

# Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas Guatemala 2011 - 2012





El logotipo del CONCYT SENACYT se inspira en el 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 tecnológica 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 relaciones con las entidades del exterior.

Dr. Juan Alfonso Fuentes Soria  
**Vicepresidente de la República de  
Guatemala  
y Presidente del -CONCYT-**

Ing. Armando Gabriel Pokus Yaquián, M.A.  
**Secretario Nacional de Ciencia y  
Tecnología**

## Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Dr. Juan Alfonso Fuentes Soria  
**Vicepresidente de la República y  
Presidente del CONCYT**

Lic. Jorge Méndez Herbruger  
**Ministro de Economía**

Diputado Jesús Antonio Ralda Sarg  
**Presidente de la Comisión de Educación,  
Ciencia y Tecnología del Congreso de la  
República**

Dr. Carlos Guillermo Alvarado Cerezo  
**Rector Magnífico de la Universidad de  
San Carlos de Guatemala**

Dr. Harold Caballeros López  
**Rector de la Universidad de San Pablo de  
Guatemala y representante de las  
universidades privadas**

M.Sc. María del Carmen Samayoa Grajeda  
**Presidente de la Academia de Ciencias  
Médicas, Físicas y Naturales de  
Guatemala**

Ing. Roberto Fernández Botrán  
**Presidente de la Cámara Empresarial de  
Guatemala**

Ing. Oscar Emilio Castillo  
**Presidente de la Cámara de Industria de  
Guatemala**

Sr. Nils Leporowski  
**Presidente de la Cámara del Agro de  
Guatemala**

## Comisión Consultiva del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

Ing. Aníbal Bartolomé Martínez Muñoz  
**Vicepresidencia de la República**

Lic. Alejandro Williams Withaker  
Lic. Franky Eduardo Reyes Osorio  
**Ministerio de Economía**

Diputado Jesús Antonio Ralda Sarg  
Diputada Mirna Magnolia Figueroa  
Resen de Coro  
**Comisión de Educación, Ciencia y  
Tecnología del Congreso de la República**

Dr. Rubén Dariel Velásquez Miranda  
Lic. Gerardo Leonel Arroyo Catalán  
**Universidad de San Carlos de Guatemala**

Licda. Celeste Oliva  
Lic. Otto Adolfo Marroquín Álvarez  
**Universidades Privadas**

Ing. Hugo Antonio Tobías  
Dr. Carlos Enrique Acevedo González  
**Academia de Ciencias Médicas, Físicas y  
Naturales de Guatemala**

Dr. Mario Francisco Melgar Morales  
**Cámara Empresarial de Guatemala**

Ing. Daniel Alberto García Gaitán  
Ing. Francisco Khalil de León Barrios  
**Cámara de Industria de Guatemala**

Ing. Ricardo Santacruz Rubí  
Ing. Zsolt Gerendas Armas  
**Cámara del Agro de Guatemala**

## Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT–

Ing. Armando Gabriel Pokus Yaquián, M.A.  
**Secretario Nacional de Ciencia y Tecnología**

Ing. Milton Abel Sandoval Guerra  
**Director técnico de programa y proyectos I+D+**

Lic. Julio César Hernández Granados  
**Director de informática**

Lic. Julio Eduardo Saquic Cáceres  
**Director financiero**

Dr. Hugo Figueroa Marroquín  
**Director de innovación tecnológica**

Dra. Marling del Socorro Loza Paez  
**Directora de actividades y programa especiales**

Licda. Rosalinda Padilla Jocol  
**Directora de auditoría interna**

Licda. Delfina Isabel Cordón Guerra  
**Directora administrativo**

Sr. Francisco Rafael Cano Betancourt  
**Director de planificación, evaluación y desarrollo**

Licda. Ingrid María Azurdia López  
**Jefa de recursos humanos**

Licda. Savira Vanessa Ramos Pérez, M.Sc.  
**Directora de cooperación**

Licda. Erika Pahola Castillo Castañeda  
**Departamento de comunicación social**

Licda. Rosa María Catalán Melgar  
**Asesora jurídica**

## AGRADECIMIENTOS

El presente volumen ha sido elaborado por la unidad de gestión de calidad de la Dirección de planificación, evaluación y desarrollo.

La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT– agradece a todas las universidades privadas autorizadas en el país, a las facultades, escuelas no facultativas, centros de investigación y centros regionales de la Universidad de San Carlos de Guatemala, a las instituciones del Estado de Guatemala y a los funcionarios de estas instituciones, que colaboraron activamente en proporcionar la información solicitada para poder elaborar este documento.

La SENACYT expresa su profundo agradecimiento al Instituto Nacional de Estadística –INE– por el apoyo y disposición brindando la validación de toda la información que se genera en el relevamiento de datos de los indicadores de ciencia y tecnología que actualmente realiza la SENACYT.

### **Elaboración del informe**

Ing. Ingrid Lorena Menéndez Espinoza

### **Colaboradores**

Ing. Elías Josué Avilés Vanegas

### **Contacto**

Email: [imenendez@concyt.gob.gt](mailto:imenendez@concyt.gob.gt)

Página web: [www.concyt.gob.gt](http://www.concyt.gob.gt)

Teléfono: (502) 2317-2600

Fax: (502) 2317-2699

3ª. avenida 13-28 zona 1,

Ciudad de Guatemala, Guatemala

## PRÓLOGO

La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología SENACYT, se complace en presentar una nueva versión de la medición de indicadores de ciencia y tecnología correspondiente a datos de los años 2011-2012.

La presente edición actualiza la serie de los indicadores de ciencia y tecnología de Guatemala iniciada en 2005, al agregar los datos correspondientes a los años 2011-2012.

La información contenida en esta publicación pretende dar un panorama general de la evolución del sector ciencia y tecnología en Guatemala y servir de base para la toma de decisiones y la realización de otros estudios sobre el tema.

Se presentan indicadores de inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por el Estado y la academia, así como los recursos humanos asociados a dicha actividad. También se incluyen las estadísticas de graduados universitarios y de producción científica de Guatemala. Un apartado de comparaciones internacionales donde permite situar a Guatemala en el entorno internacional.

## PALABRAS DEL SECRETARIO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

Para la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, es un gusto presentar esta nueva edición del informe de Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas de Guatemala 2011-2012, contiene una presentación gráfica de los principales datos recolectados de las distintas instituciones académicas, gubernamentales y centros de investigación quienes conforman el Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología.

El objetivo de este informe es representar las tendencias de investigación e inversión económica en I+D<sup>1</sup> y el inventario de los recursos humanos con que cuenta el país para hacer investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación.

El disponer de estos indicadores permite conocer los niveles y aspectos cuantitativos de las Actividades Científicas y Tecnológicas (ACT), los cuales nos permitirán analizar y concientizar la importancia que, cada día en mayor medida, estos revisten para el desarrollo económico y social adicionalmente la necesidad de administrarlos, asignando recursos, determinando políticas y evaluando el impacto de su ejecución.

En épocas recientes ha cobrado gran importancia la consolidación y comparación de indicadores entre países a nivel regional, iberoamericano, hemisférico y mundial. En tal sentido, se hace necesario que nuestro país cuente con información actualizada que permita evaluar la situación nacional en términos de capital humano, inversión en ciencia, tecnología e innovación.

De la misma manera derivado de la realización de la IV Reunión de Ministros y Altas Autoridades de Ciencia y Tecnología, en el marco de la Organización de Estados Americanos -OEA-, que tuvo como sede a Guatemala, se resaltó la importancia de la Innovación Inclusiva como clave para el desarrollo de los países, además de incentivar y elevar la participación del género femenino en la ciencia.

Nuestro país tiene el compromiso de generar un cambio a nivel de instituciones, pero también hacer extensivo ese cambio a los sectores privado, académico, público y a los investigadores. Debemos impulsar la ciencia, tecnología e innovación como herramientas fundamentales que permitan la búsqueda de soluciones a los principales problemas de nuestros países, fomentar la investigación de impacto y sobre todo, como dice el lema de la IV REMCYT, hacer realidad la innovación inclusiva, llevando los resultados de las investigaciones al interior del país, a las áreas rurales, a las poblaciones necesitadas. Realizar la transferencia de tecnología que permita que nuestras comunidades vivan mejor y sean más competitivas. Solo de esta forma, estaremos logrando un desarrollo real y sostenible.

**Ing. Armando Gabriel Pokus Yaquián, M.A.**  
Secretario Nacional de Ciencia y Tecnología  
SENACYT



<sup>1</sup> I+D: Investigación y Desarrollo

## **PALABRAS DEL GERENTE DEL INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA DE GUATEMALA**

El Instituto Nacional de Estadística –INE–, como ente rector de las estadísticas oficiales en Guatemala, tuvo participación activa con la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT–, en la validación del Informe de Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas, correspondiente a los años 2011 y 2012; en cuanto a la observación metodológica, revisión de indicadores y herramientas, así como el acompañamiento en el relevamiento de los datos obtenidos en la encuesta de indicadores de Ciencia y Tecnología.

Expertos de la Secretaría, revisaron conjuntamente con personal técnico de la Unidad de Estadísticas de Educación y de la Sección de Estadísticas Sociales, cada uno de los indicadores contenidos en el presente informe, con el acompañamiento estrecho de la Dirección de Índices y Estadísticas Continuas y Departamento de Estadísticas Socioeconómicas y Ambientales y la Gerencias y Sub Gerencia Técnica.

Así mismo, a través de la Oficina Coordinadora Sectorial de Estadísticas de Educación, –OCSE Educación–, el pleno de la misma, sesionó en varias oportunidades para revisar la metodología del relevamiento, revisión de los indicadores de contexto, revisión de las estadísticas de inversiones y recursos, entre otros aspectos, para certificar el proceso de elaboración del presente informe.

El Instituto Nacional de Estadística agradece a la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, al avocarse a esta Institución para validar el presente Informe de Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas en Guatemala, años 2011 y 2012; y de esta manera cumplir con el Decreto Ley 3-85 Ley Orgánica del Instituto Nacional de Estadística, Capítulo II, Artículo Séptimo, respecto a las obligaciones de las entidades y dependencias que integran el Sistema Estadístico Nacional, que textualmente menciona en el inciso 5: “Someter al INEC, para su aprobación, los datos e informes estadísticos que elaboren previamente a su publicación con carácter oficial”.

**Lic. Rubén Darío Narciso Cruz**  
Gerente  
Instituto Nacional de Estadística Guatemala –INE–

## ÍNDICE GENERAL

|   |    |
|---|----|
| INTRODUCCIÓN.....   | 14 |
| METODOLOGÍA DEL RELEVAMIENTO .....  | 15 |
| INDICADORES DE CONTEXTO .....   | 17 |
| 1. INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN LOS SECTORES PÚBLICO Y ACADÉMICO.....                  | 18 |
| 2. RECURSOS HUMANOS EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA .....   | 24 |
| 2.1. Recursos humanos que realizan investigación y desarrollo .....   | 24 |
| 2.2. Graduados universitarios.....  | 30 |
| 2.3. Becas de estudios superiores .....   | 35 |
| 2.4. Becas otorgadas por la Universidad de Kyung Hee, Corea.....  | 37 |
| 3. PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EXPERIMENTAL .....   | 38 |
| 4. PRODUCCIÓN CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA .....  | 40 |
| 4.1. Patentes.....  | 40 |
| 4.2. Tasa de dependencia .....  | 43 |
| 4.3. Coeficiente de inversión .....   | 44 |
| 4.2. Publicaciones.....   | 45 |
| 5. SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA .....  | 48 |
| 5.1. Presupuesto ejecutado por la SENACYT.....  | 50 |
| 5.2. Inversión en investigación y desarrollo realizada por la SENACYT.....  | 50 |
| 5.3. Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT .....                          | 51 |
| 5.4. Proyectos de investigación y desarrollo experimental (I+D) financiados por la SENACYT .....                  | 55 |
| 6. COMPARANTES INTERNACIONALES.....   | 57 |
| 6.1. Graduados universitarios.....  | 60 |
| 7. CIENTÍFICOS Y TECNÓLOGOS DESTACADOS DE GUATEMALA.....  | 63 |
| 7.1. Medalla de ciencia y tecnología .....  | 63 |
| 7.2. Premio de la academia de ciencias para el mundo en vías de desarrollo (TWAS, por sus siglas en inglés) ..... | 68 |
| ANEXO.....  | 73 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### TABLAS

|        |  |    |
|--------|--|----|
| I.     | Población.....   | 17 |
| II.    | Población Económicamente Activa (PEA) .....  | 17 |
| III.   | Producto Interno Bruto (PIB).....  | 17 |
| IV.    | Tasa de cambio.....  | 17 |
| V.     | Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico .....   | 18 |
| VI.    | Cuadro de Inversión en Investigación y Desarrollo Experimental en los Sectores Público y Académico en Relación al Producto Interno Bruto (PIB) .....       | 18 |
| VII.   | Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por sector de financiamiento.....                       | 19 |
| VIII.  | Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental del sector educación superior por tipo de universidad .....                                 | 19 |
| IX.    | Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por sector de ejecución.....                            | 20 |
| X.     | Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico, por disciplina científica.....                         | 21 |
| XI.    | Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por objetivo socioeconómico .....                       | 22 |
| XII.   | Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico, por tipo de investigación .....                        | 23 |
| XIII.  | Cuadro de aporte de la SENACYT a la inversión en investigación y desarrollo experimental, por tipo de investigación .....                                  | 24 |
| XIV.   | Personal dedicado a investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por categoría.....   | 24 |
| XV.    | Personal dedicado a investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por categoría, Equivalencia a Jornada Completa (EJC) ..... | 25 |
| XVI.   | Personal dedicado a la investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por sector de empleo y categoría .....                  | 25 |
| XVII.  | Investigadores de los sectores público y académico según género (porcentaje) .....   | 26 |
| XVIII. | Investigadores de los sectores público y académico por sector de empleo .....  | 26 |
| XIX.   | Investigadores de los sectores público y académico por sector de empleo y género .....   | 27 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| XX.      | Investigadores de los sectores público y académico por disciplina científica .....  | 27 |
| XXI.     | Investigadores de los sectores público y académico por disciplina científica (porcentaje) .....   | 28 |
| XXII.    | Investigadores de los sectores público y académico por disciplina científica y sector de empleo .....   | 28 |
| XXIII.   | Investigadores de los sectores público y académico por nivel de formación .....   | 29 |
| XXIV.    | Investigadores de los sectores público y académico por nivel de formación y género .....  | 29 |
| XXV.     | Graduados universitarios de las universidades autorizadas en el país, por grado académico .....   | 30 |
| XXVI.    | Graduados universitarios de las universidades autorizadas en el país, por grado académico y tipo de universidad, 2011 y 2012.....   | 30 |
| XXVII.   | Graduados (Licenciatura, Maestría y Doctorado) en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica.....   | 31 |
| XXVIII.  | Graduados (Licenciatura, Maestría y Doctorado) en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica (porcentaje) .....                                   | 31 |
| XXIX.    | Graduados Universitarios (Licenciatura, Maestría y Doctorado) en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica y por tipo de universidad, 2012 ..... | 31 |
| XXX.     | Graduados de Licenciatura en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica .....   | 32 |
| XXXI.    | Graduados de Licenciatura en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica (en porcentaje) .....   | 33 |
| XXXII.   | Graduados de Maestría en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica .....   | 33 |
| XXXIII.  | Graduados de Maestría en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica (en porcentaje) .....   | 34 |
| XXXIV.   | Graduados de Doctorado en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica .....  | 34 |
| XXXV.    | Becas otorgadas por fuentes cooperantes en los años 2011 y 2012 .....   | 35 |
| XXXVI.   | Consolidado de becas otorgadas desde el año 2008 hasta el año 2012 .....  | 35 |
| XXXVII.  | Becas otorgadas por la Universidad de Kyung Hee en 2011 canalizadas por la SENACYT .....  | 37 |
| XXXVIII. | Becas otorgadas por la Universidad de Kyung Hee en 2012 canalizadas por la SENACYT .....  | 38 |
| XXXIX.   | Proyectos de investigación y desarrollo experimental realizados, por disciplina científica (2012 y tres años anteriores) .....  | 38 |

|         |   |    |
|---------|---|----|
| XL.     | Proyectos de investigación y desarrollo experimental por objetivo socioeconómico 2011 y 2012.....                                       | 39 |
| XLI.    | Patentes solicitadas y otorgadas en Guatemala por nacionales y extranjeros .....  | 41 |
| XLII.   | Patentes solicitadas y entregadas en Guatemala por nacionales y extranjeros (porcentaje) .....  | 42 |
| XLIII.  | Diseños industriales solicitados y otorgados .....  | 42 |
| XLIV.   | Modelos de utilidad solicitados y otorgados.....  | 43 |
| XLV.    | Tasa de dependencia.....  | 43 |
| XLVI.   | Coeficiente de invención .....  | 44 |
| XLVII.  | Publicaciones guatemaltecas en revistas científicas .....   | 46 |
| XLVIII. | Publicaciones Guatemaltecas en revistas científicas por habitante .....   | 47 |
| XLIX.   | Publicaciones Guatemaltecas en revistas científicas en relación al PIB .....  | 47 |
| L.      | Presupuesto ejecutado por la SENACYT .....  | 50 |
| LI.     | Inversión en investigación y desarrollo realizada por la SENACYT .....  | 50 |
| LII.    | Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por sector de ejecución (en porcentaje).....             | 51 |
| LIII.   | Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por disciplina científica .....                          | 52 |
| LIV.    | Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por disciplina científica (en porcentaje).....           | 52 |
| LV.     | Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por objetivo socioeconómico (en porcentaje) .....        | 52 |
| LVI.    | Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por tipo de investigación (en porcentaje) .....          | 53 |
| LVII.   | Cantidad de proyectos de investigación y desarrollo experimental por disciplina científica, financiados por la SENACYT .....            | 54 |
| LVIII.  | Cantidad de proyectos de investigación y desarrollo experimental realizados con fondos de la SENACYT, por objetivo socioeconómico ..... | 55 |
| LIX.    | Inversión en investigación y desarrollo tecnológico .....   | 56 |
| LX.     | Inversión en investigación y desarrollo experimental respecto al PIB (Porcentaje).....  | 57 |
| LXI.    | Inversión en Investigación y desarrollo experimental por tipo de investigación.....   | 58 |
| LXII.   | Número de graduados a nivel de licenciatura por disciplina científica .....   | 59 |
| LXIII.  | Número de graduados a nivel de maestría por disciplina científica.....  | 60 |
| LXIV.   | Número de graduados a nivel de doctorado disciplina científica.....   | 61 |

## GRÁFICAS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico .....  | 18 |
| 2.  | Inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por sector de financiamiento .....                           | 19 |
| 3.  | Inversión en investigación y desarrollo experimental del sector educación superior (porcentaje) .....   | 20 |
| 4.  | Inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por sector de ejecución .....                                | 21 |
| 5.  | Porcentaje de la inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por disciplina científica .....             | 22 |
| 6.  | Inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico, distribución porcentual por objetivos socioeconómicos ..... | 23 |
| 7.  | Inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por tipo de investigación .....                              | 23 |
| 8.  | Personal dedicado a la investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por categoría .....                                | 25 |
| 9.  | Investigadores de los sectores público y académico por sector de empleo (porcentaje) .....  | 26 |
| 10. | Investigadores de los sectores público y académico por nivel de formación (porcentaje) .....  | 29 |
| 11. | Graduados universitarios de las universidades autorizadas en el país por grado académico (porcentaje) .....   | 30 |
| 12. | Estudiantes becados a nivel de licenciatura en los periodos 2008-2012 .....   | 36 |
| 13. | Estudiantes becados a nivel de maestría en los periodos 2008-2012 .....   | 36 |
| 14. | Estudiantes becados a nivel de doctorado en los periodos 2008-2012 .....  | 37 |
| 15. | Distribución porcentual de los proyectos de I+D realizados, según la disciplina científica, 2012. ....  | 39 |
| 16. | Distribución porcentual de proyectos de I+D realizados en 2012, por objetivo socioeconómico .....   | 40 |
| 17. | Tasa de dependencia .....   | 43 |
| 18. | Coeficiente de invención .....  | 44 |
| 19. | Órganos Integrantes del SINCYT .....  | 49 |
| 20. | Presupuesto Ejecutado por la SENACYT en millones de quetzales .....   | 50 |

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 21. | Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT en millones de quetzales.....                      | 51 |
| 22. | Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT en 2012, por disciplina científica.....            | 53 |
| 23. | Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT en 2012, por objetivo socioeconómico.....          | 54 |
| 24. | Distribución porcentual de los proyectos realizados con fondos de la SENACYT, según la disciplina científica, durante 2011 ..... | 55 |

## INTRODUCCIÓN

El presente documento “*Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas Guatemala, 2011 y 2012*” tiene como objetivo actualizar las series de indicadores de ciencia y tecnología de Guatemala y brindar información 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 que surgieron 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 muestra en el presente corresponde al sector público y académico del país. 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 la información en concordancia con las definiciones y clasificaciones establecidas.

Las definiciones y clasificaciones adoptadas para la recopilación de datos corresponden a las del Manual de Frascati. Dichas definiciones y clasificaciones se incluyen en este documento. De manera que el lector puede saber de manera clara lo que representa cada indicador.

El primer capítulo presenta información sobre la inversión realizada el país en Investigación y Desarrollo Experimental por 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. El tercero proporciona datos sobre los proyectos de investigación realizados en el país. El cuarto sobre la producción científica y tecnológica del país. El quinto presenta información sobre la inversión en I+D realizada por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología de Guatemala. El sexto contiene indicadores de ciencia y tecnología de otros países, que permiten posicionar a nuestro país en el contexto internacional; y finalmente, el capítulo 7 presente las semblanzas de los científicos y tecnólogos destacados del país.

