UNIVERSIDAD AUTÓNOMA CHAPINGO

DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGÍA RURAL

TESIS

"POLÍTICA BIOENERGÉTICA EN MÉXICO"

UNIVERSIDAD AUTONOMA CHAPINGO
DIRECCIÓN GENERAL ACADÉMICA
DEPTO. DE SERVICIOS ESCOLARES
OFICINA DE EXÁMENES PROFESIONALES

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

DOCTOR EN CIENCIAS EN CIENCIAS AGRARIAS

PRESENTA

JOSÉ PABLO GARCÍA MUÑOZ

CHAPINGO, MÉX.

JULIO 2012

POLÍTICA BIOENERGÉTICA EN MÉXICO

Tesis realizada por **José Pablo García Muñoz**, bajo la dirección del Comité Asesor indicado, aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

DOCTOR EN CIENCIAS EN CIENCIAS AGRARIAS

DIRECTOR:

DRA. IBIS SEPULVEDA GONZALEZ

ASESOR:

DR. ALEJANDRO ESPINOZA CALDERON

ASESOR

DRA. MA. ANTONIETA GOYTIA JIMENEZ

LECTOR EXTERNO

DR. BERNARDINO MATA GARCIA

DEDICATORIA

A mi amada esposa

LILIANA GONZÁLEZ ERIVES

Razón, sentimiento y palabra de mi vida

A la memoria de mi padre

Juvencio García Carrera

A mi madre

Raquel Muñoz Gutiérrez

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Chapingo:

Que me ha brindado mi formación académica para la vida.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología:

Que con su apoyo he podido crecer y dedicar mi labor para mi Patria.

A mis maestros de posgrado:

Que con empeño y sabiduría me han instruido en el conocimiento social.

A la Dra. Ibis Sepúlveda González:

Por el permanente acompañamiento en mi trayectoria académica

A la Dra. Maria Antonieta Goytia Jiménez:

Que con su fortaleza y rectitud me ha impulsado a avanzar.

A la Dra. Elena Lazos Chavero:

Por su confianza, apoyo y orientación en el campo social.

Al Dr. Alejandro Espinosa Calderón:

Por su solidaridad y ejemplo de que otro México es Posible.

Al Dr. Bernardino Mata García:

Por su apoyo siempre presente y sus atinadas observaciones.

Al Ing. Ignacio Lazcano Martínez:

Agrónomo ejemplar quien me ha llevado por el rumbo de la bioenergía y del trabajo a favor del campesinado.

A mis amigos

Quienes han hecho posible el avance en el desarrollo de mi trabajo y que me han acompañado fraternal y desinteresadamente.

DATOS BIOGRAFICOS

ESTUDIOS PROFESIONALES

Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Fitotecnia (1978-1983).

Ingeniero Agrónomo Especialista en Fitotecnia.

ESTUDIOS DE POSTGRADO

- Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Sociología Rural.

  Maestría en Sociología Rural (1994-1995)

- Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de Sociología Rural.

  Doctorado en Ciencias Agrarias. (2008-2010). Candidato a Doctor.

  Examen Predoctoral: *"Biorrefinerías: Plataformas tecnológicas en desarrollo"* (8 Dic. 2010)

EXPERIENCIA PROFESIONAL

- Inspector de campo. *Banrural del Noreste S.N.C.* Sucursal "B" Tamuín, S.L.P. 1984- 1986.

- Técnico Especialista. *Sistemas Para el Desarrollo Rural S.A.*. Tierra Caliente, Gro. 1990- 1991.

- Gerente Regional. *Sistemas Mecanizados de Zafra S.A.* Tres Valles, Ver. 1991-1992; Plan de San Luis, S.L.P. 1992-1993; Alvaro Obregón, Q. Roo. 1996.

- Técnico Transferencista y Coordinador de Capacitación Agrícola. *Fundación Produce Querétaro A.C.* Querétaro, Qro. 1996 - 1998.

- Técnico Asesor. Comité Técnico Nacional. *Unión Campesina Democrática*. *México,* D.F. 1998-2000.

- Técnico transferencista. *Instituto Mexicano de los Fertilizantes A.C.* Querétaro, Qro. 2004 –2006 (San Juan del Río, Qro., Tala, Jal. Mexicali, B.C.).

POLÍTICA BIOENERGÉTICA EN MÉXICO
BIOENERGY POLICY IN MEXICO

M.C. José Pablo García Muñoz[1] Dra. Ibis Sepúlveda González[2]

RESUMEN

Se requiere realizar estudios sociales para evaluar el impacto que provoque la agroindustria de biocombustibles en ámbitos de la producción de alimentos, el medio ambiente y la sociedad rural. La producción de biocombustibles en México está en ciernes, mediante actividad legislativa y puesta en marcha de programas y proyectos. Esta investigación busca identificar y caracterizar esta política pública, mediante el análisis del entorno tecnológico internacional, las políticas de los países productores, el contenido de normativa, la caracterización de las acciones gubernamentales y de la participación de los actores nacionales. Para la comprensión de la penetración del capital industrial y el funcionamiento de la agroindustria se acude al trabajo de Goodman *et al* (1987) para identificar las tendencias actuales en la producción de biocombustibles y el papel del Estado. Se identifica en el ámbito internacional un énfasis en la producción de biocombustibles líquidos para el transporte, y el paso de insumos con base en cultivos alimenticios hacia insumos lignocelulósicos y la creación de biorrefinerías, con la participación de grandes empresas transnacionales. Asimismo, los aspectos ambientales y de competencia con alimentos requieren la certificación de la producción y el análisis de ciclo de vida de los biocombustibles; por otra parte se identifica la estandarización para la ampliación de los mercados. Los actores sociales en México tienen escasa o nula participación en la conformación de la política en bioenergía. La investigación científica está en etapa inicial; por su parte las compañías industriales de la caña de azúcar no realizan inversiones. La conformación de la normativa mexicana es de incongruencia e incoherencia que tiene por resultado la dispersión de esfuerzos de las diferentes entidades a nivel federal, y de discrecionalidad en la aplicación de los recursos, lo que a la vez deriva en ausencia de señales económicas para los inversionistas, incertidumbre para los productores de materia prima, y falta de rumbo para el desarrollo de la investigación científica y tecnológica. Se identifican tres posibles rumbos de la producción de biocombustibles en México con base en la conformación de empresas los que se identifican como Modelo Estatal en Chiapas, Modelo Empresarial en Yucatán y Modelo de Inversión Extranjera en Michoacán. La política bioenergética en México se define como de corto plazo, orientada a impulsar la producción de biocombustibles líquidos para el transporte de primera generación, con un horizonte de introducción a nivel de oxigenantes en la mezcla con gasolina o aditivos en el diésel. Por otra parte el desarrollo rural no se constituye en un objetivo.

PALABRAS CLAVE

Agroindustria; Biocombustibles; Bioenergía; Biodiésel; Bioetanol, Biomasa, Desarrollo Rural.

ABSTRACT

Social studies are required to evaluate the impact of this agro-industry in the fields of food production, environment and the rural society.Biofuel production in Mexico is in the making, with new legislation and the set off of programs and projects. This investigation aims to identify and characterize the public policy through the analysis of this technology in an international context, the policies of biofuel producing countries, content of regulations in Mexico, description of governmental activities, and participation of national stakeholders. The understanding of penetration of industrial capital and the operation of the agro-industry is based on Goodman *et al* (1987) approach to identify the current trends in biofuels production and the role of the State. This investigation identifies in the international sphere an emphasis in the production of liquid biofuels for transportation, and the change from feedstocks based on food crops to lignocellulosic feedstocks and the construction of biorefineries, with transnational corporation investments. Also, it is identified that environmental concerns and food rivalry demand production certification and life cycle analysis of biofuels; on the other hand, it is identified the standardization for market expansion. Social actors in México have limited or no intervention in conforming the bioenergy policy, only the sugar cane growers have participated in legislating the Law for the Promotion and Development of Biofuels. National sciencific research is in its initial stage, on the other hand sugar cane industry does not invest in biofuels. The framework of mexican regulations is inconsistent and incoherent, which results in spreading efforts of every office at federal level, and discretionary in funds spending. This results in lack of economic indicators for investors, uncertainty for feedstock growers, and lack of course for the development of scientific and technological research. Three probable courses are being identified for the production of biofuels in Mexico based on the structure of the companies, which are identified as State Model in Chiapas, Corporate Model in Yucatan, and Foreign Investment Model in Michoacan. Bioenergy policy in Mexico is defined as a short term policy, it is directed to boost the production of first generation biofuels for transportation, with their insertion as oxigenate in gasoline blends and as additive in diesel. On the other hand rural development does not constitute a goal.

