marcadores bioquímicos en cacao. En 1996 obtuvo una beca Fulbright que le permitió realizar una investigación sobre la identificación de geminivirus transmitidos por mosca blanca en muestras provenientes de Guatemala en el laboratorio Maxwell. Con apoyo del



FONACYT inició en 1998 un proyecto relacionado con la búsqueda de resistencia en el tomate a virosis transmitida por mosca blanca, un problema agrícola de grandes dimensiones. Desde 1998 estableció parcelas experimentales en Llanos de Morales, Sanarate, en las cuales se ha podido seleccionar varias líneas de tomate con resistencia a esta severa enfermedad. Estas líneas han sido mejoradas en sus características agronómicas y actualmente están siendo utilizadas por una empresa guatemalteca de semillas, de reciente fundación, para la producción comercial de híbridos resistentes. Ha establecido parcelas experimentales de tomate en Agua Blanca, Jutiapa, para la búsqueda de resistencia a la marchites bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum*, un patógeno del suelo de gran importancia económica en muchas partes de Guatemala y del mundo tropical y subtropical.

Año 2006

Licenciada Celia Cordón de Rosales

Licenciada en Biología con especialización en entomología médica. En 1994 obtuvo una Beca del Instituto Conmemorativo Gorgas y la Sociedad Americana de Medicina Tropical e Higiene para el estudio de la resistencia a piretroides en *Anopheles albimanus*.



Durante un corto período ejerció la docencia en los campos de biología y química y técnicas de investigación. De 1998 a la fecha, ha desempeñado el cargo de Co-Directora del Centro de Estudios en Salud de la Universidad del Valle de Guatemala y coordinadora del programa cooperativo de Enfermedad de Chagas y directora del programa cooperativo de enfermedades arbovirales del CDC y CES. Ha sido Investigadora principal en los programas de malaria y enfermedad de Chagas en CDC y CES.

Sus actividades científicas han girado alrededor de las investigaciones sobre la prevención y control de las enfermedades humanas transmitidas por insectos, habiendo trabajado principalmente en malaria, enfermedad de chagas y enfermedades arbovirales, aplicando en algunas áreas, técnicas modernas de investigación como ADN recombinante, lo cual le ha vinculado al campo de la biotecnología.

En los últimos años ha colaborado en estudios encaminados a definir el riesgo de enfermedades con Virus del Oeste del Nilo (VON) y a la determinación de encefalitis humanas causadas por VON y otros arbovirus y las principales determinantes ecológicas para la transmisión del VON en áreas tropicales.

Año 2007

No se otorgó la Medalla de Ciencia y Tecnología.

Año 2008

Dr. Byron Alfredo Arana Figueroa

El Dr. Byron Alfredo Arana Figueroa, es un guatemalteco, egresado de la Facultad de Medicina de la Universidad de San Carlos de Guatemala como Médico y Cirujano en el año 1983, posteriormente obtuvo un Doctorado en Enfermedades Tropicales en la Universidad de Liverpool, Inglaterra. En el año de 1998.

Actualmente, es miembro activo del Colegio Profesional de Médicos y Cirujanos de Guatemala, así como de la American Society of Tropical Medicine y la British Society of Tropical Medicine. Desde el año 2001 a la fecha, el Dr. Arana se desempeña como Co-Director del centro de Estudios en Salud, del Instituto de Investigaciones de la Universidad del Valle de Guatemala.

El Dr. Arana ha sido investigador Principal en más de 40 estudios clínicos –terapéuticos y de enfermedades tropicales. Ha sido autor y coautor de más 70 publicaciones científicas. Dentro del importante aporte científico del Dr. Arana a la Sociedad guatemalteca, en el campo de la salud, sobresalen los estudios en Oncocercosis, enfermedad de Chagas, estudios en parásitos intestinales, estudios en calidad del aire y los estudios en Leishmaniasis Cutánea.



El aporte científico de los estudios en Leishmaniasis Cutánea, le ha valido al Dr. Byron Alfredo Arana Figueroa, ser galardonado con la “Orden Monja Blanca de Primera Clase” otorgada por el Presidente de la República y la “Orden al Merito Intelectual” otorgada por el ministerio de la Defensa Nacional.