## METODOLOGÍA DEL RELEVAMIENTO

### RECOPIACIÓN

#### a. Inversión en Investigación y Desarrollo Experimental -I+D-

La recopilación de la información sobre la inversión en Investigación y Desarrollo Experimental se realizó por medio de la encuesta “**Indicadores de Ciencia y Tecnología: Inversión en Investigación y Desarrollo Tecnológico 2012**” que anualmente hace la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. El envío y la recepción de la encuesta fueron a través de correo electrónico.

#### Universo de la Encuesta de Inversión en Investigación y Desarrollo Experimental

El universo de la encuesta de Inversión en Investigación y Desarrollo Experimental 2012 lo constituyen el sector académico (Universidades) y el sector Gobierno (ministerios, secretarías, entidades descentralizadas, entidades autónomas, etc.) de Guatemala. En el Anexo 3, se presentan las instituciones de los sectores encuestados que realizaron proyectos de investigación y desarrollo en 2012 y años anteriores.

La encuesta se envió a los rectores de las universidades privadas, quienes nombraron a un responsable. En el caso de la Universidad de San Carlos de Guatemala, se encuestaron todas las facultades, escuelas no facultativas, centros de investigación y centros regionales de manera individual.

| Tipo de Institución                  | Cantidad de unidades informantes |
|--------------------------------------|----------------------------------|
| Instituciones públicas               | 3                                |
| Universidad de San Carlos            | 17                               |
| Universidades privadas               | 3                                |
| <b>Total de unidades informantes</b> | <b>23</b>                        |

Se identificó un total de 23 unidades informantes. La tasa de respuesta fue de un 27% para las instituciones privadas, de un 30% para las instituciones del estado y en el caso de la Universidad de San Carlos: 100% para las facultades, 100% para los centros de investigación, 25% para las Escuelas No facultativas y un 20% para los Centros Regionales.

#### b. Graduados universitarios

La recopilación de la información sobre los graduados universitarios se realizó por medio de la encuesta “**Graduados Universitarios 2011 y 2012**” que hace la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología. El Universo de dicha encuesta lo constituyen todas las universidades autorizadas en el país que han generado graduados. Es importante mencionar que existen universidades que se encuentran en funcionamiento pero no han generado graduados aún. Se obtuvo un 100% de respuesta.

### TRATAMIENTO DE LA INFORMACIÓN RECOPIADA

La información recopilada es tratada por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología con estricta confidencialidad, no es divulgada ni llegará a conocimiento de persona u organización pública o privada, de manera tal que permita la identificación del ente que la suministra. Los resultados se publican de forma global de acuerdo con los sectores establecidos.

A continuación se menciona el tratamiento dado a la información recopilada.

### 1. Revisión y validación de información

Cada encuesta llena recibida pasó por un proceso de revisión detallado. Al detectarse datos incongruentes, faltantes o con variaciones muy grandes en relación a los datos presentados el año anterior, se estableció comunicación con la institución para validar los datos proporcionados o corregirlos si fuese necesario.

### 2. Vaciado de información a banco de datos

La información validada se ingresó al banco de datos y se tabuló por medio de una herramienta de Excel creada para tal fin que liga los resúmenes y los concatena en un global. Así se obtuvieron los datos consolidados por sector.

### 3. Elaboración de tablas y cuadros

A partir de los datos tabulados se elaboraron las tablas y gráficas que se incluyen en el presente documento y permiten tener indicadores del estado de la ciencia y la tecnología del país.

## Obstáculos en la recopilación de la información

La recopilación de datos año con año enfrenta como principal obstáculo el poco conocimiento de las personas asignadas a brindar la información, encontrando los siguientes errores recurrentes:

- Alta rotación del personal que brinda la información en las instituciones.
- Poco seguimiento de instrucciones para el llenado de los instrumentos por parte de algunas instituciones.
- Escaso seguimiento por parte de algunos centros de investigación que atrasan la elaboración de los informes.

Los antes mencionados son los problemas más frecuentes sin embargo no son todos.

## Recopilación de Otros Indicadores de Ciencia y Tecnología

Los datos de producción científica y tecnológica que incluyen patentes y publicaciones, así como los indicadores comparativos se obtienen del Registro de la Propiedad Intelectual y de la Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología –RICYT-, respectivamente.

Es importante mencionar que para todos los relevamientos realizados, correspondientes a los años 2005-2012 se aplicó la misma metodología, con similares instrumentos de recolección de la información. En consecuencia, los resultados obtenidos son comparables.

## INDICADORES DE CONTEXTO

Tabla I. **Población**

| Año                  | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------|------|------|------|------|------|------|
| millones de personas | 13.3 | 13.7 | 14.0 | 14.4 | 14.7 | 15.1 |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística -INE-

Tabla II. **Población Económicamente Activa (PEA)**

| Año                  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010 | 2011 | 2012 |
|----------------------|-------|-------|-------|------|------|------|
| millones de personas | 5.56* | 5.63* | 5.70* | 5.77 | 5.57 | 6.2  |

Fuente: Instituto Nacional de Estadística -INE-: ENCOVI-2006 y ENEI 2010

\*: Para los años 2007-2009 los valores que se presentan fueron calculados por método de interpolación.

Tabla III. **Producto Interno Bruto (PIB)**

| Año  | 2007      | 2008      | 2009 <sup>p/</sup> | 2010 <sup>p/</sup> | 2011      | 2012      |
|--|-----------|-----------|--------------------|--------------------|-----------|-----------|
| millones de quetzales (a precios corrientes de 2001) | 261,760.1 | 295,871.5 | 307,552.3          | 331,870.5          | 365,136.2 | 390,415.3 |

A precios de cada año.

p/ Cifras preliminares.

Fuente: Banco de Guatemala

Tabla IV. **Tasa de cambio**

| Año  | 2005 | 2006 | 2007 <sup>p/</sup> | 2008 <sup>e/</sup> | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|------|------|--------------------|--------------------|------|------|------|------|
| Quetzales por dólar de los Estados Unidos de América | 7.58 | 7.59 | 7.63               | 7.78               | 8.35 | 8.01 | 7.81 | 7.90 |

Fuente: Banco de Guatemala

## 1. INVERSIÓN EN INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EXPERIMENTAL EN LOS SECTORES PÚBLICO Y ACADÉMICO

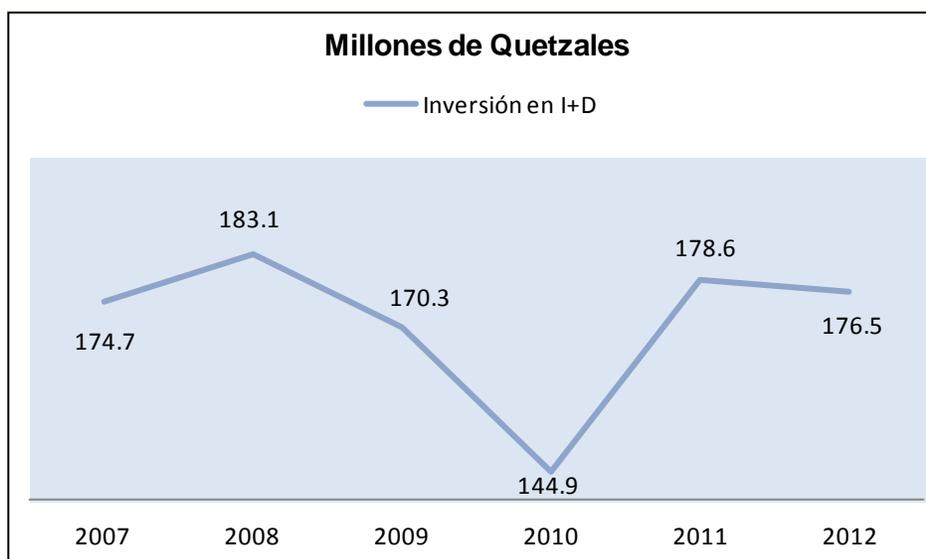
A continuación se presentan las estadísticas sobre la inversión en Investigación y Desarrollo Experimental realizada en el sector Público y Académico de Guatemala, durante los últimos años. Para una clara comprensión de las diferentes categorías de agrupación se recomienda consultar el Anexo 4 que incluye las definiciones utilizadas para la estandarización de la información.

Tabla V. **Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico**

| Año  | Inversión en I+D (millones de Quetzales) | Variación en Relación al Año Anterior |
|------|--|---------------------------------------|
| 2007 | 174.7                                    | +35.1 %                               |
| 2008 | 183.1                                    | +4.8 %                                |
| 2009 | 170.3                                    | -7 %                                  |
| 2010 | 144.9                                    | -14.91%                               |
| 2011 | 178.6                                    | +23.26%                               |
| 2012 | 176.5                                    | -1.18%                                |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 1. **Inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico**



Fuente: Elaboración propia.

Tabla VI. **Cuadro de Inversión en Investigación y Desarrollo Experimental en los Sectores Público y Académico en Relación al Producto Interno Bruto (PIB)**

| Año                                    | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|------|------|------|------|------|------|
| <b>INVERSIÓN en I+D (en % del PIB)</b> | 0.07 | 0.06 | 0.05 | 0.04 | 0.05 | 0.05 |

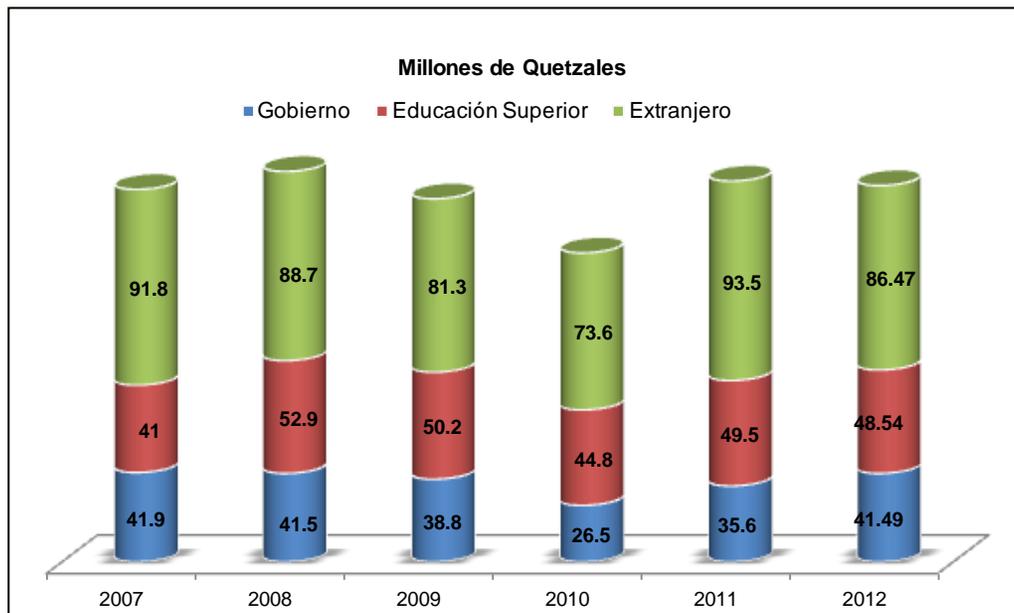
Fuente: Elaboración propia.

Tabla VII. Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por sector de financiamiento

| Sector de Financiamiento                 | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Gobierno                                 | 41.9         | 41.5         | 38.8         | 26.5         | 35.6         | 41.49        |
| Educación Superior                       | 41.0         | 52.9         | 50.2         | 44.8         | 49.5         | 48.54        |
| Extranjero                               | 91.8         | 88.7         | 81.3         | 73.6         | 93.5         | 86.47        |
| <b>Total<br/>(millones de quetzales)</b> | <b>174.7</b> | <b>183.1</b> | <b>170.3</b> | <b>144.9</b> | <b>178.6</b> | <b>176.5</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 2. Inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por sector de financiamiento



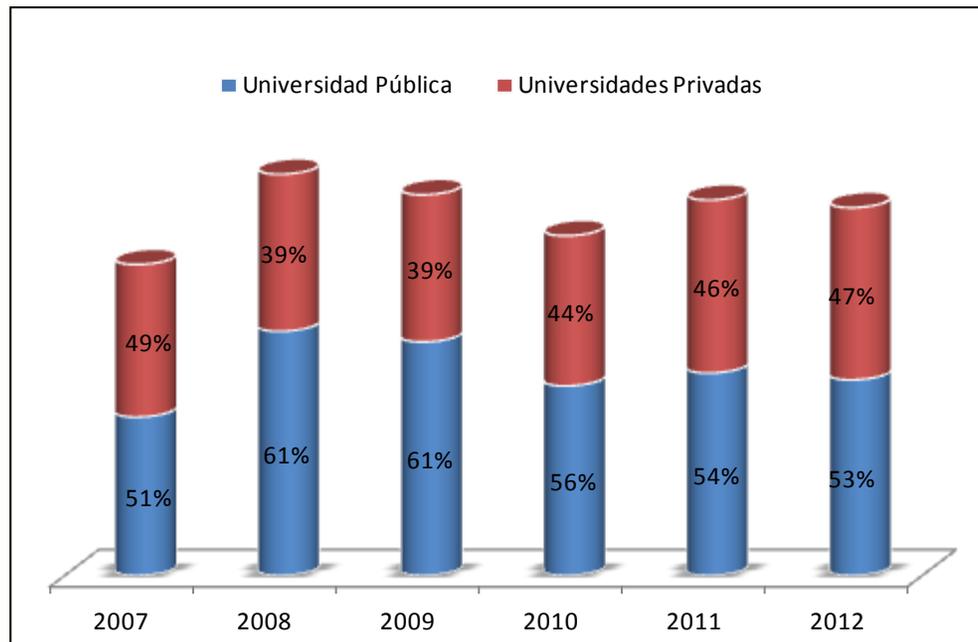
Fuente: Elaboración propia.

Tabla VIII. Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental del sector educación superior por tipo de universidad

| Tipo de Universidad                      | 2007        | 2008        | 2009        | 2010        | 2011        | 2012        |
|--|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Universidad Pública                      | 20.9        | 32.2        | 30.8        | 25.0        | 26.7        | 25.8        |
| Universidades Privadas                   | 20.1        | 20.7        | 19.4        | 19.8        | 22.8        | 22.7        |
| <b>Total<br/>(millones de quetzales)</b> | <b>41.0</b> | <b>52.9</b> | <b>50.2</b> | <b>44.8</b> | <b>49.5</b> | <b>48.5</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3. **Inversión en investigación y desarrollo experimental del sector educación superior (porcentaje)**



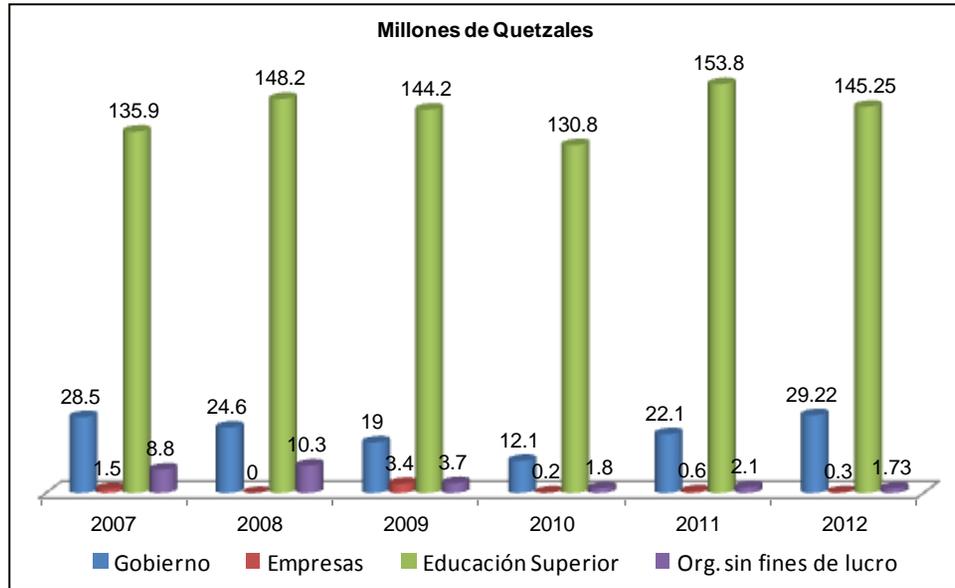
Fuente: Elaboración propia.

Tabla IX. **Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por sector de ejecución**

| Sector de ejecución                 | 2005        | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|-------------------------------------|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Gobierno                            | 24.5        | 30.5         | 28.5         | 24.6         | 19.0         | 12.1         | 22.1         | 29.22        |
| Empresas                            | 2.1         | 0.8          | 1.5          | -            | 3.4          | 0.2          | 0.6          | 0.3          |
| Educación Superior                  | 46          | 79.4         | 135.9        | 148.2        | 144.2        | 130.8        | 153.8        | 145.25       |
| Org. sin fines de lucro             | 0.1         | 2.6          | 8.8          | 10.3         | 3.7          | 1.8          | 2.1          | 1.73         |
| <b>Total(millones de quetzales)</b> | <b>72.7</b> | <b>113.3</b> | <b>174.7</b> | <b>183.1</b> | <b>170.3</b> | <b>144.9</b> | <b>178.6</b> | <b>176.5</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4. **Inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por sector de ejecución**



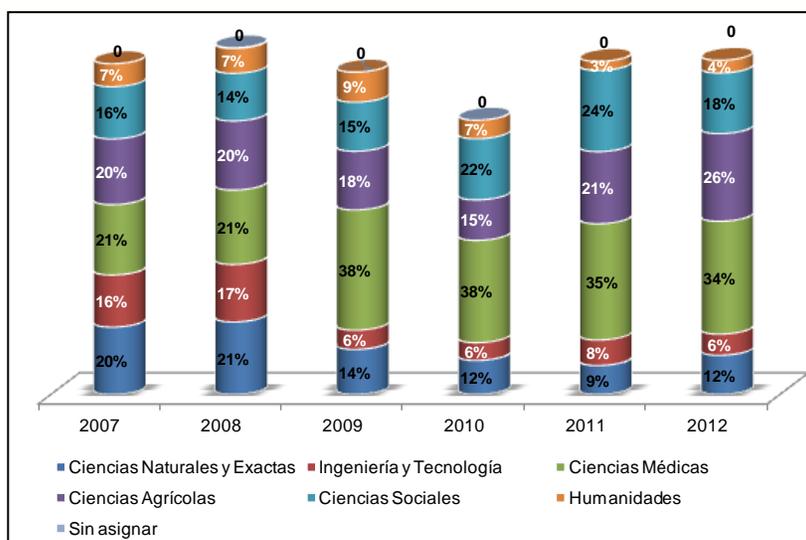
Fuente: Elaboración propia.

Tabla X. **Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico, por disciplina científica**

| Disciplina científica        | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ciencias naturales y exactas | 35.6         | 38.3         | 23.8         | 18.0         | 15.3         | 20.7         |
| Ingeniería y tecnología      | 27.5         | 30.4         | 10.2         | 9.4          | 13.5         | 11.2         |
| Ciencias médicas             | 37.2         | 39.3         | 63.5         | 54.0         | 61.4         | 59.6         |
| Ciencias agrícolas           | 34.7         | 36.5         | 31.0         | 21.4         | 38.1         | 46.3         |
| Ciencias sociales            | 27.6         | 25.1         | 25.9         | 32.3         | 42.9         | 32           |
| Humanidades                  | 12.1         | 13.2         | 15.9         | 9.8          | 4.7          | 6.7          |
| Sin asignar                  | -            | 0.3          | -            | -            | -            | -            |
| <b>Total</b>                 | <b>174.7</b> | <b>183.1</b> | <b>170.3</b> | <b>144.9</b> | <b>178.6</b> | <b>176.5</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 5. **Porcentaje de la inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por disciplina científica**



Fuente: Elaboración propia.

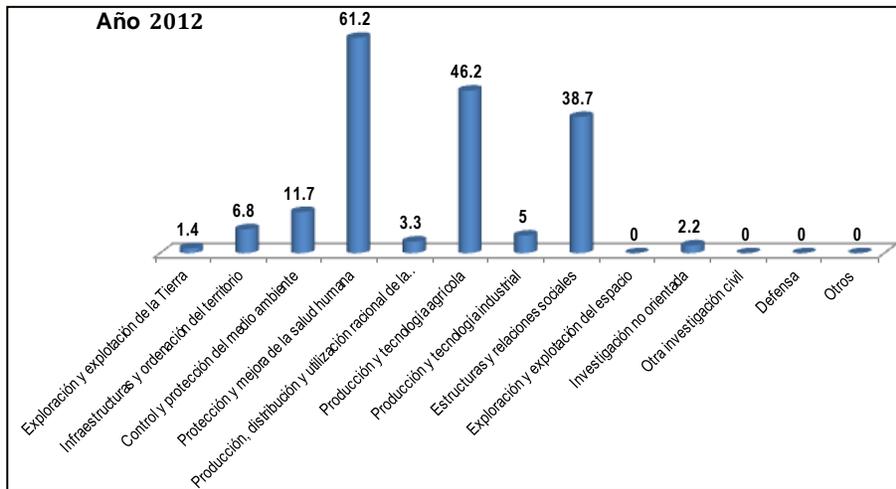
Tabla XI. **Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por objetivo socioeconómico**

|    | Objetivo Socioeconómico*                                      | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|----|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1  | Exploración y explotación de la Tierra                        | 1.8          | 1.8          | 0.8          | 0.2          | 2.2          | 1.4          |
| 2  | Infraestructuras y ordenación del territorio                  | 3.6          | 3.9          | 1.8          | 0.8          | 2.5          | 6.8          |
| 3  | Control y protección del medio ambiente                       | 31.2         | 28.6         | 23.9         | 17.4         | 14.4         | 11.7         |
| 4  | Protección y mejora de la salud humana                        | 39.3         | 42.6         | 67.2         | 55.9         | 62.7         | 61.2         |
| 5  | Producción, distribución y utilización racional de la energía | 10.6         | 13.3         | 1.4          | 0.8          | 2            | 3.3          |
| 6  | Producción y tecnología agrícola                              | 34.1         | 37.6         | 28.4         | 21           | 36.2         | 46.2         |
| 7  | Producción y tecnología industrial                            | 13.7         | 16.6         | 4.5          | 4.2          | 5.2          | 5            |
| 8  | Estructuras y relaciones sociales                             | 27.2         | 22           | 35.5         | 40.2         | 48.9         | 38.7         |
| 9  | Exploración y explotación del espacio                         | 2.3          | 2.3          | 0            | 0            | 0            | 0            |
| 10 | Investigación no orientada                                    | 0            | 0.8          | 0            | 2.4          | 2.9          | 2.2          |
| 11 | Otra investigación civil                                      | 0.4          | 1            | 0.9          | 0            | 0.9          | 0            |
| 12 | Defensa   | 0.6          | 0.5          | 0            | 0            | 0            | 0            |
| 13 | Otros   | 9.9          | 13.1         | 5.9          | 2            | 0.7          | 0            |
|    | <b>Total (millones de quetzales)</b>                          | <b>174.7</b> | <b>184.1</b> | <b>170.3</b> | <b>144.9</b> | <b>178.6</b> | <b>176.5</b> |

\* Millones de Quetzales

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 6. **Inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico, distribución porcentual por objetivos socioeconómicos**



Fuente: Elaboración propia.