KEYWORDS

Agro-industry; Biofuels; Bioenergy; Biodiesel; Bioethanol, Biomass, Rural Development.

[1]Tesista.
[2]Directora

TABLA DE CONTENIDO

BIOCOMBUSTIBLES EN EL SIGLO XXI 1

BIOCOMBUSTIBLES Y CIENCIAS SOCIALES 11

EL ESTUDIO DE LA POLITICA BIOENERGETICA EN MEXICO 20

OBJETIVOS 27

General 27

Particulares 27

PROSPECTIVA DE LA BIONERGIA EN MEXICO 28

MARCO DE REFERENCIA PARA LA POLITICA BIOENERGETICA 34

POLÍTICAS BIOENERGÉTICAS EN ESTADOS UNIDOS DE AMERICA, EUROPA Y BRASIL 68

Política Bioenergética de Estados Unidos de América 70

Política Bioenergética de la Unión Europea 75

Política Bioenergética de Brasil 83

Elementos para una Política Bioenergética en Mexico 88

TRAYECTORIAS TECNOLOGICAS 95

Generaciones de Biocombustibles 96

Productos, Subproductos y Derivados: Biorrefinerías 102

Certificación de la Producción 106

Evaluación de Ciclos de Vida 111

Generación de Estándares 114

Las trayectorias tecnológicas en resumen 116

LOS ACTORES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO 120

Encuentros y Desencuentros 123

Productores Rurales 127

Investigación para Producción de Insumos 130

Organismos No Gubernamentales 141

Actividad Federal 142

NORMATIVA MEXICANA 155

Normativa en la producción de bioenergéticos 156

Estructuración de la normativa 159

Plan Nacional De Desarrollo y Programas Sectoriales 160

La Política del Ejecutivo Federal 163

Ley de Promoción de Bioenergéticos y su Reglamento 164

La política a partir de la Ley 167

Estrategia Intersecretarial y Programas Específicos 168

La política de la Estrategia Intersecretarial 171

La Normativa Bioenegética en México 172

Los Actores en la Normativa 175

PROYECTOS BIOENERGETICOS 180

Modelo Estatal 181

Modelo Empresarial 186

Modelo Inversión Extranjera 195

DISCUSION Y CONCLUSIONES: POLÍTICA BIOENERGÉTICA DE MÉXICO 197

UNA POLITICA BIOENERGETICA NECESARIA 211

De las Investigaciones Sociales en Bioenergia 216

BIBLIOGRAFÍA 218

ANEXO 1 ESTADISTICAS 225

LISTA DE CUADROS

Cuadro 1. Metas anuales para volúmenes de aditivos renovables en el programa RFS 73
Cuadro 2 Participación de fuentes de energía renovable en los países de la Unión Europea 82
Cuadro 3. Objetivos de introducción de bioenergéticos y productos biobasados en los Estados Unidos de América 106
Cuadro 4. Volumen a entregar de alcohol anhidro para oxigenación de la gasolina en la zona metropolitana de Guadalajara, Jal. 146

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Legislación, iniciativas, planes y agencias relacionadas con la bioenergía en los Estados Unidos de América……74
Figura 2. Relación entre las normas e instancias para el desarrollo de los biocombustibles 160

BIOCOMBUSTIBLES EN EL SIGLO XXI

El proceso de industrialización de las economías del mundo ha ido aparejado del consumo de los combustibles fósiles, en primera instancia del carbón durante la revolución industrial y desde los albores del siglo veinte tomó presencia el petróleo y adelantada la centuria, el gas natural. Actualmente, a nivel de los países integrantes de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE), hay una dependencia de los combustibles fósiles pues su participación asciende a un 81.9% de la energía primaria del conjunto de países industrializados en el año 2008 (IEA, 2009), misma dependencia que se refleja en proporción similar para el conjunto de los países del mundo en el año previo. En el caso del transporte, la proporción de la energía utilizada es de un 61.2% del consumo final de todo el petróleo.

Por otra parte, los usos finales no energéticos en los que el petróleo es utilizado como materia prima para la producción industrial (químicos, hule sintético, plásticos), acumulan una proporción de un 16.8% del consumo total de esta fuente fósil. Esta utilización es debida a su bajo precio a partir de la cotización del barril de petróleo y los altos niveles tecnológicos alcanzados en los procesos industriales de transformación hasta la obtención de los bienes finales, la cual se constituye en una dependencia en tanto no existan alternativas al costo, diversidad de transformación de las materias primas y el volumen que sustituya esta fuente fósil.

Sin embargo, la asunción de la Economía con respecto a la disponibilidad de los recursos naturales sin consideración de su eventual agotamiento, se ve confrontada ante el ya estudiado y asentado declive del petróleo. Las evidencias se centran en la identificación de un punto de quiebre en el pico de producción de petróleo ("*peak oil*"), como fue estudiado por M. King Hubbert en los años 50 del siglo XX (Hubbert, 1956). Con base en este concepto, se identifica que el máximo de producción de las diferentes zonas de extracción del mundo ha ocurrido en el transcurso de los últimos cuatro decenios. De hecho, actualmente la mayoría de los países productores de petróleo ha pasado el cenit de su producción y está en declive. La situación se caracteriza por la disminución de pozos supergigantes y regiones superproductoras, una situación de descenso de la producción en muchas regiones, descubrimientos cada vez más pequeños, desplazamiento hacia zonas de producción de mayor dificultad de acceso y obtención de crudos menos ligeros; finalmente, que se comienza la obtención de la mitad restante de las reservas petrolíferas con cada vez mayores costos de extracción.

Es así que las economías del mundo encuentran limitaciones en la continuación del consumo de combustibles fósiles, por lo que las proyecciones de la creciente demanda de energía indispensable para el sostenimiento del mundo industrial obligan, por una parte, a una trayectoria descendente de la participación de los combustibles fósiles en el largo plazo y, por otra parte, a la búsqueda en el corto plazo de alternativas energéticas que sustituyan el consumo de fuentes fósiles.

Adicionalmente, en el lapso de los últimos decenios se ha identificado que, a partir del desmesurado consumo de combustibles fósiles, ocurren afectaciones a la salud de las poblaciones del mundo causadas por los componentes químicos de las emanaciones del sector industrial, energético y del transporte, así como un drástico impacto en la composición de la atmósfera a nivel planetario con consecuencias climáticas presentes y que aumentarán en el corto y mediano plazos.

En este contexto, en la Conferencia para el Medio Ambiente y Desarrollo de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) realizada en Brasil en 1992 (ONU, 1992), se firmó la Convención Marco de Cambio Climático (CMCC) que abrió un espacio de discusión sobre el tema. El foro internacional donde se ha dado esta discusión es la Conferencia de las Partes (COP), que tiene como uno de sus más importantes resultados el Protocolo de Kyoto (1998). Este documento compromete a los países industrializados que lo han suscrito –llamados países Anexo B- a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) en 5% por debajo de los niveles de 1990 (año base), entre los periodos de 2008 a 2012 (IPCC, 2007). Como parte de su evaluación y continuación, se llevó a cabo la reunión XV Conferencia sobre el Cambio Climático (COP 15) en Conpenhague en 2009, y de la cual tendría su secuela en la XVI Conferencia a fines de 2010 en Cancún (COP 16), México, de la que resultaron los denominados Acuerdos de Cancún.

