



AGENDA DE INNOVACIÓN DE MORELOS

DOCUMENTOS DE TRABAJO

4.1 AGENDA DE ÁREA DE ESPECIALIZACIÓN:

BIOENERGÉTICOS

Noviembre 2014

CONTENIDO

1.	Introducción a los sectores seleccionados por la agenda	5
1.1.	Criterios de priorización	5
1.2.	Aplicación de dichos criterios para la selección de sectores	6
1.3.	Sectores seleccionados y gráfico representativo de la agenda	13
2.	Caracterización del sector en el estado y en el contexto nacional	16
2.1.	Breve descripción del sector	16
2.2.	Distribución del sector en México y posicionamiento del estado	16
2.2.1.	Introducción al análisis de los sectores en el estado de Morelos	19
2.2.2.	Distribución del sector Bioenergéticos en México y su posicionamiento en el estado de Morelos	20
2.3.	Principales tendencias de la innovación en el sector a nivel mundial	21
3.	Breve descripción del ecosistema de innovación	25
3.1.	Mapa de los agentes del ecosistema de innovación	25
3.2.	Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación 27	
3.2.1.	Instituciones de Educación Superior	27
3.2.2.	Centros de investigación	28
3.3.	Detalle de empresas del sector	33
3.4.	Evolución de apoyos en el sector	33
4.	Análisis FODA del sector	35
5.	Marco estratégico y objetivos sectoriales.....	37
6.	Nichos	38
6.1.	Bioturbosina a partir de <i>Jatropha curcas</i>	39

6.2.	Bioetanol de caña	39
6.3.	Biogas.....	39
6.4.	Hidrógeno	40
7.	Caracterización de proyectos singulares y entramado de proyectos	40
8.	Lista de referencias.....	43
9.	Apéndices	44
9.1.	Apéndice A: Mesas sectoriales	44
9.1.1.	Funciones.....	44
9.1.2.	Composición	45
9.1.3.	Talleres	45
9.2.	Apéndice B: Estudios de tendencias sectoriales	47
9.2.1.	Papel de la innovación en el sector	47

Índice de ilustraciones

Ilustración 1	Participación de sectores en el PIB estatal.....	7
Ilustración 2	Relevancia de actividades relacionadas al Sector Energético.....	8
Ilustración 3	Relevancia de actividades relacionadas al Sector Tecnologías de la Información y Comunicaciones	8
Ilustración 4	Relevancia de actividades relacionadas al Sector Farmacéutico y Biofarmacéutico.	9
Ilustración 5	Relevancia de actividades relacionadas al Sector Servicios Científicos y Tecnológicos.....	9
Ilustración 6	Estrategia de análisis para el presente y futuro de la CTel en Morelos	10
Ilustración 7	Gráfico representativo de la Agenda Estatal de Innovación de Morelos.....	15
Ilustración 8	Futuro de la demanda de bioturbosina	18
Ilustración 9	Demanda mundial de combustibles líquidos en los próximos años	21

Ilustración 10 Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en el estado del sector Bioenergéticos	26
Ilustración 11 Marco estratégico de la agenda sectorial	38
Ilustración 12 Proceso de definición de la agenda sectorial	46

Índice de tablas

Tabla 1 Resumen del análisis de sectores en Morelos	7
Tabla 2 Sectores seleccionados para desarrollar en la Agenda de Innovación para Morelos	12
Tabla 3 Producción de cultivos para bioenergéticos en México	17
Tabla 4 Áreas y sectores estratégicos en el Estado de Morelos	19
Tabla 5 Áreas y sectores estratégicos en el Estado de Morelos (Elaboración propia).....	22
Tabla 6 Evolución de los apoyos en el sector (mdp, 2009-2013)	34
Tabla 7 Evolución de los apoyos en el sector Energías Renovables en Morelos (2009-2012)	35
Tabla 8 Composición de la mesa sectorial.....	45

1. INTRODUCCIÓN A LOS SECTORES SELECCIONADOS POR LA AGENDA

1.1. Criterios de priorización

Durante el desarrollo del primer taller con el Grupo Consultivo se propusieron una serie de criterios para seleccionar los sectores en los que se enfocaría la Agenda Morelos.

Los criterios de priorización seleccionados se agruparon en sociales, de capacidades científico-tecnológicas, económicos, y finalmente, estratégicos y diferenciadores. Los criterios se muestran en la Tabla 5.

Tabla 1 Criterios de priorización elegidos durante el primer taller del Grupo Consultivo

Clasificación	Indicador
Sociales	<ol style="list-style-type: none">1. Impacto en la generación de empleo de alto valor.2. Impacto positivo en problemas sociales.
Capacidades científicas-tecnológicas	<ol style="list-style-type: none">3. Utilización y consolidación de las capacidades científicas y tecnológicas en el estado.4. Contribución a la creación de empresas de base tecnológica.5. Generación de conocimiento científico para el mercado estatal, nacional y mundial.
Económicos	<ol style="list-style-type: none">6. Sectores encadenados a otros subsectores de la economía.7. Sectores que atienden soluciones para las prioridades nacionales.
Estratégicos y	<ol style="list-style-type: none">8. Destacado posicionamiento de Morelos a nivel nacional por sus capacidades de I+D+i.

diferenciadores	9. Alineación con la política pública estatal.
------------------------	--

Fuente: Elaboración propia a partir de la reflexión del Grupo Consultivo

Para la aplicación de estos criterios, se desarrolló un modelo de valoración basado, en aquellos sectores en los que es posible, en datos duros y medibles, y en algunos casos se utilizó información cualitativa resultado de entrevistas y de valoraciones obtenidas en el Primer Taller.

Los sectores seleccionados resultado de esta valoración se mostraron en el Segundo Taller del Grupo Consultivo para así construir conjuntamente las áreas de especialización de la Agenda.

1.2. Aplicación de dichos criterios para la selección de sectores

En el desarrollo del análisis se tomaron en consideración algunos indicadores que la SICyT marcó como relevantes para el estado de Morelos: el estado es líder nacional al crear la primera Secretaría de este tipo, existen más de 40 núcleos de investigación con más de 260 laboratorios especializados, se cuenta con 62 posgrados registrados en el PNPC del CONACyT, existen más de 2 mil investigadores, 901 de ellos en el SNI y 499 en el Sistema Estatal de Investigadores, la inversión mixta en innovación ha crecido en 370%, se cuenta con un Parque Científico y Tecnológico, además de contar con 5 Oficinas de Transferencia de Tecnología certificadas.

Por otra parte, Morelos tiene dos grandes proyectos que son “Plan de Vuelo”, que invertirá 460 millones de dólares y generará más de 4 mil 600 empleos y “México conectado”, el cual colocará al Estado como punta de lanza en conectividad de internet.

El resultado de todo el análisis y las entrevistas realizadas, permitió agrupar los sectores en el estado en dos grandes grupos: aquellos que tienen un impacto actualmente en la

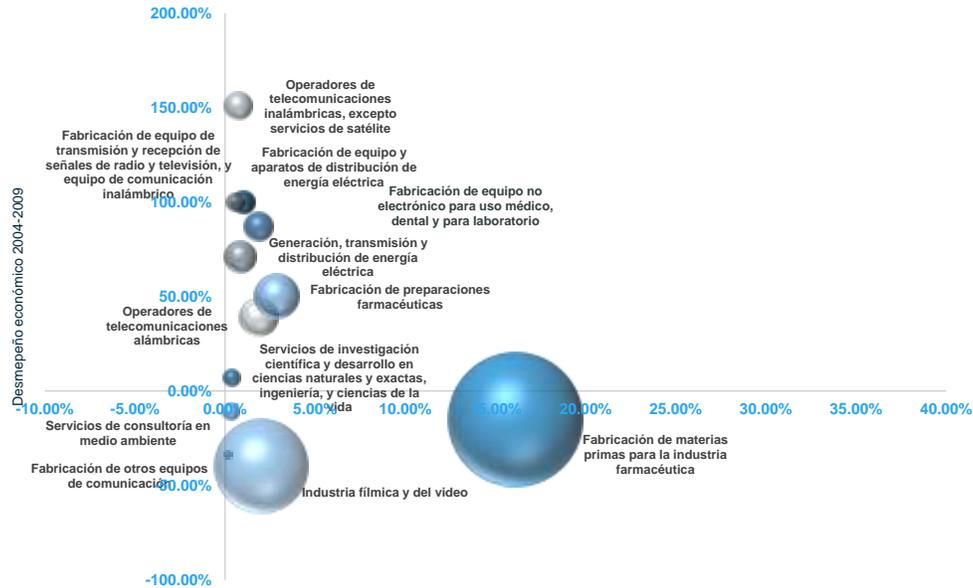
economía y aquellos con potencial. La Tabla 1 muestra los sectores seleccionados para la Agenda de Morelos.

Tabla 2 Resumen del análisis de sectores en Morelos

Sectores por impacto en la economía (Con base en información económica)	Sectores con oportunidad a futuro (con base en entrevistas)
<ul style="list-style-type: none"> • Fabricación de productos con base en minerales no metálicos • Servicios educativos • Transporte • Industria química (plástico y hule) • Servicios profesionales, científicos y técnicos • Fabricación de equipo de transporte • Información en medios masivos • Construcción • Servicios inmobiliarios • Floricultura 	<ul style="list-style-type: none"> • Energías renovables • Ahorro y optimización de energía • Industria farmacéutica convencional y biofarmacéutica. • Ingeniería molecular y nanotecnología • Tecnologías médicas • Tecnologías agroindustriales • Mejoramiento genético agropecuario • Tecnologías de la información y comunicaciones • Servicios científicos y tecnológicos • Manufactura avanzada

Posteriormente, se documentó la participación de estos sectores en el PIB Estatal.

Ilustración 1 Participación de sectores en el PIB estatal



En una siguiente fase, se realizó un análisis acerca del Índice de Especialización Local que busca no sólo entender la participación en la economía, sino el valor agregado que representa en términos reales cada sector para el estado, lo cual se muestra en las Ilustraciones siguientes.