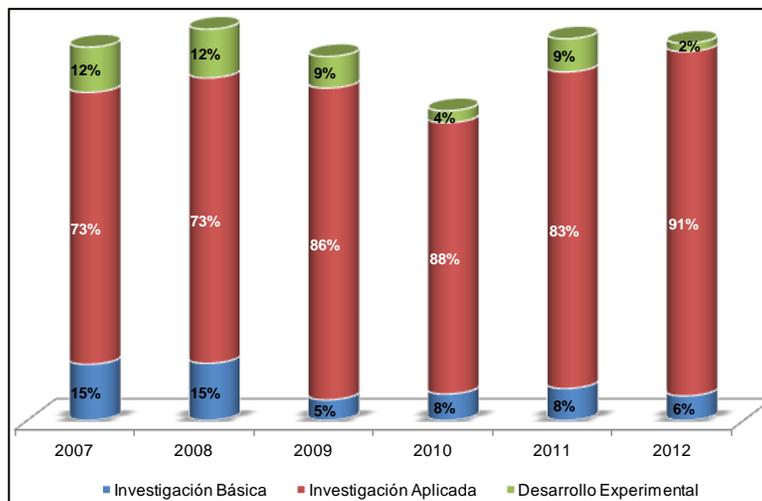
Tabla XII. **Cuadro de inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico, por tipo de investigación**

| Tipo de Investigación*  | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Investigación Básica    | 26.2         | 26.7         | 9.6          | 12.3         | 14.9         | 11.4         |
| Investigación Aplicada  | 127.3        | 133.6        | 145.9        | 127          | 148.2        | 161.2        |
| Desarrollo Experimental | 21.2         | 22.8         | 14.8         | 5.6          | 15.5         | 3.9          |
| <b>Total</b>            | <b>174.7</b> | <b>183.1</b> | <b>170.3</b> | <b>144.9</b> | <b>178.6</b> | <b>176.5</b> |

\* Millones de Quetzales

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 7. **Inversión en investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por tipo de investigación**



Fuente: Elaboración propia.

Tabla XIII. **Cuadro de aporte de la SENACYT a la inversión en investigación y desarrollo experimental, por tipo de investigación**

| Tipo de Investigación   | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Investigación Básica    | 718          | 710          | 756          | 592          | 601          | 666          |
| Investigación Aplicada  | 709          | 626          | 438          | 517          | 412          | 570          |
| Desarrollo Experimental | 395          | 404          | 405          | 265          | 334          | 318          |
| <b>Total</b>            | <b>1,822</b> | <b>1,740</b> | <b>1,599</b> | <b>1,374</b> | <b>1,347</b> | <b>1,554</b> |

Fuente: Elaboración propia.

## 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 de las universidades autorizadas del país a nivel de licenciatura, maestría y doctorado.

### 2.1. Recursos humanos que realizan investigación y desarrollo

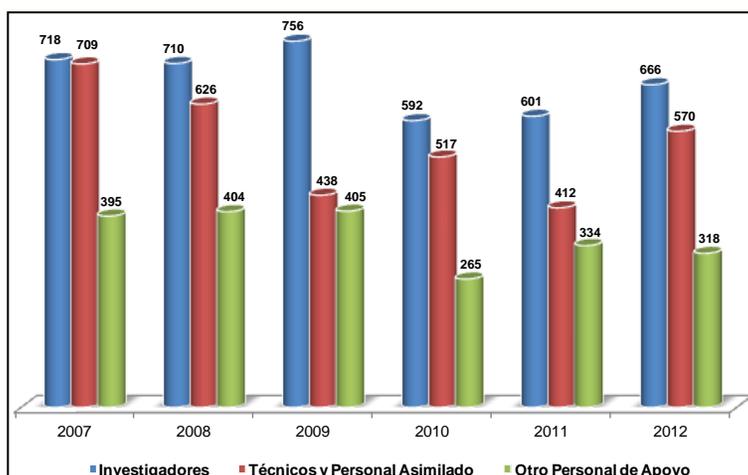
Para obtener los datos sobre el personal dedicado a Investigación y Desarrollo (I+D), como lo sugiere el Manual de Frascati, se contabilizó todo el personal empleado directamente en I+D, así como las personas que proporcionan servicios directamente relacionados con actividades de I+D, como los directores, administradores y personal de oficina. (ver definiciones en el anexo 4).

Tabla XIV. **Personal dedicado a investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por categoría**

| Perfil del Personal           | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|-------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Investigadores                | 718          | 710          | 756          | 592          | 601          | 666          |
| Técnicos y Personal Asimilado | 709          | 626          | 438          | 517          | 412          | 570          |
| Otro Personal de Apoyo        | 395          | 404          | 405          | 265          | 334          | 318          |
| <b>Total</b>                  | <b>1,822</b> | <b>1,740</b> | <b>1,599</b> | <b>1,374</b> | <b>1,347</b> | <b>1,554</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 8. Personal dedicado a la investigación y desarrollo experimental de los sectores público y académico por categoría



Fuente: Elaboración propia.

Tabla XV. Personal dedicado a investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por categoría, Equivalencia a Jornada Completa (EJC)

| Perfil del Personal                            | 2007         | 2008         | 2009         | 2010        | 2011       | 2012       |
|--|--------------|--------------|--------------|-------------|------------|------------|
| Investigadores                                 | 467          | 540          | 611          | 592         | 370        | 411        |
| Técnicos y Personal Asimilado                  | 510          | 477          | 241          | 517         | 214        | 276        |
| Otro personal de apoyo                         | 360          | 367          | 370          | 265         | 267        | 233        |
| <b>Total (Equivalencia a Jornada completa)</b> | <b>1,337</b> | <b>1,384</b> | <b>1,222</b> | <b>1374</b> | <b>851</b> | <b>920</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XVI. Personal dedicado a la investigación y desarrollo experimental en los sectores público y académico por sector de empleo y categoría

**2011**

| SECTOR DE EMPLEO   | CATEGORÍA      |            |                   |              |
|--------------------|----------------|------------|-------------------|--------------|
|                    | Investigadores | Técnicos   | Personal de apoyo | Total        |
| Gobierno           | 192            | 199        | 81                | <b>472</b>   |
| Educación Superior | 409            | 213        | 253               | <b>875</b>   |
| <b>Total</b>       | <b>601</b>     | <b>412</b> | <b>334</b>        | <b>1,347</b> |

**2012**

| SECTOR DE EMPLEO   | CATEGORÍA      |            |                   |             |
|--------------------|----------------|------------|-------------------|-------------|
|                    | Investigadores | Técnicos   | Personal de Apoyo | Total       |
| Gobierno           | 188            | 209        | 103               | <b>500</b>  |
| Educación Superior | 478            | 361        | 215               | <b>1054</b> |
| <b>Total</b>       | <b>666</b>     | <b>570</b> | <b>318</b>        | <b>1554</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XVII. **Investigadores de los sectores público y académico según género (porcentaje)**

| Investigadores | 2007 (%)   | 2008 (%)   | 2009 (%)   | 2010 (%)   | 2011 (%)   | 2012 (%)   |
|----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Mujeres        | 32         | 32         | 35         | 44         | 43         | 44         |
| Hombres        | 68         | 68         | 65         | 56         | 57         | 56         |
| <b>Total</b>   | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

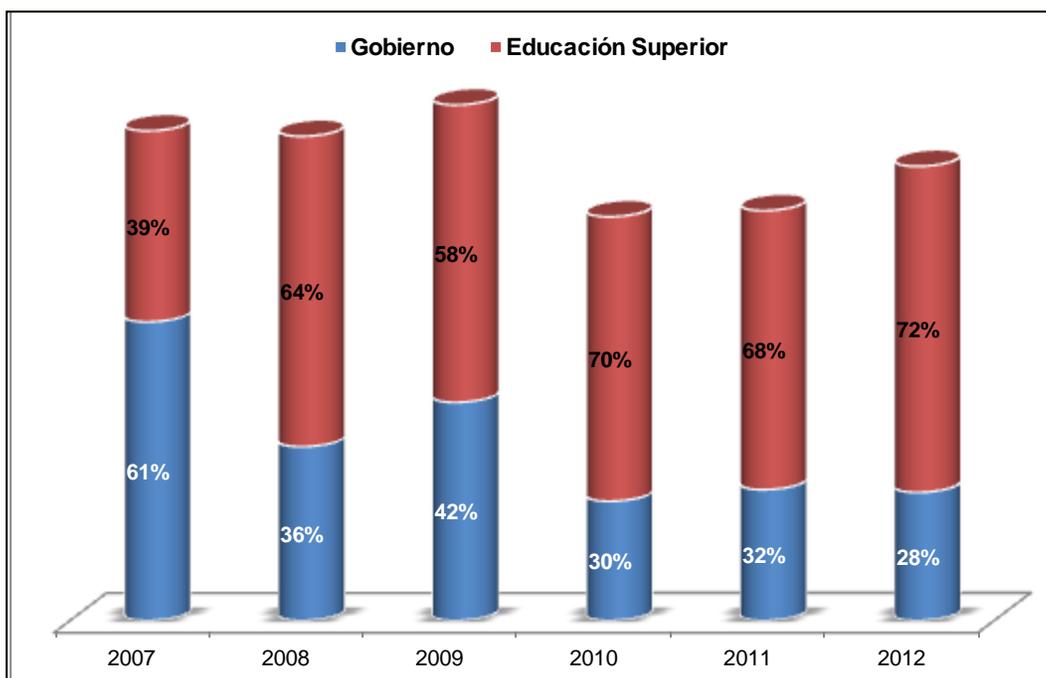
Fuente: Elaboración propia.

Tabla XVIII. **Investigadores de los sectores público y académico por sector de empleo**

| Sector de Empleo   | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Gobierno           | 438        | 255        | 320        | 175        | 192        | 188        |
| Educación Superior | 280        | 455        | 436        | 417        | 409        | 478        |
| <b>Total</b>       | <b>718</b> | <b>710</b> | <b>756</b> | <b>592</b> | <b>601</b> | <b>666</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 9. **Investigadores de los sectores público y académico por sector de empleo (porcentaje)**



Fuente: Elaboración propia.

Tabla XIX. **Investigadores de los sectores público y académico por sector de empleo y género**

**2011**

| Sector de empleo   | Investigadores |            |            |
|--------------------|----------------|------------|------------|
|                    | Hombres        | Mujeres    | Total      |
| Gobierno           | 103            | 89         | <b>192</b> |
| Educación Superior | 239            | 170        | <b>409</b> |
| <b>Total</b>       | <b>342</b>     | <b>259</b> | <b>601</b> |

**2012**

| Sector de empleo   | Investigadores |            |            |
|--------------------|----------------|------------|------------|
|                    | Hombres        | Mujeres    | Total      |
| Gobierno           | 85             | 103        | <b>188</b> |
| Educación Superior | 213            | 265        | <b>478</b> |
| <b>Total</b>       | <b>298</b>     | <b>368</b> | <b>666</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XX. **Investigadores de los sectores público y académico por disciplina científica**

| Investigadores por disciplina científica | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ciencias naturales y exactas             | 140        | 137        | 134        | 91         | 141        | 136        |
| Ingeniería y tecnología                  | 107        | 121        | 51         | 68         | 79         | 108        |
| Ciencias médicas                         | 56         | 44         | 58         | 108        | 74         | 132        |
| Ciencias agrícolas                       | 223        | 214        | 300        | 134        | 125        | 122        |
| Ciencias sociales                        | 139        | 136        | 158        | 143        | 139        | 125        |
| Humanidades                              | 58         | 58         | 55         | 48         | 43         | 43         |
| <b>Total</b>                             | <b>718</b> | <b>710</b> | <b>756</b> | <b>592</b> | <b>601</b> | <b>666</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXI. **Investigadores de los sectores público y académico por disciplina científica (porcentaje)**

| Investigadores por Disciplina Científica | 2007 (%)   | 2008 (%)   | 2009 (%)   | 2010 (%)   | 2011 (%)   | 2012 (%)   |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ciencias naturales y exactas             | 19         | 20         | 18         | 15         | 23         | 20         |
| Ingeniería y tecnología                  | 15         | 17         | 7          | 12         | 14         | 16         |
| Ciencias médicas                         | 8          | 6          | 8          | 18         | 12         | 20         |
| Ciencias agrícolas                       | 31         | 30         | 39         | 23         | 21         | 18         |
| Ciencias sociales                        | 19         | 19         | 21         | 24         | 23         | 19         |
| Humanidades                              | 8          | 8          | 7          | 8          | 7          | 6          |
| <b>Total</b>                             | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXII. **Investigadores de los sectores público y académico por disciplina científica y sector de empleo 2011**

| Disciplina Científica        | Sector de Empleo |                    |            |
|------------------------------|------------------|--------------------|------------|
|                              | Gobierno         | Educación Superior | Total      |
| Ciencias naturales y exactas | 48               | 93                 | 141        |
| Ingeniería y tecnología      | 31               | 48                 | 79         |
| Ciencias médicas             | 19               | 55                 | 74         |
| Ciencias agrícolas           | 77               | 48                 | 125        |
| Ciencias sociales            | 15               | 124                | 139        |
| Humanidades                  | 2                | 41                 | 43         |
| <b>Total</b>                 | <b>192</b>       | <b>409</b>         | <b>601</b> |

2012

| Disciplina Científica        | Sector de Empleo |                    |            |
|------------------------------|------------------|--------------------|------------|
|                              | Gobierno         | Educación Superior | Total      |
| Ciencias naturales y exactas | 43               | 93                 | 136        |
| Ingeniería y tecnología      | 36               | 72                 | 108        |
| Ciencias médicas             | 20               | 112                | 132        |
| Ciencias agrícolas           | 67               | 55                 | 122        |
| Ciencias sociales            | 14               | 111                | 125        |
| Humanidades                  | 8                | 35                 | 43         |
| <b>Total</b>                 | <b>188</b>       | <b>478</b>         | <b>666</b> |

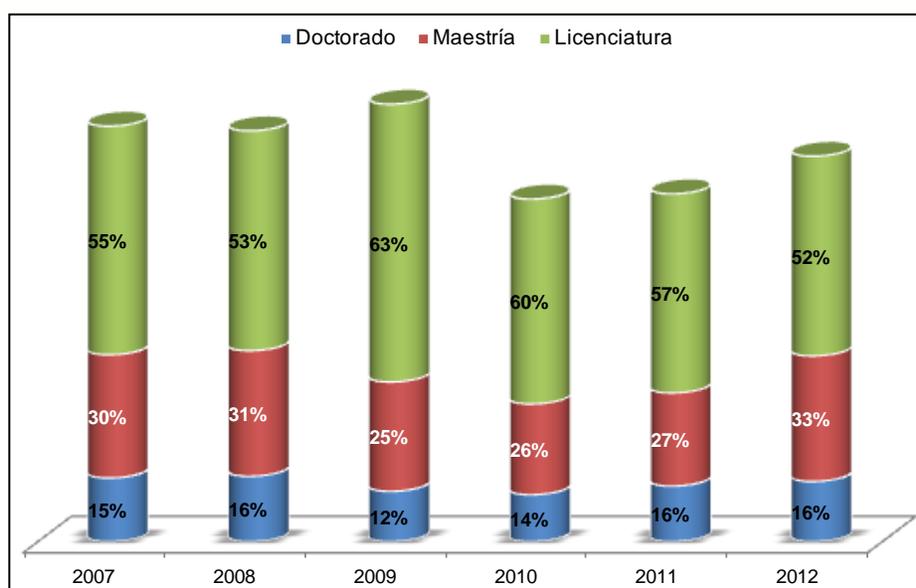
Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXIII. Investigadores de los sectores público y académico por nivel de formación

| Grado Académico | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       |
|-----------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Doctorado       | 110        | 113        | 87         | 81         | 96         | 104        |
| Maestría        | 213        | 217        | 189        | 157        | 161        | 217        |
| Licenciatura    | 395        | 380        | 480        | 354        | 344        | 345        |
| <b>Total</b>    | <b>718</b> | <b>710</b> | <b>756</b> | <b>592</b> | <b>601</b> | <b>666</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 10. Investigadores de los sectores público y académico por nivel de formación (porcentaje)



Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXIV. Investigadores de los sectores público y académico por nivel de formación y género

| Año      | Licenciatura |         | Maestría |         | Doctorado |         |
|----------|--------------|---------|----------|---------|-----------|---------|
|          | Mujeres      | Hombres | Mujeres  | Hombres | Mujeres   | Hombres |
| 2008 (%) | 33           | 67      | 32       | 68      | 25        | 75      |
| 2009 (%) | 37           | 63      | 32       | 68      | 30        | 70      |
| 2010 (%) | 49           | 51      | 39       | 61      | 35        | 65      |
| 2011 (%) | 48           | 52      | 41       | 59      | 28        | 72      |
| 2012 (%) | 50           | 50      | 41       | 59      | 35        | 65      |

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2. Graduados universitarios

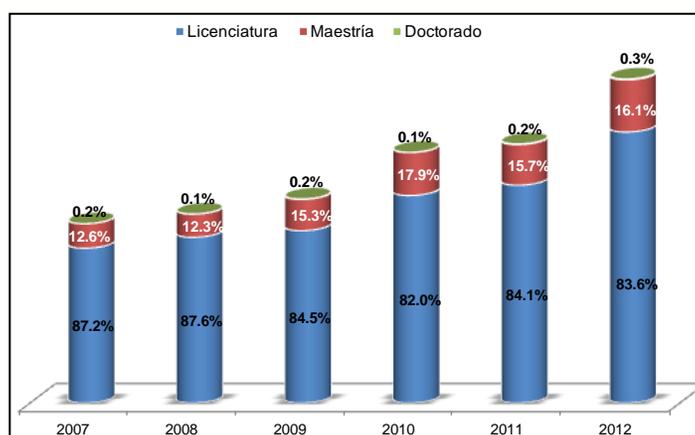
Los datos que se presentan en esta sección corresponden a los graduados universitarios de Licenciatura, Maestría y Doctorado, de las universidades autorizadas en el país (ver Anexo 2: Universidades autorizadas en Guatemala en 2012).