En consideración de los puntos anteriores, las economías industrializadas han abordado la urgente necesidad de recomponer su matriz energética. La

recomposición debe considerar fuentes de energía que ofrezcan un suministro creciente como lo requiere el modelo económico, que no generen limitación para el crecimiento por agotamiento y que mitigue la afectación climática de la infraestructura y los procesos productivos. De esta manera se define una transición hacia la diversificación energética mediante las energías renovables, a condición de que la competitividad no se vea afectada.

Es necesario establecer que las trayectorias tecnológicas de las energías renovables se han visto limitadas por la presencia hegemónica de los combustibles fósiles, ya que estos últimos tienen una gran versatilidad en el almacenaje, transporte y consumo, así como que contienen un alto valor calorífico y una eficiente conversión, por lo que los dispositivos industriales y de transporte han evolucionado con notable sofisticación con base en el uso de estas fuentes. Este desarrollo tecnológico condiciona el modo de la transición hacia otra matriz energética, tanto por los volúmenes requeridos, los estados físicos de los transportadores energéticos, la regularidad y permanencia del suministro, las potencias a desempeñar, la disponibilidad y por supuesto el costo por unidad de energía.

Con la expresa intención de reducir la dependencia en los combustibles fósiles así como de mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero y sostener su competitividad económica, las grandes potencias industrializadas, Estados Unidos de América (EUA) y la Unión Europea (UE), han determinado realizar la

sustitución de combustibles fósiles en el transporte por biocombustibles[1] líquidos en una proporción que va de un 10 a un 25% en un horizonte del año 2020 al 2030 (Energy Policy Act, 2005; EISA,2007; Directive 2003/30/ce; Biofrac, 2006). Esta determinación guía al mundo en el rumbo a seguir en la diversificación energética, en la que los acompañan otros grandes participantes como son Brasil, India y China; el primero con una larga data en la utilización del bioetanol carburante, y los segundos con creciente participación de biocombustibles en su matriz energética.

Cabe hacer notar que la participación de la bioenergía en las fuentes renovables representó un 77% en el año 2007, dentro de la cual un 87% correspondió a la biomasa forestal básicamente utilizada para cocinar y el calentamiento de los hogares rurales (Bauen, 2009). La participación de los cultivos y subproductos agrícolas solo fue de un 9% de la bioenergía, dentro de los cuales el bagazo de caña representa la mayor parte y solo una pequeña porción se utilizó para la producción de biocombustibles modernos.

Adicionalmente a los motivos expuestos para la utilización de los biocombustibles en el transporte y más allá de los aspectos técnicos, han sido determinantes en su impulso los excedentes de producción agrícola de granos y otros productos agrícolas en los EUA y la UE, así como los intereses de los grupos alrededor de la producción agrícola. Si bien para la transformación de

[1] Dada la diversidad de conceptos y acepciones que se asignan al término 'biocombustible', se Los biocombustibles son combustibles producidos directa e indirectamente con biomasa.
En la biomasa se considera el "material de origen biológico, excluido el material incrustado en formaciones geológicas y transformado en fósil" (FAO, 2004) como los cultivos energéticos, desechos y subproductos agrícolas y forestales, estiércol o biomasa microbiana. (FAO, 2006).

estos productos agrícolas utilizados se ha requerido únicamente de la profundización de procesos bastante conocidos, la orientación hacia el consumo de biocombustibles líquidos requiere un rápido despliegue de tecnología de mayor amplitud y sofisticación para lograr las metas de introducción de los biocombustibles a la mezcla para el transporte y la producción de calor y electricidad. Esto ha dado lugar a una confluencia de intereses de diferentes sectores industriales, agroindustriales y agrícolas en la conformación de la cadena agroindustrial de producción de materia prima - transformación a biocombustibles - mezcla con los combustibles fósiles y consumo por los vehículos o equipos adecuados.

En esta ruta, a nivel mundial se realizan enormes inversiones en investigación básica y aplicada, que involucran tanto a las universidades, centros de investigación y laboratorios nacionales, por el sector gubernamental; como empresas petroleras, productoras de agroquímicos, biotecnológicas, comercializadoras de granos, químico-industriales y automotrices, por el sector privado; dando lugar a la conformación de alianzas, asociaciones e inversiones conjuntas para la búsqueda de: nuevas fuentes de biomasa, modificaciones genéticas a las especies cultivadas, sistemas agronómicos de producción, aplicaciones biotecnológicas al tratamiento de la biomasa y su transformación, innovación tecnológica en la obtención de los biocombustibles así como nuevos biocombustibles; con la correspondiente obtención de patentes, apropiación del conocimiento, construcción de prototipos, plantas piloto, plantas demostrativas, y la realización de pruebas en toda clase de medios de transporte y equipos.

Así, en la actualidad existe una primera generación de biocombustibles a partir de cultivos bioenergéticos[2], principalmente caña de azúcar, maíz, trigo, cebada y remolacha para el bioetanol; palma de aceite, soya y colza para la producción de biodiésel. Esta primera generación está basada, por una parte, en el tratamiento de los azúcares y amiláceos obtenidos de los jugos y granos de las plantas cultivadas y su fermentación para producir el etanol; y por la otra, en la obtención de aceites de las semillas, los mismos que se procesan mediante una transesterificación para producir el biodiésel.

En dichos procesos predominan plantas agroindustriales de gran escala con producción de cientos de miles a millones de litros por año, pero que abastecen menos de un 3% de los requerimientos de combustibles para el transporte terrestre de la UE y los EUA, y hasta un 22% como mínimo en el caso de la gasolina brasileña.

Actualmente se está desarrollando una segunda generación de biocombustibles cuya materia prima es directamente la biomasa de los vegetales, la cual está constituida principalmente, en su materia seca, por celulosas, hemicelulosas y ligninas que, a través de tratamientos para la exposición de las largas cadenas de los polímeros, celulosas y hemicelulosas, se sacarifican para pasar posteriormente a una fermentación alcohólica. En esta segunda generación existe una carrera tecnológica por abatir los costos de pretratamientos y de transformación de la biomasa, con la perspectiva de multiplicar la productividad

[2] "Cultivos bioenergéticos" designa aquellos cultivos cuyas porciones útiles serán procesadas para la producción de biocombustibles. FAO (2006)

por hectárea de biocombustibles obtenidos a partir de caña de azúcar, pastos, árboles, así como el aprovechamiento de paja, rastrojo, residuos agrícolas y biomasa forestal. Cabe mencionar que actualmente existen plantas demostrativas de producción de segunda generación de biocombustibles líquidos, aunque existen muchos proyectos para plantas comerciales con apoyos gubernamentales, sujetos al desarrollo tecnológico, al precio del petróleo y al suministro de materia prima.

El enorme crecimiento en la demanda de biocombustibles así como la proyección para satisfacer las metas de introducción en la mezcla para el transporte y otras actividades industriales, llevarán a ocupar una proporción importante de la superficie para la producción de la materia prima, transformando el panorama rural en el mundo. Las múltiples vías por las que la producción de bioenergía puede impactar a la sociedad y al medio ambiente en la diversidad de países, ha llevado a los organismos de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) a abordar la problemática mediante una serie de reuniones y emisión de documentos, considerando, además de los recursos dendroenergéticos[3], todos los sistemas de la bioenergía moderna, que incluyen a los biocombustibles líquidos, el biogás y la biomasa sólida para calefacción y energía eléctrica.