ANEXOS

ANEXO 1

SIGLAS Y ACRÓNIMOS

Siglas Técnicas

ACT: Actividades de Científicas y Tecnológicas

CyT: Ciencia y Tecnología

EJC: Equivalencia a Jornada Completa

FONACYT: Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología.

I+D: Investigación y Desarrollo

JC: Jornada Completa

PEA: Población Económicamente Activa

PIB: Producto Interno Bruto

Siglas de Organismos

CONCYT: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

CTCAP: Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica,
Panamá y República Dominicana

CYTED: Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo

INE: Instituto Nacional de Estadística

OCDE / OECD: Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

OEA: Organización de Estados Americanos.

RICYT: Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología

SENACYT: Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología

ANEXO 2

DEFINICIONES BASICAS

Investigación y Desarrollo Experimental

La investigación y el desarrollo experimental (I+D) comprenden el trabajo sistemático y creativo realizado con el fin de aumentar el caudal de conocimientos – inclusive el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad – y el uso de estos conocimientos para idear nuevas aplicaciones.

Sectores de ejecución

1. **Sector de Ejecución:** Es aquel en el que las unidades que lo integran llevan a cabo la actividad de I+D al interior de su planta física. Se definen cuatro sectores económicos que ejecutan I+D: Empresas, Gobierno, Educación Superior y Organizaciones Privadas sin fines de lucro.
2. **Sector de Financiamiento:** Se refiere a aquel sector en el que las unidades que lo integran pagan la actividad de I+D, aún cuando no necesariamente la ejecuten o lleven a cabo al interior de su planta física. Se definen cinco sectores de financiamiento: los primeros cuatro equivalen a los sectores de ejecución y el quinto al Sector Externo

Disciplinas Científicas

1. Ciencias Naturales y Exactas

- 1.1 Matemáticas e informática (matemáticas y otras áreas afines; informática y otras disciplinas afines (sólo desarrollo de software; el desarrollo de equipos debe clasificarse en ingeniería)
- 1.2 Ciencias físicas (astronomía y ciencias espaciales, física, otras áreas afines)
- 1.3 Ciencias químicas (química, otras áreas afines)
- 1.4 Ciencias de la tierra y ciencias relacionadas con el medio ambiente (geología, geofísica, mineralogía, geografía física y otras ciencias de la tierra, meteorología y otras ciencias de la atmósfera incluyendo la investigación climática, oceanografía, vulcanología, paleoecología, otras ciencias afines)
- 1.5 Ciencias biológicas (biología, botánica, bacteriología, microbiología, zoología, entomología, genética, bioquímica, biofísica, otras disciplinas afines a excepción de ciencias clínicas y veterinarias)

2. Ingeniería y Tecnología

- 2.1 Ingeniería civil (ingeniería arquitectónica, ciencia e ingeniería de los edificios, ingeniería de la construcción, ingeniería municipal, ingeniería estructural y otras disciplinas afines)
- 2.2 Ingeniería eléctrica, electrónica (ingeniería eléctrica, electrónica, ingeniería de los sistemas de comunicación, ingeniería informática (sólo equipos) y otras disciplinas afines).
- 2.3 Otras ciencias de la ingeniería (tales como la ingeniería química, técnicas aeronáuticas y aerospaciales, mecánica, metalurgia e ingeniería de los materiales y las correspondientes subdivisiones especializadas: productos forestales, ciencias aplicadas como geodesia, química industrial, etc.; ciencia y tecnología de producción de alimentos, tecnologías especializadas o áreas interdisciplinarias, por ejemplo, análisis de sistemas, metalurgia, minas, tecnología textil y otras disciplinas afines)

3. Ciencias Médicas

- 3.1 Medicina fundamental (anatomía, citología, fisiología, genética, farmacia, farmacología, toxicología, inmunología e inmunohematología, química clínica, microbiología clínica, patología)
- 3.2 Medicina clínica (anestesiología, pediatría, obstetricia y ginecología, medicina interna, cirugía, estomatología, neurología, psiquiatría, radiología, terapéutica, otorrinolaringología, oftalmología)
- 3.3 Ciencias de la salud (salud pública, higiene del trabajo, higiene del medio ambiente, enfermería, epidemiología)