Tabla XXV. **Graduados universitarios de las universidades autorizadas en el país, por grado académico**

| Grado Académico | 2007         | 2008         | 2009          | 2010          | 2011          | 2012          |
|-----------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Licenciatura    | 7,982        | 8,542        | 8,885         | 10,700        | 11,229        | 13,972        |
| Maestría        | 1,257        | 1,196        | 1,610         | 2,212         | 2,093         | 2,685         |
| Doctorado       | 10           | 10           | 25            | 16            | 37            | 53            |
| <b>Total</b>    | <b>9,249</b> | <b>9,748</b> | <b>10,520</b> | <b>12,928</b> | <b>13,359</b> | <b>16,710</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 11. **Graduados universitarios de las universidades autorizadas en el país por grado académico (porcentaje)**



Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXVI. **Graduados universitarios de las universidades autorizadas en el país, por grado académico y tipo de universidad, 2011 y 2012**

| 2011            |  |                        |               |
|-----------------|--|------------------------|---------------|
| Grado Académico | Universidad de San Carlos de Guatemala | Universidades Privadas | Total         |
| Licenciatura    | 5,614                                  | 5,615                  | 11,229        |
| Maestría        | 520                                    | 1,573                  | 2,093         |
| Doctorado       | 27                                     | 10                     | 37            |
| <b>Total</b>    | <b>6,161</b>                           | <b>7,198</b>           | <b>13,359</b> |

| 2012            |  |                        |               |
|-----------------|--|------------------------|---------------|
| Grado Académico | Universidad de San Carlos de Guatemala | Universidades Privadas | Total         |
| Licenciatura    | 6,927                                  | 7,045                  | 13,972        |
| Maestría        | 550                                    | 2,135                  | 2,685         |
| Doctorado       | 32                                     | 21                     | 53            |
| <b>Total</b>    | <b>7,509</b>                           | <b>9,201</b>           | <b>16,710</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXVII. **Graduados (Licenciatura, Maestría y Doctorado) en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica**

| Disciplina Científica        | 2007         | 2008         | 2009          | 2010          | 2011          | 2012          |
|------------------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Ciencias naturales y exactas | 81           | 94           | 137           | 148           | 164           | 172           |
| Ingeniería y tecnología      | 1,852        | 1,803        | 2,080         | 1,550         | 1,931         | 2,128         |
| Ciencias médicas             | 885          | 901          | 1,180         | 1,498         | 1,456         | 1,529         |
| Ciencias agrícolas           | 438          | 447          | 381           | 424           | 400           | 435           |
| Ciencias sociales            | 5,589        | 6,287        | 6,357         | 8,695         | 9,142         | 12,198        |
| Humanidades                  | 404          | 216          | 385           | 613           | 266           | 248           |
| <b>Total</b>                 | <b>9,249</b> | <b>9,748</b> | <b>10,520</b> | <b>12,928</b> | <b>13,359</b> | <b>16,710</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXVIII. **Graduados (Licenciatura, Maestría y Doctorado) en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica (porcentaje)**

| Disciplina Científica        | 2007 (%)   | 2008 (%)   | 2009 (%)   | 2010 (%)   | 2011 (%)   | 2012 (%)   |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ciencias naturales y exactas | 0.9        | 1.0        | 1.3        | 1.1        | 1.2        | 1.0        |
| Ingeniería y tecnología      | 20.0       | 18.5       | 19.8       | 12.0       | 14.5       | 12.7       |
| Ciencias médicas             | 9.6        | 9.2        | 11.2       | 11.6       | 10.9       | 9.2        |
| Ciencias agrícolas           | 4.7        | 4.6        | 3.6        | 3.3        | 3.0        | 2.6        |
| Ciencias sociales            | 60.4       | 64.5       | 60.4       | 67.3       | 68.4       | 73.0       |
| Humanidades                  | 4.4        | 2.2        | 3.7        | 4.7        | 2.0        | 1.5        |
| <b>Total</b>                 | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXIX. **Graduados Universitarios (Licenciatura, Maestría y Doctorado) en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica y por tipo de universidad, 2012**

| Disciplina Científica        | Licenciatura |              | Maestría   |              | Doctorado |           |
|------------------------------|--------------|--------------|------------|--------------|-----------|-----------|
|                              | USAC         | Privadas     | USAC       | Privadas     | USAC      | Privadas  |
| Ciencias naturales y exactas | 20           | 151          | -          | 1            | -         | -         |
| Ingeniería y tecnología      | 981          | 951          | 46         | 150          | -         | -         |
| Ciencias médicas             | 873          | 304          | 268        | 84           | -         | -         |
| Ciencias agrícolas           | 297          | 115          | 2          | 21           | -         | -         |
| Ciencias sociales            | 4,728        | 5,369        | 232        | 1,816        | 32        | 21        |
| Humanidades                  | 28           | 151          | 2          | 63           | -         | -         |
| <b>Total</b>                 | <b>6,927</b> | <b>7,041</b> | <b>550</b> | <b>2,135</b> | <b>32</b> | <b>21</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXX. **Graduados de Licenciatura en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica**

| Disciplina Científica   | 2007         | 2008         | 2009         | 2010          | 2011          | 2012          |
|---|--------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Ciencias naturales y exactas</b><br>Biólogos<br>Físicos<br>Geólogos<br>Matemáticos<br>Químicos<br>Otros  | 81           | 73           | 116          | 144           | 157           | 171           |
| <b>Ingeniería y tecnología</b><br>Ingenieros<br>Otros   | 1,667        | 1,653        | 1,880        | 1,432         | 1,656         | 1,932         |
| <b>Ciencias médicas</b><br>Médicos<br>Farmacéuticos<br>Bioquímicos<br>Lic. en enfermería<br>Dentistas<br>Otros  | 742          | 824          | 873          | 1,083         | 1,049         | 1,177         |
| <b>Ciencias agrícolas</b><br>Agrónomos<br>Veterinarios<br>Zootecnistas<br>Otros   | 352          | 354          | 341          | 398           | 390           | 412           |
| <b>Ciencias sociales</b><br>Abogados<br>Antropólogos<br>Economistas<br>Administradores<br>Ciencias de la Educación<br>Psicólogos<br>Sociólogos<br>Politólogo<br>Otros | 4,759        | 5,455        | 5,390        | 7,107         | 7,771         | 10,097        |
| <b>Humanidades</b><br>Filósofos<br>Historiadores<br>Licenciados en letras<br>Otros  | 381          | 183          | 285          | 536           | 206           | 183           |
| <b>Total</b>  | <b>7,982</b> | <b>8,542</b> | <b>8,885</b> | <b>10,700</b> | <b>11,229</b> | <b>13,972</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXXI. **Graduados de Licenciatura en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica (en porcentaje)**

| Disciplina Científica        | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ciencias naturales y exactas | 1.0        | 0.9        | 1.3        | 1.4        | 1.4        | 1.2        |
| Ingeniería y tecnología      | 20.9       | 19.4       | 21.2       | 13.4       | 14.8       | 13.8       |
| Ciencias médicas             | 9.3        | 9.6        | 9.8        | 10.1       | 9.3        | 8.4        |
| Ciencias agrícolas           | 4.4        | 4.1        | 3.8        | 3.7        | 3.5        | 2.9        |
| Ciencias sociales            | 59.6       | 63.9       | 60.7       | 66.4       | 69.2       | 72.3       |
| Humanidades                  | 4.8        | 2.1        | 3.2        | 5.0        | 1.8        | 1.3        |
| <b>Total</b>                 | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXXII. **Graduados de Maestría en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica**

| Disciplina Científica        | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ciencias naturales y exactas | 0            | 21           | 21           | 4            | 7            | 1            |
| Ingeniería y tecnología      | 185          | 150          | 200          | 118          | 275          | 196          |
| Ciencias médicas             | 142          | 75           | 307          | 415          | 407          | 352          |
| Ciencias agrícolas           | 86           | 93           | 40           | 26           | 10           | 23           |
| Ciencias sociales            | 822          | 827          | 942          | 1,572        | 1,334        | 2,048        |
| Humanidades                  | 22           | 30           | 100          | 77           | 60           | 65           |
| <b>Total</b>                 | <b>1,257</b> | <b>1,196</b> | <b>1,610</b> | <b>2,212</b> | <b>2,093</b> | <b>2,685</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Graduados de Maestría en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica (en porcentaje)**

| Disciplina Científica        | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ciencias naturales y exactas | 0.0        | 1.8        | 1.3        | 0.2        | 0.3        | 0.0        |
| Ingeniería y tecnología      | 14.7       | 12.5       | 12.4       | 5.3        | 13.1       | 7.3        |
| Ciencias médicas             | 11.3       | 6.3        | 19.1       | 18.7       | 19.5       | 13.1       |
| Ciencias agrícolas           | 6.8        | 7.8        | 2.5        | 1.2        | 0.5        | 0.9        |
| Ciencias sociales            | 65.4       | 69.1       | 58.5       | 71.1       | 63.7       | 76.3       |
| Humanidades                  | 1.8        | 2.5        | 6.2        | 3.5        | 2.9        | 2.4        |
| <b>Total</b>                 | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla XXXIV. **Graduados de Doctorado en las universidades autorizadas en el país por disciplina científica**

| Disciplina Científica        | 2007      | 2008      | 2009      | 2010      | 2011      | 2012      |
|------------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Ciencias naturales y exactas | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Ingeniería y tecnología      | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Ciencias médicas             | 1         | 2         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Ciencias agrícolas           | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| Ciencias sociales            | 8         | 5         | 25        | 16        | 37        | 53        |
| Humanidades                  | 1         | 3         | 0         | 0         | 0         | 0         |
| <b>Total</b>                 | <b>10</b> | <b>10</b> | <b>25</b> | <b>16</b> | <b>37</b> | <b>53</b> |

Fuente: Elaboración propia.

### 2.3. Becas de estudios superiores

A continuación se presentan datos sobre las becas de estudios superiores otorgadas por fuentes cooperantes, canalizadas por la Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN–, durante los años 2011 y 2012.

Tabla XXXV. **Becas otorgadas por fuentes cooperantes en los años 2011 y 2012**

| Fuente Cooperante   | Becas otorgadas 2011 | Becas otorgadas 2012 |
|---|----------------------|----------------------|
| Secretaría de Relaciones Exteriores de México -S.R.E.-  | 33                   | 22                   |
| Indian Technical and Economic Cooperation (ITEC)  | 7                    | 4                    |
| Centro Egipcio Internacional para la Agricultura (EICA)   | 2                    | 4                    |
| Agencia de Cooperación Internacional de Chile –AGCI-  | 12                   | 10                   |
| Agencia de Cooperación Internacional de Corea –KOICA-   | 49                   | 50                   |
| Organización de Estados Americanos –OEA-  | 30                   | 36                   |
| Agencia Española de Cooperación Internacional para el Desarrollo –AECID- (*)                          | 477                  | 74                   |
| Gobierno de Taiwán / ICDF   | 26                   | 20                   |
| Agencia de Cooperación Internacional del Japón –JICA-   | 59                   | 97                   |
| MASHAV – Gobierno de Israel   | 75                   | 89                   |
| Gobierno de Rusia   | 7                    | 16                   |
| Japón – Mombukagakusho  | 2                    | 5                    |
| Agencia de Cooperación Internacional de Suecia -ASDI-   | 0                    | 4                    |
| Colombia –ICETEX  | 1                    | 0                    |
| Italia  | 0                    | 1                    |
| Brasil  | 4                    | 0                    |
| MAEC-AECID (*)  | 23                   | 0                    |
| Fundación Carolina  | 32                   | 0                    |
| Ministerio de Cultura   | 6                    | 0                    |
| Endesa  | 1                    | 0                    |
| FIIAPP  | 1                    | 0                    |
| Becas gestionadas directamente en universidades, centros de estudios y organismos oficiales españoles | 40                   | 0                    |
| Fulbright – Estados Unidos (*)  | 13                   | 8                    |
| Cuba (*)  | 20                   | 30                   |
| Erasmus Mundus (*)  | 0                    | 27                   |
| Gran Bretaña (*)  | 0                    | 2                    |
| Senacyt – Corea (*)   | 0                    | 7                    |
| Alemania (*)  | 0                    | 27                   |
| Tailandia (*)   | 0                    | 2                    |
| País Bajos (*)  | 0                    | 5                    |
| Australia (*)   | 0                    | 7                    |
| Proyecto Miriam (*)   | 0                    | 56                   |
| <b>Total</b>  | <b>920</b>           | <b>603</b>           |

\* Estas becas son gestionadas directamente con la fuente cooperante, por lo que no se cuenta con información exacta de los beneficiarios, solamente con el número de becas otorgadas.

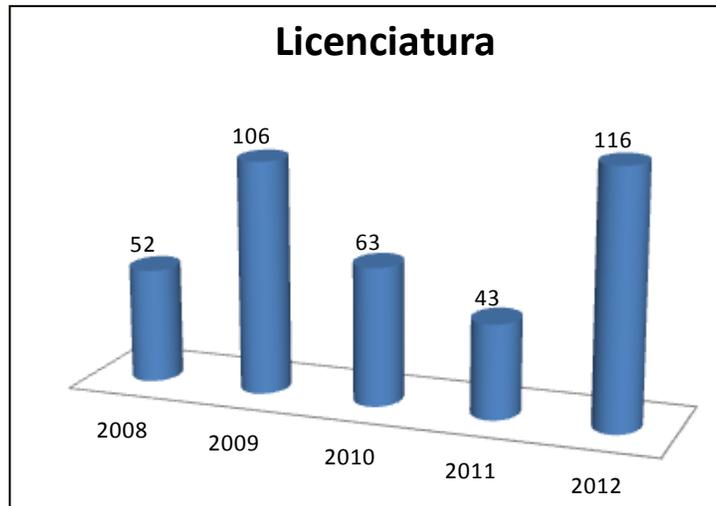
FUENTE: SEGEPLAN

Tabla XXXVI. Consolidado de becas otorgadas desde el año 2008 hasta el año 2012

|                     | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|---------------------|------|------|------|------|------|
| <b>Licenciatura</b> | 52   | 106  | 63   | 43   | 116  |
| <b>Maestría</b>     | 62   | 60   | 170  | 168  | 115  |
| <b>Doctorado</b>    | 1    | 1    | 7    | 5    | 4    |
| <b>Total</b>        | 115  | 167  | 240  | 216  | 235  |

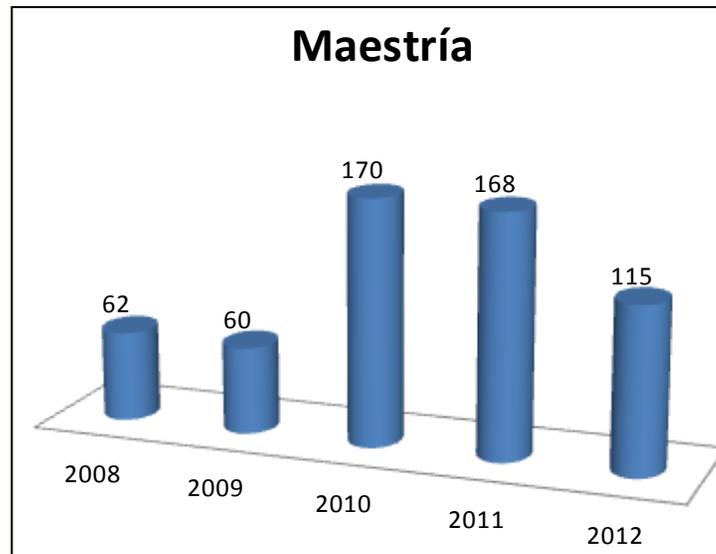
Fuente: SEGEPLAN

Gráfica 12. Estudiantes becados a nivel de licenciatura en los periodos 2008-2012



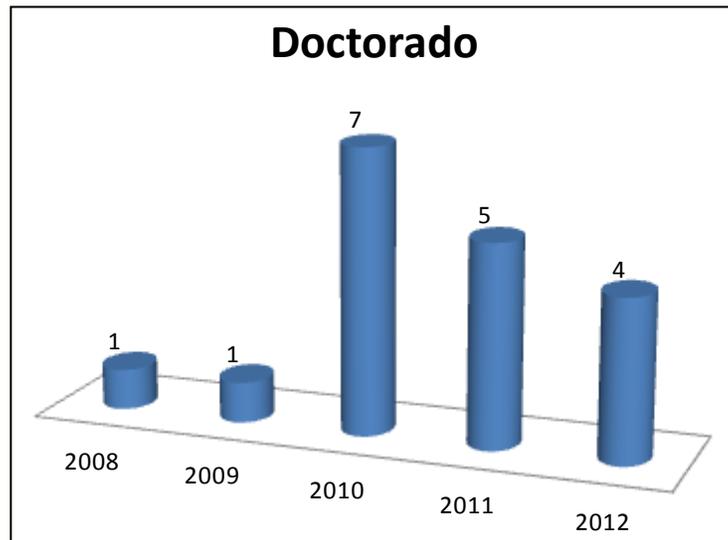
Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 13. Estudiantes becados a nivel de maestría en los periodos 2008-2012



Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 14. **Estudiantes becados a nivel de doctorado en los periodos 2008-2012**



Fuente: Elaboración propia.

#### 2.4. Becas otorgadas por la Universidad de Kyung Hee, Corea

A continuación se presentan datos sobre las becas de estudios superiores otorgados por la Universidad Kyung Hee de la República de Corea, canalizadas por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología -SENACYT-.

Tabla XXXVII. **Becas otorgadas por la Universidad de Kyung Hee en 2011 canalizadas por la SENACYT**

| 2011                 |          |           |                                   |           |          |
|----------------------|----------|-----------|-----------------------------------|-----------|----------|
| Programa de Estudios |          |           | Área de Estudios                  | Género    |          |
| Licenciatura         | Maestría | Doctorado |                                   | Masculino | Femenino |
|                      | X        |           | Ingeniería Mecánica               | 2         |          |
|                      |          | X         | Ingeniería Industrial             | 1         |          |
|                      | X        | X         | Ingeniería en Ciencias y Sistemas | 2         |          |
|                      | X        | X         | Ingeniería Biomédica              | 3         |          |
| 0                    | 3        | 5         | <b>TOTAL</b>                      | 8         | 0        |

Fuente: Control de becados, Dirección de actividades y programas especiales de SENACYT.

Tabla XXXVIII. **Becas otorgadas por la Universidad de Kyung Hee en 2012 canalizadas por la SENACYT**

| 2012                 |          |           |                                   |           |          |
|----------------------|----------|-----------|-----------------------------------|-----------|----------|
| Programa de Estudios |          |           | Área de Estudios                  | Género    |          |
| Licenciatura         | Maestría | Doctorado |                                   | Masculino | Femenino |
|                      | X        | X         | Ingeniería Química                | 1         | 1        |
|                      | X        | X         | Ingeniería Industrial             | 2         |          |
|                      | X        | X         | Biotecnología                     |           | 2        |
|                      | X        | X         | Ingeniería en Ciencias y Sistemas | 1         |          |
| 0                    | 0        | 7         | <b>TOTAL</b>                      | 4         | 3        |

Fuente: Control de becados, Dirección de actividades y programas especiales de SENACYT.

### 3. ROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO EXPERIMENTAL

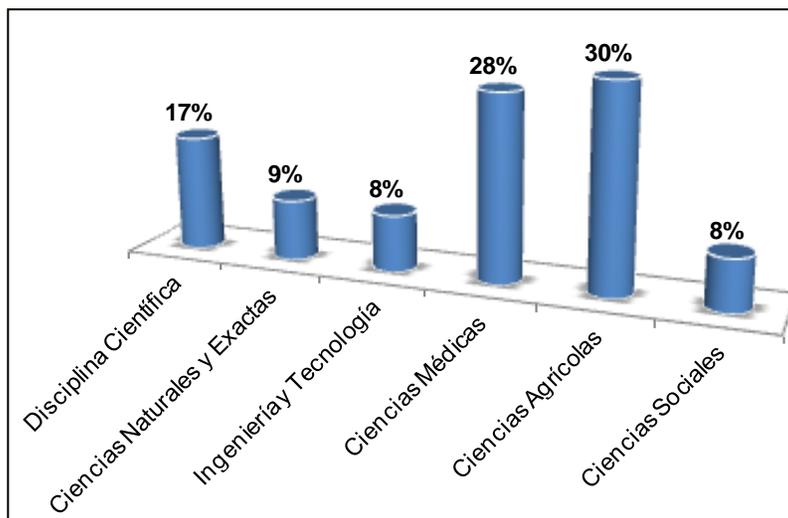
En este capítulo se presenta información sobre la cantidad de proyectos de investigación y desarrollo experimental realizados en Guatemala durante últimos cuatro años.

Tabla XXXIX. **Proyectos de investigación y desarrollo experimental realizados, por disciplina científica (2012 y tres años anteriores)**

| Disciplina Científica        | Cantidad de proyectos de I+D realizados |            |            |            | Cantidad de proyectos de I+D realizados con empresas privadas |           |           |           | Cantidad de proyectos de I+D realizados con centros de investigación extranjeros |           |           |           |
|------------------------------|---|------------|------------|------------|---|-----------|-----------|-----------|--|-----------|-----------|-----------|
|                              | 2009                                    | 2010       | 2011       | 2012       | 2009  | 2010      | 2011      | 2012      | 2009   | 2010      | 2011      | 2012      |
| Ciencias naturales y exactas | 92                                      | 111        | 93         | 117        | 9   | 14        | 10        | 12        | 3  | 8         | 7         | 13        |
| Ingeniería y tecnología      | 33                                      | 34         | 49         | 57         | 5   | 5         | 3         | 11        | 0  | 3         | 0         | 1         |
| Ciencias médicas             | 60                                      | 39         | 46         | 61         | 14  | 1         | 0         | 0         | 17   | 22        | 12        | 14        |
| Ciencias agrícolas           | 221                                     | 88         | 150        | 188        | 44  | 14        | 11        | 14        | 6  | 2         | 2         | 2         |
| Ciencias sociales            | 104                                     | 176        | 165        | 163        | 11  | 14        | 18        | 37        | 1  | 22        | 25        | 6         |
| Humanidades                  | 77                                      | 45         | 42         | 59         | 2   | 0         | 0         | 10        | 0  | 1         | -         | 18        |
| Sin asignar                  | -                                       | 1          | -          | 0          | -   | -         | -         | 12        | -  | -         | -         | 13        |
| <b>Total</b>                 | <b>587</b>                              | <b>494</b> | <b>545</b> | <b>645</b> | <b>85</b>   | <b>48</b> | <b>42</b> | <b>84</b> | <b>27</b>  | <b>58</b> | <b>46</b> | <b>54</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 15. Distribución porcentual de los proyectos de I+D realizados, según la disciplina científica, 2012.



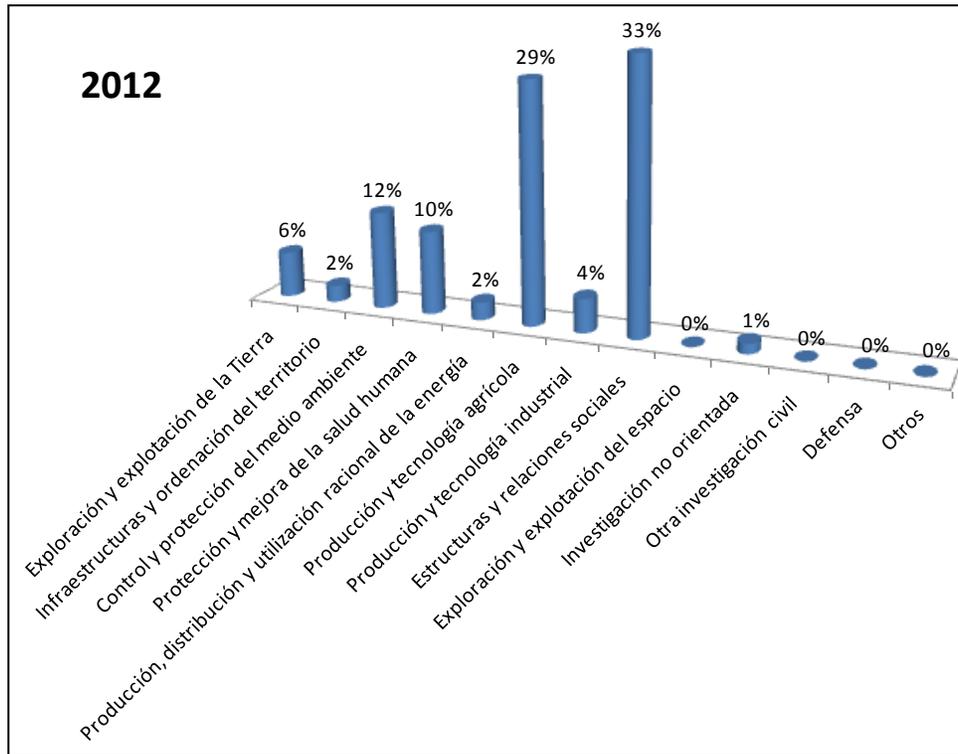
Fuente: Elaboración propia.