Ilustración 2 Relevancia de actividades relacionadas al Sector Energético

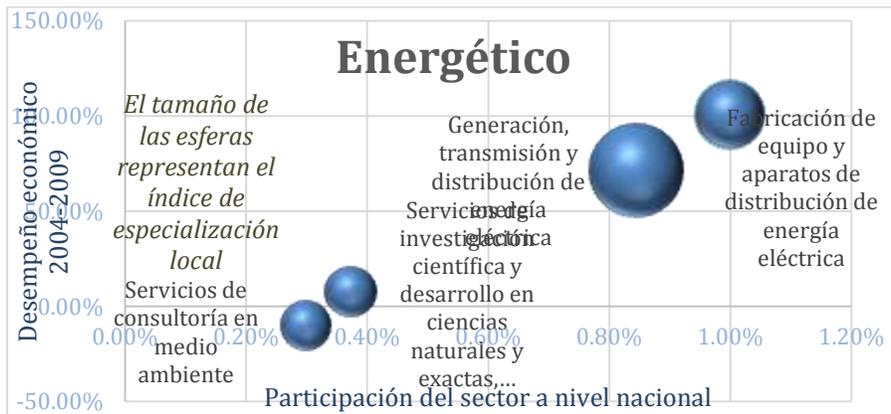


Ilustración 3 Relevancia de actividades relacionadas al Sector Tecnologías de la Información y Comunicaciones

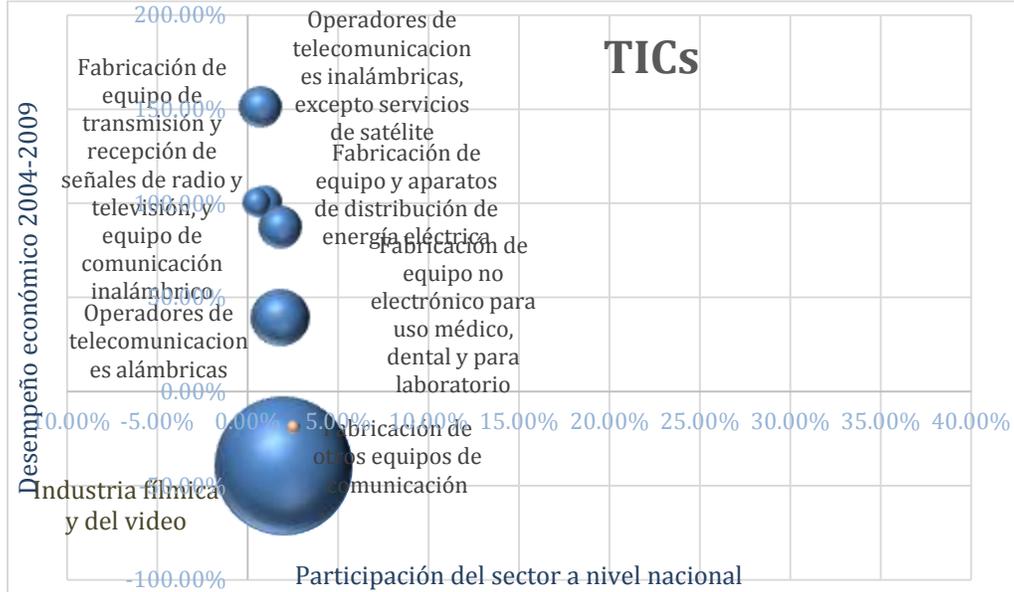


Ilustración 4 Relevancia de actividades relacionadas al Sector Farmacéutico y Biofarmacéutico.

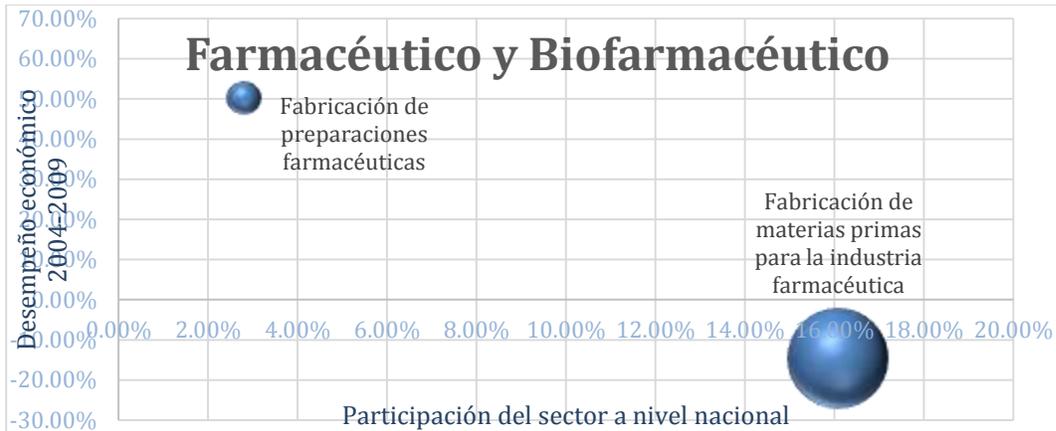
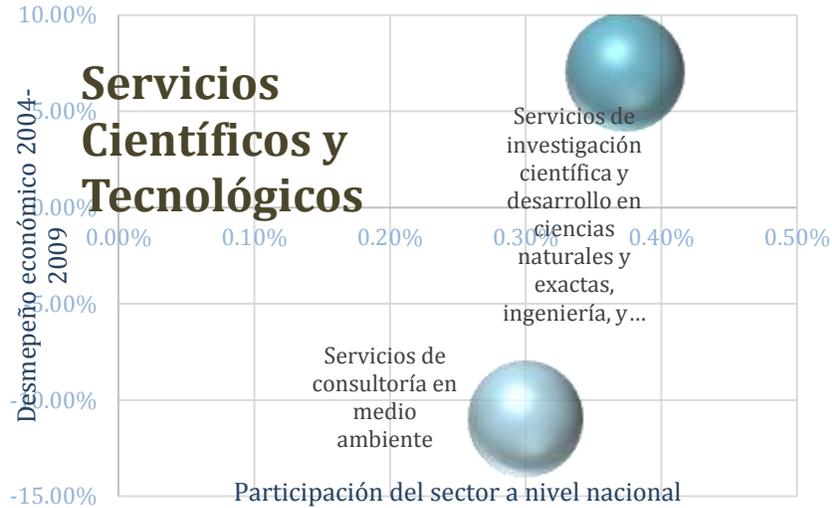


Ilustración 5 Relevancia de actividades relacionadas al Sector Servicios Científicos y Tecnológicos.



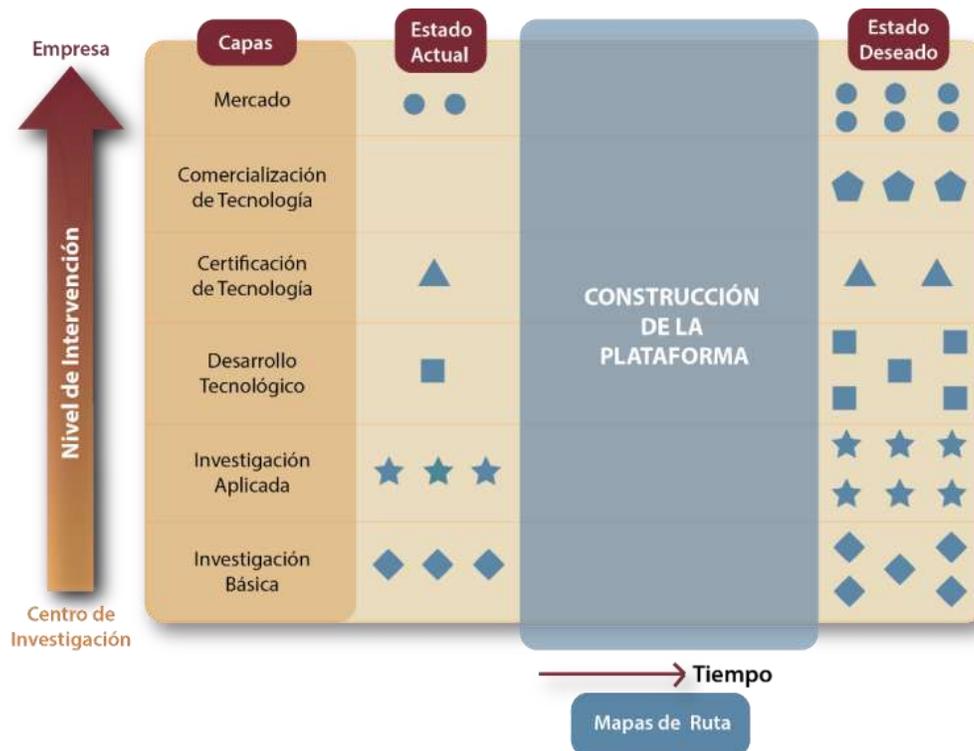
Así pues, con esta información preliminar, se realizó el primer taller del consejo consultivo con miras a la definición de sectores el 18 de marzo de 2014, donde estuvieron representados todos los actores del ecosistema local. Siendo la responsable estatal y líder del taller la Dra. Brenda Valderrama Blanco, Secretaria de Innovación, Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos.

El objetivo inicial del taller fue analizar los datos económicos y de especialización con los que se contaba así como los sectores propuestos en las entrevistas con el grupo consultivo y llegar a un consenso de sectores a explorar.

El análisis del estado actual de Morelos, reveló áreas de mayor desarrollo y aquellas donde se requiere intervención con miras a generar la plataforma de despegue adecuado.

En la ilustración 6 se muestra lo detectado y la visión a futuro que pretende construirse en el tema en general de ciencia, tecnología e innovación (CTel).

Ilustración 6 Estrategia de análisis para el presente y futuro de la CTel en Morelos



Las necesidades de fortalecimiento en temas como la comercialización de tecnología, el acceso al mercado, el desarrollo tecnológico y la certificación son un común denominador en los sectores detectados. De ahí la necesidad de definir proyectos no sólo sectoriales, sino de plataforma que permitan al estado contar con las condiciones necesarias para el despegue.

