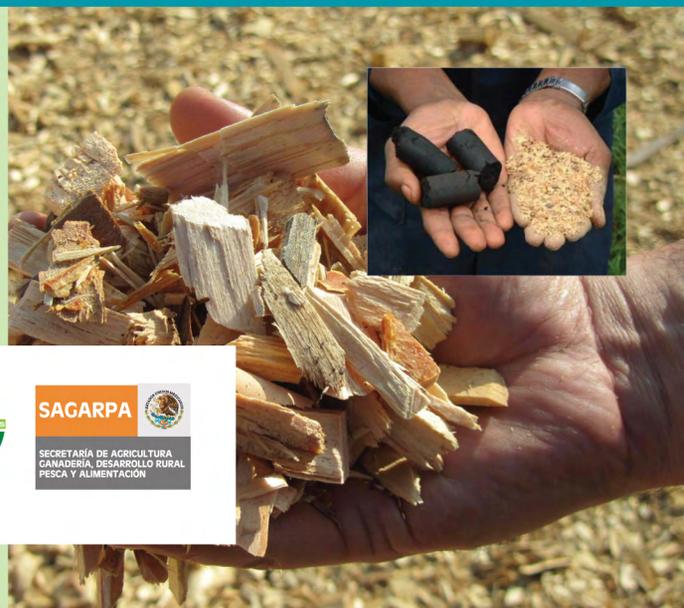


# INFORME FINAL

## Inventario de proyectos de investigación, desarrollo y transferencia de tecnologías en materia de bioenergéticos

### Autores:

Enrique Riegelhaupt  
Laura Cecotti  
Juan Pablo Gutiérrez



**INFORME FINAL**

**Inventario de proyectos de investigación,  
desarrollo y transferencia de tecnologías  
en materia de bioenergéticos**

**Autores:**

Enrique Riegelhaupt  
Laura Cecotti  
Juan Pablo Gutiérrez

Morelia, Michoacán.

Red Mexicana de Bioenergía, A.C.  
Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A.C.  
Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación.

**INFORME FINAL**

**Inventario de proyectos de investigación,  
desarrollo y transferencia de tecnologías  
en materia de bioenergéticos**

© 2012 Red Mexicana de Bioenergía, A.C.

*Antigua Carretera a Pátzcuaro No. 8701, Col. Ex-Hacienda de San José de la Huerta, CP. 58190, Morelia, Michoacan.*

© 2012 Coordinadora Nacional de las Fundaciones Produce, A.C.

© 2012 Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

ISBN: 978-607-96084-0-8.

Impreso y hecho en México.  
*Printed and made in Mexico.*

# CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO . . . . .	1
METODOLOGÍA . . . . .	2
EL PRODUCTO . . . . .	4
USO DEL PRODUCTO . . . . .	6
TENDENCIAS. . . . .	7
1. Las Tendencias Generales . . . . .	7
2. Los Ejecutores . . . . .	8
3. Los Fondos . . . . .	11
4. Las Orientaciones. . . . .	13
5. Las Áreas Temáticas . . . . .	14
6. Las Categorías. . . . .	16
7. Los Grupos de Insumos. . . . .	18
8. Los Insumos Específicos . . . . .	20
9. Los Productos y Coproductos . . . . .	21
10. Los Niveles Tecnológicos . . . . .	22
11. La formación de recursos humanos . . . . .	24
CONCLUSIONES . . . . .	25



## RESUMEN EJECUTIVO

En el año 2009 la SAGARPA firmó un convenio con la Red Mexicana de Bioenergía, para realizar un Inventario de los Proyectos y Programas de Bioenergéticos en el país y una actualización del Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en materia de Insumos para Bioenergéticos. Las actividades finalizaron en Abril del año 2010 y uno de los productos entregados fue una base de datos en Excel conteniendo un inventario de los proyectos registrados entre 2004 y 2009, con 560 entradas.

Para dar seguimiento a esta iniciativa la SAGARPA y la COFUPRO firmaron un convenio en septiembre de 2011, donde se acordó conjuntar acciones y recursos para instrumentar el proyecto de "Inventario de proyectos y programas de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología en materia de bioenergéticos". Para cumplir dicho objetivo se firmó entre COFUPRO y REMBIO un Convenio de Concertación con fecha del 14 de Noviembre de 2011.

Las actividades del convenio COFUPRO - REMBIO se desarrollaron entre enero y julio de 2012 alcanzando todos sus objetivos y entregando los productos previstos en el Plan de Trabajo.

Los principales productos del Convenio son:

- ◆ Una Base de Datos del Inventario, depurada y actualizada al año 2011, que contiene 688 proyectos de I+D+BDTT y 26 proyectos de formación de recursos humanos, en formato Excel (MS);
- ◆ Un documento de Análisis de Tendencias de la Investigación, Desarrollo y Transferencia Tecnológica en materia de Bioenergéticos de 2004 a 2011;
- ◆ Una Biblioteca Mexicana de Bioenergía: conjunto de publicaciones organizadas a modo de biblioteca virtual que contiene 124 documentos generados por los proyectos contenidos en el Inventario;
- ◆ Un informe final de resultados.

# METODOLOGÍA

## Colecta y procesamiento de información

La información sobre los proyectos inventariados se obtuvo por consultas sistemáticas, realizadas en:

- ◆ Sitios de internet de las instituciones gestoras de fondos de investigación y desarrollo (Fondos Mixtos, Sectoriales, Institucionales, Estatales, Exteriores);
- ◆ Bancos de datos de instituciones que ejecutan proyectos de investigación y desarrollo de bioenergéticos;
- ◆ Revistas técnicas y otras publicaciones específicas;
- ◆ Entrevistas directas a investigadores;
- ◆ Consultas específicas a instituciones administradoras de fondos.

La información colectada para los años 2009, 2010 y 2011 se integró a la base de datos preexistentes, considerando los siguientes criterios de selección:

- ◆ Que el título del proyecto contenga una o varias palabras clave relacionadas con materias primas, producción, uso e impactos ambientales de bioenergéticos, o de seguridad alimentaria. Esta lista de palabras clave fue construida a partir de un análisis conceptual de la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos.
- ◆ Que la información disponible contenga por lo menos los siguientes campos de identificación: origen de fondos; monto; título del proyecto; año de inicio.

Los proyectos se clasificaron posteriormente en 7 campos: Orientación; Categoría; Área Temática; Grupo de Insumos; Insumo Específico; Producto/Co-producto; Nivel de Tecnología. Para ello, se agregaron 7 columnas a la planilla y se asignó una palabra clave para cada proyecto en cada columna (Tabla 1).

## Revisión de la Base de Datos (BD)

Para revisar y controlar la información contenida en la BD se procedió a :

- ◆ Identificar y eliminar proyectos duplicados.
- ◆ Completar información faltante de proyectos en la antigua BD.
- ◆ Eliminar proyectos cancelados o cuya ejecución no pudo ser comprobada.
- ◆ Revisar y en dado caso eliminar proyectos cuyo tema no pertenece al campo de estudio de la bioenergía (p.ej: otras energías renovables, estudios de áreas forestales y de cultivo sin fines energéticos ni de seguridad alimentaria, entre otros).
- ◆ Revisar el formato de registro de los datos.

## Análisis de Tendencias

Para el análisis de tendencias se usaron las herramientas Excel de Filtrado, Búsqueda y especialmente las Tablas Dinámicas. Se utilizaron también herramientas Excel para la selección y edición de datos y el diseño de los gráficos.

## Colecta de Publicaciones

Se realizaron consultas directas a los investigadores, a las instituciones ejecutoras y a instituciones específicas administradoras de fondos por medios electrónico, telefónico y presencial, para identificar y obtener las publicaciones de todo tipo producidas por los proyectos inventariados.

## EL PRODUCTO

El producto principal del Inventario de Programas y Proyectos es una base de datos, soportada en un libro de Excel (MS). El libro tiene cuatro hojas: Proyectos; Ejecutores; Fondos; Recursos Humanos.

- ◆ La hoja PROYECTOS contiene la lista de los 688 proyectos de I+D+TT registrados entre 2004 y 2011. Tiene dieciséis columnas con datos de identificación: número del proyecto; origen de fondos; tipo de fondo; presupuesto aprobado; fecha de aprobación; año de aprobación; duración (en años); título del proyecto; investigador responsable; nombres; apellido paterno; apellido materno; ejecutor; tipo de ejecutor; datos de contacto; estado. También tiene siete columnas donde se clasifica a los proyectos de acuerdo a ciertas palabras clave (Tabla 1).

**Tabla 1. Campos de clasificación de los proyectos y sus palabras clave para filtrado**

Orientación	Categorías	Área temática	Grupo de Insumos	Insumo Específico	Producto / Coproducto	Nivel de Tecnología
Investigación	Proceso industrial	Economía	Cultivos (azucarados, amiláceos, oleaginosos, de algas y micro-organismos)	El nombre vulgar o nombre científico de la especie; el nombre del insumo o de la materia prima utilizados para la producción del bioenergético	Biodiesel, Bio-oil	Primera generación
Desarrollo	Producción de insumos	Medio Ambiente	Forestales		Bioetanol	Segunda generación
Transferencia de tecnología	Seguridad Alimentaria	Sociedad	Hidrófitas		Biogas, Gas de síntesis	Tercera generación
Servicios	Potenciales	Tecnología	Residuos: de cosechas; pecuarios; agroindustriales; urbanos; forestales; otros"		Biohidrógeno	
	Economía, Finanzas y Comercio				Leña, Carbón Vegetal	
	Infraestructura				Electricidad, Bioelectricidad	
	Impacto ambiental				Biofertilizantes	
	Calidad			Glicerol, Tortas forrajeras, Nutracéuticos		

- ◆ La hoja EJECUTORES contiene los datos completos de las 142 personas físicas o morales que ejecutan los proyectos, mismas que en la hoja PROYECTOS se identifican con una sigla o abreviación. Esta hoja permite hacer búsquedas y utilizar filtros en todas las columnas de datos.

Tabla 2. Datos de los ejecutores de proyectos						
Nombre	Abreviación	Dirección	Estado	Teléfono	Página Web	Tipo de Institución

- ◆ En la hoja FONDOS se organiza la información sobre las 103 instituciones y/o fuentes de recursos que han financiado proyectos. También se puede hacer búsquedas y utilizar filtros en todas las columnas de datos.