Tabla XL. Proyectos de investigación y desarrollo experimental por objetivo socioeconómico 2011 y 2012.

|   | 2011                                    | 2012                                    |
|---|---|---|
| Objetivo socioeconómico                                       | Cantidad de proyectos de I+D realizados | Cantidad de proyectos de I+D realizados |
| Exploración y explotación de la Tierra                        | 17                                      | 36                                      |
| Infraestructuras y ordenación del territorio                  | 12                                      | 13                                      |
| Control y protección del medio ambiente                       | 84                                      | 77                                      |
| Protección y mejora de la salud humana                        | 49                                      | 66                                      |
| Producción, distribución y utilización racional de la energía | 14                                      | 14                                      |
| Producción y tecnología agrícola                              | 142                                     | 190                                     |
| Producción y tecnología industrial                            | 30                                      | 27                                      |
| Estructuras y relaciones sociales                             | 192                                     | 214                                     |
| Exploración y explotación del espacio                         | 0                                       | 0                                       |
| Investigación no orientada                                    | 1                                       | 8                                       |
| Otra investigación civil                                      | 3                                       | 0                                       |
| Defensa   | 0                                       | 0                                       |
| Otros   | 1                                       | 0                                       |
| <b>Total</b>  | <b>545</b>                              | <b>645</b>                              |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 16. Distribución porcentual de proyectos de I+D realizados en 2012, por objetivo socioeconómico



Fuente: Elaboración propia.

## 4. 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 Experimental (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 una evaluación cuantitativa (e indirectamente cualitativa) del producto de la investigación. En la última década, los indicadores bibliométricos se han convertido en un instrumento de apoyo a la gestión de la política científica y tecnológica. Así lo demuestra su progresiva incorporación a los estudios de evaluación de actividad científica.

A continuación se presentan datos de patentes y publicaciones guatemaltecas en algunas revistas científicas.

### 4.1. Patentes

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, 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.

En el caso de Guatemala, las estadísticas presentadas fueron proporcionadas por el Registro de la Propiedad Intelectual del Ministerio de Economía.

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.

Tabla XLI. **Patentes solicitadas y otorgadas en Guatemala por nacionales y extranjeros**

| Patentes                   | 2007       | 2008       | 2009       | 2010       | 2011       | 2012       |
|----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>SOLICITADAS</b>         |            |            |            |            |            |            |
| Nacionales                 | 9          | 5          | 7          | 7          | 4          | 7          |
| Extranjeros                | 103        | 312        | 328        | 376        | 326        | 350        |
| <b>Total de solicitada</b> | <b>112</b> | <b>317</b> | <b>335</b> | <b>383</b> | <b>330</b> | <b>357</b> |
| <b>OTORGADAS</b>           |            |            |            |            |            |            |
| Nacionales                 | 3          | 0          | 0          | 0          | 4          | 7          |
| Extranjeros                | 65         | 81         | 168        | 168        | 44         | 38         |
| <b>Total de otorgadas</b>  | <b>68</b>  | <b>81</b>  | <b>168</b> | <b>168</b> | <b>48</b>  | <b>45</b>  |

Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

Tabla XLII. **Patentes solicitadas y entregadas en Guatemala por nacionales y extranjeros (porcentaje)**

| Patentes                    | 2007<br>%  | 2008<br>%  | 2009<br>%  | 2010<br>%  | 2011<br>%  | 2012<br>%  |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>SOLICITADAS</b>          |            |            |            |            |            |            |
| Nacionales                  | 8          | 2          | 2          | 2          | 1          | 2          |
| Extranjeros                 | 92         | 98         | 98         | 98         | 99         | 98         |
| <b>Total de solicitadas</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |
| <b>OTORGADAS</b>            |            |            |            |            |            |            |
| Nacionales                  | 4          | 0          | 0          | 0          | 8          | 16         |
| Extranjeros                 | 96         | 100        | 100        | 100        | 92         | 84         |
| <b>Total de otorgadas</b>   | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

Tabla XLIII. **Diseños industriales solicitados y otorgados**

| Diseños industriales        | 2007       | 2008      | 2009      | 2010      | 2011      | 2012       |
|-----------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|
| <b>SOLICITADAS</b>          |            |           |           |           |           |            |
| Nacionales                  | 21         | 20        | 1         | 2         | 7         | 4          |
| Extranjeros                 | 85         | 66        | 74        | 45        | 41        | 51         |
| <b>Total de solicitados</b> | <b>106</b> | <b>86</b> | <b>75</b> | <b>47</b> | <b>48</b> | <b>55</b>  |
| <b>OTORGADAS</b>            |            |           |           |           |           |            |
| Nacionales                  | 1          | 0         | 11        | 0         | 1         | 1          |
| Extranjeros                 | 8          | 20        | 78        | 65        | 88        | 119        |
| <b>Total de otorgados</b>   | <b>9</b>   | <b>20</b> | <b>89</b> | <b>65</b> | <b>89</b> | <b>120</b> |

Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

Tabla XLIV. Modelos de utilidad solicitados y otorgados

| Modelos de Utilidad         | 2007      | 2008      | 2009      | 2010      | 2011      | 2012      |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| <b>SOLICITADAS</b>          |           |           |           |           |           |           |
| Nacionales                  | 12        | 27        | 14        | 10        | 11        | 15        |
| Extranjeros                 | 5         | 1         | 5         | 0         | 3         | 3         |
| <b>Total de solicitados</b> | <b>17</b> | <b>28</b> | <b>19</b> | <b>10</b> | <b>14</b> | <b>18</b> |
| <b>OTORGADAS</b>            |           |           |           |           |           |           |
| Nacionales                  | 3         | 1         | 2         | 1         | 2         | 7         |
| Extranjeros                 | 0         | 4         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <b>Total de otorgados</b>   | <b>3</b>  | <b>5</b>  | <b>3</b>  | <b>2</b>  | <b>3</b>  | <b>8</b>  |

Fuente: Registro de la Propiedad Intelectual, Ministerio de Economía

#### 4.2. 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.

Tabla XLV. Tasa de dependencia

| Año                 | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012 |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| Tasa de dependencia | 11.44 | 62.40 | 46.86 | 53.71 | 81.50 | 50   |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 17. Tasa de dependencia



Fuente: Elaboración propia.

### 4.3. Coeficiente de invención

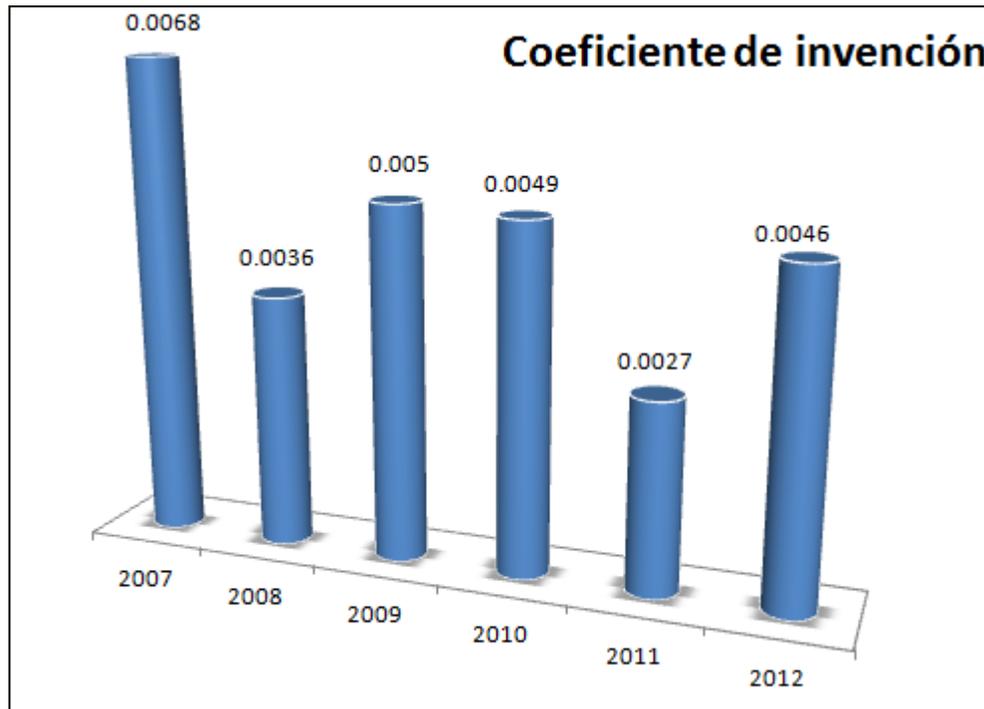
Se define como el número de solicitudes de nacionales por cada 10,000 habitantes y estima, de ésta manera, la actividad inventiva de un país en relación con su población.

Tabla XLVI. **Coeficiente de invención**

| Año                      | 2007   | 2008   | 2009   | 2010   | 2011   | 2012   |
|--------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| Coeficiente de Invención | 0.0068 | 0.0036 | 0.0050 | 0.0049 | 0.0027 | 0.0027 |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 18. **Coeficiente de invención**



Fuente: Elaboración propia.

#### 4.4. Publicaciones

A continuación se presenta información sobre las bases de datos bibliográficas que se consultaron para proporcionar los datos en este documento.

**Science Citation Index (SCI):** Base multidisciplinaria, inicialmente creada por el Instituto para la Información Científica, fundada en 1960. Actualmente cuenta con la Web of Science (WOS), plataforma con información de diversas áreas de la ciencia de aproximadamente 9 300 de las revistas de investigación más prestigiosas y de alto impacto del mundo.

**PASCAL:** base de datos bibliográfica científica, administrada por el Instituto de la Información Científica y Técnica (INST, por sus siglas en inglés) y el Centro Nacional de Investigación Científica (CNRS), por sus siglas en francés). Cubre la literatura científica básica en Ciencia, Tecnología y Medicina, desde 1973 hasta la actualidad.

**Database for Physics, Electronics and Computing (INSPEC):** Es una base bibliográfica sobre física, tecnología eléctrica, electrónica, computación, ingeniería de control y tecnología de información, administrada por la Institution of Electrical Engineers –IEE-. Cuenta con más de 8.7 millones de registros desde 1969.

**COMPENDEX:** Es la mayor base de datos bibliográfica sobre ingeniería y tecnología. Contiene casi siete millones de referencias y resúmenes, extraídos de aproximadamente 5.000 revistas, conferencias e informes técnicos. Abarca todas las áreas de ingeniería, tales como tecnología nuclear, bioingeniería, transportes, ingeniería química, tecnología óptica, ingeniería agrícola y tecnología de los alimentos, informática, física aplicada, electrónica y comunicaciones. La cobertura online es desde 1969 hasta la actualidad, con unos 250.000 registros nuevos cada año. Se actualiza semanalmente.

**CHEMICAL ABSTRACTS – ICA -:** Administrada por la American Chemical Society, es la fuente más completa de información científica en las ciencias químicas y disciplinas relacionadas. A la fecha ha superado el millón de publicaciones científicas.

**BIOSIS:** Combina contenido de publicaciones en ciencias de la vida y biomédicas (botánica, bioquímica, microbiología, etc.), desde publicaciones, libros y patentes, con índice de datos de más de 18 millones de registros desde el año 1926.

**MEDLINE:** una de las base de datos de bibliografía médica más amplias, administrada por la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos de Norteamérica. Es una versión automatizada de tres índices impresos: Index Medicus, Index to Dental Literature e International Nursing Index. Recoge referencias bibliográficas de los artículos publicados en unas 4,800 revistas médicas desde 1966 hasta la fecha.

**CAB (Base de Datos Silvo – Agropecuaria):** Base de datos sobre agricultura, ciencias forestales, medio ambiente y disciplinas afines, incluyendo ciencias agrícolas, sociología rural, medicina veterinaria y protección de cultivos.

**ICYT:** Base de datos referencial y bibliográfica que recoge la literatura científica contenida en publicaciones españolas de ciencia y tecnología. Cobertura temática: Agronomía, Astronomía, Astrofísica, Ciencias de la Vida, Ciencias de la Tierra y del Espacio, Farmacología, Física, Matemáticas, Química y Tecnologías tales como: Aeronáutica, Alimentación, Bioquímica, Biotecnología, Carbón y petróleo, Construcción, Eléctricas, Electrónica, Energética, Espacio, Ferrocarriles, Industrial, Instrumentación, Materiales, Mecánica, Médica, Medio Ambiente, Metalúrgica, Minera, Naval, Nuclear, Ordenadores, Planificación urbana, Productos metálicos, Química, Telecomunicaciones, Textil y Transportes.

**Índice Médico Español (IME):** Contiene información bibliográfica procedente de la mayor parte de las revistas médicas españolas de carácter científico (básicas, experimentales y clínicas), incluyendo todas las áreas de las ciencias de la salud (Medicina, Enfermería, Odontología) en cualquier soporte (impreso o electrónico).

**PERIODICA (índice de revistas latinoamericanas en ciencias):** es una base de datos de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). La misma fue creada en 1978 y se actualiza diariamente. Ofrece la posibilidad de realizar búsquedas básicas, búsquedas avanzadas y por lista alfabética. Actualmente posee cerca de “265 mil registros bibliográficos de artículos originales, informes técnicos, estudios de caso, estadísticas y otros documentos publicados en cerca de 1 500 revistas de América Latina y el Caribe, especializadas en ciencia y tecnología”. Los temas que cubre la base de datos son: Agrociencias, Arquitectura, Astronomía, Biología, Ciencias de la atmósfera, Computación, Física, Geofísica, Geología, Geografía, Ingeniería, Matemáticas, Medicina, Química, Oceanografía y Veterinaria.

**CLASE (Citas Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades):** Base de datos bibliográfica, con más de 275,000 registros, de los cuales cerca de 12,000 cuentan con resúmenes y enlaces al texto completo de los documentos. Incluye más de 1,400 revistas especializadas en ciencias sociales, humanidades y artes, de más de 20 países de América Latina y el Caribe.

**Literatura Latinoamericana y del Caribe en Ciencias de la Salud - LILACS -:** Es una base de datos en ciencias de la salud, producida en gran medida por autores latinoamericanos y del Caribe, publicada a partir del 1982.

Según la fuente (RICYT) se encuentra actualizado hasta el año 2011, razón por la cual los cuadros se muestran hasta dicha fecha.

Tabla XLVII. **Publicaciones guatemaltecas en revistas científicas**

| REVISTA CIENTÍFICA                  | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| SCIENCE CITATION INDEX (SCI SEARCH) | 73   | 101  | 99   | 128  | 133  | 121  |
| PASCAL                              | 29   | 39   | 33   | 40   | 40   | 28   |
| INSPEC                              | -    | 1    | 3    | 1    | 8    | 5    |
| COMPENDEX                           | 1    | 1    | 3    | 4    | 6    | 6    |
| CHEMICAL ABSTRACTS                  | 3    | 5    | 6    | 7    | 7    | SR*  |
| BIOSIS                              | 17   | 19   | 22   | 21   | 26   | 23   |
| MEDLINE                             | 16   | 13   | 18   | 27   | 28   | 20   |
| CAB INTERNACIONAL                   | 14   | 13   | 15   | 22   | 25   | 24   |
| ICYT                                | -    | -    | -    | 3    | 2    | 5    |
| IME                                 | 1    | 2    | 1    | 2    | 1    | SR   |
| PERIODICA                           | 8    | 6    | 7    | 9    | 9    | 8    |
| CLASE                               | 6    | 9    | 4    | 5    | 8    | 10   |
| LILACS                              | 7    | 4    | 6    | 14   | 3    | 24   |

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana / Interamericana –RICYT-

\*SR: Sin registro

Tabla XLVIII. **Publicaciones Guatemaltecas en revistas científicas por habitante**  
Por cada 100 000 habitantes

| REVISTA CIENTIFICA                  | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| SCIENCE CITATION INDEX (SCI SEARCH) | 0.56 | 0.76 | 0.72 | 0.91 | 0.92 | 0.82 |
| PASCAL                              | 0.22 | 0.29 | 0.24 | 0.28 | 0.27 | 0.19 |

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana / Interamericana –RICYT-

Tabla XLIX. **Publicaciones Guatemaltecas en revistas científicas en relación al PIB**  
Por cada mil millones de US \$

| REVISTA CIENTIFICA                  | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 |
|-------------------------------------|------|------|------|------|------|------|
| SCIENCE CITATION INDEX (SCI SEARCH) | 2.42 | 2.94 | 2.52 | 3.39 | 3.22 | 2.58 |
| PASCAL                              | 0.96 | 1.14 | 0.84 | 1.06 | 0.97 | 0.59 |

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana / Interamericana –RICYT-

Es importante mencionar que los datos que se encuentran subidos en la página de la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericana / Interamericana –RICYT- se encuentran en este momento actualizados hasta el año 2011.

## 5. SECRETARÍA NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

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 Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología -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.

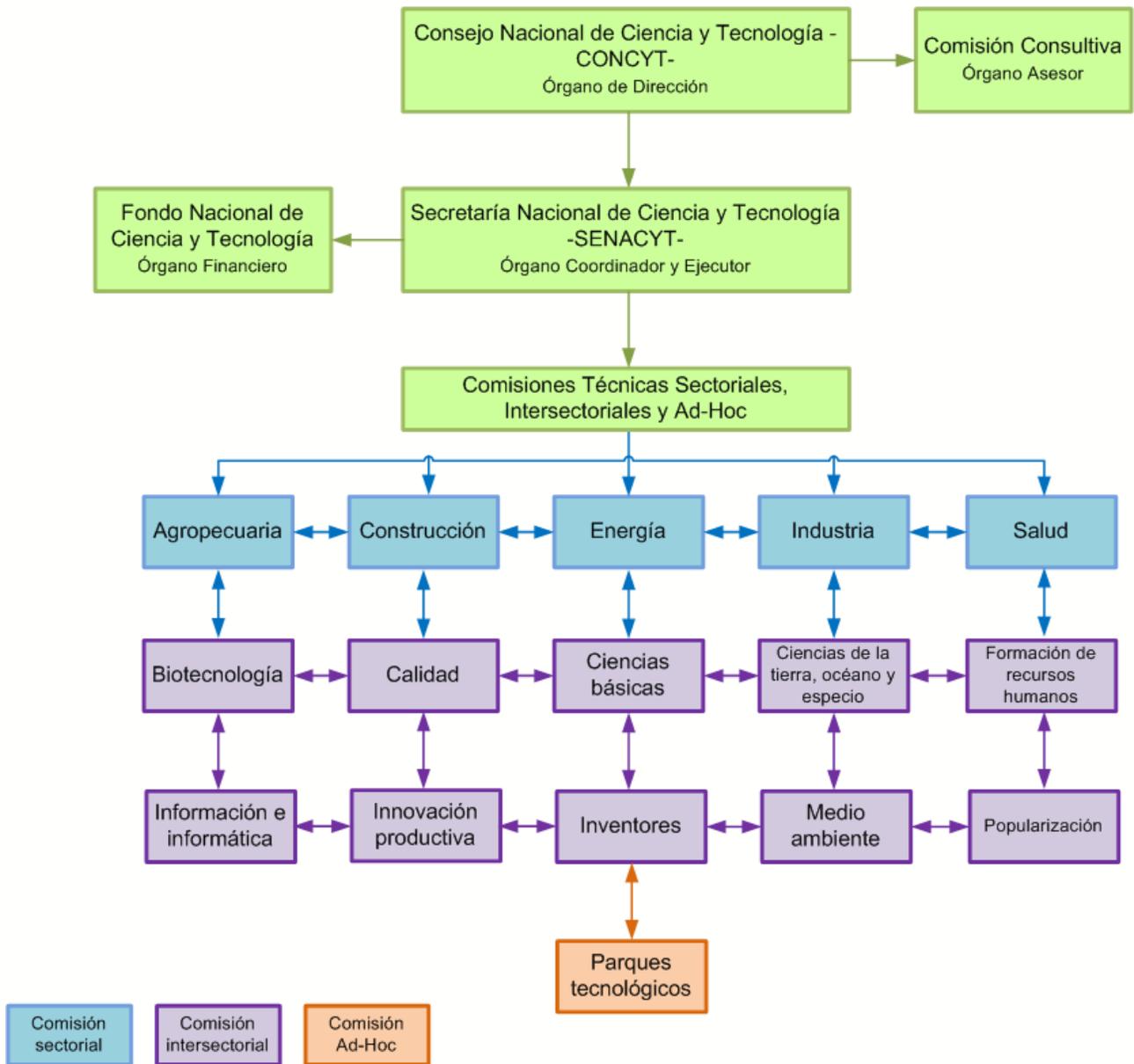
El CONCYT cuenta con una Comisión Consultiva, como órgano asesor de alto nivel, integrado por nueve miembros representantes de las instituciones que integran el CONCYT. Entre sus funciones están las de asesorar y apoyar la acción del Consejo, colaborar con la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, 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. Mediante la reforma a Ley de Desarrollo Científico y Tecnológico, contenida en el Decreto 38-2006, se establece que el titular de la SENACYT tendrá representación legal del CONCYT.

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.

Gráfica 19. Órganos Integrantes del SINCYT



Fuente: Elaboración propia.