Teniendo claridad en esas necesidades, se trabajó en analizar los sectores detectados tanto en la investigación con base en información económica, como en campo, resultando en la definición de los sectores en el estado de Morelos.

Inicialmente se detectaron 10 áreas candidatas a especialización en el estado:

- Energías renovables:
 - Jatropha.
 - Solar – térmico y fotovoltaico.
 - Eólico.

- Ahorro y optimización de energía.
- Industria farmacéutica convencional y biofarmacéutica:
 - Pruebas clínicas.
 - Planta de escalamiento.
- Ingeniería molecular y nanotecnología.
- Tecnologías médicas.
- Tecnologías agroindustriales.
- Mejoramiento genético agropecuario.
- Tecnologías de la información y comunicaciones:
 - Gadgets.
 - The internet of things.
- Servicios científicos y tecnológicos.
- Manufactura avanzada (automotriz).

Resultado del taller, se realizó una sesión con el comité de gestión para presentar los hallazgos del taller con el grupo consultivo.

Se definió que a partir de estas 10 líneas de especialización se seleccionarían 5 para enfocar los esfuerzos y recursos con el propósito de posicionar a Morelos en todas las áreas. Por lo tanto, se realizó una sesión de priorización adicional con base en la información recabada, las capacidades en recursos humanos, acceso a mercados, infraestructura científica y tecnológica y entorno empresarial. Además se hizo una alineación de la Agenda Estatal con el Plan Estatal de Desarrollo. Resultando cinco sectores seleccionados para la Agenda, así como una plataforma para atender estos cinco sectores, lo cual se muestra en la Tabla 2.

Tabla 3 Sectores seleccionados para desarrollar en la Agenda de Innovación para Morelos

Sectores seleccionados para desarrollar	Plataforma
---	------------

<ul style="list-style-type: none"> • Tecnologías de la Información y Comunicaciones • Farmacéutica y Biofarmacéutica • Energías renovables • Servicios Científicos y Tecnológicos • Bioenergéticos 	<ul style="list-style-type: none"> • Sociedad del conocimiento • Plataforma de innovación
---	---

1.3. Sectores seleccionados y gráfico representativo de la agenda

La priorización secundaria resultó en cinco áreas de especialización:

Farmacéutica y Biofarmacéutica

Dada la infraestructura actual en el estado, la posición que ocupa a nivel nacional como productor de materias primas para el sector farmacéutico y las capacidades de investigación y desarrollo en el tema, se detectó una posibilidad de atraer inversiones de laboratorios, generación de proyectos de inversión para impulsar el sector en el estado y capacidad de ofrecer productos y servicios a nivel nacional e internacional.

Tecnologías de Información y Comunicaciones

La presencia de actores públicos y privados con planes de inversión en temas relacionados con Tecnologías de Información y Comunicaciones aunado a la generación de talento que está provocando la Cámara Nacional de la Industria Electrónica de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información, la cercanía con mercados regionales atractivos y bajo costo en la creación de tecnología y empresas en este sector, presenta condiciones favorables para el desarrollo.

Adicionalmente, el gobierno estatal tiene el interés de transformar la operación del sector público y la digitalización de la mayor cantidad de trámites y servicios, siendo un consumidor con necesidades puntuales que pueden ser replicables en otros mercados.

Asimismo, el programa México conectado, donde Morelos será pionero, llevará conectividad a municipios de todo el estado, presentando la necesidad de ofrecer contenidos y servicios a través de la red, siendo otro impulsor del mercado local.

Energías renovables

En Morelos el sector de energías renovables destaca por sus capacidades tanto en infraestructura para investigación como en recursos humanos especializados. Estas capacidades se detallan más adelante. De igual forma existen empresas, principalmente en el ramo de energía solar, que atienden tanto el mercado local como nacional e internacional.

La infraestructura de centros de investigación aunada a la oferta al mercado, presenta el sector de energías renovables como una oportunidad para manejarlo como área de especialización con sus respectivas áreas de energía solar, eólica y geotérmica.

Además con la reciente reforma energética, aprobada a nivel nacional, se abre todo un campo de oportunidades de negocios.

Bioenergéticos

Morelos ha firmado un convenio con el Aeropuerto de la Ciudad de México llamado Plan de Vuelo Morelos que tiene como meta la siembra de hasta 33 mil hectáreas de Jatropha, materia prima en la generación de bioturbosina. Este convenio, sienta las bases y define las necesidades y el mercado para desarrollos tecnológicos en toda la cadena de valor de bioturbosina que van desde la siembra de Jatropha hasta la entrega del producto terminado.

El objetivo de mercado es la comercialización y licenciamiento de la tecnología y patentes resultantes de este proyecto, siendo diferentes regiones a nivel nacional e internacional usuarios potenciales para la producción de bioenergéticos basados en aceites vegetales.

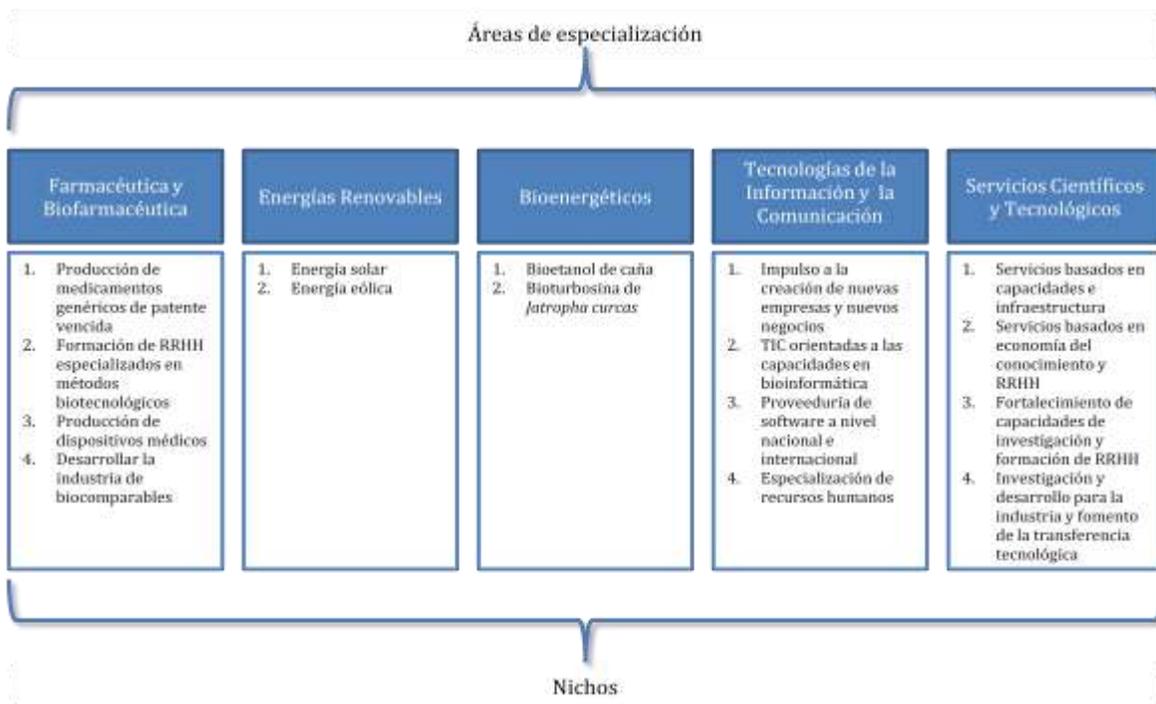
También es de remarcar la infraestructura actual con diversos centros de investigación en Morelos y los avances en investigación y desarrollo que están llevando a cabo, lo cual significa altas oportunidades para este sector.

Servicios Científicos y Tecnológicos

El posicionamiento de Morelos a nivel nacional por su destacada participación en innovación, ciencia y tecnología llevó a la consideración de incluir este tema como un área de especialización. Basta con recordar que el Foro Consultivo Científico y Tecnológico ubica a Morelos en 1er lugar en el indicador de Impacto de la producción científica por entidad federativa (2002 – 2011), en 2do lugar en el indicador de Investigadores en el SNI por cada 10 mil de la PEA (2012). Por otra parte el Índice de Competitividad Estatal del IMCO ubica a Morelos en 4º lugar en el subíndice de Innovación y sofisticación. Estos elementos aunados a las capacidades que se han fortalecido en el sistema de innovación llevan a considerar como un área de especialización relevante todos los Servicios Científicos y Tecnológicos que brinda el estado.

En la ilustración 7, se muestra el gráfico representativo de la Agenda Estatal de Innovación de Morelos, donde se muestran los sectores de especialización y los nichos detectados para cada sector o área de especialización.

Ilustración 7 Gráfico representativo de la Agenda Estatal de Innovación de Morelos



2. CARACTERIZACIÓN DEL SECTOR EN EL ESTADO Y EN EL CONTEXTO NACIONAL

2.1. Breve descripción del sector

Los bioenergéticos son combustibles líquidos renovables provenientes de material biológico y han probado ser excelentes sustitutos para combustibles fósiles utilizados en el transporte. Dentro de los principales bioenergéticos se encuentran el etanol, el biodiesel, el gas natural (con base en el tratamiento de aguas residuales) y la bioturbosina (a partir de plantas como la *Jatropha*). Estos bioenergéticos han ganado cada vez más una aceptación a nivel mundial como una solución a problemas ambientales, seguridad energética, reducción de importaciones de combustibles fósiles, creación de empleos y desarrollo y fortalecimiento de la agricultura de los países.

Tomando como base esta tendencia tecnológica y social, en el estado de Morelos, se formó la Red de Bioenergía con el apoyo de la Secretaría de Innovación Ciencia y Tecnología de Morelos (SICyT) para impulsar el desarrollo de los bioenergéticos en el Estado tomando como base el Programa Plan de Vuelo Morelos, en el cual el Gobierno del estado de Morelos y Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) buscan conjuntar esfuerzos para la producción y comercialización de bioenergéticos de aviación en el Estado.