Tabla 3. Datos de los fondos que financian los proyectos			
Fondo	Institución Administradora	Abreviación	Dirección
Estado	Teléfono	Página Web	Tipo de Fondo

- ◆ La hoja RECURSOS HUMANOS contiene los datos de 26 proyectos específicamente orientados a proveer becas, formar redes, y realizar actividades de difusión. Contiene una sola columna de clasificación, denominada Objeto, con tres casos posibles: Becas, Redes, Difusión.

Tabla 4. Datos de los proyectos de Recursos Humanos					
Nro de proyecto	Fondo	Monto	Fecha	Año	Duración (años)
Título del Proyecto	Investigador Responsable	Institución	Datos de Contacto del Investigador	Estado	Objeto

## USO DEL PRODUCTO

El valor principal de la base de datos es que presenta un panorama completo de los proyectos de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología en materia de bioenergéticos emprendidos en México, en los últimos ocho años (2004-2011). Aunque es posible que algunos proyectos no hayan sido relevados y registrados, este inventario se puede considerar como una muestra amplia y probablemente muy representativa de las actividades de I+D+TT en bioenergía, en el período mencionado. Por lo mismo, es una buena base para el análisis estadístico.

Como complemento, la BD presenta también una hoja con los detalles de los Fondos que financiaron los proyectos inventariados, que puede utilizarse como una “guía de financiadores”; y una hoja con los detalles de los Ejecutores, que es un directorio de las instituciones involucradas en la investigación, desarrollo y transferencia de tecnología en materia de bioenergéticos.

El registro de los datos en planillas Excel facilita su acceso y procesamiento por usuarios no especializados en el manejo de bases de datos, con herramientas simples y bien conocidas. Algunas de estas herramientas son:

- ◆ Los FILTROS: con la operación “FILTRAR” del menú “Datos” se puede en todas las columnas separar grupos de proyectos que tengan algunas características en común, como su ejecutor, fecha, tema, presupuesto, origen de fondos, etc. ; y también seleccionar subgrupos por valores numéricos o por combinaciones de atributos.
- ◆ Las BÚSQUEDAS: con la operación “BUSCAR” del menú “Edición” se puede identificar a los proyectos que tengan alguna palabra clave definida por el usuario, o también una fecha o una cantidad específica, lo que permite seleccionar los proyectos que tengan características o valores de especial interés para un usuario en particular.
- ◆ Las TABLAS DINÁMICAS: con la opción “TABLA DINÁMICA” del menú “Insertar” se pueden construir cuadros o tablas de doble entrada con un gran número de variables. Esta operación es especialmente útil para procesar valores numéricos asociados a categorías no numéricas.

Estas herramientas se utilizaron para realizar los análisis resumidos en esta publicación. Pero, sin duda, hay otras herramientas y diferentes posibilidades para procesar la información contenida en la base de datos y obtener conclusiones de interés.

# LAS TENDENCIAS

## 1. Las Tendencias Generales

En esta sección se presentan los resultados de las tendencias generales en cuanto a número de proyectos y gasto anual en I+D+TT+S en materia de bioenergéticos en México de 2004 a 2011.

El comportamiento del **número de proyectos** aprobados se puede dividir en dos periodos. El periodo 2004-2007 se caracteriza por un número reducido aunque creciente de proyectos, que pasan de 23 a 64 proyectos. El periodo 2008-2011 se inicia con un aumento a más del doble en el número de proyectos, llegando a un total de 134 en 2008, y luego se estabiliza en un promedio de 125 proyectos por año.

El **gasto total aprobado** en proyectos bioenergéticos fue de 947 mdp y tuvo una tendencia creciente en el todo periodo 2004-2011, con excepción del año 2007. Entre 2004 y 2007 no sobrepasó los 50 mdp por año. De 2008 a 2010 se situó entre 100 y 200 mdp anuales. En 2011 hubo un “boom” del financiamiento y el gasto llegó a 338 mdp.

El **gasto promedio por proyecto** aprobado tuvo un comportamiento creciente y muy significativo, aunque con oscilaciones. El monto promedio de recursos aprobados creció de 0.25 a 3.25 millones de pesos por proyecto entre 2004 y 2011 (Figura2).

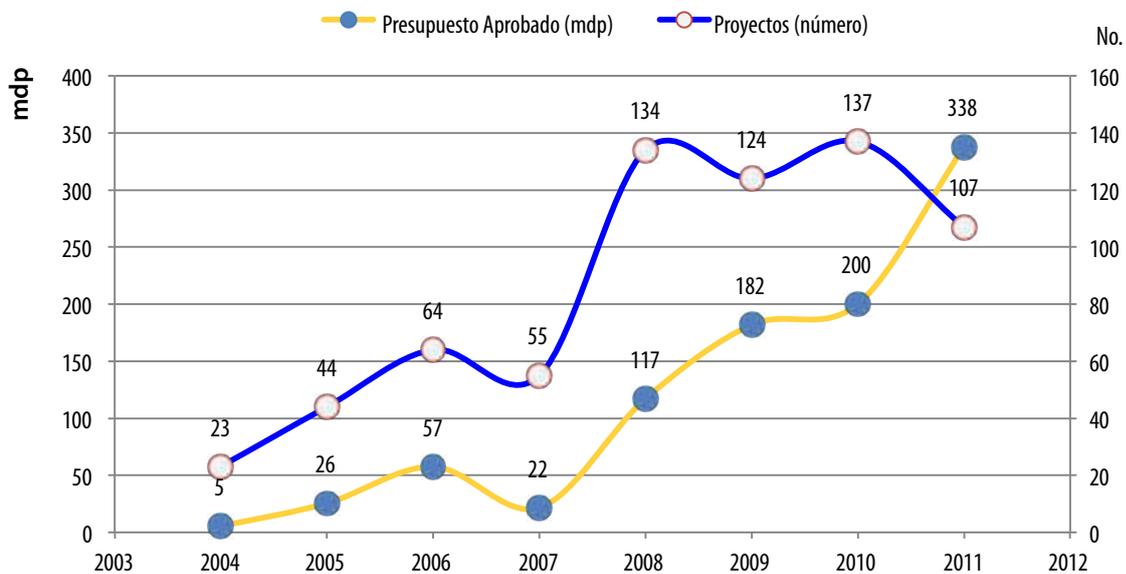
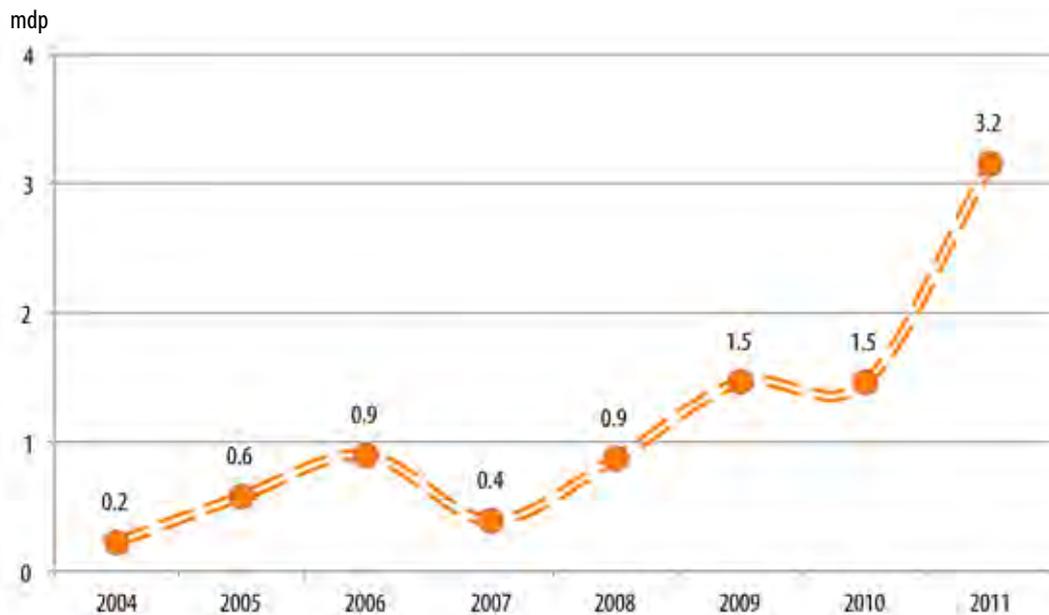


Figura 1. Número y presupuesto de proyectos aprobados por año calendario



**Figura 2. Gasto promedio de los proyectos financiados, por año calendario**

## 2. Los Ejecutores

En este apartado se muestran los resultados por número de proyectos y por monto asignado, en función de la persona física o moral que ejecutó cada proyecto.

Hubo 5 clases de ejecutores:

- ◆ Instituto/Centro de investigación: instituciones que se dedican principalmente al desarrollo y/o transferencia de tecnologías y la generación de productos físicos o intelectuales.
- ◆ Privado: firmas, asociaciones, sociedades civiles, profesionistas independientes.
- ◆ Público: consejos, comités y fundaciones estatales y nacionales.
- ◆ Universidad/Instituto Superior: instituciones públicas o privadas que se dedican principalmente a la formación de profesionales, además de la investigación y/o transferencia de tecnologías y conocimientos.
- ◆ N/I: no identificado.

Tabla 5. Número de ejecutores por Estado y tipo de institución					
Estado	Público	Instituto / Centro de Investigación	Privado	Universidad / Instituto Superior	Total
DF		2	2	2	6
JAL	1	1	1	3	6
MICH		2	2	2	6
QRO		2	3	1	6
MOR		5		2	7
PUE			2	5	7
SIN	2	3		2	7
YUC		1	1	5	7
CHIS		2	5	3	10
GTO		1	9	3	13
<b>Subtotal</b>	<b>3</b>	<b>19</b>	<b>25</b>	<b>28</b>	<b>75</b>
NACIONAL	1	8		3	12
<b>Total general</b>	<b>7</b>	<b>36</b>	<b>39</b>	<b>60</b>	<b>142</b>
Participación	5%	25%	27%	42%	100%

La tabla 5 resume la distribución de ejecutores en los diez estados de mayor participación y a nivel nacional. Se observa que en estas diez entidades se concentraron 75 de los 142 ejecutores.

El grupo “Universidad e Instituto Superior” es el mas numeroso, con el 42% de los ejecutores. Pero el grupo “Institutos y Centros de Investigación” con el 27% de ejecutores, realizó 376 proyectos, o sea más de la mitad de todos los inventariados en el periodo 2004-2011 (688 en total).