### 5.1. Presupuesto ejecutado por la SENACYT

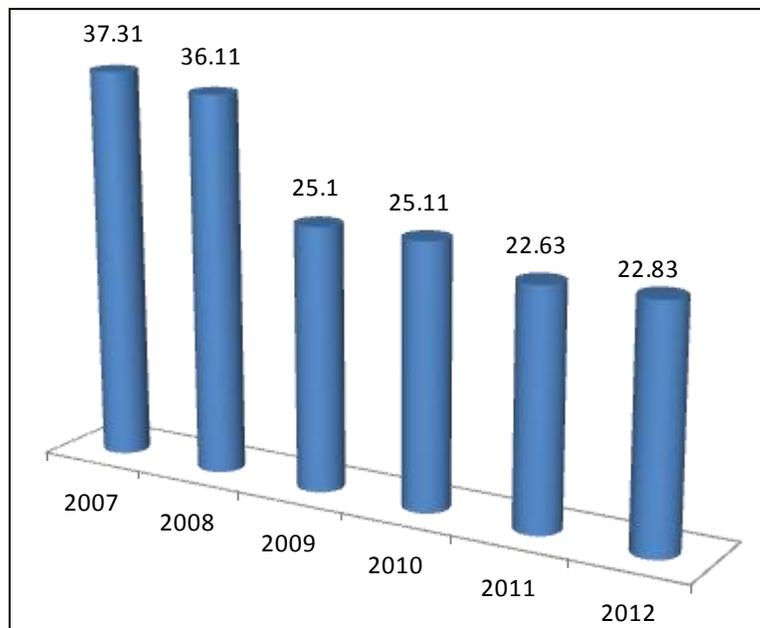
En esta sección se presentan los montos (en quetzales) ejecutados por la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología durante los últimos años.

Tabla L. Presupuesto ejecutado por la SENACYT

| Año                                  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  |
|--------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Inversión (en Millones de Quetzales) | 37.31 | 36.11 | 25.10 | 25.11 | 22.63 | 22.83 |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 20. Presupuesto Ejecutado por la SENACYT en millones de quetzales



Fuente: Elaboración propia.

### 5.2. Inversión en investigación y desarrollo realizada por la SENACYT

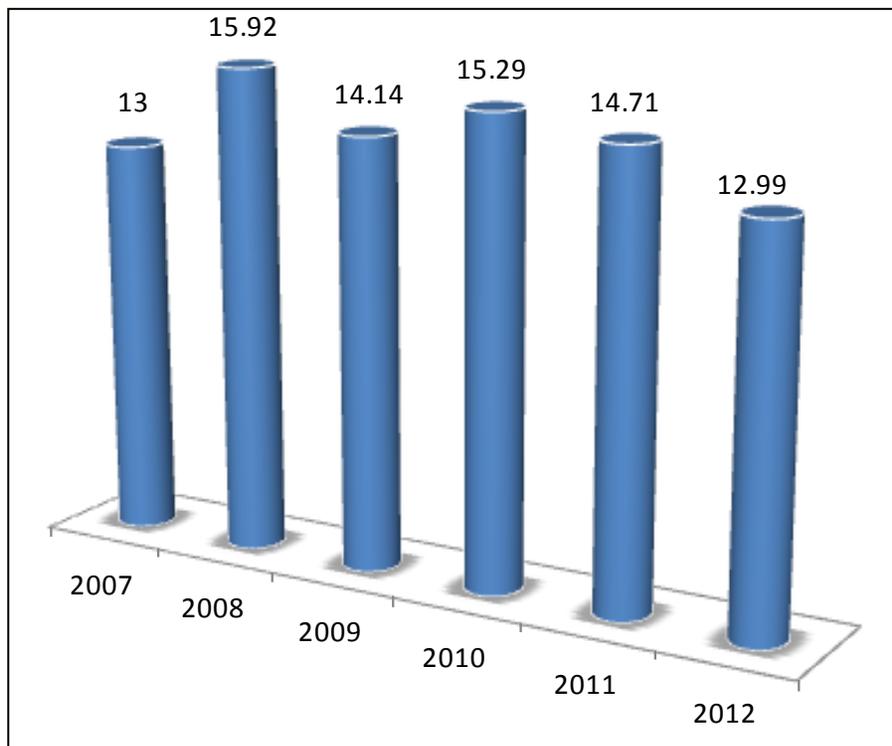
En esta sección se presenta información sobre la inversión en Investigación y Desarrollo Experimental (I+D) realizada con fondos de la SENACYT.

Tabla LI. Inversión en investigación y desarrollo realizada por la SENACYT

|  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012  |
|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Inversión en Investigación y Desarrollo (I+D) (en millones de Quetzales) | 13.00 | 15.92 | 14.14 | 15.29 | 14.71 | 12.99 |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 21. **Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT en millones de quetzales**



Fuente: Elaboración propia.

### 5.3. Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT

La Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología financia proyectos de investigación pero no los ejecuta directamente. Los montos que se muestran a continuación corresponden a los fondos de la SENACYT, que fueron ejecutados por diferentes sectores.

Tabla LII. **Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT**

| Sector de Ejecución                         | 2006        | 2007      | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|---|-------------|-----------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Gobierno                                    | 0.88        | 0.7       | 1.22         | 0.57         | 0.88         | 0.93         | 0.72         |
| Empresas                                    | -           | 1.47      | -            | -            | 0.24         | 0.54         | 0.3          |
| Educación Superior                          | 5.23        | 9.32      | 13.98        | 11.72        | 12.38        | 11.14        | 10.24        |
| Organizaciones sin fines de lucro           | 0.96        | 1.51      | 0.72         | 1.85         | 1.79         | 2.1          | 1.73         |
| Otras                                       | 0.11        | -         | -            | -            | -            | -            | -            |
| <b>Total<br/>(en millones de Quetzales)</b> | <b>7.18</b> | <b>13</b> | <b>15.92</b> | <b>14.14</b> | <b>15.29</b> | <b>14.71</b> | <b>12.99</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla LIII. **Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por sector de ejecución (en porcentaje)**

| Sector de ejecución               | 2006 (%)   | 2007 (%)   | 2008 (%)   | 2009 (%)   | 2010 (%)   | 2011 (%)   | 2012 (%)   |
|-----------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Gobierno                          | 12         | 5          | 8          | 4          | 6          | 6          | 6          |
| Empresas                          | 0          | 11         | 0          | 0          | 1          | 4          | 2          |
| Educación Superior                | 73         | 72         | 88         | 83         | 81         | 76         | 79         |
| Organizaciones sin fines de lucro | 13         | 12         | 4          | 13         | 12         | 14         | 3          |
| Otras                             | 2          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <b>Total</b>                      | <b>100</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Tabla LIV. **Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por disciplina científica**

| Disciplina científica                   | 2006        | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|---|-------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Ciencias naturales y exactas            | 4.60        | 5.96         | 6.21         | 7.49         | 7.65         | 6.38         | 6.04         |
| Ingeniería y tecnología                 | 1.20        | 0.82         | 2.71         | 2.23         | 2.35         | 3.02         | 2.45         |
| Ciencias médicas                        | 0.58        | 2.95         | 3.45         | 0.82         | 1.41         | 2.42         | 2.43         |
| Ciencias agrícolas                      | 0.80        | 3.19         | 2.83         | 3.06         | 3.67         | 2.70         | 2.07         |
| Ciencias sociales                       | 0.00        | 0.08         | 0.72         | 0.54         | 0.12         | 0.19         | 0            |
| Humanidades                             | 0.00        | 0.00         | 0.00         | 0.00         | 0.09         | 0.00         | 0            |
| <b>Total (en millones de quetzales)</b> | <b>7.18</b> | <b>13.00</b> | <b>15.92</b> | <b>14.14</b> | <b>15.29</b> | <b>14.71</b> | <b>12.99</b> |

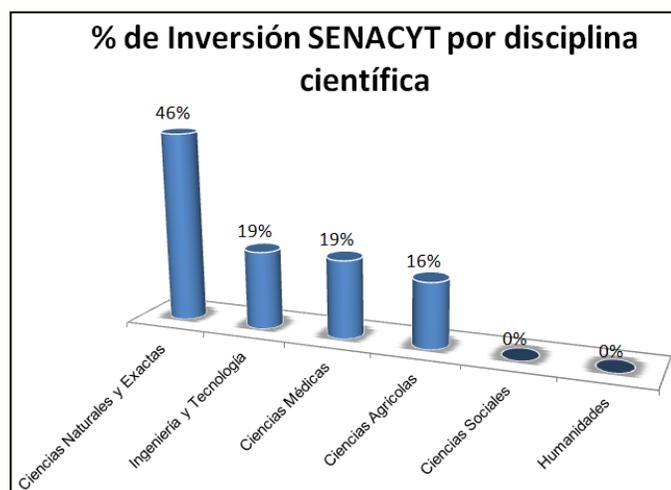
Fuente: Elaboración propia.

Tabla LV. **Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por disciplina científica (en porcentaje)**

| Disciplina científica        | 2006(%)    | 2007(%)    | 2008(%)    | 2009(%)    | 2010(%)    | 2011 (%)   | 2012 (%)   |
|------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Ciencias naturales y exactas | 64         | 46         | 39         | 53         | 50         | 44         | 46         |
| Ingeniería y tecnología      | 17         | 6          | 17         | 16         | 16         | 25         | 19         |
| Ciencias médicas             | 8          | 23         | 22         | 6          | 9          | 11         | 19         |
| Ciencias agrícolas           | 11         | 24         | 18         | 21         | 24         | 19         | 16         |
| Ciencias sociales            | 0          | 1          | 4          | 4          | 1          | 1          | 0          |
| Humanidades                  | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| <b>Total</b>                 | <b>100</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 22. **Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT en 2012, por disciplina científica**



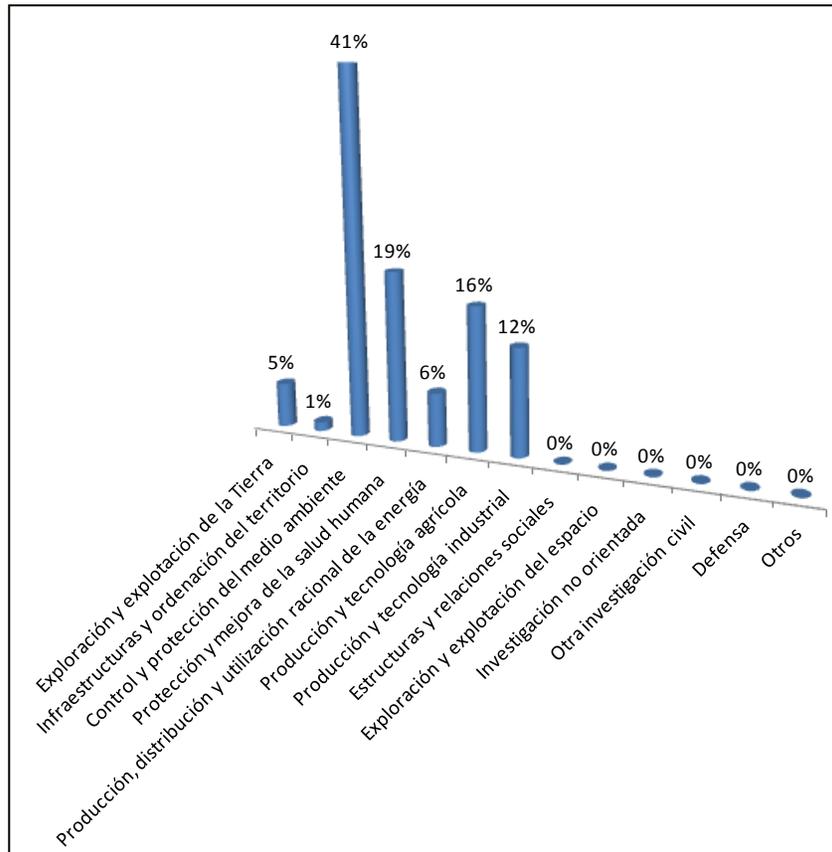
Fuente: Elaboración propia.

Tabla LVI. **Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por objetivo socioeconómico (en porcentaje)**

| Objetivo Socioeconómico                                       | 2006 (%)   | 2007 (%)   | 2008 (%)   | 2009 (%)   | 2010 (%)   | 2011 (%)   | 2012 (%)   |
|---|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Exploración y explotación de la Tierra                        | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 7          | 5          |
| Infraestructuras y ordenación del territorio                  | 17         | 0          | 0          | 1          | 0          | 2          | 1          |
| Control y protección del medio ambiente                       | 64         | 36         | 6          | 53         | 35         | 34         | 41         |
| Protección y mejora de la salud humana                        | 8          | 34         | 33         | 21         | 17         | 17         | 19         |
| Producción, distribución y utilización racional de la energía | 0          | 0          | 9          | 7          | 5          | 7          | 6          |
| Producción y tecnología agrícola                              | 11         | 12         | 33         | 8          | 33         | 18         | 16         |
| Producción y tecnología industrial                            | 0          | 13         | 8          | 7          | 8          | 14         | 12         |
| Estructuras y relaciones sociales                             | 0          | 1          | 0          | 1          | 1          | 1          | 0          |
| Exploración y explotación del espacio                         | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Investigación no orientada                                    | 0          | 0          | 5          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Otra investigación civil                                      | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Defensa   | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          | 0          |
| Otros   | 0          | 4          | 6          | 2          | 1          | 0          | 0          |
| <b>Total</b>  | <b>100</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 23. **Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT en 2012, por objetivo socioeconómico**



Fuente: Elaboración propia.

Tabla LVII. **Inversión en investigación y desarrollo experimental realizada por la SENACYT, por tipo de investigación (en porcentaje)**

| Tipo de Investigación   | 2007 (%)   | 2008 (%)   | 2009 (%)   | 2010 (%)   | 2011 (%)   | 2012 (%)   |
|-------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Investigación básica    | 39         | 53         | 29         | 27         | 29         | 5          |
| Investigación aplicada  | 46         | 32         | 57         | 61         | 61         | 94         |
| Desarrollo experimental | 15         | 15         | 14         | 12         | 10         | 1          |
| <b>Total</b>            | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> | <b>100</b> |

Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4. Proyectos de investigación y desarrollo experimental (I+D) financiados por la SENACYT

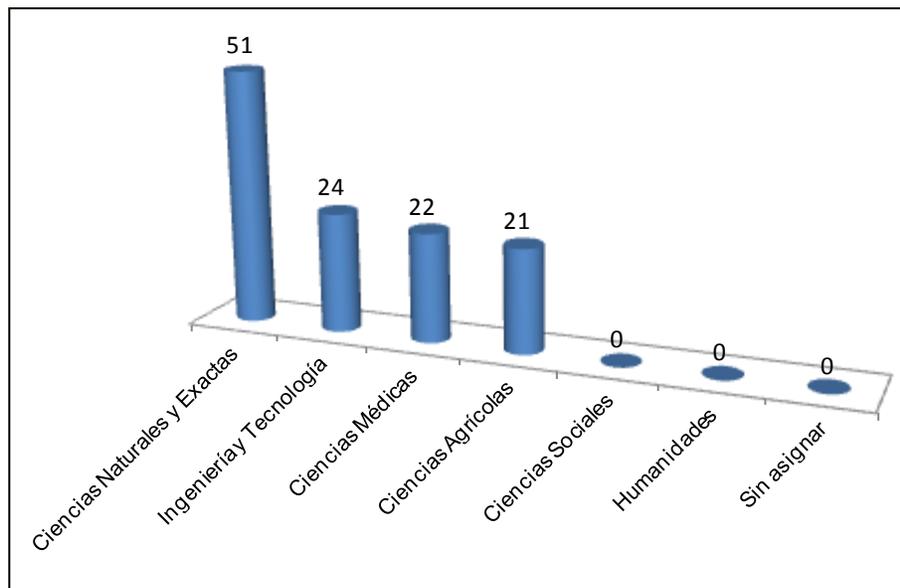
Se presenta información sobre la cantidad de proyectos de investigación y desarrollo experimental (I+D) realizados en Guatemala con el financiamiento de la SENACYT.

Tabla LVIII. Cantidad de proyectos de investigación y desarrollo experimental por disciplina científica, financiados por la SENACYT

| Disciplina Científica        | Cantidad de proyectos de I+D realizados |            |            |            |
|------------------------------|---|------------|------------|------------|
|                              | 2009                                    | 2010       | 2011       | 2012       |
| Ciencias naturales y exactas | 35                                      | 64         | 62         | 51         |
| Ingeniería y tecnología      | 13                                      | 20         | 35         | 24         |
| Ciencias médicas             | 3                                       | 12         | 16         | 22         |
| Ciencias agrícolas           | 17                                      | 32         | 26         | 21         |
| Ciencias sociales            | 3                                       | 1          | 1          | 0          |
| Humanidades                  | 0                                       | 0          | 0          | 0          |
| Sin asignar                  | 0                                       | 1          | 0          | 0          |
| <b>Total</b>                 | <b>71</b>                               | <b>130</b> | <b>140</b> | <b>118</b> |

Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 24. Distribución porcentual de los proyectos realizados con fondos de la SENACYT, según la disciplina científica, durante 2011



Fuente: Elaboración propia.

#### 5.4.1. Cantidad de proyectos de investigación y desarrollo experimental realizados por empresas privadas y centros de investigación extranjeros, financiados por la SENACYT

Ninguna empresa ni centro de investigación extranjera ha realizado proyectos de investigación y desarrollo experimental con financiamiento de la SENACYT.

Tabla LIX. **Cantidad de proyectos de investigación y desarrollo experimental realizados con fondos de la SENACYT, por objetivo socioeconómico**

| Objetivo Socioeconómico                                       | Cantidad de proyectos 2009 | Cantidad de proyectos 2010 | Cantidad de proyectos 2011 | Cantidad de proyectos 2012 |
|---|----------------------------|----------------------------|----------------------------|----------------------------|
| Exploración y explotación de la Tierra                        | 0                          | 0                          | 13                         | 10                         |
| Infraestructuras y ordenación del territorio                  | 1                          | 0                          | 1                          | 2                          |
| Control y protección del medio ambiente                       | 35                         | 45                         | 49                         | 41                         |
| Protección y mejora de la salud humana                        | 12                         | 22                         | 16                         | 22                         |
| Producción, distribución y utilización racional de la energía | 6                          | 7                          | 10                         | 8                          |
| Producción y tecnología agrícola                              | 8                          | 44                         | 26                         | 21                         |
| Producción y tecnología industrial                            | 6                          | 10                         | 24                         | 14                         |
| Estructuras y relaciones sociales                             | 1                          | 1                          | 1                          | 0                          |
| Exploración y explotación del espacio                         | 0                          | 0                          | 0                          | 0                          |
| Investigación no orientada                                    | 0                          | 0                          | 0                          | 0                          |
| Otra investigación civil                                      | 0                          | 0                          | 0                          | 0                          |
| Defensa   | 0                          | 0                          | 0                          | 0                          |
| Otros   | 2                          | 1                          | 0                          | 0                          |
| <b>Total</b>  | <b>71</b>                  | <b>130</b>                 | <b>140</b>                 | <b>118</b>                 |

Fuente: Elaboración propia.

## 6. COMPARACIONES INTERNACIONALES

En este capítulo se presentan indicadores del sector ciencia y tecnología, de Guatemala y de otros países que permiten situar al país en el contexto internacional. Se presentan los datos disponibles en la Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana – RICYT-, hasta el año 2010, de países de la región centroamericana así como de Panamá, México, algunos países sudamericanos y Estados Unidos de América.

Tabla LX. **Inversión en investigación y desarrollo tecnológico**  
Millones de dólares americanos

|                           | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Argentina                 | 1059.82      | 1333.08      | 1720.96      | 1846.50      | 2284.52      | 2885.71      | -            |
| Brazil                    | 10978.79     | 14961.99     | 18390.56     | 18918.47     | 24855.44     | 29958.65     | -            |
| Chile                     | -            | 537.42       | 673.58       | 697.58       | 907.04       | -            | -            |
| Colombia                  | 230.54       | 354.04       | 438.20       | 415.95       | 534.11       | 615.78       | -            |
| Costa Rica                | 96.97        | 95.86        | 118.84       | 159.09       | 175.17       | 195.47       | -            |
| Cuba                      | 232.8        | 255.6        | 304.4        | 381.7        | 390.9        | 187.6        | -            |
| <b>Guatemala</b>          | <b>14.90</b> | <b>22.76</b> | <b>24.22</b> | <b>20.86</b> | <b>17.98</b> | <b>22.92</b> | <b>22.34</b> |
| Honduras                  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| México                    | 3601.28      | 3843.88      | 4506.59      | 3887.00      | 4917.43      | 5264.42      | -            |
| Nicaragua                 | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Panamá                    | 42.7         | 38.7         | 47.96        | 49.9         | 51.95        | -            | -            |
| El Salvador               | -            | 17.96        | 24.1         | 16           | 14.40        | 7.2          | -            |
| Estados Unidos de América | 350923       | 377594       | 403668       | 401576       | -            | 428163       | -            |

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT- y total de inversión obtenido al año 2012 cambiado a dólares con el tipo de cambio fechado al 31 de diciembre del año 2012 según BANGUAT

Tabla LXI. **Inversión en investigación y desarrollo experimental respecto al PIB  
(Porcentaje)**

|                           | 2006         | 2007         | 2008         | 2009         | 2010         | 2011         | 2012         |
|---------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Argentina                 | 0.49%        | 0.50%        | 0.52%        | 0.59%        | 0.61%        | 0.64%        | -            |
| Brasil                    | 1.00%        | 1.09%        | 1.11%        | 1.18%        | 1.16%        | 1.20%        | -            |
| Chile                     | -            | 0.32%        | 0.39%        | 0.43%        | 0.44%        | -            | -            |
| Colombia                  | 0.14%        | 0.17%        | 0.18%        | 0.19%        | 0.19%        | 0.18%        | -            |
| Costa Rica                | 0.43%        | 0.36%        | 0.39%        | 0.54%        | -            | 0.47%        | -            |
| Cuba                      | 0.41%        | 0.43%        | 0.50%        | 0.61%        | 0.60%        | 0.27%        | -            |
| <b>Guatemala</b>          | <b>0.04%</b> | <b>0.06%</b> | <b>0.06%</b> | <b>0.05%</b> | <b>0.04%</b> | <b>0.04%</b> | <b>0.05%</b> |
| Honduras                  | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| México                    | 0.37%        | 0.37%        | 0.41%        | 0.44%        | 0.47%        | 0.45%        | -            |
| Nicaragua                 | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
| Panamá                    | 0.24%        | 0.19%        | 0.20%        | 0.20%        | 0.19%        | -            | -            |
| El Salvador               | -            | 0.08%        | 0.10%        | 0.07%        | 0.06%        | 0.03%        | -            |
| Estados Unidos de América | 2.63%        | 2.70%        | 2.83%        | 2.89%        | -            | 2.84%        | -            |

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT- hasta el año 2011, para el año 2012 se realizó el cálculo.