La agenda cuenta con la participación de la Red de Bioenergía del estado de Morelos así como de otras instituciones públicas y del sector privado quienes han hecho esfuerzos en la identificación de proyectos que puedan detonar el desarrollo de este sector en el estado.

2.2. Distribución del sector en México y posicionamiento del estado

Debido a las condiciones climáticas favorables del país, y al extenso número de variedades vegetales para la producción de biodiesel, México cuenta cerca de 18,627 hectáreas para la producción de diferentes tipos de bioenergéticos como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 4 Producción de cultivos para bioenergéticos en México

Potencial productivo de cultivos aptos para la producción de bioenergéticos (Miles de hectáreas)				
Cultivo	Bioenergético	Potencial Medio	Potencial Alto	Localización
Caña de azúcar	Etanol	460	4,313	22 estados de la República
Higuerrilla	Biodiesel	3,960	6,345	30 estados de la República
Jathrofa	Biodiesel	2,620	3,468	28 estados de la República
Palma de aceite	Biodiesel	242	293	8 estados de la República
Remolacha azucarera	Etanol	1,725	2,008	32 estados de la República
Sorgo dulce	Etanol	2,072	2,200	22 estados de la República

Fuente: Perspectivas de energías renovables 2012 – 2026, SENER

En el país hay dos experiencias de producción de biodiesel a escala industrial de bioenergía en México (estudios de caso [Prehn y Cumana, 2010]):

- Biocombustibles Internacionales SA de CV, en Nuevo León, tuvo durante varios años una planta de 50,000 l/d a partir de sebo de res y aceites vegetales usados. El

biodiesel era utilizado por PEMEX Refinación como aditivo para la lubricidad del diésel de ultra bajo azufre. Desafortunadamente la planta fue cerrada en meses recientes debido a que PEMEX Refinación decidió dejar de comprar biodiesel como lubricante. Esto habla de la dificultad de armar proyectos a largo plazo en el país cuando no se tiene un marco institucional sólido o coherente entre las distintas instancias gubernamentales.

- Chiapas Bioenergético tiene dos plantas de biodiesel a partir de aceite de palma africana y de aceites vegetales usados (Tuxtla Gutiérrez con 2,000 l/d y Puerto Chiapas con 28,000 l/d). Este biodiesel se utiliza en mezclas B5 y B20 en 40 vehículos de transporte público de Tuxtla Gutiérrez y Tapachula.

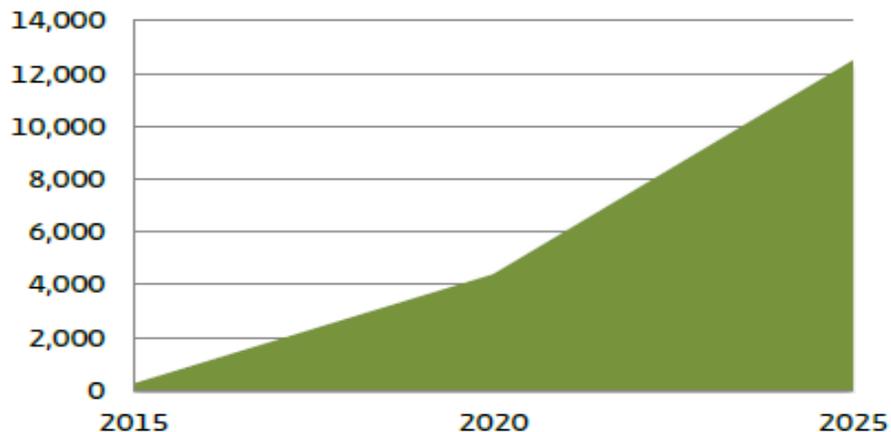
Recientemente se ha discutido la posibilidad de producir y utilizar bioturbosina en nuestro país. Aeropuertos y Servicios Auxiliares en México (ASA) realizó una serie de talleres llamados “Plan de vuelo hacia los biocombustibles sustentables de aviación en México” para discutir esta posibilidad. En ellos se establecieron las metas de sustituir el 1% de la producción actual de turbosina para 2015 (40 MI/a) y el 15% para 2020 (más de 700 MI). Las posibles materias primas serían los aceites de *Jatropha*, higuera y algas, y la bioturbosina se producirá por medio de un proceso llamado “hidrocrackeo”. En abril de 2011 se llevó a cabo el primer vuelo demostrativo con bioturbosina producida a partir de aceite de *Jatropha* cultivada en Chiapas y en julio el primer vuelo comercial.

La tendencia de la aviación mundial es el establecimiento de requerimientos para el uso de combustibles alternativos, por lo que México requiere empezar a incorporar bioqueroseno parafínico sintetizado en la turbosina tradicional, con base en la ASTM D7566-11, publicada el 1º de julio de 2011 la cual establece que las líneas aéreas comerciales, así como los operadores privados y militares, han de utilizar hasta el 50% de mezclas de bioturbosina con petróleo sintético derivado del estándar de combustible sintético.

Por lo anterior, es necesario que México participe en la consecución de la viabilidad comercial de los bioenergéticos sustentables de aviación, para lo cual ASA ha planteado un escenario de penetración de bioturbosina, el cual se muestra en la Ilustración 8.

Ilustración 8 Futuro de la demanda de bioturbosina

Escenarios de demanda de bioturbosina (Miles de barriles anuales)



Fuente: SENER a partir de datos de Aeropuerto y Servicios Auxiliares (ASA).

2.2.1. Introducción al análisis de los sectores en el estado de Morelos

En el estudio “Mapeo Estratégico de Oferta y Demanda Tecnológica en el estado de Morelos. Oferta de Servicios Tecnológicos en el Estado—Oportunidades para la innovación”, realizado por la empresa Innovance (J. Hermosillo, 2011), el autor divide las capacidades tecnológicas en cinco áreas, las cuales podríamos mapear con el caso particular del sector bioenergéticos de AEI Morelos, como se muestra en la tabla 4.

Tabla 5 Áreas y sectores estratégicos en el Estado de Morelos

Áreas de capacidades tecnológicas	Bioenergéticos
Química, física y los materiales.	X

Ingenierías y ciencias aplicadas.	X
Fuentes renovables de energía.	X
Ciencias biológicas para salud y alimentos.	
Ciencias agropecuarias, medioambiente y conservación.	X

Fuente: Elaboración propia FUMEC

De esta tabla, observamos que 4 de las 5 áreas descritas en el estudio de J. Hermosillo, tienen impacto en el sector bioenergéticos, lo que nos permite situar al estado de Morelos, con amplias capacidades para el desarrollo de este sector.

2.2.2. Distribución del sector Bioenergéticos en México y su posicionamiento en el estado de Morelos

Considerando las tendencias y capacidades descritas en las secciones anteriores y teniendo a los bioenergéticos como una oportunidad de negocio sostenible, el gobierno del estado de Morelos a través del convenio Plan de Vuelo Morelos, firmado con ASA, se está enfocando a la producción de bioenergéticos líquidos a través de la especie nativa de *Jatropha curcas*, la cual no contiene toxinas y cuya semilla tiene un contenido del 35 – 40% de aceites lo que la hace apta para la producción de bioenergéticos. Otro aspecto que la hace apta para la producción de bioenergéticos, es que si bien el aceite de *Jatropha* tiene propiedades semejantes a la de otros aceites comestibles, este no es comestible y tiene capacidad de prosperar en suelos de baja fertilidad, en climas secos (porque requiere muy poca agua) y es capaz de rehabilitar suelos degradados.

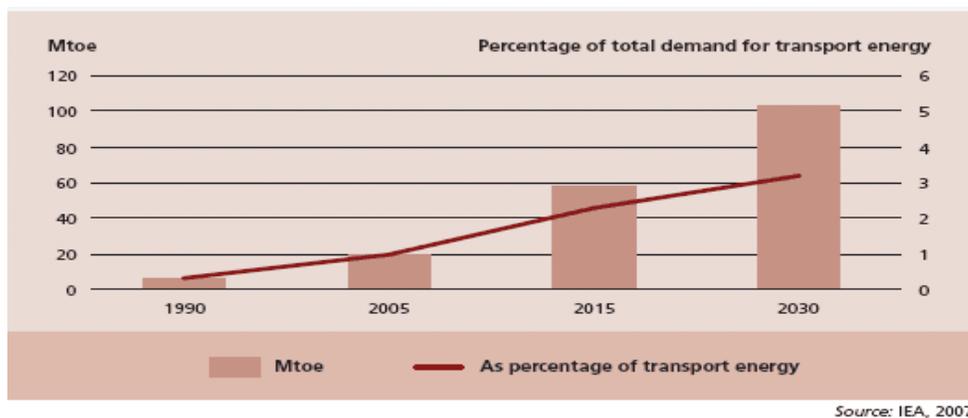
El estado de Morelos cuenta actualmente con mil hectáreas sembradas de *jatropha* y puede contar con una superficie de cultivo alrededor del Rio Balsas de 120 mil hectáreas lo que podría representar la obtención de mil quinientas toneladas diarias de semilla

descascaradas lo que equivaldría a 820 mil litros de bioturbosina diarios con un valor en el mercado internacional superior a seis millones de dólares.

2.3. Principales tendencias de la innovación en el sector a nivel mundial

Se espera que el sector transporte aumente su demanda de combustibles líquidos en un 60% a nivel global en el año 2030. Como sustitutos de la gasolina y el diésel están el bioetanol y el biodiésel, que pueden mitigar las emisiones de GEI y contribuir a la creación de empleos y al desarrollo del sector rural. Estos bioenergéticos podrían alcanzar el 12% de la demanda energética del sector transporte en los países desarrollados y el 8% en los países en desarrollo, lo cual se puede observar en la ilustración 9.