En dichas reuniones y documentos se ha puesto énfasis al peso de las determinantes locales en la producción de la bioenergía, como son las

[3] Los recursos dendroenergéticos son la leña, el carbón, los residuos forestales, licor negro y cualquier otro tipo de energía obtenida de los árboles.FAO (2006).

climáticas, agrícolas, económicas y sociales; asimismo se ha prestado atención a los servicios energéticos para los pobres y se ha asentado la necesidad de estudiar las implicaciones de la producción de biocombustibles para los siguientes aspectos:

- el desarrollo agroindustrial y la creación de empleos.
- la salud y género.
- la estructura de la agricultura.
- la seguridad alimentaria.
- el presupuesto de los gobiernos.
- el comercio, la balanza comercial y la seguridad energética.
- la biodiversidad y el manejo de recursos naturales.
- el cambio climático. (ONU, 2007; FAO, 2008a; FAO, 2008b, Rossi y Lambrou, 2008)

Asimismo, se abordan las presentes y las inminentes consecuencias para una enorme cantidad de personas que se encuentran en diferentes grados de pobreza y que no satisfacen sus necesidades de alimentos. Las contribuciones se dirigen a orientar el análisis hacia las posibilidades y limitantes, riesgos y beneficios, en la producción de biocombustibles que considere la especificidad de cada país de acuerdo a las condiciones de su población, los recursos naturales existentes así como a la situación comercial de dichas agriculturas nacionales.

El propósito de dichas reuniones y documentos es el de orientar políticas y análisis que apoyen la toma de decisiones y las actividades a realizar por las instancias regionales y de cada país para prevenir o corregir los posibles impactos de la agroindustria y la pretensión de que se oriente la producción de los biocombustibles de manera favorable al desarrollo de sus comunidades. Se considera necesario desarrollar un marco analítico nacional con base en las cuatro dimensiones de la seguridad alimentaria (disponibilidad, acceso, uso y estabilidad), y el diseño y correcta aplicación de las siguientes políticas:

- Política de desarrollo y ordenamiento territorial.
- Políticas tecnológicas con base en materias primas locales.
- Políticas de regulación de mercados y servicios que definan el marco regulatorio.
- Políticas de mejoramiento de las relaciones contractuales entre los diversos actores de la cadena productiva. (FAO 2008a).

BIOCOMBUSTIBLES Y CIENCIAS SOCIALES

En el ámbito de los países industrializados, tanto en los estudios que respaldan y proyectan la implantación de la agroindustria de los biocombustibles como en las leyes y directivas que la norman, se contemplan elementos socioeconómicos que se considera, favorecen y justifican la reconversión productiva en el campo, la inversión en infraestructura y la disposición de los factores de la producción. Los elementos más generalmente considerados son:

- el incremento en el empleo regional
- el mejoramiento del ingreso
- una contribución a la economía regional por la riqueza generada

En la medida en que estos elementos se incrementan se considera que, por consecuencia, se logra una mayor cohesión y estabilidad sociales, impactos positivos y deseables de la implantación de los biocombustibles en la matriz energética. Se han generado modelos de simulación, e incluso se han evaluado para identificar los más apropiados para su uso en la proyección de los efectos del despliegue de la bioenergía. (Madlener, 2000).

Ahora bien, estos mismos elementos se aplican en las políticas para la introducción de los biocombustibles de países menos industrializados, con poblaciones rurales más abundantes, sectores agrícolas diversos y en ámbitos agroecológicos más complejos, con la pretensión de cubrir los aspectos relacionados con el desarrollo rural.

Sin embargo, las motivaciones para la producción de biocombustibles son mucho más diversas, puesto que van desde la ausencia de hidrocarburos en los territorios nacionales hasta la participación en el naciente mercado internacional de biocombustibles, abanico de posibilidades que pasa por la satisfacción de necesidades energéticas, ambientales y de desarrollo rural, así como objetivos diversos desde la perspectiva interna de los gobiernos nacionales. Ahora bien, esta producción de bioenergía se pretende desarrollar en el contexto de una estructuración de la agricultura y del mercado agropecuario mundial cuyo desempeño genera fuertes repercusiones en el conjunto de los países, principalmente en los menos desarrollados.

Se hace necesario, entonces, contar con herramientas de análisis que den cuenta de los aspectos socioeconómicos con mayor amplitud, pero existe la dificultad de que el fenómeno se encuentra en sus inicios, aunque esto también puede representar una oportunidad si se desea utilizar los resultados de estudios prospectivos.

En este sentido, ONU-Energía (2007), hace énfasis en la falta de experiencia sobre los impactos sociales, económicos y ambientales, a la vez que establece un marco para la toma de decisiones en el fomento de la producción sostenible de bioenergía en el cual se incluyen los aspectos sociales en temas como: actores clave, desarrollo de capacidades, beneficios y daños para las poblaciones afectadas en la seguridad alimentaria, beneficios económicos y sociales del aumento de la producción de la bioenergía con el apoyo del gobierno. A la vez abarca la posibilidad del desarrollo rural, mismo que

establece con base en el número de empleos en los diferentes escenarios, así como en la calidad, seguridad y características sanitarias de los nuevos empleos.

Por su parte, la FAO en su Plataforma Internacional de Bioenergía (IBEP) (FAO, 2006) impulsa la bioenergía en términos desarrollo sostenible, seguridad energética, reducción de la pobreza y atenuación del cambio climático. Entre sus tareas se plantea la cuantificación de la base potencial de recursos con criterios en los cuales se incluyen las repercusiones sociales, y en cuanto a la sostenibilidad, la elaboración de instrumentos para estimar y cuantificar las repercusiones, entre otras, las sociales.

Asimismo, la Conferencia de Alto Nivel sobre la Seguridad Alimentaria Mundial (FAO, 2008b), abordó la problemática de la producción de los biocombustibles, y emitió una Declaración (FAO, 2008c), que contiene el tema de medidas a medio y largo plazos en cuyo punto F los países signatarios hacen énfasis en la necesidad de “estudios a profundidad para asegurar la producción y la utilización de biocombustibles de manera sostenible de acuerdo a los tres pilares del desarrollo sostenible”.

Por otra parte, la FAO ha elaborado documentos de análisis sobre los efectos de los biocombustibles líquidos en la temática de género (Rossi y Lambrou, 2008) donde se establecen la necesidad de investigación en la potencial diferenciación, los riesgos y oportunidades presentes en los niveles intra y extra hogareño así como la generación de datos desagregados por género de los

efectos socioeconómicos y estudios de campo en la evaluación en los efectos de diferenciación de género.

Por otra parte, otras entidades internacionales relevantes para el ámbito latinoamericano como el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), argumentan su desempeño en este campo con base en las posibilidades de los biocombustibles en términos de desarrollo rural; y la Comisión Económica para America Latina (CEPAL) analiza en varios documentos las posibilidades y riesgos de la introducción de los biocombustibles, donde sobresale la necesidad de “conocer la probable posición *ex ante* (positiva o negativa) de los potenciales interesados en el desarrollo de una política de producción y/o uso de biocombustibles”(CEPAL, 2007).

En general, la visión común de estas organizaciones internacionales es que el desarrollo de la bioenergía, con un manejo cuidadoso, puede proveer oportunidades para el desarrollo económico y social en comunidades rurales siempre y cuando se haga las adecuaciones para lograr estos beneficios, adecuaciones que se resumen en la regulación de los aspectos sociales y ambientales, así como en la modernización de la agricultura de las regiones menos desarrolladas para lograr el incremento de la producción global de alimentos, al tiempo que los recursos disponibles para biomasa, mediante el desarrollo tecnológico y la difusión de mejores prácticas de agricultura sustentable.