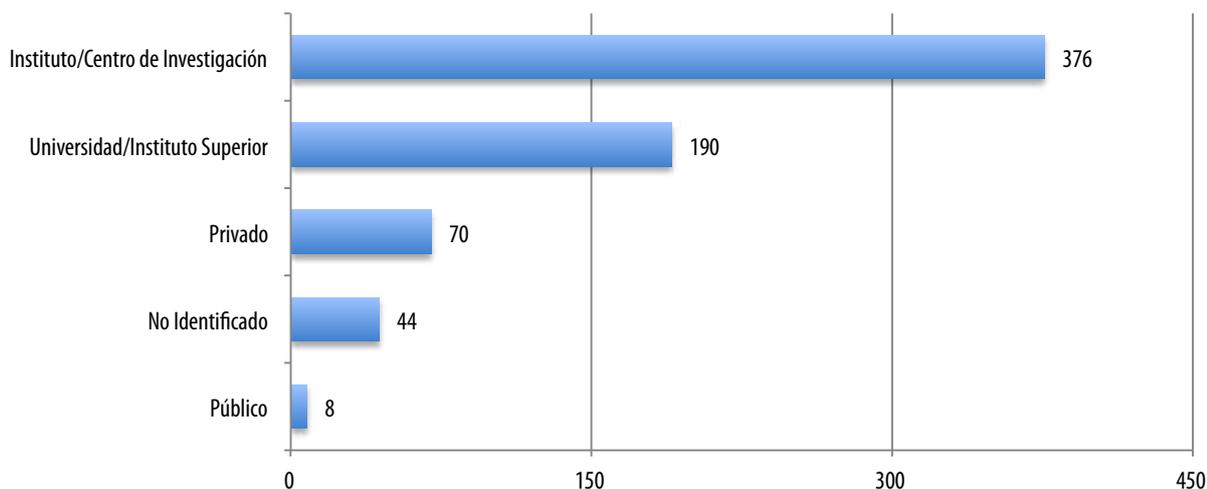
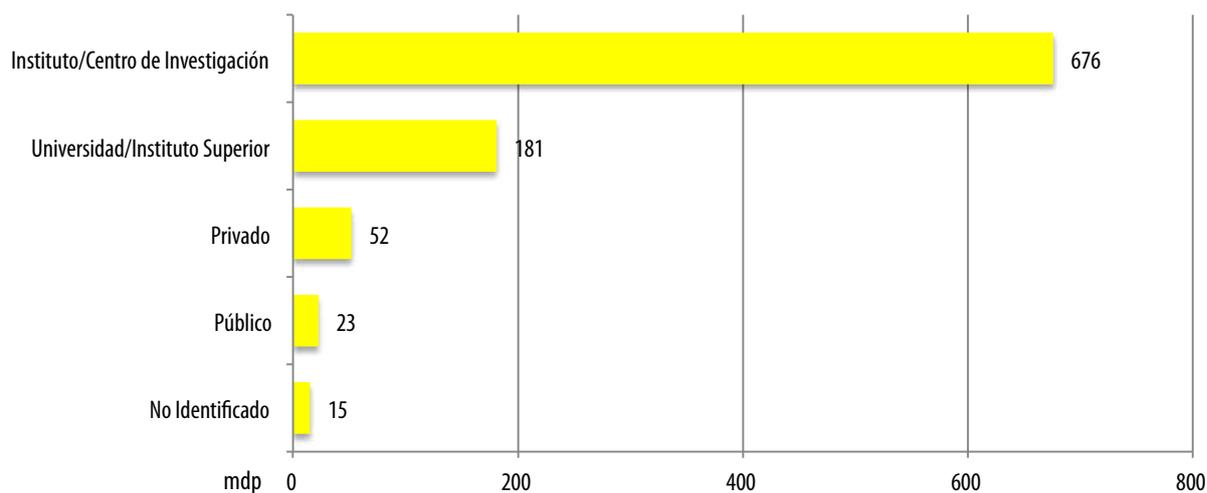


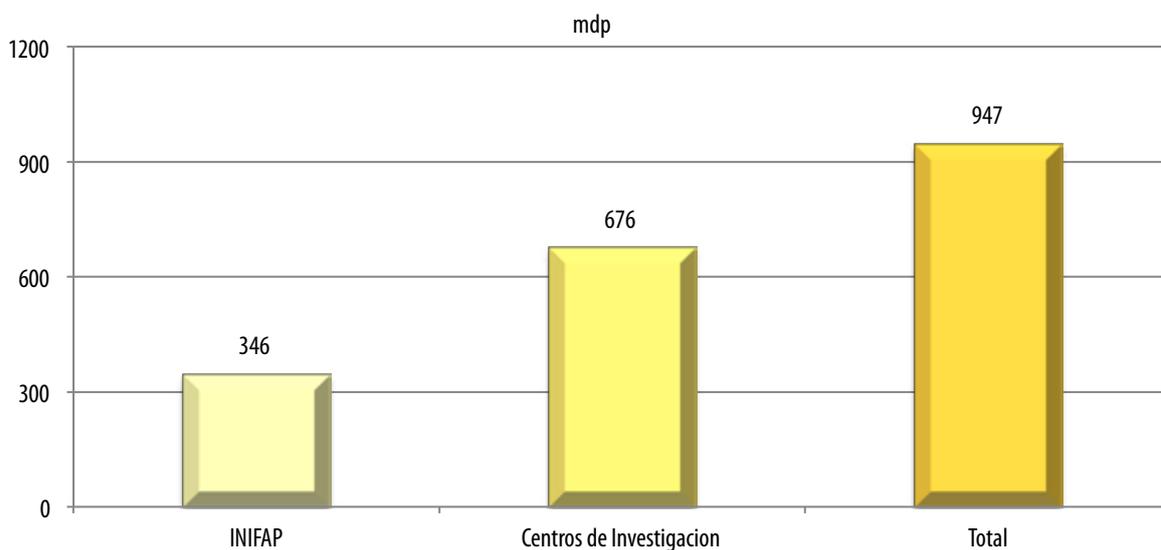
Figura 3. Número de proyectos aprobados, por tipo de ejecutor, 2004-2011

Los Institutos y Centros de Investigación también concentraron la mayor cantidad de recursos financieros, con 676 mdp o el 70% del presupuesto total asignado.



**Figura 4. Presupuesto asignado, por tipo de ejecutor, 2004-2011**

Dentro de este grupo sobresale el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) que recibió un monto de 346 mdp, equivalente al 50% del gasto total de los institutos y centros o el 36% del presupuesto total asignado.



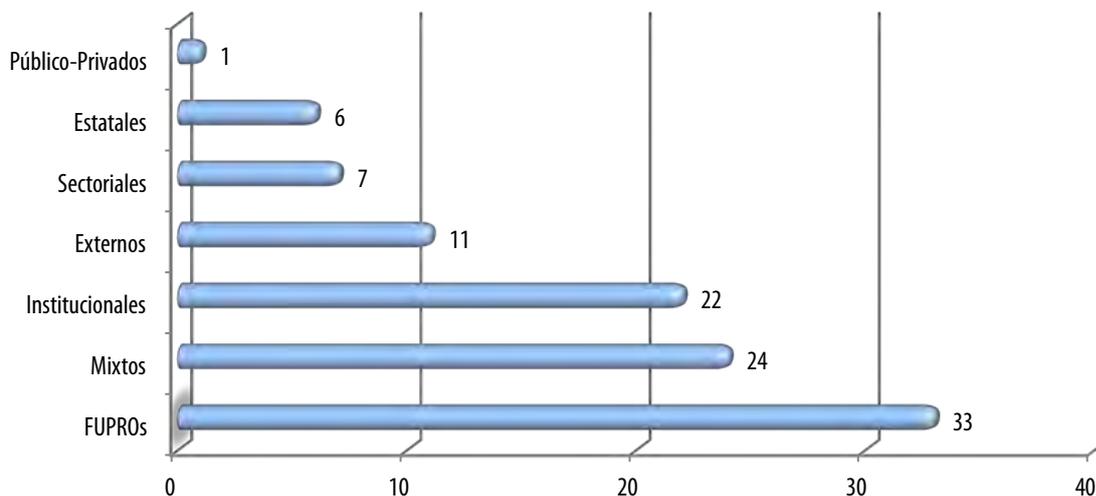
**Figura 5. Participación de INIFAP en presupuesto aprobado, 2004-2011  
(El monto de INIFAP se incluye en Centros de Investigación y este a su vez en el total)**

### 3. Los Fondos

En el inventario se detectaron proyectos financiados por 103 fondos diferentes. Por el origen de sus recursos y su modalidad operativa se agrupó a estos fondos en siete clases:

- ◆ FUPROs: son las Fundaciones PRODUCE, que conjuntan recursos de los productores, los Estados y el Gobierno Federal y tienen una administración autónoma en cada Fundación o Entidad Federativa.
- ◆ Mixtos: aplican recursos de los Estados y el Gobierno Federal, son administrados por comisiones “ad hoc”.
- ◆ Institucionales: utilizan recursos presupuestarios de Secretarías y órganos descentralizados del Gobierno Federal, administrados por sus propias Secretarías o mediante convenios con ejecutores.
- ◆ Externos: operan con recursos internacionales y se administran fuera del país, o juntamente con CONACyT en algunos casos.
- ◆ Sectoriales: utilizan recursos presupuestarios de las Secretarías o de Fondos Nacionales específicos, y son administrados por CONACyT.
- ◆ Estatales: tienen recursos y administración propios de una Secretaría.
- ◆ Público-Privado: son convenios especiales entre una persona física o moral de naturaleza privada y el CONACyT.

El número de fondos establecidos que financiaron proyectos de I+D+TT en el período 2004 – 2011 se muestra en la figura 6.



**Figura. 6. Número de fondos que apoyaron proyectos de I+D+TT en bioenergéticos, 2004-2011**

En la Tabla 6 se muestra que algunos tipos de fondos tuvieron una participación continua y creciente a lo largo de los 8 años, en tanto que otros son menos constantes. Sobresalen por el número de proyectos apoyados las Fundaciones PRODUCE, seguida de los fondos Sectoriales, Mixtos e Institucionales.