Ilustración 9 Demanda mundial de combustibles líquidos en los próximos años



En 2011, la producción mundial de bioenergéticos ascendió a 107 miles de millones de litros (MMMI) que equivale a 3% del consumo mundial de combustibles del sector del transporte. Los bioenergéticos incluyen al etanol (extraído principalmente del maíz y caña de azúcar) y al biodiésel (producido a partir de aceites vegetales). En el caso del etanol, el proveniente del maíz representa más de la mitad de la producción mundial y el derivado de la caña de azúcar, alrededor de una tercera parte. El crecimiento de la producción de

bioenergéticos a nivel mundial fue de 19.8% en el periodo 2001-2011. Esto se puede observar en la Tabla 5.

Tabla 6 Áreas y sectores estratégicos en el Estado de Morelos (Elaboración propia)

Producción de bioenergéticos en países seleccionados para los años 2010 y 2011 (miles de millones de litros MMM)							
	2010			2011			Variación de la producción total en 2011 respecto a 2010 (%)
País	Etanol	Biodiésel	Total	Etanol	Biodiésel	Total	
Estados Unidos	49	1.2	50.2	54.2	3.2	57.4	14.3%
Brasil	28	2.3	30.3	21	2.7	23.7	-21.8%
Alemania	1.5	2.9	4.4	0.8	3.2	4	-9.1%
Argentina	0.1	2.1	2.3	0.2	2.8	3	30.4%
Francia	1.1	2	3.1	1.1	1.6	2.7	-12.9%
China	2.1	0.2	2.3	2.1	0.2	2.3	0.0%
Canadá	1.4	0.2	1.6	1.8	0.2	2	25.0%
Indonesia	0.1	0.7	0.8	0	1.4	1.4	75.0%
España	0.6	1.1	1.7	0.5	0.7	1.2	-29.4%

Tailandia	0.4	0.6	1	0.5	0.6	1.1	10.0%
Bélgica	0.3	0.4	0.7	0.4	0.4	0.8	14.3%
Países Bajos	N.D.	N.D.	N.D.	0.3	0.4	0.7	N.D.
Colombia	0.4	0.3	0.7	0.3	0.3	0.6	-14.3%
Austria	N.D.	N.D.	N.D.	0.2	0.4	0.6	N.D.
Italia	0.1	0.8	0.9	0	0.6	0.6	-33.3%
Reino Unido	0.2	0.5	0.7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Polonia	0.3	0.4	0.7	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Total mundial	86	19	105	86.1	21.4	107	1.9%

Una de las tendencias más recientes y que está cobrando más impulso, es la producción de bioenergético para la industria de la aviación a partir de la extracción y refinación de aceites de plantas oleaginosas como la *Jatropha*, una planta nativa de México y Centro América, la cual ha incrementado el número de cultivos a nivel mundial, especialmente en Asia y más recientemente en América Latina (Brasil); ya se está produciendo aceite a nivel comercial en pequeña escala; grandes firmas multinacionales están invirtiendo en su cultivo y producción. La firma D1 oils plc ya ha producido sus propias variedades por mejora genética; la firma SG Biofuels ha compilado la más grande librería genética de variedades de *jatropha* en el mundo y la Universidad de Rajasthan (región desértica de la India) ha aislado una variedad que posee concentraciones superiores al 35% en contenido de aceite. La industria de combustibles para jets está altamente interesada en la utilización de la *jatropha*. Se ha probado exitosamente su uso en jets por parte de Air New Zealand,

Continental Airlines y Japan Airlines en 2008-2009. La Asociación Internacional de Transporte Aéreo (IATA, por sus siglas en inglés) se ha comprometido a que el combustible para jets tenga un 10% de mezcla con combustibles alternativos para el año 2017 y 15% para el año 2020. Además, la Unión Europea ha anunciado que impondría un techo para las emisiones de carbón para aerolíneas comerciales a partir de 2011.

Tendencias de la innovación en la producción de bioenergéticos a nivel mundial

Acorde a la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), las tendencias en la innovación para la producción de bioenergéticos se desarrollará en los siguientes campos:

- Investigaciones en mejora genética e innovación en prácticas agronómicas que mejoren notablemente la productividad de los cultivos.
- Logística de la cadena de oferta. Sistemas de cosecha, almacenamiento, pre - proceso, empaques, manipulación.
- Reducción del costo de la hidrólisis enzimática. Producción de materias básicas homogéneas con pirolisis local. Mejora de la efectividad del pretratamiento para optimizar la biomasa que entra a la hidrólisis.
- Estudio de la dinámica de bioconversión que más se ajuste a la estructura de la lignocelulosa.
- Reducción de costos por reciclaje de enzimas. Fermentación de azúcar pentosa para maximizar producción de bioenergético. Creación de subproductos con alto valor. Mejora de la disposición de residuos.
- Optimización de los procesos termoquímicos. Desarrollo de catalizadores robustos. Modelaje de los costos de capital y de producción. Manejo de las complejas mezclas y subproductos que conforman el “syngas” para evitar el impacto negativo de los contaminantes. Manejo de materiales básicos heterogéneos. Mejora de la habilidad de los catalizadores para resistir los inhibidores para bajar los costos de producción.

- Construcción de biorrefinerías. En analogía con las refinerías de petróleo que aceptan insumos variados y producen una gama de productos, uno de los retos de la producción de bioenergéticos es aceptar materias básicas distintas para producir alcoholes, electricidad, calor, diésel y productos químicos de alto valor. La viabilidad de esta idea depende fundamentalmente de las mejoras genéticas de los cultivos, que brinden variedades apropiadas en costo, calidad o propiedades específicas
- Se requieren avances en el fraccionamiento y separación de los residuos agrícolas y forestales; la hidrólisis y fermentación de la lignocelulosa; identificar nuevos procesos catalíticos y auto catalíticos; y avanzar en la construcción de plantas piloto y a escala de demostración.

3. BREVE DESCRIPCIÓN DEL ECOSISTEMA DE INNOVACIÓN

Este apartado recoge los principales actores del ecosistema de innovación en el sector Bioenergéticos en el estado de Morelos.

En primer lugar, se presenta el mapa de agentes en el conjunto de la cadena del conocimiento, considerando también los agentes de soporte e intermediación, para posteriormente mostrar de una manera más detallada la presencia de las Instituciones de Educación Superior, los Centros de Investigación y las Empresas Innovadoras.

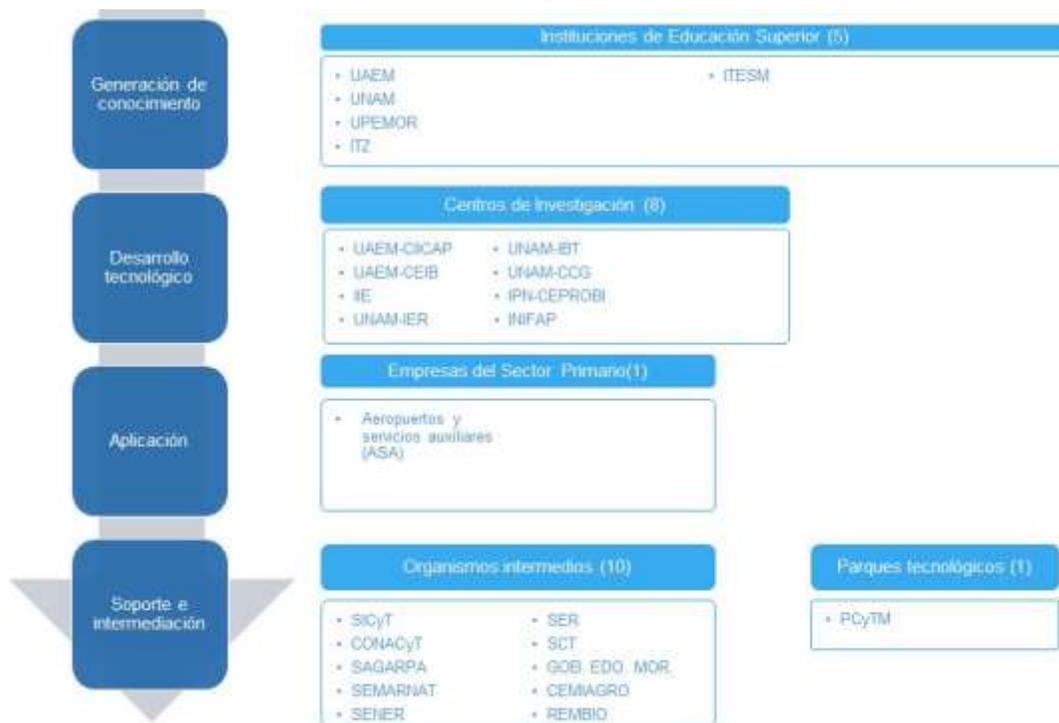
Finalmente, se muestra una evolución de los apoyos en el sector por parte de los programas CONACYT en los últimos años.

3.1. Mapa de los agentes del ecosistema de innovación

El ecosistema de innovación para el sector de los bioenergéticos en Morelos está conformado por ocho centros de investigación, cinco instituciones de educación superior, ocho dependencias del Gobierno Federal, dos dependencias del gobierno del estado y una empresa del sector primario.

Estos agentes del ecosistema de innovación se muestran en la 10, según las categorías definidas.

Ilustración 10 Mapa del sistema de Ciencia, Tecnología e Innovación en el estado del sector Bioenergéticos



Fuente: Elaboración propia

En el cuadro se muestran los agentes científico-tecnológicos del estado, quienes están o han estado de alguna forma vinculados para la generación de conocimiento, y su aplicación tecnológica.

Cabe destacar la presencia del Parque Científico y Tecnológico Morelos (PCyTM), que es parte del fortalecimiento de la infraestructura científica y tecnológica a nivel estatal y nacional, y que tiene como objetivo amalgamar los sectores público, empresarial y académico en el estado.

3.2. Principales IES y centros de investigación y sus principales líneas de investigación

Ocho centros de investigación y cinco instituciones de educación superior han estado trabajando por más de un año en la red de innovación de bioenergía para impulsar el desarrollo de los bioenergéticos en el estado de Morelos.