Tabla LXII. **Inversión en Investigación y desarrollo experimental por tipo de investigación**

|                         | 2006          | 2007          | 2008          | 2009          | 2010          | 2011          | 2012          |
|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| <b>Argentina</b>        |               |               |               |               |               |               |               |
| Investigación Básica    | 28.07%        | 29.32%        | 28.04%        | 29.80%        | 32.53%        | 31.46%        | -             |
| Investigación Aplicada  | 42.71%        | 42.72%        | 44.18%        | 43.73%        | 42.13%        | 45.05%        | -             |
| Desarrollo Experimental | 29.20%        | 27.95%        | 27.76%        | 26.46%        | 25.33%        | 23.47%        | -             |
| <b>Costa Rica</b>       |               |               |               |               |               |               |               |
| Investigación Básica    | 5.77%         | 6.65%         | 8.32%         | 11.39%        | 10.13%        | 11.50%        | -             |
| Investigación Aplicada  | 92.93%        | 74.23%        | 84.12%        | 75.53%        | 48.33%        | 49.20%        | -             |
| Desarrollo Experimental | 1.28%         | 19.11%        | 7.55%         | 13.07%        | 41.42%        | 39.29%        | -             |
| <b>Cuba</b>             |               |               |               |               |               |               |               |
| Investigación Básica    | 10.00%        | 10.01%        | 10.01%        | 10.00%        | 10.00%        | 10.02%        | -             |
| Investigación Aplicada  | 50%           | 50%           | 50%           | 49.98%        | 49.98%        | 49.20%        | -             |
| Desarrollo Experimental | 39.99%        | 39.98%        | 39.98%        | 40.00%        | 40.01%        | 39.29%        | -             |
| <b>Guatemala</b>        |               |               |               |               |               |               |               |
| Investigación Básica    | <b>26.74%</b> | <b>14.99%</b> | <b>14.58%</b> | <b>5.63%</b>  | <b>8.48%</b>  | <b>8.34%</b>  | <b>6.46%</b>  |
| Investigación Aplicada  | <b>65.48%</b> | <b>72.86%</b> | <b>72.96%</b> | <b>85.67%</b> | <b>87.64%</b> | <b>82.97%</b> | <b>91.33%</b> |
| Desarrollo Experimental | <b>.76%</b>   | <b>12.13%</b> | <b>12.45%</b> | <b>8.69%</b>  | <b>3.86%</b>  | <b>8.67%</b>  | <b>2.21%</b>  |
| <b>México</b>           |               |               |               |               |               |               |               |
| Investigación Básica    | -             | 18.92%        | -             | 23.89%        | -             | -             | -             |
| Investigación Aplicada  | -             | 32.83%        | -             | 30.99%        | -             | -             | -             |
| Desarrollo Experimental | -             | 48.24%        | -             | 45.11%        | -             | -             | -             |
| <b>Panamá</b>           |               |               |               |               |               |               |               |
| Investigación Básica    | 45.99%        | 49.09%        | 41%           | 41%           | 41.04%        | -             | -             |
| Investigación Aplicada  | 28.99%        | 22.55%        | 28%           | 28%           | 27.93%        | -             | -             |
| Desarrollo Experimental | 25.01%        | 28.34%        | 31%           | 31%           | 31.02%        | -             | -             |

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT- y datos obtenidos en encuestas

### 6.1. GRADUADOS UNIVERSITARIOS

Se presentan el número de graduados en los niveles de licenciatura, maestría y doctorado por disciplina científica.

Tabla LXIII. **Número de graduados a nivel de licenciatura por disciplina científica**

|                    | Disciplina científica   | 2007          | 2008          | 2009          | 2010          | 2011          | 2012         |
|--------------------|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| <b>Costa Rica</b>  | Cs. Naturales y Exactas | 1981          | 1975          | 1927          | 2025          | 2163          | -            |
|                    | Ingeniería y Tecnología | 1904          | 2298          | 2321          | 2408          | 2549          | -            |
|                    | Ciencias Médicas        | 3894          | 4313          | 4468          | 5046          | 5836          | -            |
|                    | Ciencias Agrícolas      | 475           | 448           | 536           | 480           | 653           | -            |
|                    | Ciencias Sociales       | 21625         | 22043         | 23720         | 27282         | 27949         | -            |
|                    | Humanidades             | 875           | 770           | 824           | 922           | 1160          | -            |
|                    | <b>Total</b>            | <b>30754</b>  | <b>31847</b>  | <b>33796</b>  | <b>38163</b>  | <b>40310</b>  | <b>-</b>     |
| <b>Cuba</b>        | Cs. Naturales y Exactas | 583           | 559           | 607           | 559           | 572           | -            |
|                    | Ingeniería y Tecnología | 4154          | 4770          | 5383          | 5779          | 5407          | -            |
|                    | Ciencias Médicas        | 8396          | 24441         | 17340         | 26596         | 25591         | -            |
|                    | Ciencias Agrícolas      | 747           | 729           | 1061          | 1153          | 1349          | -            |
|                    | Ciencias Sociales       | 30858         | 40976         | 50454         | 50692         | 40727         | -            |
|                    | Humanidades             |               |               |               |               | 12111         | -            |
| <b>Total</b>       | <b>44738</b>            | <b>71475</b>  | <b>74845</b>  | <b>84779</b>  | <b>85757</b>  | <b>-</b>      |              |
| <b>Guatemala</b>   | Cs. Naturales y Exactas | <b>81</b>     | <b>73</b>     | <b>116</b>    | <b>144</b>    | <b>164</b>    | <b>171</b>   |
|                    | Ingeniería y Tecnología | <b>1667</b>   | <b>1653</b>   | <b>1880</b>   | <b>1432</b>   | <b>1931</b>   | <b>1932</b>  |
|                    | Ciencias Médicas        | <b>742</b>    | <b>824</b>    | <b>873</b>    | <b>1083</b>   | <b>1456</b>   | <b>1177</b>  |
|                    | Ciencias Agrícolas      | <b>352</b>    | <b>354</b>    | <b>341</b>    | <b>398</b>    | <b>400</b>    | <b>412</b>   |
|                    | Ciencias Sociales       | <b>4759</b>   | <b>5455</b>   | <b>5390</b>   | <b>7107</b>   | <b>9142</b>   | <b>10097</b> |
|                    | Humanidades             | <b>381</b>    | <b>183</b>    | <b>285</b>    | <b>536</b>    | <b>266</b>    | <b>183</b>   |
|                    | <b>Total</b>            | <b>7982</b>   | <b>8542</b>   | <b>8885</b>   | <b>10700</b>  | <b>13359</b>  | <b>13972</b> |
| <b>México</b>      | Cs. Naturales y Exactas | 5366          | 5287          | 5750          | 6598          | 6645          | -            |
|                    | Ingeniería y Tecnología | 91514         | 89298         | 94556         | 96101         | 106267        | -            |
|                    | Ciencias Médicas        | 29705         | 30565         | 33981         | 35451         | 37824         | -            |
|                    | Ciencias Agrícolas      | 6355          | 5929          | 7291          | 7501          | 7650          | -            |
|                    | Ciencias Sociales       | 158165        | 156085        | 168761        | 173903        | 180210        | -            |
|                    | Humanidades             | 20358         | 21426         | 23039         | 25097         | 26559         | -            |
|                    | <b>Total</b>            | <b>311463</b> | <b>308590</b> | <b>333378</b> | <b>344651</b> | <b>365155</b> | <b>-</b>     |
| <b>El Salvador</b> | Cs. Naturales y Exactas | 771           | 664           | 637           | 178           | 636           | -            |
|                    | Ingeniería y Tecnología | 1143          | 1479          | 1473          | 4072          | 1760          | -            |
|                    | Ciencias Médicas        | 1715          | 1447          | 1501          | 3230          | 1477          | -            |
|                    | Ciencias Agrícolas      | 144           | 127           | 128           | 186           | 158           | -            |
|                    | Ciencias Sociales       | 6045          | 6300          | 6137          | 8601          | 7598          | -            |
|                    | Humanidades             | 170           | 232           | 275           | 822           | 430           | -            |
|                    | <b>Total</b>            | <b>9988</b>   | <b>10249</b>  | <b>10151</b>  | <b>17089</b>  | <b>12059</b>  | <b>-</b>     |

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT- y universidades locales en año 2012

Tabla LXIV. **Número de graduados a nivel de maestría por disciplina científica**

|                    | Disciplina científica   | 2006  | 2007  | 2008  | 2009  | 2010  | 2011  | 2012 |
|--------------------|-------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| <b>Costa Rica</b>  | Cs. Naturales y Exactas | 164   | 220   | 236   | 228   | 91    | 170   | -    |
|                    | Ingeniería y Tecnología | 94    | 63    | 93    | 51    | 88    | 81    | -    |
|                    | Ciencias Médicas        | 172   | 353   | 221   | 224   | 457   | 489   | -    |
|                    | Ciencias Agrícolas      | 43    | 64    | 37    | 65    | 67    | 38    | -    |
|                    | Ciencias Sociales       | 2544  | 2282  | 2636  | 2725  | 3704  | 3401  | -    |
|                    | Humanidades             | 52    | 90    | 47    | 52    | 36    | 83    | -    |
|                    | Total                   | 3069  | 3072  | 3270  | 3345  | 4443  | 4262  | -    |
| <b>Guatemala</b>   | Cs. Naturales y Exactas | 0     | 0     | 21    | 21    | 4     | 7     | 1    |
|                    | Ingeniería y Tecnología | 64    | 185   | 150   | 200   | 118   | 275   | 196  |
|                    | Ciencias Médicas        | 52    | 142   | 75    | 307   | 415   | 407   | 352  |
|                    | Ciencias Agrícolas      | 47    | 86    | 93    | 40    | 26    | 10    | 23   |
|                    | Ciencias Sociales       | 799   | 822   | 827   | 942   | 1572  | 1334  | 2048 |
|                    | Humanidades             | 12    | 22    | 30    | 100   | 77    | 60    | 65   |
|                    | Total                   | 974   | 1257  | 1196  | 1610  | 2212  | 2093  | 2685 |
| <b>México</b>      | Cs. Naturales y Exactas | 1348  | 1575  | 1769  | 1582  | 1750  | 1789  | -    |
|                    | Ingeniería y Tecnología | 3869  | 4005  | 4060  | 4085  | 4405  | 4940  | -    |
|                    | Ciencias Médicas        | 1147  | 1330  | 1369  | 1572  | 1824  | 2113  | -    |
|                    | Ciencias Agrícolas      | 843   | 692   | 645   | 761   | 674   | 680   | -    |
|                    | Ciencias Sociales       | 16874 | 18123 | 20267 | 20771 | 23382 | 25577 | -    |
|                    | Humanidades             | 8510  | 9922  | 11073 | 12156 | 12283 | 13485 | -    |
|                    | Total                   | 32591 | 35647 | 39183 | 40927 | 44318 | 48584 | -    |
| <b>El Salvador</b> | Cs. Naturales y Exactas | -     | 12    | 2     | -     | -     | 17    | -    |
|                    | Ingeniería y Tecnología | -     | -     | -     | 14    | -     | 5     | -    |
|                    | Ciencias Médicas        | 46    | 71    | 41    | 58    | 27    | 168   | -    |
|                    | Ciencias Agrícolas      | 5     | 8     | 5     | 8     | 7     | 5     | -    |
|                    | Ciencias Sociales       | 294   | 201   | 420   | 473   | 453   | 601   | -    |
|                    | Humanidades             | 1     | -     | -     | 5     | 3     | 11    | -    |
|                    | Total                   | 346   | 292   | 468   | 558   | 490   | 807   | -    |

Fuente: Red de Indicadores de Ciencia y Tecnología, Iberoamericana e Interamericana -RICYT-, y universidades locales en año 2012

Tabla LXV. Número de graduados a nivel de doctorado disciplina científica

|             | Disciplina científica   | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|-------------|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|
| Costa Rica  | Cs. Naturales y Exactas | 4    | -    | 4    | 1    | 7    | 12   | -    |
|             | Ingeniería y Tecnología | 1    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ciencias Médicas        | -    | 53   | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ciencias Agrícolas      | 3    | 4    | -    | 5    | 3    | 1    | -    |
|             | Ciencias Sociales       | 101  | 39   | 76   | 95   | 101  | 97   | -    |
|             | Humanidades             | 2    | 5    | -    | -    | 6    | 2    | -    |
|             | Total                   | 111  | 101  | 80   | 101  | 117  | 112  | -    |
| Cuba        | Cs. Naturales y Exactas | 60   | 50   | 52   | 56   | 61   | 118  | -    |
|             | Ingeniería y Tecnología | 76   | 60   | 79   | 81   | 76   | 135  | -    |
|             | Ciencias Médicas        | 37   | 57   | 29   | 71   | 67   | 124  | -    |
|             | Ciencias Agrícolas      | 51   | 48   | 74   | 39   | 49   | 106  | -    |
|             | Ciencias Sociales       | 313  | 254  | 366  | 398  | 364  | 752  | -    |
|             | Humanidades             |      |      |      |      |      |      | -    |
|             | Total                   | 537  | 469  | 600  | 645  | 617  | 1235 | -    |
| Guatemala   | Cs. Naturales y Exactas | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ingeniería y Tecnología | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ciencias Médicas        | 2    | 1    | 2    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ciencias Agrícolas      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ciencias Sociales       | 16   | 8    | 5    | 25   | 16   | 37   | 53   |
|             | Humanidades             | -    | 1    | 3    | -    | -    | -    | -    |
|             | Total                   | 18   | 10   | 10   | 25   | 16   | 53   | 53   |
| México      | Cs. Naturales y Exactas | 484  | 550  | 590  | 684  | 727  | 762  | -    |
|             | Ingeniería y Tecnología | 409  | 445  | 484  | 467  | 434  | 393  | -    |
|             | Ciencias Médicas        | 181  | 158  | 217  | 275  | 279  | 359  | -    |
|             | Ciencias Agrícolas      | 216  | 205  | 152  | 181  | 104  | 111  | -    |
|             | Ciencias Sociales       | 689  | 880  | 962  | 1445 | 1224 | 1442 | -    |
|             | Humanidades             | 821  | 712  | 1093 | 1047 | 1399 | 1598 | -    |
|             | Total                   | 2800 | 2950 | 3498 | 4099 | 4167 | 4665 | -    |
| El Salvador | Cs. Naturales y Exactas | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ingeniería y Tecnología | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ciencias Médicas        | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ciencias Agrícolas      | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Ciencias Sociales       | -    | -    | -    | -    | -    | -    | -    |
|             | Humanidades             | 1    | 1    | 1    | 2    | 2    | 1    | -    |
|             | Total                   | 1    | 1    | 1    | 2    | 2    | 1    | -    |

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

## 7. CIENTÍFICOS Y TECNÓLOGOS DESTACADOS DE GUATEMALA

### 7.1. Medalla de ciencia y tecnología

La Medalla de Ciencia y Tecnología se creó 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 para el país, por medio de la "Ley de Promoción del Desarrollo Científico y Tecnológico Nacional"(Decreto Ley No. 63-91). Esta presea es impuesta en el Palacio Legislativo, por el Presidente del Congreso de la República y el Vicepresidente de la República en su calidad de Presidente del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT-

Los candidatos a recibir la presea provienen de instituciones, entidades, asociaciones, corporaciones, organismos y órganos que realicen actividades científico-tecnológicas en los sectores: público, privado, académico, investigativo y de desarrollo regional. Deben ser guatemaltecos o, extranjeros que hayan residido al menos cinco años continuos en la República de Guatemala. Los factores que se evalúan del Currículo de los candidatos son:

- Trabajos de Investigación Científica o innovación y desarrollo tecnológico.
- Trabajos Publicados (Calidad y Cantidad), Investigador Principal o Asociado, Divulgación (Revista, Presencia en el Web).
- Impacto Nacional
- Beneficio Social, Logros Científicos, Aplicación.
- Méritos en Ciencia y Tecnología y Formación Académica.
- Condecoraciones y reconocimientos, Asociaciones Académicas a la que pertenece, invitaciones académicas (conferencias impartidas, cursos impartidos), honores, formación académica (Grados obtenidos, entrenamiento de postgrado).

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT-, a través de la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT-, ha realizado a la fecha un total de 15 convocatorias en el período de 1996 a 2012 con el propósito de reconocer el trabajo desarrollado por investigadores miembros del SINCYT, habiéndose impuesto la medalla de ciencia y tecnología a un total de doce investigadores, siendo ellos:

#### Año 1,997

##### **Doctor Ricardo Bressani**

Doctor Honoris Causa de la Purdue University, Premio Mundial de la Ciencia "Albert Einstein" y Doctor Honoris Causa de la Universidad del Valle de Guatemala. 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.



**Campo:** 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 1,998

#### **Licenciado Armando Cáceres Estrada**

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, 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.



**Campo:** Detección, validación, producción y uso de las plantas medicinales y productos fitoterapéuticos.

### Año 1,999

#### **Doctor Aldo Castañeda**

Máster en bioquímica egresado de la universidad de Minnesota y de ciencias egresado de la universidad de Harvard. Doctorado en fisiología y cirugía en la universidad de Minnesota.



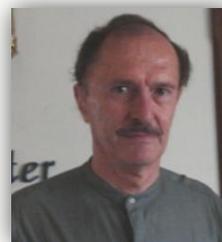
**Campo:** Cirugía cardiovascular pediátrica correctiva de cardiopatía congénita en el neonato y en infantes. Sus trabajos de investigación abrieron el campo nuevamente del trasplante clínico de corazón pulmón tanto en niños como adultos.

### Año 2,000

#### **Ingeniero Carlos Edmundo Rolz Asturias, Ms.C.**

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.



**Campo:** Biotecnología. Desarrollo de tecnología innovadora al inventar un proceso para producir etanol partiendo de partículas de caña de azúcar.

### Año 2,001

#### **Doctor Juan Fernando Medrano Palomo**

Doctor en Genética de la Universidad de California Davis.

Miembro de la American Dairy Science Association, Mammalian Genome Society y de la American Association for the Advancement of SCI.



**Campo:** genética del crecimiento animal (caracterización y mapeo del gen 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.

### Año 2,002

#### **Doctor Oscar Manuel Cobar Pinto**

**Campo:** 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, antiinflamatoria y antibacteriana.

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 2,003

#### **† Doctor Benjamín Torún (QEPD)**

**Campo:** 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 2,004

#### **Doctora María Carlota Monroy**

Licenciatura en Biología de la Universidad de San Carlos, Guatemala 1979.  
Maestría en Ciencias en Microbiología Médica del Instituto Karolinska, Suecia 1990.

Doctorado en Biología en Entomología/Biología Médica en la Universidad de Uppsala, Suecia 2003.

**Campo:** 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. **Campo:** Zoología Médica



### Año 2,005

#### **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. Máster con una especialidad en Genética Molecular de Eucariontes en la Universidad Católica de Louvain, Bélgica. 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

**Campo:** Genética de Plantas



## Año 2,006

### **Licenciada Celia Cordón de Rosales**

Licenciada en Biología con especialización en entomología médica. Ha recibido entrenamientos cortos en el extranjero sobre biología molecular de anofelinos, biología de vectores de enfermedades y técnicas actuales en la investigación de malaria, en Brasil, Estados Unidos y Colombia. 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*.

**Campo:** Biología y química. Coordinadora del programa cooperativo de Enfermedad de Chagas y directora del programa cooperativo de enfermedades arbovirales del CDC y CES. Programas de malaria y Enfermedad de Chagas en CDC y CES. Prevención y control de las enfermedades humanas transmitidas por insectos. ADN recombinante.

## Año 2007

### **Convocatoria Desierta**

## Año 2008

### **Doctor Byron Arana Figueroa**

Doctor en Enfermedades Tropicales en la Universidad de Liverpool, Inglaterra. Ha cursado estudios relacionado con el campo de la salud, en diversos países del mundo tales como: Colombia, Japón, República Popular de China, Tailandia y en los Estados Unidos de Norte América.



**Campo:** Enfermedades tropicales. Sobresalen los estudios en Oncocercosis, Enfermedad de Chagas, estudios en parásitos intestinales, estudios en calidad del aire y los estudios en Leishmaniasis Cutánea.

## Año 2009

### **Doctor César Augusto Azurdía Pérez**

Doctor en Genética egresado de la Universidad de California, Davis, USA.

**Campo:** Cambios de la botánica, ecología, etnobotánica y genética, enfocado en el uso sustentable de la biodiversidad en Guatemala, con énfasis en la agro biodiversidad de Mesoamérica.

Dentro de las investigaciones realizadas, destaca la del piñón (*Jathropa curcas*), para la elaboración de biodiesel, para conocer la diversidad genética (uso de marcadores moleculares).



## Año 2010

### **Doctor Noel W. Solomons**

Graduado en Medicina en 1,970 de la Escuela de Medicina de la Universidad de Harvard, Estados Unidos de América. Pertenece a varias sociedades profesionales y científicas, entre ellas, la American Society for Nutrition; Sociedad Latinoamericana de Nutrición (SLAN) y Sociedad Internacional para la Investigación de Elementos Traza en Humanos.