Tabla 6. Número de proyectos aprobados por origen de Fondos									
Origen de Fondos	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	Total
Privados			1		1				2
Público-Privados						2	1	1	4
Estatales				1	2	8			11
Externos				1	4	5	3		13
Institucionales			3	7	16	23	5	9	63
Mixtos		5	16	13	25	20	18	12	109
Sectoriales	1	13	12		10	27	27	31	121
FUPRO's	22	26	32	33	76	39	83	54	365
<b>Total general</b>	<b>23</b>	<b>44</b>	<b>64</b>	<b>55</b>	<b>134</b>	<b>124</b>	<b>137</b>	<b>107</b>	<b>688</b>

De acuerdo al monto de recursos aplicados en los proyectos, quedan en primer lugar los fondos Institucionales, seguidos por los Sectoriales y Mixtos. La tendencia a lo largo del período 2004-2011 manifiesta una aportación cada vez mayor de fondos institucionales y sectoriales, originados en SAGARPA y SENER (Figura 7).

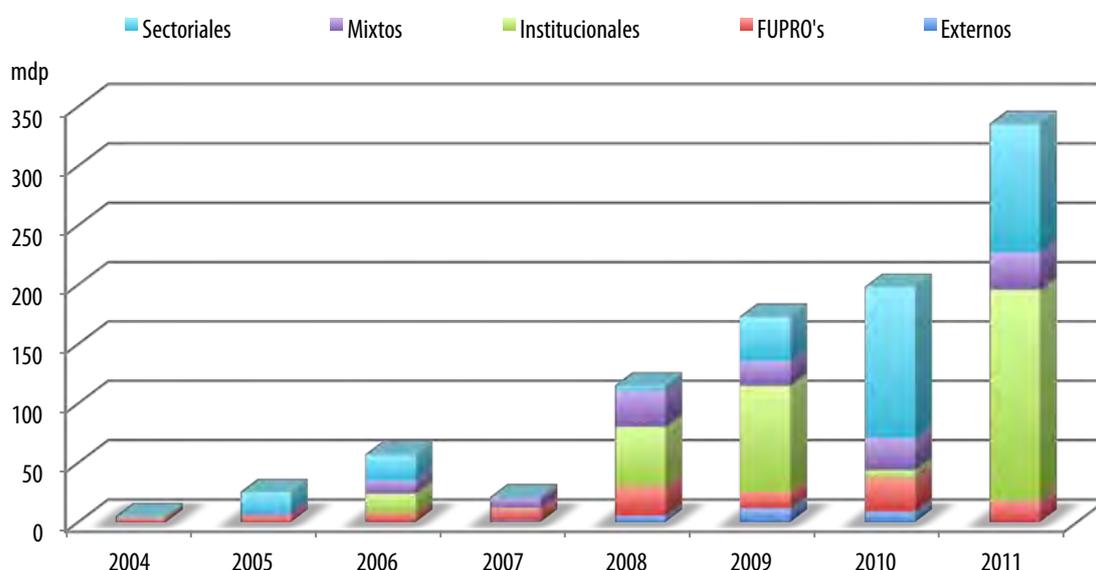


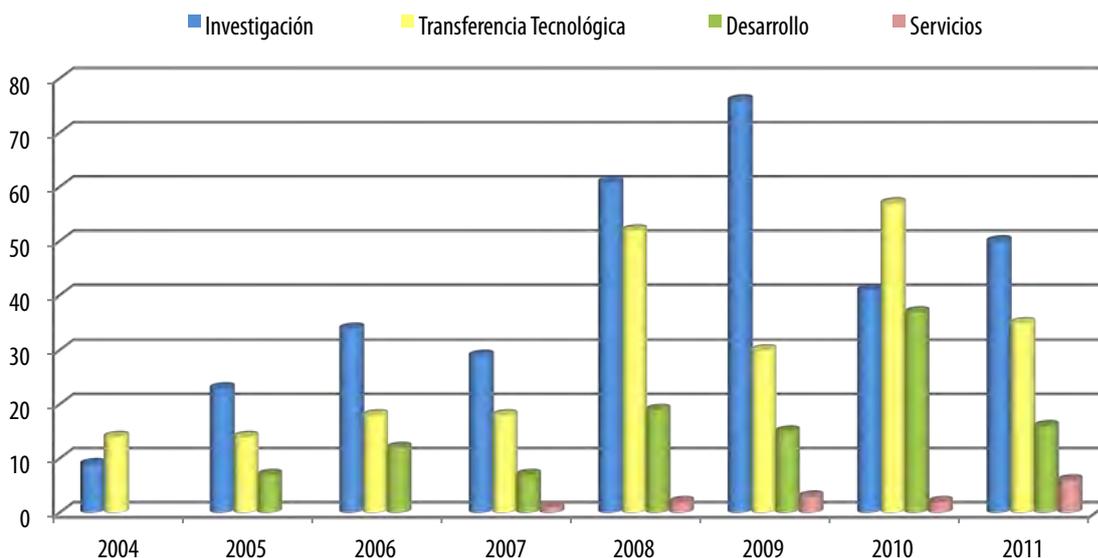
Figura 7. Recursos aplicados por tipo de Fondo, 2004-2011

## 4. Las Orientaciones

Para analizar este aspecto, se realizó una clasificación de los proyectos por el tipo de actividades principales, como sigue:

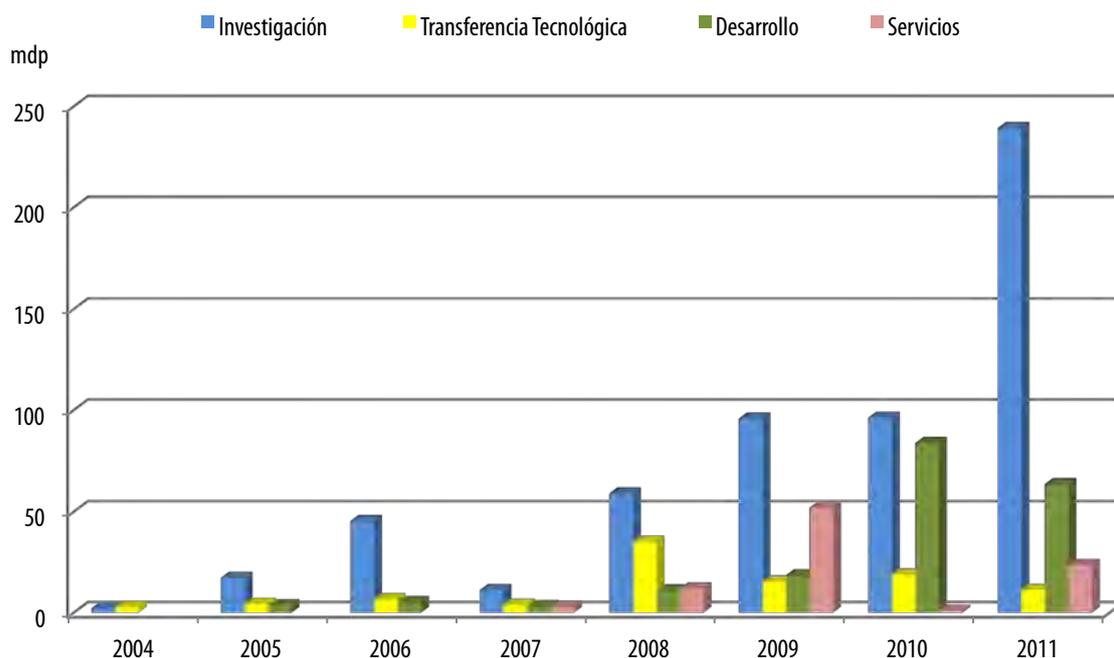
<b>De Investigación:</b>	Tienden a generar o verificar conocimientos básicos o aplicados de naturaleza científica.
<b>De Desarrollo:</b>	Utilizan conocimientos científicos preexistentes para generar tecnologías aplicables a la producción o los servicios.
<b>De Transferencia:</b>	Realizan la validación, demostración, difusión, adaptación, o adopción de tecnologías ya existentes.
<b>De Servicios:</b>	Crean o amplían capacidades, equipos e instalaciones para prestar servicios técnicos especializados al sector; tales como laboratorios, centros de ensayos, centros de documentación, y similares.

La figura 8 muestra la distribución del número de proyectos por orientación o finalidad principal. Se observa que las finalidades más frecuentes en todo el período 2004-2011 son la Investigación (323 proyectos) y la Transferencia de tecnología (238 proyectos) con una participación menor de proyectos de Desarrollo (113) y muy pocos de Servicios (14).



**Figura 8. Número de proyectos de bioenergéticos aprobados de 2004 a 2011, según orientación**

Al considerar los presupuestos asignados (Figura 9), la distribución se concentra mucho en proyectos de Investigación (566 mdp), seguidos de proyectos de Desarrollo (189 mdp), Transferencia de Tecnología (99 mdp) y Servicios (92 mdp).



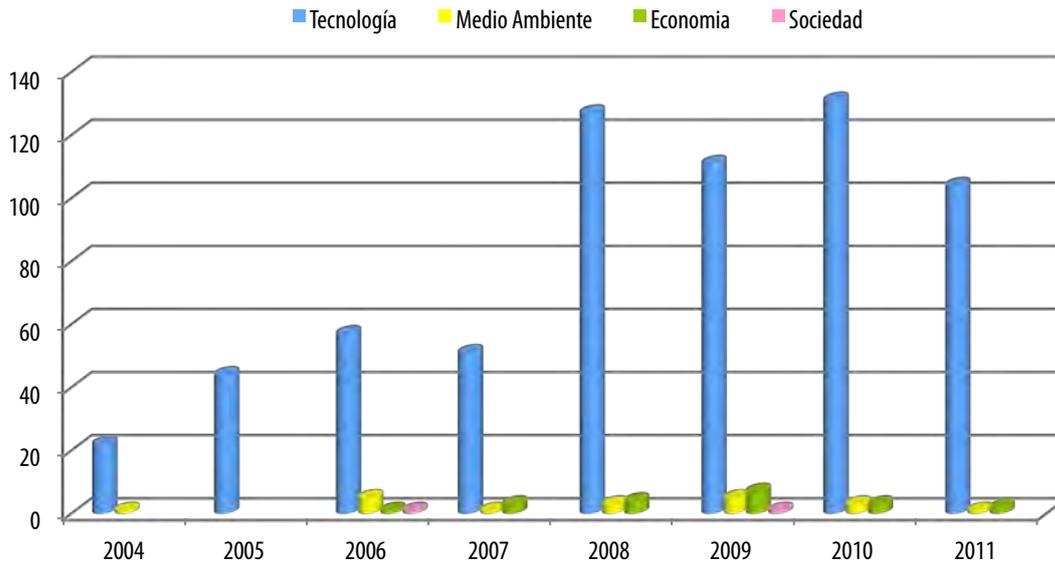
**Figura 9. Monto financiado a proyectos de bioenergéticos de 2004 a 2011, según orientación**

Vale resaltar que para clasificar a los proyectos por su Orientación se tomó en cuenta su finalidad principal, la cual en algunos casos queda clara y específicamente limitada a un tipo de actividades; sin embargo muchos proyectos combinan actividades de varios tipos como I+D, I+D+TT, D+TT por lo cual su clasificación es menos precisa.