4. Ciencias Agrícolas

- 4.1 Agricultura, silvicultura, pesca y ciencias afines (agronomía, zootecnia, pesca, silvicultura, horticultura, otras disciplinas afines)
- 4.2 Medicina veterinaria

5. Ciencias Sociales

- 5.1 Psicología
- 5.2 Economía
- 5.3 Ciencias de la educación (educación, formación y otras disciplinas afines)
- 5.4 Otras ciencias sociales (antropología, social y cultural, y etnología, demografía, geografía humana, económica y social), planificación urbana y rural, gestión, derecho, lingüística, ciencias políticas, sociología, métodos y organización, ciencias sociales varias y actividades interdisciplinarias, actividades metodológicas e históricas de I+D relacionadas con disciplinas de este grupo. La antropología física, la geografía física y la psicofisiología deben clasificarse normalmente en ciencias exactas y naturales.

6. Humanidades

- 6.1 Historia (historia, prehistoria e historia, así como ciencias auxiliares de la historia, tales como la arqueología, la numismática, la paleografía, la genealogía, etc.).
- 6.2 Lengua y literatura (lenguas y literaturas antiguas y modernas)
- 6.3 Otras humanidades [filosofía (incluyendo la historia de las ciencias y de la técnica), arte, historia del arte, crítica de arte, pintura, escultura, musicología, arte dramático a excepción de "investigaciones" artísticas de cualquier tipo, religión, teología, otras áreas y disciplinas relacionados con las humanidades, otras actividades de I+D metodológicas e históricas relacionadas con disciplinas de este grupo].

Objetivos Socioeconómicos

1. Exploración y Explotación de la Tierra

Abarca la investigación cuyos objetivos estén relacionados con la exploración de la corteza y la cubierta terrestre, los mares, los océanos y la atmósfera, y la investigación sobre su explotación. También incluye la investigación climática y meteorológica, la exploración polar (bajo diferente OSE, si es necesario) y la hidrológica. No incluye:

- La mejora de suelos y el uso del territorio (OSE 2).
- La investigación sobre la contaminación (OSE 3).
- La pesca (OSE 6).

2. Infraestructuras y ordenación del territorio

Cubre la investigación sobre infraestructura y desarrollo territorial, incluyendo la investigación sobre construcción de edificios. En general, este OSE engloba toda la investigación relativa a la planificación general del suelo. Esto incluye la investigación en contra de los efectos dañinos en el urbanismo urbano y rural pero no la investigación de otros tipos de contaminación (OSE 3).

3. Control y protección del medio ambiente

Comprende la investigación sobre el control de la contaminación destinada a la identificación y análisis de las fuentes de contaminación y sus causas, y todos los contaminantes, incluyendo su dispersión en el medio ambiente y los efectos sobre el hombre, sobre las especies vivas (fauna, flora, microorganismos) y la biosfera. Incluye el desarrollo de instalaciones de control para la medición de todo tipo de contaminantes. Lo mismo es válido para la eliminación y prevención de todo tipo de contaminantes en todos los tipos de ambientes.

4. Protección y mejora de la salud humana

Incluye la investigación destinada a proteger, promocionar y restaurar la salud humana, interpretada en sentido amplio para incluir los aspectos sanitarios de la nutrición y de la higiene alimentaria. Cubre desde la medicina preventiva, incluyendo todos los aspectos de los tratamientos médicos y quirúrgicos, tanto para individuos como para grupos así como la asistencia hospitalaria y a domicilio, hasta la medicina social, la pediatría y la geriatría.

5. Producción, distribución y utilización racional de la energía

Cubre la investigación sobre la producción, almacenamiento, transporte, distribución y uso racional de todas las formas de la energía. También incluye la investigación sobre los procesos diseñados para incrementar la eficacia de la producción y la distribución de energía, y el estudio de la conservación de la energía. No incluye:

- La investigación relacionada con prospecciones (OSE 1).
- La investigación de la propulsión de vehículos y motores (OSE 7).