**Campo:** La solución a problemas de salud pública como la diarrea, el hambre y la deficiencia de micronutrientes que afectan de gran manera a la población vulnerable de Guatemala. Así también ha abordado importantes temas de la nutrición clínica como lo son la intolerancia a la lactosa, enfermedad de Crohn y fibrosis quística.

## Año 2011

### **Dr. Mario Melgar**

Ingeniero Agrónomo egresado de la universidad de San Carlos de Guatemala. Magister en Estadística Experimental y Doctorado en Estadística Aplicada egresado de la Universidad de California en 1993.



**Campo:** A lo largo de su carrera como experto en el campo de la Estadística, ha llevado cabo investigaciones como autor o co-autor de más de 100 publicaciones presentadas en eventos nacionales e internacionales en revistas científicas y técnicas y como parte del Comité Editorial de CENGICAÑA más de 900 publicaciones.

En el campo académico el Dr. Melgar ha redactado material para cursos en la facultad de Agronomía de la USAC, para -INCAP-, y CENGICAÑA. Ha sido asesor de Tesis en las facultades de Agronomía, Medicina, Química y Farmacia e INCAP. Ha participado como conferencista, organizador, o delegado en más de 200 congresos y seminarios Nacionales y extranjeros. Ha elaborado boletines estadísticos sobre la producción del Azúcar desde el año 2001 a la fecha.

La investigación del Dr. Melgar ha generado información que en la actualidad ha servido para mejorar el desarrollo tecnológico de la Agroindustria azucarera en Guatemala.

## Año 2012

### **Dra. Marion Popenoe V. de Hatch**

Cursó sus estudios de arqueología en Estados Unidos a partir del año 1967, en la Universidad de California en Berkeley. Allí obtuvo un B.A. en Antropología y posteriormente el título Ph.D en Arqueología en 1974.



**Campo:** Los aportes de la Doctora Hatch a la arqueología de Guatemala han sido fundamentales en las áreas del Altiplano Central y la Costa Sur. Actualmente no hay mejor referente en cuanto al estudio de las antiguas poblaciones que habitaron dichas regiones, en especial lo relacionado con sus evidencias cerámicas. Su reconocida experiencia en estudios cerámicos le ha permitido la identificación de poblaciones antiguas mediante la definición de tradiciones cerámicas que se asocian a regiones geográficas específicas. Asimismo, el desarrollo de dichas tradiciones ha permitido reconstruir patrones demográficos y antiguas rutas de intercambio a lo largo de la planicie costera. Esto se ha consolidado en la construcción de un panorama general que integra toda la región sur del Área Maya, algo que ningún otro investigador mayista había logrado hasta ahora.

### Año 2013

#### Dra. Elfriede Pribik de Pöll

Doctorado en Botánica, Universidad de Viena (1947) y obtuvo en 1965 el título de Magister en Ciencias Naturales en la Universidad de Viena. En 1967 se incorporó en la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos donde continuó su educación.

**Campo:** Ha trabajado como catedrática en la Universidad, además de ser la Directora del Programa de Genética y cultivos de Tejidos de Cardamomo y Directora del Herbario del Instituto de Investigaciones de la UVG. Ha trabajado como botánica e investigadora en el campo y en laboratorio, así como taxonomista. Ha impartido varias conferencias en el tema de flora de Guatemala, toxicología y plantas medicinales, y mantiene contacto estrecho con varios jardines botánicos en Europa. Incluso, hay una planta nombrada con su apellido, que fue llevada por ella a un jardín botánico en Inglaterra para su identificación (*Tradescantia poelliae*).



### Año 2014

#### Dr. Rodolfo Francisco Espinosa Smith

Se graduó de Ph.D. en la Century University, New México USA\* y obtuvo la M.Sc. en la University of Denver, Colorado y el grado de Ingeniero Químico en la Universidad de San Carlos de Guatemala. (\*Reconocimiento según acuerdo Consejo Superior USAC 563-2003).

**Campo:** Ha realizado varios estudios enfocados a la investigación aplicada e implementación de avances de Tecnología de Fermentación y el entrenamiento de Ingenieros Químicos para la producción de Etanol, elevando ésta industria Guatemalteca a niveles competitivos a nivel mundial en productividad y rendimiento. Actualmente es el Director, R.E. Ingeniería, consultoría para diseño y montaje de plantas, producción limpia, uso racional de masa y energía, manejo de residuos líquidos. Cuenta con más de 40 años de estar trabajando tanto en investigación aplicada como en la implementación de los avances de la tecnología de fermentación (Biotecnología de primera generación). A través de ello, ha buscado reducir la contaminación y al mismo tiempo mejorar la eficiencia y productividad de operaciones industriales, para que sea lograda la sostenibilidad de los proyectos ejecutados en diferentes industrias del país.



### Año 2015

#### Dr. Jack Clayton Schuster

Con interés en estudiar paleontología o herpetología, entró a estudiar biología en la Universidad de Michigan. Su primera experiencia en América Latina fue en 1966, en un curso de Biología Tropical con la Organización para Estudios Tropicales en Costa Rica. Al graduarse de la Universidad de Florida en 1975 manejó a Guatemala, para trabajar en la Universidad del Valle de Guatemala.

**Campo:** El Dr. Schuster ha descrito 25 nuevas especies, la mayoría guatemaltecas, que ha nombrado con especial atención a la herencia cultural del país, como *Petrejoides guatemalae*, *Ogyges kekchii*, *Petrejoides pokomchii*, *Ogyges cakchiqueli*, *Ogyges tzutuhili*, *Ogyges quichensis*, *Xylopasaloides chortii* y *Oileus gasparilomi*. Fundó la Colección de Artrópodos de la Universidad del Valle de Guatemala, la colección más importante de insectos del país y una de las más grandes de Centroamérica. Esta colección, que sirve como referencia para identificación de insectos para la comunidad guatemalteca y el norte de Centroamérica, mantiene actualmente unos 300,000 especímenes de utilidad en taxonomía, agronomía y cuarentena, ciencias forenses, estudios de biodiversidad y estudios de importancia médica.



## 7.2. Premio de la academia de ciencias para el mundo en vías de desarrollo (TWAS, por sus siglas en inglés)

### Premio TWAS para científicos jóvenes (TWAS Prize for Young Scientists scheme)

Como resultado del Convenio suscrito entre la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, y la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala, anualmente se hace entrega del Premio que otorga la Academia de Ciencias para el Mundo en Vías de Desarrollo –TWAS-, al científico joven del año. El premio TWAS, consiste en un monto de USD 2,000.00.

La Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de Guatemala, y la Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología, (SENACYT), diseñan y realizan cada año, una convocatoria para los candidatos que sean adecuados para trabajar en los diferentes campos de las Ciencias Naturales en una base rotatoria de acuerdo con los lineamientos de la Academia de Ciencias para el Mundo en Vías de Desarrollo TWAS (por sus siglas en inglés: Third World Academy of Sciences). A continuación se presentan los ganadores de dicho premio a partir del año 2007.

### GALARDONADOS DEL PREMIO TWAS

#### Año 2007

##### *Doctor Randall Manuel Lou Meda*

El Dr. Randall Manuel Lou Meda es Médico y cirujano, graduado de la facultad de Ciencias Médicas de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en el año 1993. Posee una Maestría en Investigación, en la Universidad de San Carlos de Guatemala.

En 1996, obtuvo un postgrado en Pediatría, en la Universidad de San Carlos de Guatemala, realizando su práctica en el Hospital General San Juan de Dios. Obtuvo la Sub-especialidad en Nefrología Pediátrica, a través del Programa del Hospital Nacional de Niños y la Universidad de Costa Rica, como parte de un Programa de la Universidad de Utah, Estados Unidos.



#### Año 2008

##### *Licenciado Daniel Ariano Sánchez*

El Lic. M. Sc. Daniel Ariano Sánchez es Biólogo graduado con honores Cum Laude de la Universidad del Valle de Guatemala. En 2007 obtuvo la Maestría en Biología con énfasis en Ecología y Conservación, en la Universidad de Costa Rica. Por sus méritos académicos le han sido otorgadas becas completas para cursos y estudios superiores.

Actualmente, es miembro de la Sociedad para el Estudio de los Anfibios y Reptiles (Society for the Study of Amphibians and Reptiles)



**Año 2009**

**Ingeniero Gregorio Amílcar Sánchez Pérez**

El Ing. Gregorio Amílcar Sánchez Pérez es Ingeniero Agrónomo, graduado de la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala en el año 1997. Posee un postgrado en Biotecnología de la Universidad de Kobe, Japón y una Maestría en Ciencias en Patología de Plantas de la Universidad de Wisconsin-Madison, Estados Unidos de Norte América.



**Año 2010**

**Licda. M.sc. Gabriela Montenegro Bethancourt**

La Licda. M.Sc. Gabriela Montenegro Bethancourt es Licenciada en Nutrición Humana, graduada de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala en 1,999. Obtuvo el diploma de Maestría en Ciencias Biomédicas y Salud Publica, en los Estados Unidos de Norte América y Holanda respectivamente.

Ha sido profesora en la Facultad de Ciencias de la Salud de la Universidad de Rafael Landivar en Quetzaltenango. Por 9 años ha sido nutricionista investigadora del Centro de Estudios en Sensoriopatías, Senectud-CESSIAM- en Quetzaltenango y Guatemala. Fue Coordinadora del proyecto de Seguridad Alimentaria del departamento de San Marcos y Asistente para el programa de Asesoría Nutricional en Situaciones de emergencia ambas en la Fundación Internacional Acción contra el Hambre. Fue Nutricionista Investigadora en el proyecto salud y nutrición de los ancianos urbanos y rurales de Guatemala. Fue Asistente Investigadora en la Dirección General de Investigación –DIGI-. Nutricionista especialista en Género en el proyecto de desarrollo rural de Zacapa y Chiquimula y también Nutricionista Clínica y Hospitalaria en la unidad de pediatría y adultos del Hospital Roosevelt.



**Año 2011**

**Dr. Joaquín Barnoya Pérez**

Médico y Cirujano egresado de la Universidad de San Carlos de Guatemala en 1998. Completó en 2001 la Maestría en Salud Pública en la Escuela de Salud Pública de la Universidad de Harvard, Estados Unidos de Norte América, y 2 años de estudios de posgrado en nutrición bajo la supervisión del Dr. Graham Colditz.

Ha publicado sobre la disminución en la incidencia de cáncer de pulmón en California como resultado del programa de control de tabaco y de los efectos del humo del tabaco de segunda mano en el sistema cardiovascular. Esta revisión fue seleccionada por la American Heart Association como uno de los 10 adelantos científicos de 2005. Sus trabajos en el control de tabaco han sido utilizados extensamente para apoyar la implementación de ambientes libres de humo de tabaco, los cuales se ha probado que disminuyen la incidencia de infartos agudos del corazón y cáncer del pulmón.

Actualmente es Director de Investigación y Docencia de la Unidad de Cirugía Cardiovascular de Guatemala (UNICAR) y Profesor “part time” de la Washington University in St. Louis en la División de ciencias de la Salud del Departamento de Cirugía. En UNICAR, también es director del programa de residencia de investigación donde está a cargo de dos residentes por año.



## Año 2012

### **Dra. Monica Ninnette Orozco Figueroa**

Licenciada en Bioquímica en la Universidad Del Valle de Guatemala, en el año 1999, en el año 2001 inicia su maestría en la Universidad Del Valle al mismo tiempo que inició labores en el Centro de Estudios en Sensoriopatías, Senectud e Impedimentos y Alteraciones Metabólicas (CESSIAM), con el cual aún colabora. En el 2004 se hizo acreedora a una beca para cursar sus estudios de Doctorado, en el programa Interdepartamental de Doctorado en Ciencias Nutricionales y de los Alimentos de la Universidad de Manitoba, Canadá, otorgada por la International Nutrition Foundation – Ellison Medical Foundation (INF-EMF). En esta época inicia su trabajo con suplementos de hierro y desde esta perspectiva, ha investigado cuestiones fundamentales alrededor de la biología y la toxicología del hierro como nutriente y como un oxidante biológico.



Ha publicado varios artículos con los hallazgos de estos estudios y algunos de sus trabajos han sido seleccionados para ser presentados en conferencias internacionales como “International IUPAC Symposium for Trace Elements in Food”, en Escocia; “II Congreso Mundial de nutrición Pública, I Congreso de Nutrición Comunitaria”, en Oporto, Portugal; y en varias ediciones del Congreso “Experimental Biology”, en Estados Unidos.

Recientemente, fue designada como Directora del Programa de Maestría en Tecnología de Alimentos y Gestión en la Universidad Del Valle. A finales de 2011 le fue encomendado el proyecto de formular una harina de maíz fortificada con micronutrientes y proteína para ser entregada a comunidades de escasos recursos, proyecto en el cual se encuentra trabajando actualmente. También continúa con sus proyectos de toxicología de hierro.

## Año 2013

### **Dra. Sully Margot Cruz Velásquez**

Doctorado(s): En Ciencias Naturales para el Desarrollo, Universidad Nacional de Costa Rica (UNA)/Universidad Estatal a Distancia (UNED) /Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)/ Universidad de Costa Rica (UCR)/ Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)/USAC.

Maestría(s): Maestría en Docencia Universitaria con especialidad en Evaluación, Facultad de Humanidades (Pensum cerrado).



La Dra. Cruz Velásquez, considera que la investigación del estudio de productos naturales es de gran importancia para que sustituyan a los sintéticos, la cual ha propiciado la búsqueda de fuentes alternas a la síntesis orgánica y es por ello fomentar el uso sostenible de la especie en beneficio de las comunidades y los diferentes sectores es de importancia ya que permite el mejor aprovechamiento de la biodiversidad con que cuenta el país.

## Año 2014

### Dr. Alex Alí Guerra Noriega

Recibió el grado de Doctor (Ph.D.) en la Universidad de Oxford, Inglaterra, obtuvo la maestría ciencia, políticas Públicas y Gestión del Agua, en dicha universidad y el grado de Licenciado en Ingeniería Forestal de la Universidad del Valle de Guatemala en el año 2004.



El Dr. Guerra ha fungido como Director General del ICC desde octubre de 2010, su formación académica en el manejo de las distintas temáticas le ha permitido diseñar y guiar las líneas de investigación del ICC. Coordina con otras instituciones acciones para la gestión de riesgo de desastres, como es el caso de los Sistemas de Alerta Temprana ante Inundaciones y la utilización de sistemas de almacenamiento de agua. Otros estudios se enfocan en la conservación y restauración de bosques y suelo, lo que ha permitido establecer una red de viveros forestales, la mayoría comunitarios, y un programa de reforestación desde la parte alta de las cuencas hasta los manglares, estando cerca de los 2,000,000 de árboles plantados. También ha desarrollado estudios sobre gases de efecto invernadero, incluyendo la huella de carbono del azúcar de Guatemala, que está sirviendo de referente a nivel nacional para acciones que aportan al desarrollo económico a la vez que reducen las emisiones de gases.

## Año 2015

### Dra. Claudia Lorena Carranza Meléndez

La Dra. Carranza realizó un estudio de suficiencia de Investigadora en el área de conocimiento: Genética (Doctorado en Biología Celular y Molecular) obtenido mediante un examen público frente a un tribunal de expertos en la Facultad de Ciencias, Universidad de Navarra, Pamplona, España en Septiembre del 2007. En 2014 recibió Ph.D. In Genetics de la Universidad Internacional de Bircham, logró en 2013 el título Máster Internacional en Bioética en la Universidad del Istmo, Guatemala y la Licenciatura en Química Biológica en la Universidad San Carlos de Guatemala en el 2004.



La Dra. Carranza, coordina el proyecto piloto de tamizaje neonatal en Guatemala, así como proyectos de investigación en la línea de genética humana como: la sordera de origen genético, el riesgo genético del desarrollo de trombosis venosa, el riesgo del desarrollo de diabetes tipo MODY, Xeroderma, Pigmentosum, y enfermedad renal crónica.

La importancia de este programa, es que se si diagnóstica a tiempo, se puede prevenir el desarrollo de retraso mental producido por la presencia de alguna enfermedad metabólica, solo dando alguna hormona deficiente o haciendo algunas restricciones en la dieta alimenticia. El impacto en Guatemala del desarrollo de este tipo de investigaciones, ha sido muy importante, ya que ha permitido que los pacientes de los hospitales nacionales y la Unidad de Oncología Pediátrica –UNOP- puedan tratar a sus pacientes con leucemias de manera más efectiva. Actualmente es la Directora de Laboratorios de INVEGEM.

## ANEXOS

### ANEXO 1. SIGLAS Y ACRÓNIMOS

#### Siglas técnicas

|                |   |
|----------------|---|
| <b>ACT</b>     | Actividades de Científicas y Tecnológicas |
| <b>CyT</b>     | Ciencia y Tecnología                      |
| <b>EJC</b>     | Equivalencia a Jornada Completa           |
| <b>FONACYT</b> | Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología.   |
| <b>I+D</b>     | Investigación y Desarrollo                |
| <b>PEA</b>     | Población Económicamente Activa           |
| <b>PIB</b>     | Producto Interno Bruto                    |

#### Siglas de organismos

|                                |  |
|--------------------------------|--|
| <b>CONCYT</b>                  | Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología   |
| <b>CTCAP</b>                   | Comisión para el Desarrollo Científico y Tecnológico de Centroamérica, Panamá y República Dominicana |
| <b>CYTED</b>                   | Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo                                   |
| <b>INE</b>                     | Instituto Nacional de Estadística  |
| <b>OCDE / OECD</b>             | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico   |
| <b>OEA</b>                     | Organización de Estados Americanos   |
| <b>RICYT</b>                   | Red Iberoamericana de Indicadores de Ciencia y Tecnología  |
| <b>SENACYT</b>                 | Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología  |
| <b>TWAS</b> (siglas en inglés) | Academia Mundial de Ciencias   |

### ANEXO 2. UNIVERSIDADES AUTORIZADAS EN GUATEMALA EN 2012

#### Universidades públicas

1. Universidad de San Carlos de Guatemala

#### Universidades privadas

1. Universidad Rafael Landívar
2. Universidad Del Valle de Guatemala
3. Universidad Mariano Gálvez
4. Universidad Francisco Marroquín
5. Universidad Rural
6. Universidad Del Istmo
7. Universidad Panamericana
8. Universidad Mesoamericana
9. Universidad Galileo
10. Universidad San Pablo
11. Universidad Internaciones
12. Universidad de Occidente

ANEXO 3. INSTITUCIONES QUE HAN REALIZADO PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO EN GUATEMALA

SECTOR GOBIERNO

|  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, a través del Fondo Competitivo de Desarrollo Tecnológico Agroalimentario – AGROCYT- | X    | X    | X    | X    | X    |      |      |      |
| Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas – ICTA-  | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Ministerio de Cultura y Deportes   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología – SENACYT-   | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Instituto Nacional de Bosques –INAB-   |      |      | X    | X    | X    |      |      |      |
| Academia de Lenguas Mayas de Guatemala   |      |      | X    | X    |      |      |      |      |
| Ministerio de Comunicaciones, Infraestructura y Vivienda   |      |      | X    | X    |      |      |      |      |
| Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales  |      |      | X    | X    | X    |      |      |      |
| Consejo Nacional de Áreas Protegidas - CONAP-  |      |      |      |      | X    |      | X    |      |

SECTOR EDUCACIÓN SUPERIOR

|  | 2005 | 2006 | 2007 | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Universidad del Valle de Guatemala     | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |
| Universidad Mariano Gálvez             | X    | X    | X    | X    | X    | X    | X    |      |
| Universidad del Istmo                  |      |      | X    | X    |      |      |      |      |
| Universidad Rafael Landívar            |      |      | X    | X    | X    | X    | X    | X    |

ANEXO 4. DEFINICIONES BÁSICAS

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

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.

**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

## ANEXO 5. 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 aeroespaciales, 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.

## **ANEXO 6. 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

## **ANEXO 7. 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.

## **ANEXO 8. 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)**

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.

ANEXO 9. Aval del Instituto Nacional de Estadística Guatemala –INE–



Instituto Nacional de Estadística Guatemala

Guatemala, 29 de octubre de 2015  
Oficio Gerencia 532-2015

Señor Secretario:

De la manera más atenta, me dirijo a usted en relación al oficio SENACYT-DS-918-10-2015, donde se solicita el resultado del aval del Informe de Indicadores de Actividades Científicas y Tecnológicas en Guatemala, años 2011 y 2012, el cual fue evaluado por distintas instancias dentro del Instituto Nacional de Estadística así como la aplicación de las funciones de la Oficina Coordinadora Sectorial de Estadísticas de Educación - OCSE Educación.

En base a lo anterior, me permito informarle que se completó todo el proceso de validación de los resultados descritos en el documento en mención, por lo que no se tiene ningún inconveniente en aprobarlo.

Sin otro particular me suscribo de usted, con muestras de consideración y estima.

Deferentemente,

  
Rubén Darío Narciso Cruz  
Gerente



Ingeniero  
**Armando Gabriel Pokus Yaquián**  
Secretario Nacional de Ciencia y Tecnología  
Su Despacho

## BIBLIOGRAFÍA

- **Banco de Guatemala.** <http://www.banguat.gob.gt/>
- **CONACYT, MEXICO.** Informe General del Estado de la Ciencia y la Tecnología 2009.
- **CONCYT/SENACYT (2005).** Plan Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación 2005-2014. Magna Terra Editores.
- **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.
- **OCDE.** Manual on the Measurement of Human Resources Devoted to Science and Technology "Canberra Manual". Paris, 1995.
- **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 (2009).** El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos.
- **RICYT (2010).** El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos.
- **RICYT (2011).** El Estado de la Ciencia. Principales Indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos / Interamericanos.

# Construyendo la sociedad del conocimiento ...



Certificado  
No. CO-SC 6618-1