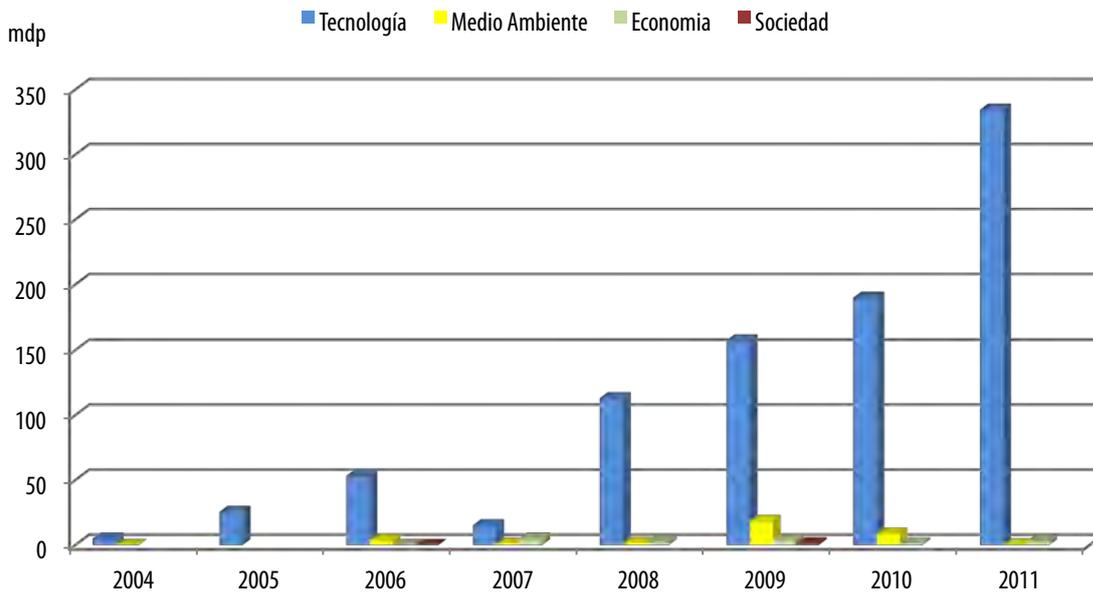
## 5. Las Áreas Temáticas

Las áreas abordadas por los proyectos fueron clasificadas en cuatro grupos: Tecnología, Medio Ambiente, Economía y Sociedad. Tanto por el número de proyectos (Figura 10) como por los recursos aplicados (Figura 11), la concentración de la investigación en el área tecnológica es muy marcada, a lo largo de todo el período.

Vale aclarar que en este grupo se incluyó a los proyectos que abordan tanto las tecnologías de producción de materias primas o aprovechamiento de residuos, como las de su procesamiento para bioenergéticos.



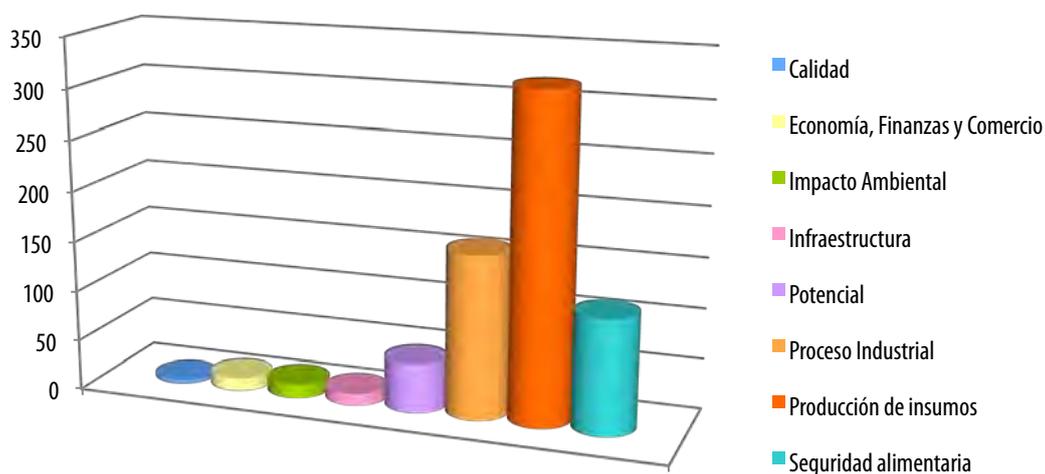
**Figura 10. Número de proyectos por área temática**



**Figura 11. Presupuesto aprobado por área temática**

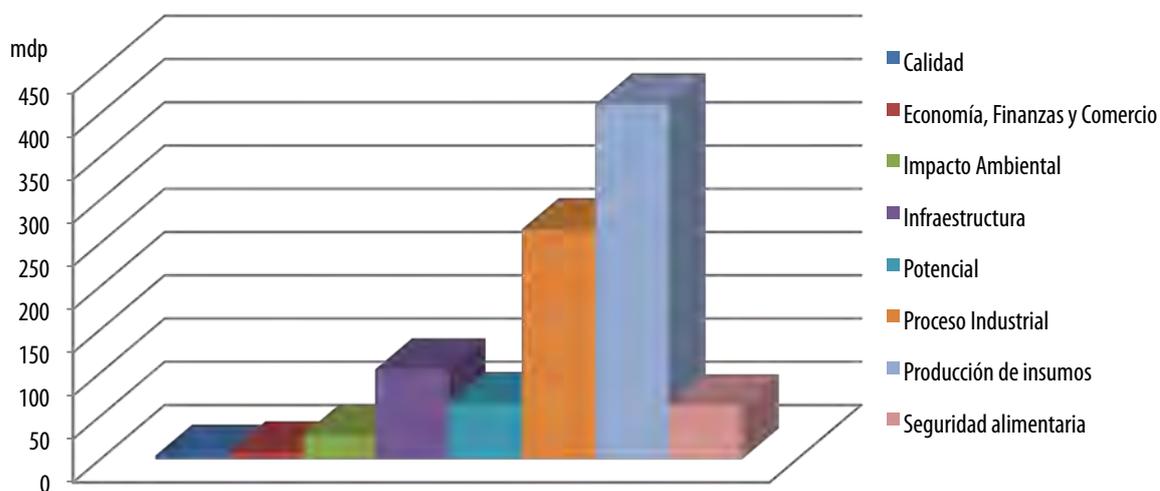
## 6. Las Categorías

La agrupación por Categorías identifica los aspectos o etapas del proceso productivo enfocados por los proyectos, de acuerdo a sus principales actividades. La Figura 12 muestra la alta concentración en proyectos de Producción de Insumos (320), seguida de Proceso Industrial (162) y Seguridad Alimentaria (114). Estas tres categorías suman el 87% de los proyectos.



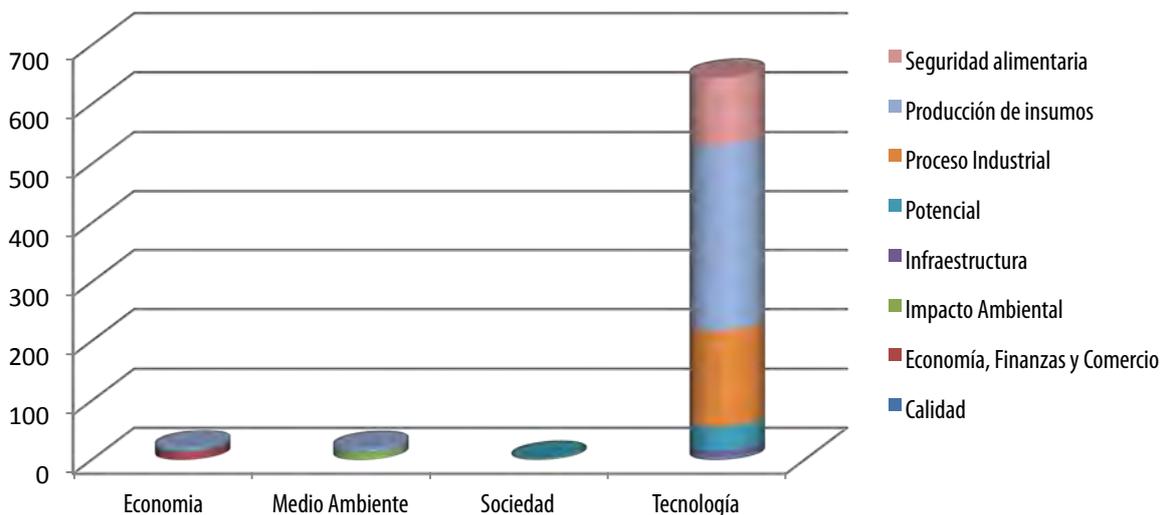
**Figura 12. Número de proyectos aprobados por categoría en el período 2004-2011**

Las categorías de mayor importancia por el presupuesto asignado son la producción de insumos, los procesos industriales y la infraestructura, que juntas suman el 82% del total de recursos.