3.2.1. Instituciones de Educación Superior



La Universidad Autónoma del Estado de Morelos (UAEM) tiene la siguiente oferta educativa afin al sector Bioenergéticos: Licenciatura en ciencias ambientales, Ingeniería eléctrica, Ingeniería mecánica, Ingeniería química, Maestría en sustentabilidad energética, Doctorado en ciencias agropecuarias y desarrollo rural, Maestría en biotecnología y Maestría y Doctorado en ingeniería y ciencias aplicadas.



La Universidad Politécnica del Estado de Morelos (UPEMOR) tiene la siguiente oferta educativa afin al sector Bioenergéticos: Ingeniería en tecnología ambiental, Ingeniería en biotecnología y Maestría en biotecnología.



El Instituto Tecnológico de Zacatepec (ITZ) imparte dos carreras de ingeniería afines al sector Bioenergéticos: Ingeniería bioquímica, Maestría en ciencias en ingeniería.



El Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) campus Cuernavaca imparte en temas relacionados a los bioenergéticos la carrera Ingeniería en desarrollo sustentable.



La Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) imparte dos carreras relacionadas al sector Bioenergéticos: Licenciatura en Energía y una Maestría en Ingeniería con especialidad en energía.

3.2.2. Centros de investigación

Los Centros Investigación que realizan trabajo científico, de desarrollo y de innovación en este sector son los siguientes:

1. Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM.
2. Instituto de Energías Renovables de la UNAM.
3. Instituto de Biotecnología de la UNAM.
4. Centro de Desarrollo de Productos Bióticos del IPN.
5. Instituto de Investigaciones Eléctricas.
6. Centro de Investigación en Ingeniería Aplicada de la UAEM.
7. Centro de Investigación en Biotecnología de la UAEM.
8. Instituto de Investigaciones Agrícolas, Forestales y Pecuarias (INIFAP) de la SAGARPA.

Las capacidades de cada uno de estos organismos se describen a continuación:



El Centro de Ciencias Genómicas (CCG-UNAM) cuenta con siete programas enfocados en las áreas de: genómica microbial y de plantas, investigación ecológica, y aspectos de genómica humana. Con 35 investigadores (Hermosillo, 2011), las líneas de investigación del Centro son:

- Genómica computacional.
- Ecología genómica
- Genómica evolutiva.
- Genómica funcional de eucariotes (hongos y plantas).
- Genómica funcional de procariotes (bacterias).
- Dinámica genómica.
- Ingeniería genómica.



El instituto de Energías Renovables (IER): El IER pertenece al Subsistema de Investigación Científica de la UNAM y actualmente está estructurado en tres departamentos de investigación:

- Materiales solares.

- Sistemas energéticos.
- Termociencias.

El IER es sede de dos laboratorios nacionales:

- Sistemas de concentración solar y química solar.
- Innovación fotovoltaica y caracterización de celdas solares.

El IER cuenta con 62 plazas académicas, 43 investigadores y 23 técnicos académicos.



El Instituto de Biotecnología pertenece al Subsistema de la Investigación Científica de la UNAM, realiza investigación en disciplinas tales como: la ingeniería celular, biología del desarrollo, biología estructural, fisiología, microbiología y medicina moleculares, así como las relacionadas con la biocatálisis, los bioprocesos y la biología molecular de plantas; orientada a la solución de problemas en las áreas de salud, agropecuaria, industrial, energética y ambiental. Con 150 investigadores (Hermosillo, 2011), las líneas de trabajo del IBT son:

- Ingeniería celular y biocatálisis.
- Biología molecular de plantas.
- Genética del desarrollo y fisiología molecular
- Microbiología molecular.
- Medicina molecular y bioprocesos.



El Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI-IPN), está organizado en cuatro grandes departamentos quienes, a su vez, albergan 12 laboratorios especializados en biotecnología, interacciones planta-insecto, desarrollo tecnológico y nutrición. Hasta 2011 su planta de investigadores era de 59 (Hermosillo, 2011), trabajando en las líneas de investigación mencionadas:

- Biotecnología.

- Interacciones planta-insecto.
- Desarrollo tecnológico.
- Nutrición y alimentos funcionales.



El Instituto de Investigaciones Eléctricas es un organismo público descentralizado de la Administración Pública Federal y está orientado principalmente a la promoción y apoyo de la innovación, mediante la investigación aplicada y el desarrollo tecnológico con alto valor agregado. Dentro de sus principales líneas de investigación se encuentran:

Eficiencia energética y ahorro energético:

- Producción eficiente de la energía.
- Eficiencia energética en el consumo.
- Eficiencia energética en la distribución.

Eficiencia económica del sector:

- Expansión eficiente de la infraestructura del sector eléctrico.
- Utilización óptima de los recursos en el sector eléctrico.

Energías alternas:

- Fuentes renovables de energía.
- Celdas de combustible e hidrógeno.
- Energía solar fotovoltaica.
- Energía del océano.
- Sistemas termosolares a concentración.
- Bioenergía.
- Tecnología eólica.
- Pequeñas centrales hidroeléctricas.
- Exploración de recursos geotérmicos hidrotermales.
- Desarrollo de recursos geotérmicos hidrotermales.

- Explotación de recursos geotérmicos hidrotermales.
- Recursos geotérmicos geopresurizados.
- Sistemas geotérmicos mejorados.
- Confiabilidad.

Aprovechamiento de los combustibles fósiles y mitigación de cambios climáticos:

- Combustibles sólidos.
- Captura y secuestro de CO₂.
- Mejoramiento de eficiencia de plantas generadoras.
- Planeación energética.

Tecnologías habilitadoras:

- Capacitación y herramientas avanzadas de capacitación.
- Herramientas para apoyar a las empresas en inteligencia de negocios.
- Automatización de procesos.
- Mecatrónica: Robótica aplicada al sector energético.

La plantilla del IIE está integrada por 535 investigadores, de los cuales: 174 pertenecen a Tecnologías Habilitadoras (DTH), 79 a Energías Alternas (DEA), 113 investigadores a Sistemas Eléctricos (DSE), 90 a Sistemas Mecánicos (DSM), 42 a Planeación, Gestión de la Estrategia y Comercialización (DPGEC), 15 a Administración y Finanzas, 18 a la Dirección Ejecutiva y 4 al Órgano Interno de Control.



Centro de Investigación en Ingeniería Aplicada (CIICAp) de la Universidad del Estado de Morelos. El CIICAp es un Centro de Investigación interdisciplinario en el área de Ingeniería y Ciencias Aplicadas realizando vinculación, actualización e innovación orientada, para satisfacer las expectativas de los sectores educativo, productivo y social, mediante el desarrollo de tecnología, aplicación y generación del conocimiento. La planta académica del CIICAp está constituida por 38 profesores de Tiempo Completo, todos con grado de Doctor; 36 PTC pertenecen al Sistema Nacional de Investigadores distribuidos en los siguientes niveles: 6 tienen el nivel de candidato, 21 con nivel I y 9 con nivel II. Sus

principales campos de investigación abarcan la ingeniería eléctrica, la ciencia e ingeniería de materiales, la ingeniería química y la ingeniería mecánica. Para poder cumplir con estos grandes ejes, respondiendo a necesidades específicas, tanto de investigación básica como aplicadas para clientes externos, el CIICAP ha instalado doce laboratorios especializados, coordinados por científicos de primer nivel.



La misión académica del CEIB es generar investigación básica de frontera, así como las aplicaciones tecnológicas enfocadas a diferentes sectores industriales, además de la implementación y transferencia de tecnologías entre los diferentes campos que conforman esta multidisciplinaria. Asimismo, es prioritario preparar recursos humanos de alto nivel en el desarrollo de la investigación básica y aplicada relacionada con problemas biológicos, además de generar y transferir tecnologías propias sustentadas en el conocimiento de frontera con carácter competitivo e innovador en las áreas de incidencia por lo que el CEIB es la sede académica del posgrado en Biotecnología (Maestría y Doctorado).



Instituto de Investigaciones Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP). Con uno de sus centros ubicado en el municipio de Zacatepec, Morelos, el INIFAP contribuye al desarrollo productivo, competitivo, equitativo y sustentable de las cadenas agropecuarias y forestales de la República, mediante la generación y adaptación de conocimientos científicos e innovaciones tecnológicas, así como a través de la formación de recursos humanos para atender las demandas y necesidades del sector y de la sociedad en general. Esta institución de excelencia científica y tecnológica, goza de reconocimiento nacional e internacional justamente por su capacidad de respuesta a las demandas específicas que emanan de los sectores agrícola, pecuario y de la sociedad en general.

El campo experimental de Zacatepec, re-inaugurado en abril del 2009, ofrece una amplia gama de servicios, en particular a los arroceros, sorgueros y maiceros del Estado y dentro de sus principales líneas de investigación se encuentran:

- Conservación y mejoramiento de ecosistemas forestales.
- Fisiología y mejoramiento animal.
- Microbiología animal.
- Parasitología veterinaria.
- Relación agua, suelo, planta y atmósfera.

El INIFAP, cuenta con cuatro laboratorios especializados:

- Laboratorio de análisis de alimento.
- Laboratorio de suelos y nutrición vegetal.
- Laboratorio de farinología.
- Red de estaciones agroclimatológicas.

3.3. Detalle de empresas del sector

Por el momento, el gobierno del estado de Morelos a través del convenio Plan de Vuelo Morelos, firmado con Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), se está enfocando a la producción de bioenergéticos líquidos a través de la especie nativa de *Jatropha curcas*, por lo que podemos considerar que ASA es la empresa más importante interesada en este sector.

3.4. Evolución de apoyos en el sector

La principal fuente de recursos para impulsar el desarrollo del nicho de los bioenergéticos, específicamente para el sector de la aviación en México, es el Fondo Sectorial ASA – CONACYT, el cual en el periodo 2009 a 2013 ha brindado apoyo a proyectos relacionados con el tema por un monto de 15 millones 166 mil pesos distribuidos como lo muestra la Tabla 6.