En cuanto al abordaje de este nuevo fenómeno mundial tanto en los modelos de análisis de los países industrializados como en los documento de los

organismos internacionales y regionales, se desprende que la relevancia de los aspectos sociales en la implantación de los biocombustibles en los países menos desarrollados, queda acotada en algunos términos relacionados con el desarrollo rural, o únicamente planteada la necesidad de estudios sobre el impacto en algunas áreas de interés económico, laboral o alimentario. En todo caso, la importancia de lo social queda señalada como tarea a realizar por parte de los países y conforme a las situaciones y especificidades locales. Lo que es notable, es que la diversidad de situaciones sociales involucradas en la introducción o posible introducción de la agroindustria de biocombustibles es enorme, y que todas ellas merecen una atención de las ciencias sociales.

En tanto que las características de cada país particularizan las causas y efectos a estudiar, asentar la situación de México es una labor de investigación en los siguientes ámbitos en los que se puede prever las siguientes consecuencias de la introducción de la bioenergía moderna:

- La transformación del panorama productivo del campo mediante:

  La reconversión de cultivos hacia los bioenergéticos; los cambios de uso de suelo; la presencia de nuevas especies vegetales para cultivos bioenegeticos; la implantación de nuevas técnicas de producción agrícolas y agroecológicas; aparición de nuevas regiones agrícolas productoras y reconversión de las existentes; creación de nuevas agroindustrias que exploten residuos o utilicen los subproductos de la producción de los biocombustibles; la comercialización de residuos agrícolas, agroindustriales

y forestales para biocombustibles, anteriormente desechados o con otros usos.

- Las repercusiones que tendrá sobre la estructura agraria a través de:

  Los cambios en la valoración de las parcelas ya sea por programas de plantaciones o por rentabilidad de cultivos energéticos; la variación en la apreciación del arrendamiento y sus modalidades; posibles cambios en el mercado de tierras y de la dimensión de la propiedad rural.

- Cambios en las relaciones de los actores sociales en el medio rural en*:*

  La profundización de las relaciones campo-industria; diversificación de las alianzas o subordinación entre los actores del campo; presencia de empresas agroindustriales extranjeras; participación o exclusión de productores rurales de acuerdo a las modalidades de integración vertical; involucramiento de grupos y entidades ambientalistas; participación o exclusión de la mujer en los procesos productivos.

- Las alteraciones en las economías locales y regionales con:

  La generación de ingresos y su distribución; generación de empleo temporal o permanente; intervención de entidades inversionistas extranjeras y nacionales; mercadeo de las materias primas y de los biocombustibles, caminos y redes de comunicación, producción local de energía.

Estos cambios en la sociedad rural son temas para la realización de investigaciones sociales que den cuenta de su amplitud y profundidad, de manera que lo social no se reduzca a la evaluación de los objetivos de los proyectos bioenergéticos o su justificación mediante parámetros de ingreso y

empleo como variables sociales, es decir, que sean los proyectos bioenergéticos mismos los que se pongan bajo estudio.

De esta manera, las investigaciones que se realicen desde la perspectiva de las ciencias sociales pueden proporcionar esclarecimiento sobre las causas y consecuencias del fenómeno bioenergético; entendimiento sobre los mecanismos de su implantación; entendimiento de la dinámica tecnológica, análisis sobre las construcciones sociales que están detrás de las disputas acerca del uso de biocombustibles y el medio ambiente; proyecciones de los escenarios socioeconómicos que pueden resultar de las escalas de producción y las regiones involucradas, análisis de la generación de las políticas públicas, así como relacionar y comparar los ámbitos anteriores con los resultados de otras naciones, particularmente de la región latinoamericana.

En esta perspectiva, el cúmulo de investigaciones pueden proporcionar información, parámetros, marcos de referencia y perspectivas, que pueden ser parte o generar productos como:

- Líneas de base: identificación de la situación social desde un punto de partida en la configuración de los proyectos.
- Diagnósticos: posiciones y disposiciones ex–ante de los actores involucrados.
- Evaluaciones: situación comparativa con respecto a objetivos y metas en el terreno social en las diferentes etapas o conclusión de los proyectos.

- Proyecciones: generación de escenarios considerando la situación de colaboración y conflicto de los actores, así como de las intervenciones en la conducción de las situaciones.

Tanto los estudios como los productos mencionados son herramientas indispensables para sustentar las elaboraciones de los tomadores de decisiones en aspectos de relevancia como son:

- Generación de políticas públicas.
- Fundamentación de la reglamentación.
- Planeación de cómo participarán las entidades gubernamentales.
- Elaboración de programas de estímulo a la producción.
- Orientación de la acción de los líderes de organizaciones de productores rurales.
- Elementos de toma de decisiones para inversionistas industriales tanto nacionales como extranjeros.
- Orientación a técnicos y científicos de los organismos nacionales.
- Elementos para la intervención de organismos no gubernamentales y centros de investigación.

El desarrollo de estas investigaciones en el ámbito social con base en las situaciones locales y específicas de nuestro país, brindarán conocimiento confiable y evitarán el sesgo que ocurre con la aplicación de modelos de simulación para evaluar impactos sociales que dejen fuera la complejidad del contexto nacional, puesto que el análisis del impacto de la producción de los

biocombustibles reduciéndolo a la medición de parámetros de bienestar social con base en el empleo e ingreso, resulta insuficiente para dar cuenta de las múltiples repercusiones. Situación que se genera cuando se obtienen apoyos del exterior pero donde los términos del desarrollo rural esperado por instancias y organismos internacionales parten de supuestos que precisamente deben ser estudiados.

Es así que al estar México en el comienzo del proceso de introducción de los biocombustibles y sin la existencia de una producción de biocombustibles previa ni la existencia de grupos de interés consolidados que impulsen internamente los biocombustibles, las acciones gubernamentales son preponderantes para el desarrollo de la agroindustria.

EL ESTUDIO DE LA POLITICA BIOENERGETICA EN MEXICO

En el ámbito de los países industrializados, los biocombustibles se manejan como una solución técnica a necesidades energéticas y ambientales, con un determinado rumbo y ritmo para su implantación. En oposición a los cánones neoliberales en que se han manejado sus economías, es el Estado el que está comandando los esfuerzos de los actores sociales para la inclusión de los biocombustibles en la matriz energética, fundamentalmente en el transporte, de lo que resultan cuotas obligatorias de introducción en las mezclas de combustible, plazos perentorios para lograr las cuotas, estímulos fiscales diversos, asignación de recursos para investigación, inversión de capital de riesgo y barreras arancelarias para proteger a los productores nacionales. La transición a la diversificación de la matriz energética con el mantenimiento de la competitividad económica en el contexto internacional, son aspectos primordiales en el manejo de esa opción tecnológica.

La conveniencia de participación en la producción de bioenergía por parte de los países menos desarrollados, en un contexto en que la estructura del mercado agrícola internacional para el cual las agriculturas nacionales se han ajustado durante la etapa neoliberal de la globalización, requiere un análisis cuidadoso en cada país en consideración de su situación, necesidades y recursos como ha sido recomendado por los organismos internacionales de la ONU, así como poner énfasis en los componentes sociales para tener claros los riesgos y oportunidades.

Precisamente con base en la consideración de las características particulares de cada país para su inserción en la producción de la bioenergía y el acceso al mercado mundial de los biocombustibles, nuestro país parte de modalidades de la propiedad agraria y su distribución en el territorio nacional muy especiales, asimismo de la dimensión de las propiedades y parcelas, con un carácter predominantemente de minifundismo.

A la vez, los distintos sistemas agroecológicos resultan atractivos para diversas opciones de producción y cuentan con una biodiversidad de gran abundancia. Aunado a esas condiciones del medio y a la situación agraria, el país cuenta con un monopolio de Estado sobre los recursos petrolíferos y en la petroquímica básica, así como sobre los combustibles de este origen, lo que redunda en un manejo particular sobre el suministro y consumo de la energía nacional.