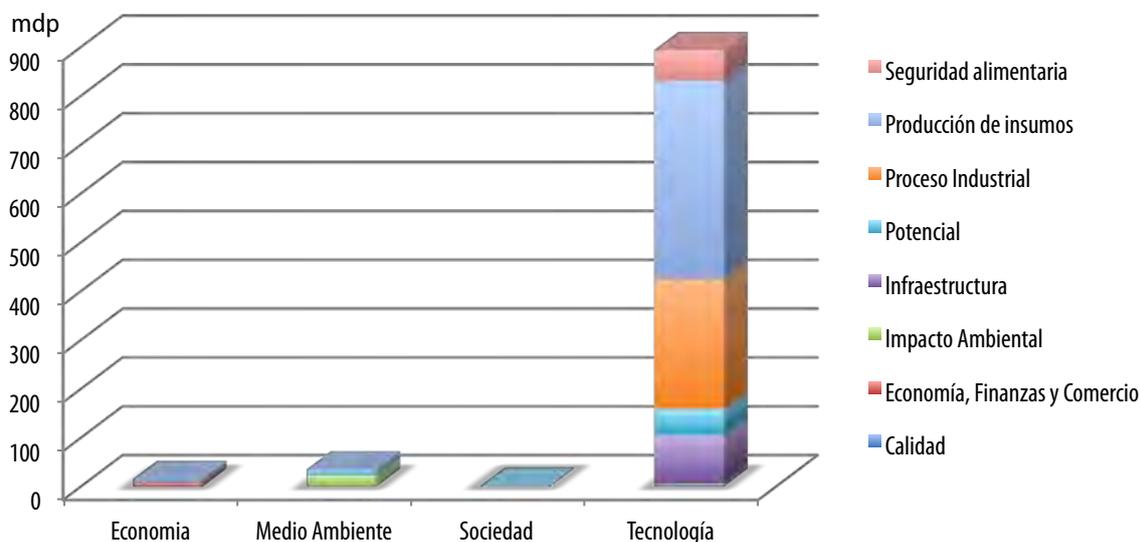
**Figura 13. Presupuesto aprobado por categoría, 2004-2011**

La Figura 14 muestra la relación entre áreas temáticas y categorías. El bajo número de proyectos en las áreas de Economía, Medio Ambiente y Sociedad, no permite un análisis de su distribución por categorías.



**Figura 14. Cantidad de proyectos por Áreas y Categorías, 2004-2011**

Dentro del área de tecnologías se observa una alta concentración de proyectos dedicados a Producción de Insumos y Proceso Industrial, tanto por su número como por el monto de recursos asignados (Figuras 14 y 15).



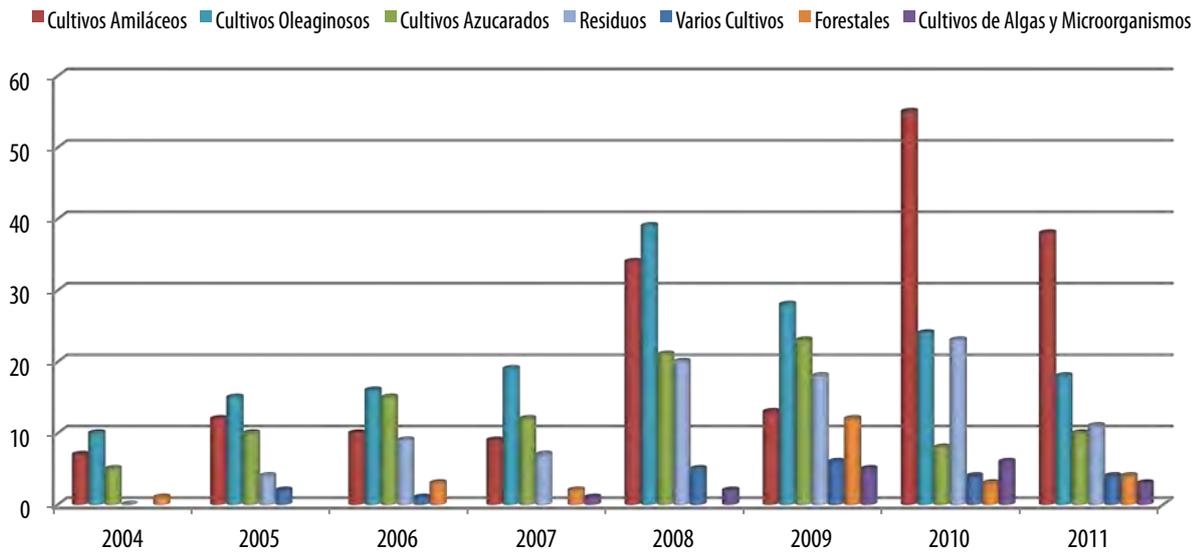
**Figura 15. Presupuesto asignado por Áreas y Categorías, 2004-2011**

## 7. Los Grupos de Insumos

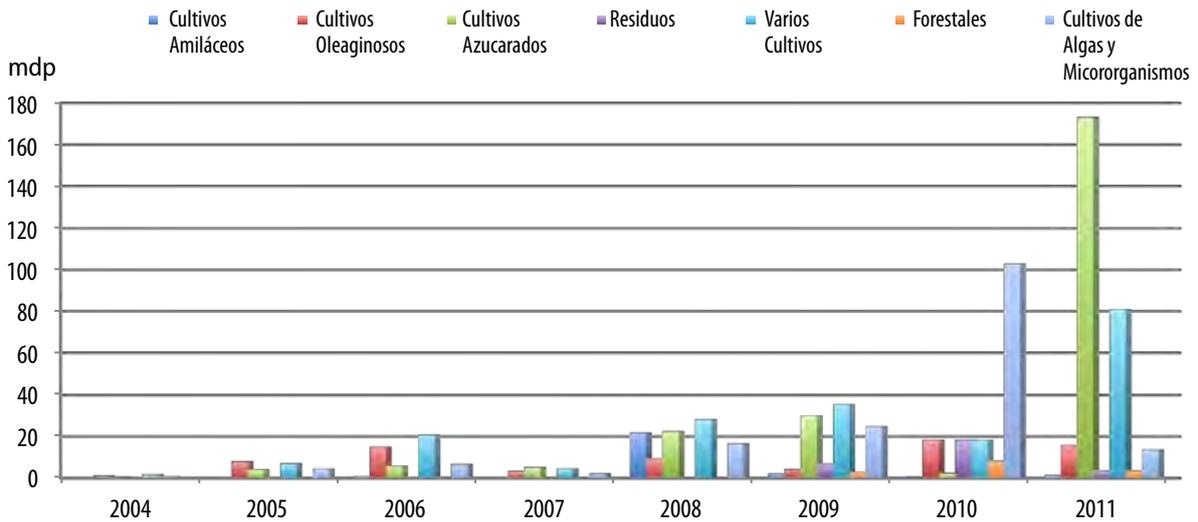
La clasificación por grupos de insumos, aunque no es aplicable a todos los proyectos, permite interpretar las tendencias relacionadas con las materias primas investigadas.

<b>Tabla 7. Número de proyectos y recursos aplicados por Grupo de insumos, 2004-2011</b>		
<b>Grupo de Insumos</b>	<b>Proyectos</b>	<b>mdp</b>
Cultivos Azucarados	104	245
Cultivos Oleaginosos	169	199
Cultivos Amiláceos	178	77
Cultivos de Algas y Microorganismos	17	30
Cultivos en general	22	28
Forestales	25	18
<b>Subtotal</b>	<b>515</b>	<b>597</b>
Otros Residuos	31	81
Residuos Agroindustriales	25	52
Residuos Urbanos	23	23
Residuos Pecuarios	11	16
Residuos Forestales	2	2
<b>Subtotal</b>	<b>92</b>	<b>174</b>
<b>Total General</b>	<b>607</b>	<b>771</b>

La Tabla 7 ilustra el número de proyectos aprobados por grupo de insumos, y la asignación de fondos en todo el período analizado. Las figuras 17 y 18 analizan la distribución por años. Se observa un gran predominio de proyectos y recursos aplicados a cultivos y una baja atención prestada a los recursos forestales y los residuos.



**Figura 16. Número de proyectos aprobados por grupo de insumo y por año**

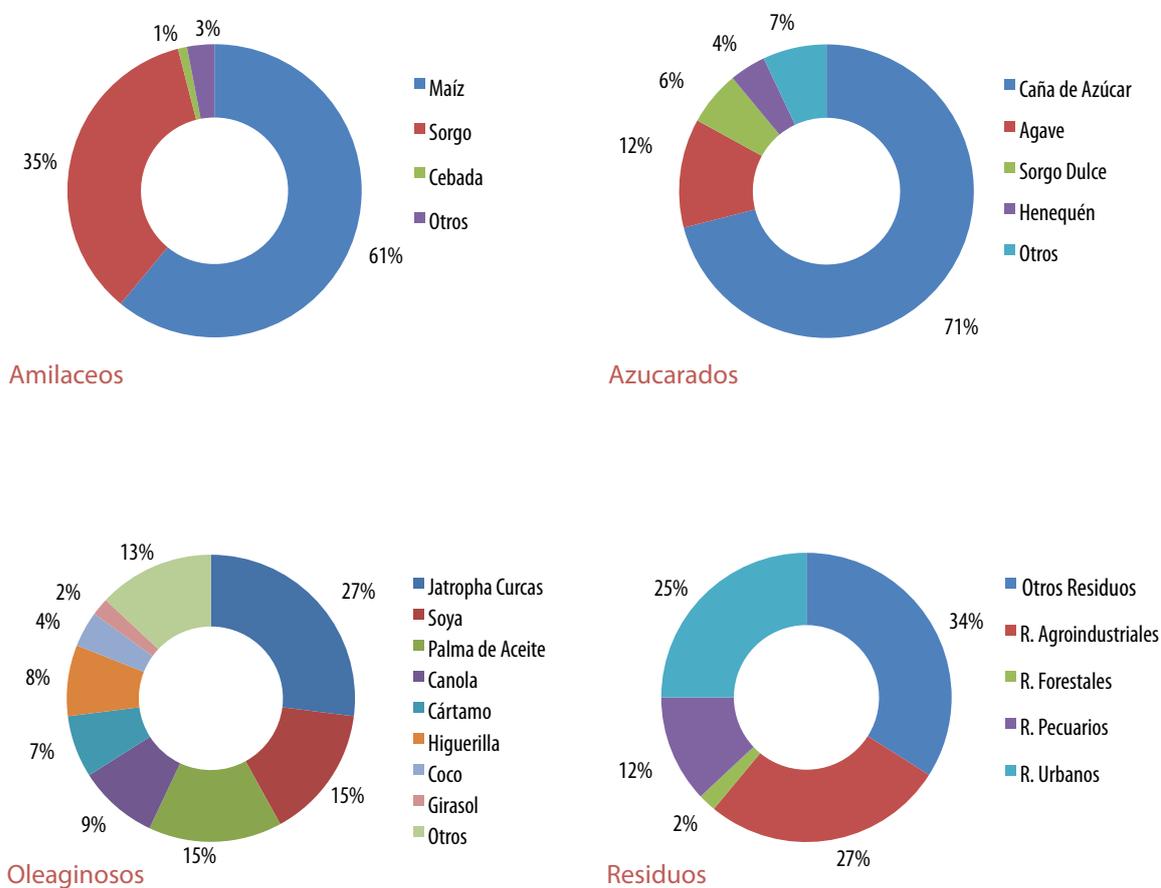


**Figura 17. Financiamiento otorgado por grupos de insumos y por año**

## 8. Los Insumos Específicos

Dentro de cada grupo de insumos, se clasifican los insumos específicos, definidos por el nombre científico de la especie cultivada o aprovechada, su nombre vulgar o un nombre genérico (generalmente aplicado en el caso de los residuos).