6. Producción y tecnología agrícola

Abarca toda investigación sobre la promoción de la agricultura, los bosques, la pesca y la producción de alimentos. Incluye: la investigación en fertilizantes químicos, biocidas, control biológico de las plagas y la mecanización de la agricultura; la investigación sobre el impacto de las actividades agrícolas y forestales en el medio ambiente; la investigación en el desarrollo de la productividad y la tecnología alimentaria. No incluye:

- La investigación para reducir la contaminación (OSE 3).
- La investigación para el desarrollo de las áreas rurales, el proyecto y la construcción de edificios, la mejora de instalaciones rurales de ocio y descanso y el suministro de agua en la agricultura (OSE 2).
- La investigación en medidas energéticas (OSE 5).
- La investigación en la industria alimentaria (OSE 7).

7. Producción y tecnología industrial

Cubre la investigación sobre la mejora de la producción y tecnología industrial. Incluye la investigación de los productos industriales y sus procesos de fabricación, excepto en los casos en que forman una parte integrante de la búsqueda de otros objetivos (por ejemplo, defensa, espacio, energía, agricultura).

8. Estructuras y relaciones sociales

Incluye la investigación sobre objetivos sociales, como los analizan en particular las ciencias sociales y las humanidades, que no tienen conexiones obvias con otros OSE. Este análisis engloba los aspectos cuantitativos, cualitativos, organizativos y prospectivos de los problemas sociales.

9. Exploración y explotación del espacio

Cubre toda la investigación civil en el terreno de la tecnología espacial. La investigación análoga realizada en el terreno militar se clasifica en el OSE 13. Aunque la investigación espacial civil no está en general centrada sobre un objetivo específico, con frecuencia sí tiene un fin determinado, como el aumento del conocimiento general (por ejemplo la astronomía), o se refiere a aplicaciones especiales (por ejemplo, los satélites de telecomunicaciones).

10. Investigación no orientada

Abarca todos los créditos presupuestarios que se asignan a I+D pero que no pueden atribuirse a un objetivo. Puede ser útil una distribución suplementaria por disciplinas científicas.

11. Otra investigación civil

Cubre la investigación civil que no puede (aún) ser clasificada en una OSE particular.

12. Defensa

Abarca la investigación (y el desarrollo) con fines militares. También comprende la investigación básica y la investigación nuclear y espacial financiada por los ministerios de defensa. La investigación civil financiada por los ministerios de defensa, por ejemplo, en lo relativo a meteorología, telecomunicaciones y sanidad, debe clasificarse en los OSE pertinentes

Tipos de Investigación

La Investigación y Desarrollo Experimental (I+D) se divide en investigación básica, investigación aplicada y desarrollo experimental.

1. Investigación Básica

La 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.

2. Investigación Aplicada

La investigación aplicada consiste también en trabajos originales realizados para adquirir nuevos conocimientos; sin embargo, está dirigida fundamentalmente hacia un objetivo práctico específico.

3. Desarrollo Experimental

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

Personal en Ciencia y Tecnología

1. Investigadores

Los investigadores son profesionales que trabajan en la concepción o creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas y en la gestión de los respectivos proyectos.

2. Becarios de I+D o Doctorado

Los estudiantes postgraduados que desarrollan actividades de I+D deben ser considerados como investigadores e indicarse por separado. Si no constituyen una categoría diferente y son considerados como empleados, técnicos o investigadores, se suelen producir incoherencias en las series relativas a investigadores.

3. Técnicos y Personal Asimilado

Los técnicos y el personal asimilado son personas cuyas tareas principales requieren unos conocimientos y una experiencia de naturaleza técnica en uno o varios campos de la ingeniería, de las ciencias físicas y de la vida o de las ciencias sociales y las humanidades. Participan en la I+D ejecutando tareas científicas y técnicas que requieren la aplicación de métodos y principios operativos, generalmente bajo la supervisión de investigadores. El personal asimilado realiza los correspondientes trabajos bajo la supervisión de investigadores en ciencias sociales y humanidades. Sus tareas principales son las siguientes: realizar investigaciones bibliográficas y seleccionar el material apropiado en archivos y bibliotecas; elaborar programas para ordenador; llevar a cabo experimentos, pruebas y análisis; preparar los materiales y equipo necesarios para la realización de experimentos, pruebas y análisis; hacer mediciones y cálculos y preparar cuadros y gráficos; llevar a cabo encuestas estadísticas y entrevistas.