Tabla 7 Evolución de los apoyos en el sector (mdp, 2009-2013)

Título	Institución y/o Empresa	Monto aprobado	Modalidad	Fondo
Identificación y definición de los mejores bioenergéticos específicos para el sector aeronáutico mexicano	Centro de Estudios Estratégicos para la Competitividad S.C.	\$5,473,000.000	Investigación aplicada	ASA - CONACYT
Computador inteligente para la elaboración de mezclas de bio-keroseno parafínico sintetizado y turbosina, y para el aseguramiento de la calidad de la bioturbosina	Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)	\$4,755,000.00	Desarrollo Tecnológico	ASA - CONACYT
Planeación, diseño de estrategia y plan de vuelo para el Estado de Hidalgo.	Centro de Estudios Estratégicos para la Competitividad S.C.	\$2,553,000.00	Desarrollo Tecnológico	ASA - CONACYT
Estudio de prefactibilidad para el diseño, construcción y puesta en funcionamiento de una planta para la producción sustentable de bioqueroseno en el estado de Chiapas	Biodiesel Chiapas	\$ 2,385,000.00	Desarrollo Tecnológico	ASA - CONACYT

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del padrón de beneficiarios del fondo
ASA - CONACYT

En Morelos, podemos considerar que los apoyos otorgados al sector Energías Renovables, por diferentes fondos como: PEI, FOINS, FONCICYT, FOMIX, FORDECYT y los siguientes Fondos Sectoriales: ASA, CFE, CONAFOR, FIT, Hidrocarburos, SAGARPA, SECTUR, SEMAR y Sustentabilidad, representan un respaldo a posibles proyectos al sector Bioenergéticos y por lo tanto pueden fomentar el crecimiento a futuro de este sector emergente. En la Tabla 7 se muestra la evolución de este apoyo para los años 2008 a 2012. La suma total del apoyo para Energías Renovables fue de 182 millones 676 mil 720 pesos.

Tabla 8 Evolución de los apoyos en el sector Energías Renovables en Morelos (2009-2012)

SECTOR	EVOLUCIÓN DE FONDOS					
	2008	2009	2010	2011	2012	Total
Energías renovables		90,016,641	16,891,552	32,411,351	43,357,176	182,676,720

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del CONACYT

4. ANÁLISIS FODA DEL SECTOR

Para la elaboración del análisis FODA para el sector de los bioenergéticos en el estado de Morelos se tomó como base el realizado por los integrantes de la Red de Bioenergía y se validó con los participantes que asistieron a la mesa sectorial para bioenergéticos. Los resultados se muestran a continuación:

FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
<ul style="list-style-type: none"> • Red de innovación en bioenergéticos. • Libro <i>Jatropha curcas</i> un ejercicio de sustentabilidad. • Diversidad genética de variedades no tóxicas así como de microorganismos. • Regiones con condiciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercados atractivos. • Ubicación estratégica con respecto al mercado más grande de México. • Menor tamaño de empresa requerido para volver atractiva las inversiones privadas

<p>ambientales ideales para el cultivo sustentable.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Interés de los productores. • Rendimientos en campo competitivos 	
DEBILIDADES	AMENAZAS
<ul style="list-style-type: none"> • Poca coordinación interinstitucional. • Reglas de operación no acordes a los cronogramas biológicos de las plantas. • Mercado de la tierra. • Escaso desarrollo de instrumentos legales para contratos a futuro. • No existe una regulación legal para el control de la toxicidad. • Producción rentable posterior al tercer año de la siembra. • Se requiere de mayor desarrollo y transferencia tecnológica para obtener una mayor competitividad a lo largo de la cadena de valor. • Distintas estructuras legales y operativas entre las instituciones de educación e investigación. • Escasa interacción en el gobierno. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mercados de biomasa y bioenergéticos oligopólicos y monopólicos. • Mercados de sustitutos subsidiados, menores presupuestos gubernamentales a los requeridos. • Falta de transparencia.

5. MARCO ESTRATÉGICO Y OBJETIVOS SECTORIALES

En el ámbito del desarrollo de las energías renovables, y en especial el de los bioenergéticos para el estado de Morelos, se han identificado dos objetivos sectoriales:

- Fortalecer la investigación, desarrollo e innovación en el nicho de los bioenergéticos para atender la demanda del sector de la aviación de México.
- Impulsar la economía del conocimiento para favorecer el desarrollo del estado.

Los nichos de especialización seleccionados para cumplir con estos dos objetivos sectoriales, son:

- Bioturbosina a partir de *Jatropha curcas*.
- Bioetanol de caña.
- Biogas.
- Hidrogeno.

Ilustración 11 Marco estratégico de la agenda sectorial



Fuente: Elaboración propia Fumec

6. NICHOS

Para responder a estos objetivos sectoriales se han seleccionado ámbitos específicos dentro del área de especialización de Bioenergéticos en las mesas sectoriales, puesto que se espera que la dedicación de recurso de programas de apoyo en dichos ámbitos sea más eficiente a la hora de potenciar la innovación en el sector, dada la estructura particular que éste presenta en el estado.

Estos ámbitos pueden ser nichos de especialización o de estructuración, la diferencia entre ambos estriba en que un nicho de especialización es un ámbito específico (ya sea producto o área tecnológica) cuya atención se desea priorizar desde la agenda sectorial como forma de especialización diferencial del estado, mientras que un nicho de estructuración es un área de soporte al sector, cuyo impulso se espera que contribuya a la promoción de la innovación (e.g. vinculación, formación o difusión).

A continuación se describen en detalle estos nichos seleccionados para Morelos.

6.1. Bioturbosina a partir de *Jatropha curcas*

Con este nicho se pretende aprovechar las variedades no tóxicas de *Jatropha curcas* presente en el estado de Morelos para producir bioturbosina para el sector de la aviación de México el cual tiene que empezar a sustituir porcentajes del combustible tradicional utilizado con biocombustibles. Dentro de las líneas de acción en este nicho se encuentran:

- Aprovechamiento integral de aceite derivado de la *Jatropha curcas*
- Construcción de biorrefinerías
- Creación de un laboratorio de mando geoespacial
- Laboratorios de micropropagación
- Análisis de toxicidad de variedades de *Jatropha curcas*

6.2. Bioetanol de caña

El estado de Morelos es un gran productor de caña por lo que a través de este nicho se busca aprovechar esta actividad para la producción de bioenergéticos como el bioetanol que puedan ser utilizados en las mezclas de combustibles que sean menos contaminantes que los combustibles a base de hidrocarburos.

6.3. Biogás

A través de este nicho se busca aprovechar la generación de biogás principalmente de plantas de tratamiento de aguas residuales para la producción de energía que pueda abastecer la energía demandada por las propias plantas para su operación.

6.4. Hidrógeno

Con este nicho se busca aprovechar que a través de investigación y desarrollo tecnológico se pueda aprovechar la biomasa producida en el estado para producir hidrogeno, una fuente de energía alternativa limpia y sustentable.

7. CARACTERIZACIÓN DE PROYECTOS SINGULARES Y ENTRAMADO DE PROYECTOS

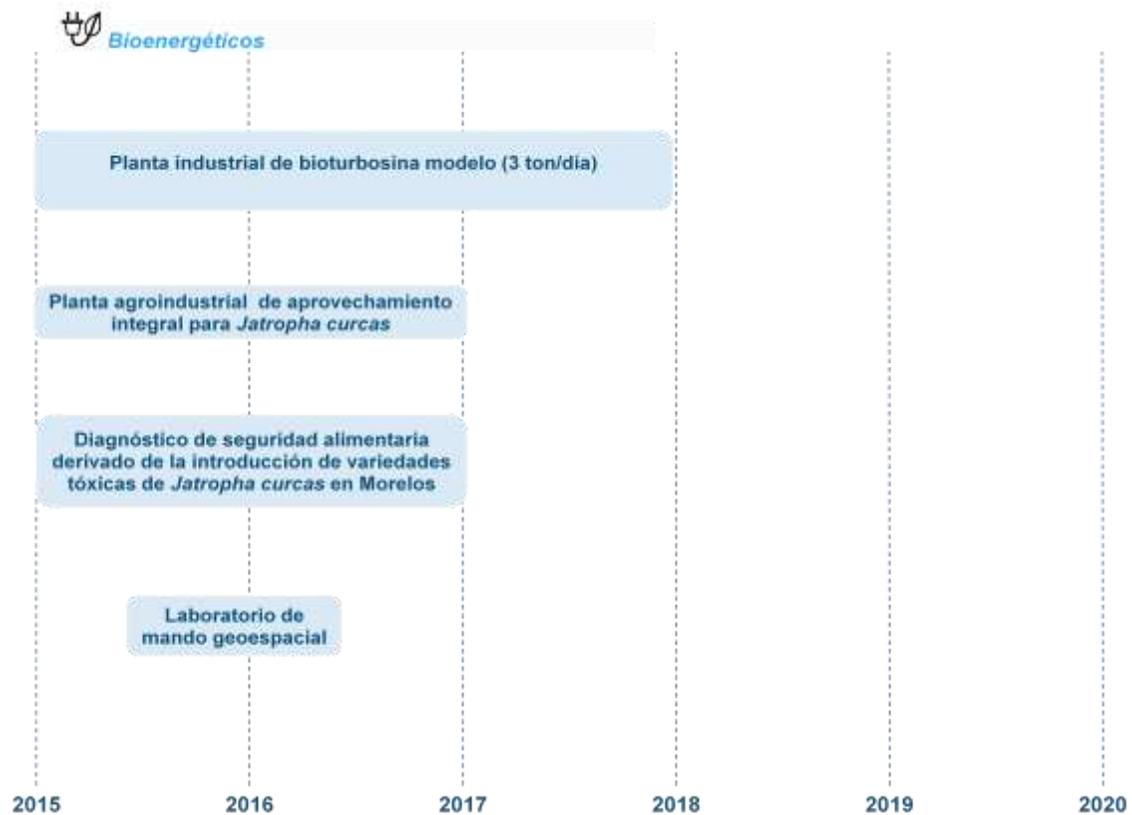
Los proyectos estratégicos son aquellos que tienen un gran impacto en fortalecer y dinamizar el sistema de innovación. Un proyecto estratégico se caracteriza por contribuir al desarrollo de un nicho de especialización o de estructuración, atendiendo una demanda estatal o regional. Su ejecución debe involucrar varias entidades y beneficiar a varias instituciones así como puede implicar un alto volumen de recursos financieros

Derivado de los trabajos de la red de bioenergía del estado, así como de las mesas sectoriales en el tema, se identificaron 13 proyectos enfocados a detonar la industria de los bioenergéticos en el estado de Morelos:

1. Edición del libro *Jatropha curcas*, un ejercicio de sustentabilidad.
2. Programa de formación de capital humano.
3. Diagnóstico de la seguridad alimentaria y riesgos derivados de la introducción de variedades tóxicas de *Jatropha curcas* en el estado de Morelos.
4. Huertos de planta madre.
5. Laboratorio de micro propagación.
6. Laboratorio de evaluación de la toxicidad.
7. Laboratorio de mando geoespacial.
8. Programa de investigación y desarrollo tecnológico para promover la productividad y la competitividad bajo esquemas de sustentabilidad.
9. Programa de fomento sustentable.
10. Planta agroindustrial de aprovechamiento integral de *Jatropha curcas*.