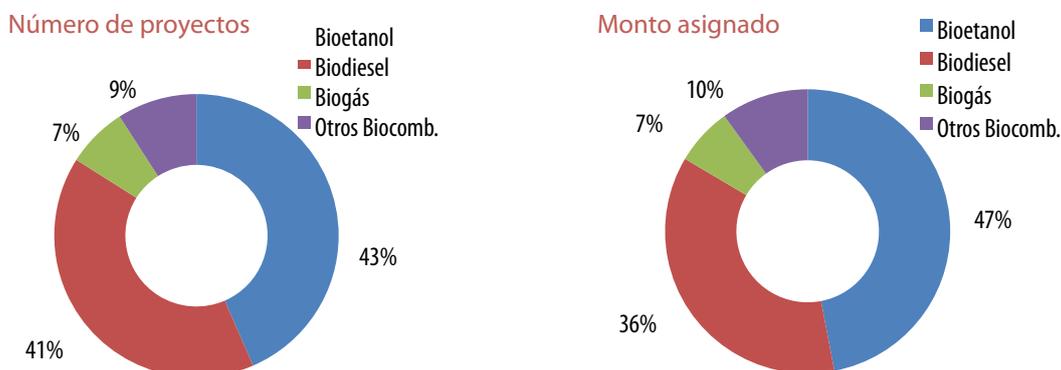
La figura 18 representa la participación relativa de distintos insumos específicos en cuanto al número de proyectos, dentro de cada grupo de insumos.



**Figura 18. Participación de distintos insumos específicos en cada grupo de insumos, 2004-2011**

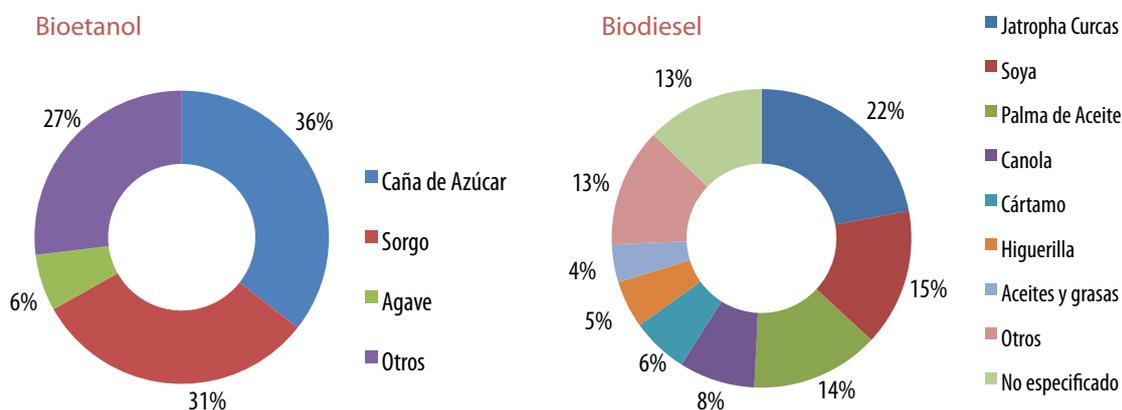
## 9. Los Productos y Coproductos

La clasificación general de productos y coproductos estudiados se presenta en la Tabla 1. La participación relativa del número de proyectos y recursos asignados entre 2004 y 2011 se muestra en la figura 19. Los productos preferidos son el bioetanol y el biodiesel, seguidos del biogás. En la etiqueta "Otros biocombustibles" se agruparon el resto de productos y coproductos bioenergéticos estudiados; por ejemplo: biohidrógeno, carbón vegetal, electricidad, biooil, entre otros.



**Figura 19. Participación relativa del número de proyectos, por productos, 2004-2011**

Dentro del grupo de proyectos de bioetanol, la caña de azúcar es el insumo más estudiado con un 36%, seguido del sorgo con el 31%. En el grupo de proyectos de biodiesel hay una gran diversidad de materias primas consideradas, siendo las más frecuentes *Jatropha curcas*, soya, y palma de aceite.

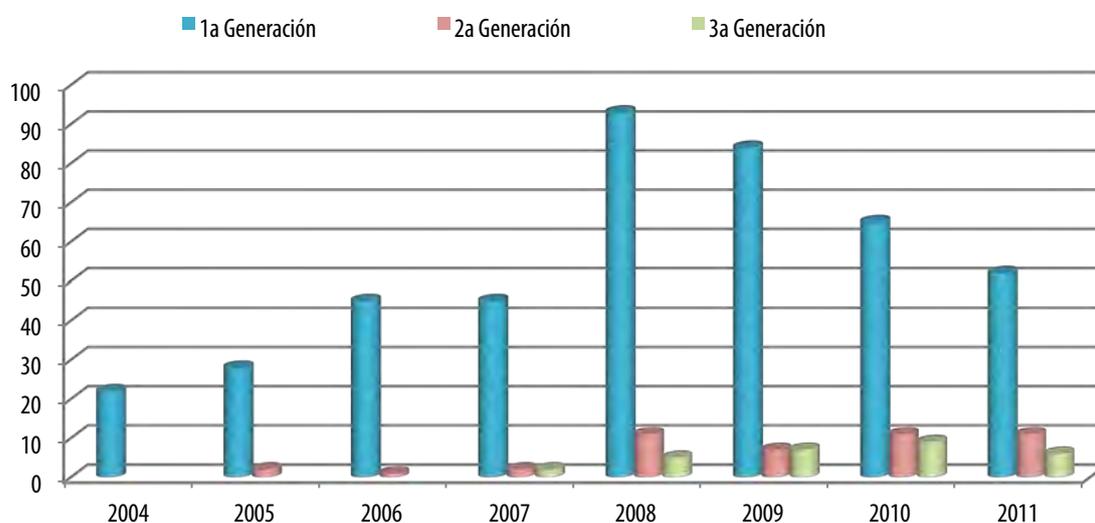


**Figura 20. Participación en proyectos de bioetanol y biodiesel, por insumo específico, 2004-2011**

## 10. Los Niveles Tecnológicos

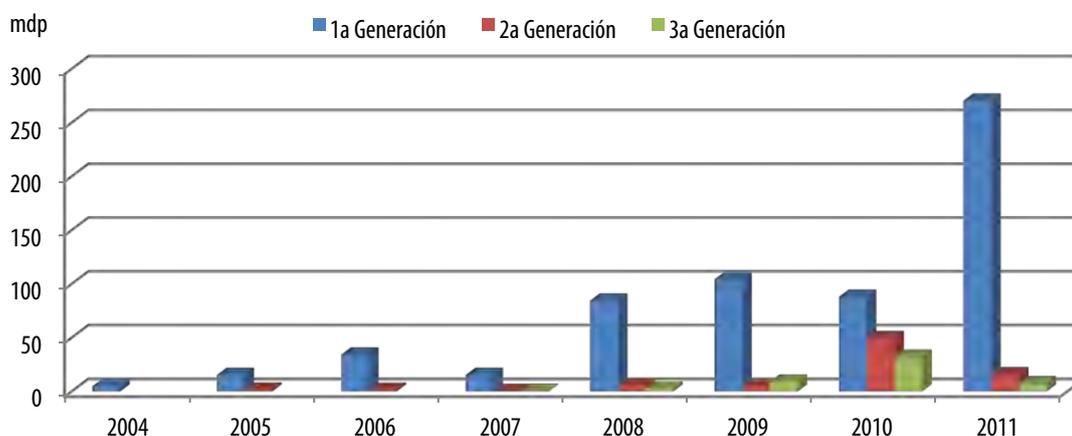
En este análisis se aplicó una clasificación de las tecnologías de producción de bioenergéticos en tres niveles:

- ◆ de Primera Generación: se basan en cultivos alimenticios como fuentes de materias primas (azúcares, almidones y aceites o grasas).
- ◆ de Segunda Generación: utilizan residuos, o cultivos no alimenticios.
- ◆ de Tercera Generación: utilizan algas y microorganismos cultivados en sistemas artificiales, por lo general genéticamente modificados.