4. Otro personal de Apoyo

El otro personal de apoyo incluye los trabajadores, cualificados o no, y el personal de secretariado y de oficina que participan en la ejecución de proyectos de I+D o que están directamente relacionados con la ejecución de tales proyectos.

Equivalencia a jornada completa (EJC)

La equivalencia a jornada completa (EJC) se calcula considerando para cada persona únicamente la proporción de su tiempo (o su jornada) que dedica a I+D (o ACT, cuando corresponda).

Un EJC puede entenderse como el equivalente a una persona-año. Así, quien habitualmente emplea el 30 % de su tiempo a I+D y el resto a otras actividades (tales como enseñanza, administración universitaria y orientación de alumnos) debe ser considerado como 0,3 EJC. Igualmente, si un trabajador de I+D con dedicación plena está empleado en una unidad de I+D 6 meses únicamente, el resultado es un EJC de 0,5. Puesto que la jornada (período) laboral normal puede diferir de un sector a otro, e incluso de una institución a otra, es imposible expresar la equivalencia a jornada completa en personas/año.

Teóricamente, la conversión en equivalencia a jornada completa debería aplicarse a todo el personal de I+D a tomar en consideración. En la práctica, se acepta que las personas que emplean más del 90% de su tiempo a I+D (por ejemplo, la mayor parte del personal empleado en laboratorios de I+D) sean consideradas con equivalencia de dedicación plena del 100% y de la misma forma, podrían excluirse todas las personas que dedican menos del 10% de su tiempo a I+D.

La I+D puede ser la función principal de algunas personas (por ejemplo, los empleados de un laboratorio de I+D), o sólo la función secundaria (por ejemplo, los empleados de un establecimiento dedicado a proyectos y ensayos). La I+D puede igualmente representar una fracción apreciable de la actividad en determinadas profesiones (por ejemplo, los profesores universitarios y los estudiantes postgraduados). Si se computaran únicamente las personas empleadas en centros de I+D, resultaría una subestimación del esfuerzo dedicado a I+D; por el contrario, si se contabilizaran todas las personas que dedican algún tiempo a I+D, se produciría una sobreestimación. Es preciso, por tanto, traducir a equivalencia a jornada completa (EJC) el número de personas que realizan actividades de I+D.

BIBLIOGRAFÍA

- **Banco de Guatemala.** <http://www.banguat.gob.gt/>
- **CONACYT.** Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2007.
- **CONCYT/SENACYT (2005).** Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2014. Magna Terra Editores, Guatemala. 61 p.
- **Frascati, Manual de (2002).** Propuesta de Norma Práctica para Encuestas de Investigación y Desarrollo Experimental. Fundación Española de Ciencia y Tecnología, FECYT. Madrid, España, 2003. 276 p.
- **MINCYT (2007).** Indicadores de Ciencia y Tecnología, Argentina 2007, Ministerio de Ciencia y Tecnología e Innovación Productiva. Argentina, 2007.
- **OCDE.** Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to Science and Technology “Canberra Manual”. Paris, 1995.
- **OECD.** Main Science and Technology Indicators, 2005-1.Paris.
- **OECD.** Proposed Standard Practice for Surveys of Research and Experimental Development, Frascati Manual 1993, París. 1994.
- **RICYT (2007).** El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos
- **RICYT (2008).** El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos
- **RICYT (2003).** Instructivo para la recolección y presentación de Indicadores de Ciencia y Tecnología. Buenos Aires, Argentina. 13 p.
- **SENACYT (2006).** Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas. Guatemala, diciembre 2006.

Ciencia, Tecnología e Innovación, bases fundamentales para el desarrollo económico y social del país

Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología
Certificada ISO 9001:2008



Certificado No.
SC 6618-1



SENACYT
Secretaría Nacional
de Ciencia y Tecnología

3a. Avenida 13-28 zona 1, Ciudad de Guatemala
PBX: (502) 2230-2664
www.concyt.gob.gt