En materia de bioenergía, su participación en la matriz energética de México está dada por dos fuentes de bioenergía tradicional: la madera y el bagazo de caña de azúcar. La primera utilizada fundamentalmente en el área rural como material para el uso doméstico en los hogares (cocina y calor) y las micro y pequeñas industrias rurales; y una fracción para su conversión a carbón vegetal. Por su parte, el bagazo de caña entra integralmente en la producción de energía para el funcionamiento de los ingenios azucareros (energía y electricidad). En el balance nacional de energía del año 2006 la biomasa compuesta por estas dos fuentes representó el 3.2% de la producción energía primaria del país -4.9% en términos de oferta interna bruta de energía- (SENER,

2007), situación que para el año 2008 permanecía constante (SENER, 2010). Cabe hacer notar que en el caso de México, el 88.2% de la oferta interna bruta de energía correspondía a los combustibles fósiles para el año 2006.

México tiene como antecedente, para materia bioenergética, a la Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar de 2005, la cual establece en sus Artículos 107 y 108 la vocación del Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Caña de Azúcar (CICTCAÑA) para la investigación en la producción de alcohol carburante y de los subproductos, coproductos y derivados de la industria y su inclusión en el Programa Especial Concurrente de la SAGARPA. La visión de los legisladores ha quedado sólo en intención puesto que esta entidad no ha tenido funcionamiento.

Sin embargo, nuestro país está decidido a participar en la producción de los biocombustibles, particularmente en la producción de los biocombustibles líquidos para el transporte, con un planteamiento en términos energéticos, ambientales y de desarrollo rural. Para ello ha desarrollado actividades para orientar a la agroindustria, como la realización del Primer Congreso Internacional de Biocombustibles (SENER, 2008), así como la participación con organismos internacionales como la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) (GREF, 2009), inversiones conjuntas con otros países (Proyecto Mesoamérica) y eventos para la cooperación técnica (Grupo de Trabajo en Energía de Norteamérica – Alianza para la Seguridad y la Prosperidad de América del Norte –ASPAN-).

Con base en el potencial existente para la producción de cultivos y sistemas bioenergéticos, la producción de biocombustibles se constituye en una opción de inversión atractiva a los intereses nacionales e internacionales que tendrá desarrollo creciente en los años venideros. Para avanzar en ello, México se encuentra con una reglamentación en proceso de generación, con algunos diagnósticos sobre el potencial productivo (SENER, 2006; Díaz, 2007; Torres, 2006), con las instancias y mecanismos institucionales en construcción, pero con una producción prácticamente nula de biocombustibles y una labor científica-tecnológica en ciernes.

En México, hay una preponderancia del Estado en su situación monopsónica para la introducción de los biocombustibles a los combustibles fósiles, lo que impone un ritmo al desenvolvimiento de los demás actores, en particular de los productores rurales que están al inicio de la cadena productiva y que requieren señales precisas para determinar la orientación de su producción. Por otra parte, los inversionistas nacionales e internacionales están al acecho, se movilizan intereses, se establecen plantaciones, y se ha iniciado la investigación científica y tecnológica.

La política bioenergética, en primer término, está determinada por las políticas de energía, agrícola y ambiental. De acuerdo con la estrategia nacional del gobierno federal en materia de energía, el punto de partida es la producción y consumo de combustibles que satisfagan la diversificación y la seguridad energéticas, así como la disminución de emisiones negativas al ambiente y la

salud de la población, junto con el desarrollo de los sujetos participantes en el proceso y sin menoscabo de los recursos naturales.

A la vez el gobierno federal impulsa una política ambiental de gran aliento, con un pretendido protagonismo a nivel internacional que en mucho regula y regulará, según sus compromisos con respecto a la mitigación del cambio climático, la actividad productiva de la bioenergía, principalmente en el uso del suelo, las emisiones en la producción de biomasa y de biocombustibles, así como la calidad de los combustibles para el transporte.

Por último, la política agrícola que está dominada por criterios comerciales en el marco del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (TLCAN), es decir, de competitividad en un mercado abierto y apoyo restringido a sectores con mayores recursos.

En la comprensión de estas determinantes en el contexto nacional y la participación de los actores sociales involucrados en la bionergía, se podrá ubicar la construcción de la política bioenergética y el cómo responde a las cuestiones:

- Por qué producir biocombustibles.
- Para qué producir biocombustibles.
- Cuáles biocombustibles.
- De qué fuentes de biomasa.
- Cómo producirlos.
- Dónde producirlos.

- Cuánto producir.
- En qué plazos.
- Cuáles actores deben estar involucrados.
- Qué apoyos debe recibir este proceso.

En cuanto sea una política coherente y sistemática, es de esperar que la normativa en esta materia se establezca obedeciendo a una jerarquización clara y definida, así como a una complementariedad con las normas existentes en los ámbitos relacionados con la producción de biomasa y de su transformación. Finalmente, que sea fundamentada con bases técnicas, jurídicas y socioeconómicas.

Entonces, la búsqueda de una transición energética con una vertiente en la biomasa conlleva la necesidad de prever los cambios que pudiera provocar este uso del suelo agrícola en la estructura agraria, en la ecología de las diferentes regiones y en las repercusiones que todo lo anterior pudiera provocar en los habitantes del medio rural y en el empleo.

Es por lo anterior que a los análisis sociológicos sobre el fenómeno de la producción de bioenergía en México, especialmente para el ámbito rural, les corresponde en esta etapa primeramente responder a las preguntas:

¿Cómo se define la política bioenergética desarrollada por México?

¿Quiénes son los actores participantes en la conformación de la política bioenergética y cuál es su capacidad de intervención?

¿Hacia qué objetivos está dirigida la política bioenergética de México?

¿Qué impactos en el corto, mediano y largo plazos se pueden derivar para la sociedad rural de la orientación de la política bioenergética elaborada para México?

OBJETIVOS

General

- Identificar y caracterizar la política bioenergética de México como resultado de la dinámica participativa de los distintos actores sociales en la implantación de los biocombustibles y establecer sus repercusiones para el desarrollo rural.

Particulares

- Identificar en el entorno internacional las tendencias de las políticas para el despliegue de la bioenergía y las repercusiones que de su instauración se derivan para el desarrollo de la bioenergía en México.
- Establecer quiénes son los actores sociales participantes en la implantación de los biocombustibles en México, así como su papel en la dinámica de la definición de la política bioenergética.
- Analizar la conformación y contenido de la normativa para la bioenergía en México.
- Caracterizar las acciones gubernamentales en torno a la implantación de los biocombustibles.
- Caracterizar los programas de producción de bioenergía identificando la participación de los productores rurales de biomasa.
- Identificar las posibles consecuencias para la sociedad rural como resultado de la aplicación de la política bioenergética.

PROSPECTIVA DE LA BIONERGIA EN MEXICO

El presente trabajo de investigación tiene un carácter prospectivo al respecto de la instauración de los biocombustibles en el campo mexicano. Puesto que esta instauración ocurre sincrónicamente al estudio, está surgiendo normativa y reglamentación en relación con el tema, así como la instalación de las primeras fábricas para la producción de biocombustibles y, por tanto, los cultivos para el suministro de la materia prima.

Por lo anterior, se requiere un análisis prospectivo de las consecuencias de la política bioenergética mexicana, a través de:

1) Revisión de las tecnologías aplicadas en los procesos técnicos de producción de biocombustibles de primera generación.
2) Revisión de las tendencias tecnológicas en la instauración de los biocombustibles a partir de fuentes lignocelulósicas.
3) Recopilación y análisis de la normatividad mexicana concerniente a la producción de biocombustibles.
4) Posicionamiento de los actores sociales participantes en la construcción de la política bioenergética.
5) Reconocimiento de proyectos representativos de las áreas de producción, así como de las diferentes fuentes de biomasa.
6) Revisión de las políticas bioenergéticas de Brasil, la Unión Europea y los EUA y las orientaciones que promueven los organismos internacionales de la ONU.