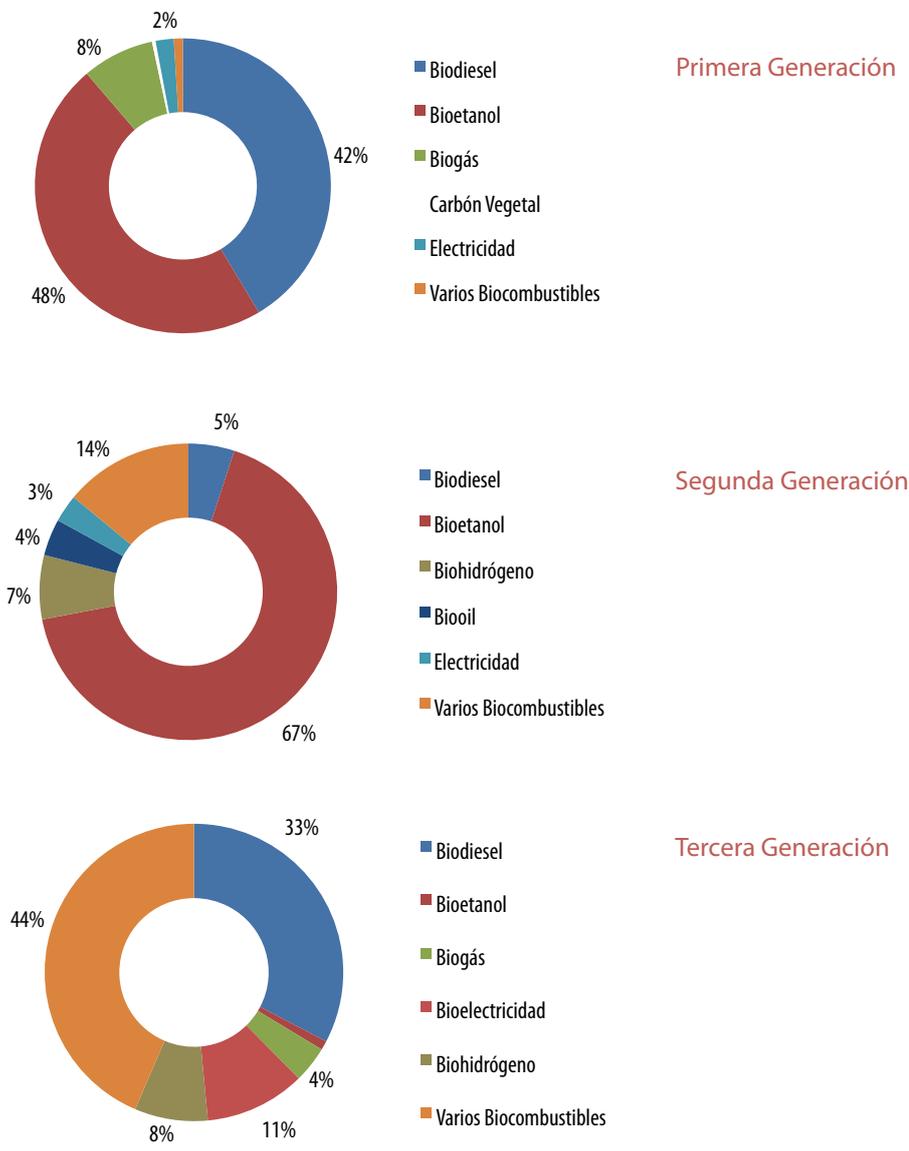
**Figura 21. Número de proyectos por tipo de tecnología y año de aprobación**

Es notable la predominancia de tecnologías de primera generación durante todo el período estudiado. Las de segunda y tercera generación aparecen en los últimos años, pero con baja cantidad de proyectos y escaso presupuesto.



**Figura 22. Presupuesto de proyectos por nivel tecnológico y año de aprobación**

La relación entre niveles tecnológicos y productos bioenergéticos buscados queda ilustrada en la Figura 23. En los de primera generación se busca tanto etanol como biodiesel; en los de segunda generación el etanol es el bioenergético dominante y el biodiesel participa en muy pequeña medida; y en los de tercera generación el biodiesel tiene el primer lugar.



**Figura 23. Participación relativa de los productos bioenergéticos según nivel de tecnología**

## 11.- La Formación de Recursos Humanos

Los proyectos sobre formación de recursos humanos tuvieron 3 objetos principales: otorgar becas, realizar difusión y crear redes. En 2004 y 2005 no se identificaron proyectos de estos tipos.

<b>Tabla 8. Número y presupuesto asignado a formación de recursos humanos, 2006-2012</b>		
<b>Objeto</b>	<b>Número de proyectos</b>	<b>Presupuesto (mdp)</b>
Difusión	2	4
Redes	11	13
Becas	13	2
<b>Total general</b>	<b>26</b>	<b>19</b>

Los 19 mdp asignados a formación de recursos humanos representan un 2% adicional a lo gastado en I+D+TT+S.

## CONCLUSIONES

Se hizo un análisis de las tendencias de los proyectos de I+D+TT+S en materia de Bioenergéticos en México del año 2004 al año 2011. Tanto por el número de proyectos aprobados como por el presupuesto asignado este período se puede dividir en dos fases.

En la primera fase, de 2004 a 2007, se aprobaron en promedio 46 proyectos por año, con un presupuesto variando entre 5 y 57 mdp/año y una asignación promedio de 0.5 mdp/proyecto.

En la segunda fase, de 2008 a 2011, se aprobaron en promedio 125 proyectos por año, con un presupuesto variando entre 117 y 338 mdp/año y una asignación promedio de 1.7 mdp/proyecto.

Este cambio de tendencia pudo deberse a la aprobación de la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos y de la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética, así como a la creación de fondos específicos para investigación de bioenergéticos (SAGARPA) y de sostenibilidad energética (SENER).

Se identificaron 142 ejecutores de proyectos, financiados por un total de 103 fondos diferentes. El gran número de fondos existentes pudo favorecer la atención de demandas y problemáticas locales, especialmente por los Fondos Mixtos, Estatales y FUPROs. Pero por otra parte implicó una dispersión de recursos y esfuerzos, que pudieron haber sido concentrados y enfocados hacia metas comunes de prioridad nacional.

Casi la totalidad de los proyectos (94%) se centraron en el tema tecnología; y sólo el 6% abordaron temáticas de medio ambiente, economía y sociedad. Dentro del tema tecnología la mayor parte de los recursos se dedicaron a la producción de insumos para bioenergéticos y los procesos de transformación. Así, se generaron pocos conocimientos sobre los aspectos ambientales, sociales y económicos de la bioenergía.

Algunos temas que son de gran importancia para la planeación y la definición de políticas bioenergéticas, como los estudios de potencial, los análisis económico-financieros y las evaluaciones de impacto ambiental, tuvieron muy baja participación (10%) en los proyectos de I+D+TT.

El nivel de tecnología predominante fue de 1ª generación. A partir del año 2008 comenzaron proyectos de tecnologías de 2ª y 3ª generación, aunque en número y presupuesto bajos. Si esta tendencia continuara, podría ocasionar un rezago tecnológico y mantener el problema de la competencia directa entre la producción de bioenergéticos y la de alimentos.

Los insumos estudiados, unos 50, fueron cultivos, residuos y forestales. Los cultivos azucarados, amiláceos y oleaginosos son los predominantes. Dentro de los cultivos azucarados destaca notablemente la caña de azúcar, seguida del agave y el sorgo dulce. En los cultivos amiláceos sobresale el maíz (aunque sin fines bioenergéticos) seguido del sorgo. En los oleaginosos los más estudiados son *Jatropha curcas*, soya y palma de aceite. Cabe aclarar que muchos de estos insumos (como caña de azúcar, palma aceitera, sorgo) pueden destinarse tanto a producir bioenergéticos como a otros usos finales.

Sólo una sexta parte de los proyectos, con una cuarta parte de los recursos, se enfocó en el uso de residuos de 3 clases: residuos en general, agroindustriales y urbanos. El 3.5% de los proyectos con el 2% del presupuesto se enfocó a insumos forestales, lo que deja a la dendroenergía como un tema vacante en el panorama actual de I+D+TT de México.

Los productos bioenergéticos más buscados son bioetanol y biodiesel, que cuentan con el 43% y el 41% del número de proyectos y similares porcentajes de monto asignado. Les siguen el biogás y la electricidad. Los biocombustibles sólidos (leña, carbón vegetal, pellets y astillas de madera) y otros combustibles líquidos como bio-oil y syndiesel participaron con apenas el 1% del presupuesto asignado.

Las actividades de formación de recursos humanos representaron el 2% del esfuerzo financiero en el período, aunque hay otras fuentes de recursos para becas. El trabajo en redes y la difusión fueron muy poco atendidos.

El presente análisis de tendencias procura describir e interpretar la situación actual y la dirección de I+D+TT+S en materia de bioenergéticos en México. Se espera que pueda ser útil para los tomadores de decisiones, ejecutores de proyectos, administradores de fondos y para el público en general.

Las bases de datos que acompañan (el Inventario de Programas y Proyectos de I+D+TT en Materia de Bioenergéticos y la Biblioteca Mexicana de Bioenergía) disponen información organizada, actualizada y concentrada sobre bioenergía en México, y pueden fomentar la vinculación entre grupos de trabajo y evitar la repetición de esfuerzos, poniendo a disposición el conocimiento ya adquirido y publicado por otros autores.

## **Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación**

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda  
*Secretario*

Lic. Mariano Ruiz-Funes Macedo  
*Subsecretario de Agricultura*

Ing. Guillermo del Bosque Macias  
*Director General de Fibras Naturales y  
Biocombustibles*

### **Red Mexicana de Bioenergía A.C**

<http://www.rembio.org.mx/2011>  
[redmexbioen@gmail.com](mailto:redmexbioen@gmail.com)

Tel: 01 443 322 2777 Ext. 42617, desde el D.F. 5623 2777 Ext.  
42617, desde el Extranjero: +52 443 322 2777 Ext. 42617

El presente documento, junto con la base de datos de proyectos de I+D+TT en materia de bioenergéticos y la Biblioteca Mexicana de Bioenergía, se encuentran disponibles para su descarga gratuita en las páginas web de la REMBIO y SAGARPA:

<http://www.bioenergeticos.gob.mx/>  
<http://www.rembio.org.mx/2011/>

“Esta publicación presenta el análisis de los resultados del Inventario de actividades de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Tecnología en materia de Bioenergéticos realizadas en México entre los años 2004 y 2011, realizado por la REMBIO. Como anexo, se incluye en formato digital la base de datos con los proyectos identificados.

Al poner esta publicación en sus manos, la SAGARPA y la COFUPRO ofrecen una herramienta informativa que permite conocer la dinámica de la investigación, desarrollo y transferencia de tecnología (I+D+TT) en materia de bioenergéticos en nuestro país, se proporciona información sobre las áreas temáticas de los proyectos (tecnología, economía, medio ambiente, o sociedad), insumos estudiados (cultivos agrícolas, forestales, algas, residuos, etc.), productos a obtener (bioetanol, biodiesel, biogás, etc.), nivel de tecnología (primera, segunda, o tercera generación) para la producción de bioenergéticos, así como instituciones ejecutoras y fuentes de financiamiento, entre otros elementos de interés.

Este estudio pone de manifiesto el impulso que en años recientes diversas instituciones le han dado a I+D+TT para la obtención de bioenergéticos, y contribuye a brindar certidumbre a los actores de la cadena de bioenergéticos en particular, y a la sociedad en general sobre el estatus que guarda este tema en nuestro país.”

## Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación

Lic. Francisco Javier Mayorga Castañeda  
*Secretario*

Lic. Mariano Ruiz-Funes Macedo  
*Subsecretario de Agricultura*

Ing. Guillermo del Bosque Macías  
*Director General de Fibras Naturales y  
Biocombustibles*



Este programa es público, ajeno a cualquier partido político. Queda prohibido el uso para fines distintos a los establecidos en el programa.