11. Planta industrial de bioturbosina modelo (3 ton/día).
12. Diseño general de planta modelo industrial de bioturbosina (120 ton/día).
13. Planta modelo industrial de bioturbosina (120 ton/día).

En la siguiente figura se resume la planeación temporal de los proyectos estratégicos:



A continuación se muestran los proyectos elegidos de manera definitiva por parte del Comité de Gestión y Grupo Consultivo para el sector de Energías Renovables:

Sector Bioenergéticos				
Bioturbosina a partir de <i>Jatropha curcas</i> .	Planta industrial de bioturbosina modelo (3 ton./día)	✓	Construir una planta industrial para la transformación de aceite de <i>Jatropha curcas</i> en bioturbosina. Será el primer módulo, de cuatro programados, para alcanzar la meta de producción de bioturbosina de 820 mil litros diarios establecida en el Plan de Vuelo Morelos.	Conacyt , SAGARPA
	Planta agroindustrial de aprovechamiento integral para <i>Jatropha curcas</i>	✓	Desarrollar una planta para el aprovechamiento integral de la semilla de <i>Jatropha curcas</i> , con la cual se puedan explotar todos los subproductos generados durante la extracción del aceite de la semilla, con el fin de incrementar la rentabilidad del proyecto. La planta tendrá capacidad para procesar 4 mil 500 toneladas diarias de semilla de <i>Jatropha curcas</i> .	Conacyt , SAGARPA
	Laboratorio de micropropagación	✓	Desarrollar un laboratorio para multiplicar in vitro plantas no tóxicas de <i>Jatropha curcas</i> que puedan cumplir con los requerimientos técnicos de ASA para la producción de bioturbosina.	SAGARPA, Gobierno del Estado
	Laboratorio de evaluación de toxicidad	✓	Desarrollo de infraestructura y servicios científico-tecnológicos especializados para evaluar la toxicidad de las variedades de <i>Jatropha curcas</i> utilizadas para la producción de biocombustibles.	SAGARPA, Gobierno del Estado
	Diagnóstico de seguridad alimentaria derivado de la introducción de variedades tóxicas de <i>Jatropha curcas</i> al estado de Morelos	✓	Elaborar un diagnóstico que permita evaluar el riesgo que puede representar la introducción de variedades tóxicas de <i>Jatropha curcas</i> que no cumplan con las especificaciones nacionales e internacionales para la producción de biocombustible y que puedan ocupar tierras agrícolas destinadas para cultivos de consumo humano.	SAGARPA

Bioturbosina a partir de <i>Jatropha curcas</i> Bioetanol de caña	Laboratorio de mando geoespacial	✓	Creación de un laboratorio de mando geoespacial que permita realizar un análisis detallado de la superficie agrícola del estado de Morelos e incrementar la producción de cultivos aptos para la producción de biocombustibles.	Conacyt , SCT Gobierno del Estado
--	-------------------------------------	---	---	--------------------------------------

8. LISTA DE REFERENCIAS

Hermosillo J. (2010). *Mapeo de capacidades tecnológicas de Morelos*, México.

ITESM (2012). *Identificación de capacidades estratégicas del Estado de Morelos*, México.

OECD (2001). *Classification des secteurs et des produits de haute technologie*.

Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Programa Especial de Ciencia Tecnología e Innovación 2014-2018.

IMCO (2012), Índice de Competitividad Estatal 2012. Recuperado en septiembre de 2014 de: http://imco.org.mx/indice_de_competitividad_estatal_2012/resultados/

INEGI (2014), Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Consultado en diferentes momentos de: <http://www.inegi.org.mx/>

CONACyT (2014), Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología. Consultado en diferentes momentos de: <http://www.conacyt.mx/index.php/fondos-y-apoyo>

SiCyT (2014), *Programa sectorial de Innovación, Ciencia y Tecnología del Estado de Morelos*.

Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología. Gobierno del Estado de Morelos.

Plan de Vuelo Morelos. SiCyT Morelos.

Programa sectorial de Ciencia, Tecnología e Innovación. SiCyT Morelos.

9. APÉNDICES

9.1. Apéndice A: Mesas sectoriales

9.1.1. Funciones

Compuestas por agentes de referencia del sector, las mesas sectoriales son el órgano clave para la definición de las estrategias específicas de las áreas de especialización seleccionadas. Su función se centra en generar una propuesta estratégica en la que se identifiquen y se valoren las principales líneas de acción y los contenidos de la agenda. De manera más precisa los participantes de las mesas sectoriales contrastan y validan el marco estratégico mediante tres actividades:

- a) Proponer y validar los objetivos estratégicos.
- b) Identificar, valorar y desarrollar los contenidos de nichos de especialización y líneas de estructuración.

- c) Presentar propuestas de proyectos estratégicos, para posteriormente valorarlas, priorizarlas y desarrollarlas en detalle.

9.1.2. Composición

La mesa sectorial está compuesta por agentes de la cuádruple hélice: academia, empresas, gobierno y sociedad. El modelo de gobernanza busca la implicación de representantes de referencia que puedan ser portavoces de las necesidades del sector en general

En la Tabla 8, que se muestra a continuación, se detallan los integrantes de la mesa sectorial para este sector.

Tabla 9 Composición de la mesa sectorial

GOBIERNO	ACADEMIA
Secretaría de Innovación Ciencia y Tecnología de Morelos (SICyT)	Instituto de Biotecnología - UNAM
CemiTT	CEMIAGRO
	CEPROBI - IPN
	Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM
	Universidad Tecnológica del Sur de Morelos
	Instituto de Investigaciones Eléctricas (IIE)

Fuente: Elaboración propia. Fumec

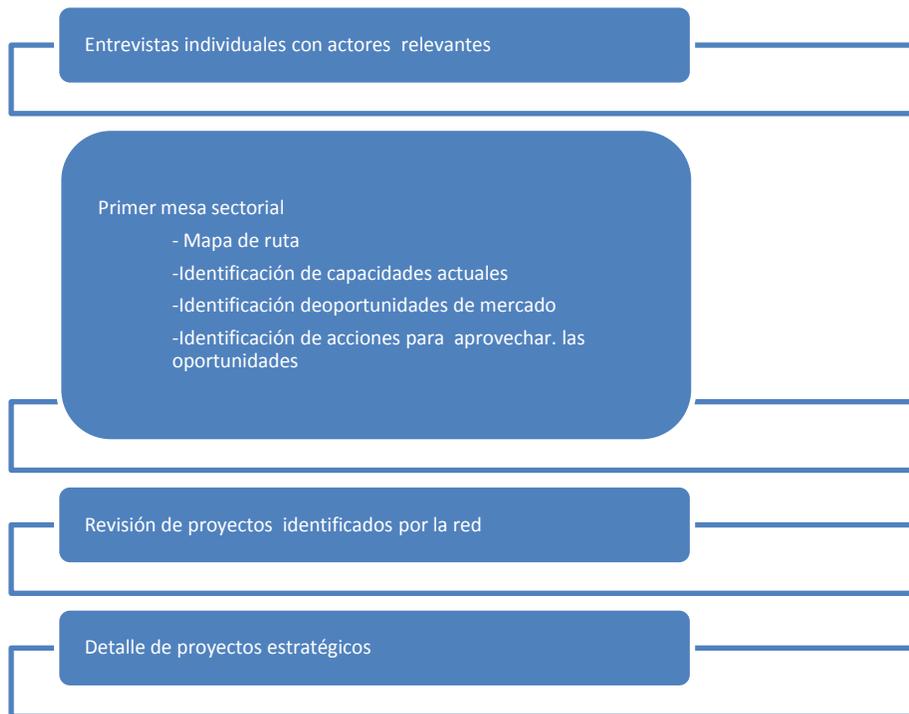
9.1.3. Talleres

Derivado de la importancia que tiene para la SICyT de Morelos y para los actores involucrados en el tema de Bioenergéticos se estableció la necesidad de realizar una mesa especial sobre el tema.

La primera mesa sectorial de Bioenergéticos trabajó con la metodología de mapa de ruta para identificar las capacidades actuales y analizar las oportunidades de mercado y las acciones que llevan a alcanzar esto.

También se complementó el análisis con los documentos que ha generado la red de innovación que está trabajando este tema.

Ilustración 12 Proceso de definición de la agenda sectorial



Fuente: Elaboración propia Fumec

9.2. Apéndice B: Estudios de tendencias sectoriales

9.2.1. Papel de la innovación en el sector

Los bioenergéticos son un medio por el cual se puede llevar a cabo la transición energética de una economía sustentada en los combustibles fósiles a una economía mundial basada en fuentes renovables de energía.

El acercamiento de los actores de los centros de investigación, instituciones académicas y empresas al estado del arte es una condición para brindar soluciones de impacto económico.