Exposición de Contenido

La producción de los biocombustibles es un fenómeno intersectorial con intervención en el ámbito energético, ambiental, agrícola, industrial y alimentario; a la vez que es un fenómeno complejo en tanto que participan múltiples disciplinas científicas y tecnológicas en su conformación con una particular sinergia con la actividad biotecnológica de vanguardia, además de movilizar diversos intereses nacionales y empresariales que se conjugan, complementan e impulsan mutuamente; asimismo el fenómeno bioenergético proyecta implicaciones socioeconómicas de gran alcance a medida que avanza en su expansión, cuyas diversas expresiones se encuentran en proceso o van situándose en el horizonte.

Ante este fenómeno intersectorial, complejo y novedoso, bajo el objetivo de la caracterización de la política bioenergética para México para derivar sus repercusiones en el desarrollo rural, se requiere realizar cortes analíticos para encontrar las manifestaciones locales del fenómeno en consideración de la situación de la agricultura nacional y el marco institucional del sistema político-económico mexicano. Lo anterior sin menoscabo de la relevancia de las implicaciones ambientales, industriales, alimentarias y de la seguridad nacional, que pueden ser estudiadas en particular en otras investigaciones, pero a la vez en consideración del contexto internacional de la conformación del fenómeno bioenergético.

En este sentido, el análisis teórico de ese fenómeno necesariamente involucra tres componentes para el análisis en la investigación que dan cuenta, en primer

término de la dominación de la agricultura por la industria en su recorrido histórico y el papel que han jugado los biocombustibles en la profundización de esta dominación. Un segundo elemento, está en la perspectiva de la construcción de un nuevo producto tecnológico que puede ser interpretado y reinterpretado por los actores participantes, cuyas derivaciones dan lugar a posiciones tanto de oposición a su producción, como a favor dependiendo de las opciones tecnológicas, normativas, alcances, en resumen, su manifestación local. En tercer término, se trata de la conformación de las políticas para el impulso de la producción de la bioenergía en el marco institucional nacional, en cuya hechura importa la participación de todas las partes involucradas en las decisiones, así como la eficacia en la construcción de los instrumentos que faciliten el desenvolvimiento de la bioenergía.

La exposición del contenido de la investigación se presenta a través de un temario que permite ubicar, primero, el contexto internacional y las tendencias del fenómeno general de la bioenergía moderna según el estado del arte, para posteriormente pasar a su construcción a nivel nacional considerando la reglamentación actual en el ámbito bioenergético, los participantes y las actividades productivas que, hasta el momento de esta investigación, existen en el país. En cada tema se presenta un análisis particular a utilizarse para la discusión final en donde se aborda el fenómeno conjunto a fin de dilucidar la política efectiva para la producción de los bicombustibles y derivar las repercusiones para el ámbito rural.

En primer lugar se analizan en términos generales las políticas bioenergéticas de los países protagonistas en la producción de los biocombustibles que, en términos de los volúmenes de introducción en la matriz energética, generan el mercado, asegurando la escala consumo en el corto y mediano plazos, mediante un cúmulo de mecanismos de intervención por el Estado. De este análisis se derivan las repercusiones en la conformación de un mercado en México y de su inserción y posicionamiento en el mercado internacional de recursos, materias primas y biocombustibles.

En segundo lugar, se aborda la conducción de la trayectoria tecnológica de los biocombustibles a través de determinantes tecnológicas claves que constriñen o amplían las posibilidades de participación de los biocombustibles en la mezcla para el transporte, así como la incorporación de la biomasa en procesos industriales. De acuerdo con estas determinantes se abren o cierran posibilidades para México, en la inversión, comercio, transferencia de tecnología, colaboración tecnológica, competetitividad de los productores de materia prima y de biocombustibles.

En tercer término, se aborda desde la perspectiva de los análisis sociales de la ciencia y la tecnología, la conformación de los biocombustibles para la situación en México; lo que incluye la definición del ámbito de la bioenergía, de las fuentes de biomasa, de su uso, manejo, posiblidades y limitantes; de la participación de los distintos actores en la promoción y oposición a la inclusión de biocombustibles en la mezcla para el transporte, así como las tecnologías involucradas para su producción y consumo. En el caso del Estado como actor

preponderante, se analizan las políticas energética, ambiental y agrícola, mismas que circunscriben las posibilidades de los biocombustibles. Los otros actores que se pueden identificar, incluyen a la Comunidad Científica de las instituciones nacionales, algunas privadas y centros de investigación especializados; los productores rurales de biomasa que hasta el momento son los dueños de la tierra; los empresarios industriales y los organismos no gubernamentales que favorecen la producción alimentaria por sobre la producción de biocombustibles, y que también favorecen la preservación del medio ambiente de los impactos de la actividad agrícola, industrial y del consumo de energía.

En cuarto lugar se abre el análisis de la situación mexicana a través de la recopilación, sistematización y análisis de la reglamentación expedida en México para el ámbito de los biocombustibles, en términos de la construcción de una política bioenergética. Se revisa la fundamentación de la política, de la planificación y los programas. La sistematización y coherencia de las normas en los distintos niveles, de acuerdo con la legislación. Los mecanismos de toma de decisiones en los diferentes niveles así como la implementación de la normativa para el logro de los objetivos planteados.

En el quinto tema se abordan los posibles modelos para la producción de bicombustibles en México. Se trata de la etapa de establecimiento de las plantaciones para la producción de biomasa y sus empresas en funcionamiento o en etapa de construcción para la producción e biocombustibles. Las experiencias presentadas en este trabajo expresan la condición concreta de la

bioenergía en el país a la vez que son resultante de la política bioenergética. Se pueden considerar como una resultante de la primera fase en la etapa de construcción de las instancias gubernamentales y la normativa, y del cotidiano vaivén de la política sexenal en el país.

Finalmente se presenta el apartado de discusión donde se conjuntan los análisis de los capítulos previos pero que también despliega una visión de conjunto, se busca dilucidar el rumbo de la política bioenergética y a la vez de los actores, las rutas tecnológicas, los mercados favorecidos, para concluir a partir de su análisis los impactos previsibles en el ámbito rural.

MARCO DE REFERENCIA PARA LA POLITICA BIOENERGETICA

Los biocombustibles son parte de la existencia del hombre y de su proceso civilizatorio. El manejo del fuego en las diferentes actividades humanas ha conllevado una selección de los transportadores de energía vegetales y animales, a la vez que del desarrollo del almacenamiento y disposición de estos transportadores de energía, y de un manejo de las características de su consumo para los diferentes fines domésticos y artesanales.

Leña y carbón vegetal, han permanecido en todo el mundo y aún una porción importante de la humanidad depende de su utilización para realizar su existencia en las zonas rurales. Aceites y grasas, han dado luz a hogar y calles, y cocinado los alimentos, y asimismo lo han hecho las boñigas. Se han diseñado toda clase de artefactos para dirigir el consumo en la cantidad y concentración que requiere el proceso involucrado: generación de calor, cocina, alumbrado, producción de vapor.

Una vez que la industria entró en escena, hubo un cambio cuantitativo en el consumo de energía, en lo cual tomó también participación el carbón mineral, la energía fósil. Ya avanzada la industrialización, localizados los veneros de petróleo y conocidos sus posibles usos y su transformación, se dio una competencia entre la bioenergía tradicional y el petróleo, en la que el vencedor fue este último. Al igual que otros procesos de cambio tecnológico, el análisis brinda variables de intervención que van más allá de los aspectos técnicos. Prácticamente un siglo después de su acceso a la industrialización, el petróleo

vislumbra una etapa de retroceso en la medida en que su disponibilidad ya se asume como finita, y con ello, surge la búsqueda de otras fuentes de energía, entre ellas el retorno de los biocombustibles.

Entretanto la agricultura y la industria han hecho su parte multiplicando las fuentes de biomasa, a la vez que diversificando los biocombustibles y logrando un cambio cualitativo por la transformación de formas físicas e intercambiabilidad de las formas químicas.

A la par de las formas de consumo de energía en la industria, en el transporte y la generación de electricidad, los biocombustibles se han modernizado, es decir han sufrido un cambio propio de la forma en que la agroindustria ha afectado el modo de producir los bienes y los transforma, al tiempo que transforma las relaciones entre los agentes.

Con precios ascendentes de petróleo, los biocombustibles modernos están en capacidad de competir por el mercado. Es así que nos encontramos con un cambio técnico, en el que la bioenergía regresa por una posición protagonista, pero las explicaciones para dicho cambio al igual que a principios del siglo XX, no se restringen a las variables tecnológicas, a pesar de que puede haber una proclividad hacia pretender entenderse como una continuidad tecnológica, un paso lógico y necesario hacia la bioenergía, los estudios sociales de la ciencia y la tecnología señalan una multiplicidad de variables de orden político, social, económico, cultural e ideológico que intervienen en los cambios, innovaciones e invenciones tecnológicas.

Lo que este trabajo de investigación analiza es la manera en que, atendiendo a las características particulares de un país, en nuestro caso México, se da dirección al cambio técnico de la introducción de la bioenergía moderna en la matriz energética de una sociedad, en el contexto de una cierta forma de producción agroindustrial históricamente determinada.

El análisis del fenómeno de los biocombustibles, por su complejidad, exige hacer acopio de distintas perspectivas para comprender el funcionamiento de su instauración. Así, se establecen tres perspectivas de análisis que se ocupan respectivamente de la escala mundial del fenómeno, de la participación de los agentes en el territorio nacional y, por último, de la política pública.

Entonces, para el abordaje de la política bioenergética en México, se hace necesario contar con elementos explicativos del proceso agroindustrial en el marco del sistema social capitalista, que den cuenta de un primer orden de explicación en el desenvolvimiento de los biocombustibles como fenómeno mundial. Una primera perspectiva está relacionada con el desarrollo del capitalismo, específicamente, de la penetración del capital industrial en la agricultura. De esta manera, se podrá establecer la perspectiva acerca del funcionamiento general del sistema y de la asignación de funciones a la agricultura para regiones que juegan nuevos papeles en el marco de la llamada globalización.

En segundo término, es necesario tener un marco de referencia para analizar el fenómeno de construcción social del objeto tecnológico *biocombustibles*. Una perspectiva acerca de la cuestión de las aplicaciones tecnológicas en la

producción agrícola, enfocada desde el análisis del cambio tecnológico y los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. En este nivel, será posible establecer la trayectoria que los biocombustibles han transitado hasta su actual implantación y establecer el papel que juegan los diferentes actores en la construcción social de estos objetos tecnológicos, sus posibilidades y limitantes.

En tercer término, está la perspectiva de la disciplina de las políticas públicas, dado que la preponderancia del Estado en nuestra sociedad lleva analizar los medios, formas y elementos que se consideran en la toma de decisiones por las instancias gubernamentales y asimismo del análisis de la implementación de la política pública resultante.

La concepción de la internacionalización del capital es una propuesta teórica de explicación de la lógica intrínseca del capital y por tanto, de su acumulación, en la etapa actual de desarrollo mundial neoliberal y de cómo las economías nacionales experimentan unilateralmente los efectos del funcionamiento mundial del sistema capitalista. Esta concepción, que además de una explicación conlleva un enjuiciamiento al modelo neoclásico, tiene como base las construcciones teóricas de Marx en el Capital y ha sido desarrollada en la década de los setentas del siglo pasado por Christian Palloix y su equipo (Palloix, 1978, en Sepúlveda, 1982). Esta propuesta permite entender la conveniencia de acelerar las innovaciones tecnológicas en los centros de desarrollo mundial, así como la racionalidad del redespliegue industrial que, propiciando una nueva división internacional del trabajo desde los años setenta, busca la utilización de fuerza de trabajo barata, abundante y descalificada, todo

lo cual permite una mayor acumulación y a la vez una necesaria ampliación, en los países subdesarrollados, del mercado internacional.

De manera particular se utilizará el trabajo de Goodman *et al*. (1987), así como los trabajos de Sepúlveda (1992) y Quintero (1985) como más adelante se desarrolla, para entender particularmente la penetración del capital industrial en la agricultura y el funcionamiento de la agroindustria, lo que permitirá ubicar el desarrollo de los biocombustibles y la lógica de su imposición y su despliegue.

A fines de la primera década del siglo XXI, la irrupción de la bioenergía en el ámbito mundial tiene una importancia enorme. Parangonando con la primera revolución industrial cuasada por la incorporación de la máquina de vapor, se puede afirmar que estamos viviendo una nueva revolución industrial, derivada de las nuevas fuentes de energía.

Estas nuevas fuentes biológicas, además de sustituir en prácticamente todas sus funciones al petróleo, pueden ser más limpias desde el punto de vista de emisiones de GEI y ubicuas, en cuanto se las puede producir en cualquier región del mundo. Esto permite al capital, gracias a los desarrollos tecnológicos y biotecnológicos, utilizar diversas fuentes de biomasa y bioprocesos, sin tener que depender de negociaciones con los países poseedores de la energía fósil.

De esta manera, los países y bloques regionales industrializados, por supuesto en total acuerdo con los grandes capitales privados que se asientan preferentemente en sus territorios, pueden elegir sus políticas energéticas con mucha mayor libertad.

Así, pueden buscar el autoabasto de bioenergía o bien, buscar acuerdos con países terceros donde por condiciones de clima y disponibilidad de superficies agrícolas y mano de obra barata, resulte más conveniente económicamente producir la biomasa e incluso los mismos bioenergéticos.

Sin duda, el ámbito de la realización de la mercancía bioenergéticos será mundial, pero manejado por los dueños del capital, al igual que lo explica la teoría de la internacionalización del capital para cualquier otra mercancía, bajo criterios de conveniencia económicos y geopolíticos.

Ahora bien, a nivel del funcionamiento local y del sector agrícola se tiene una larga data de estudios del funcionamiento de las empresas transnacionales en América Latina y del comercio internacional desde los setentas. Desde mediados de la década de los ochenta, ya establecido el modelo neoliberal en su fase agroexportadora excluyente, de manera general, Rubio (2001) ofrece una interpretación desarrollada en la línea de la internacionalización del capital, aplicable a México y a otras economías de América Latina. De acuerdo con la autora, el resultado de esta dinámica del libre comercio, particularmente para México, ha sido la instauración de una nueva forma de subordinación de los productores rurales a las agroindustrias, que se sustenta en los siguientes mecanismos:

1) El pago de productos agrícolas (insumos agroindustriales) por debajo del costo de producción.

2) La preferencia por los insumos importados.

3) El ingreso ilegal de insumos.

El proceso provoca una “desestructuración” de la agricultura que se puede localizar en los siguientes ámbitos:

- Fractura de la capacidad productiva de los agricultores
- Desvaloración de los granos básicos
- Fractura de las condiciones de producción
- Desestructuración de las unidades productivas
- Despoblamiento rural.

En la actualidad, la situación no ha cambiado en lo fundamental, aunque hay algunos rasgos nuevos:

La utilización de maíz como biomasa para la obtención de etanol en los Estados Unidos, principal productor mundial, disparó los precios del grano y produjo escasez en el mercado mundial. México, aunque siempre deficitario, empezó a producir maíz tecnificado en el Noroeste, en regiones de riego antes destinadas a cultivos hortícolas y poseídas por empresarios agrícolas que, además del precio ahora más alto por un cultivo cuyos costos de producción son muchísimo más bajos que los hortofrutícolas, reciben también el subsidio del PROCAMPO por la siembra de un grano básico.

Sin embargo, el mayor precio no impactó favorablemente en los pequeños productores pues, en un balance, su maíz es básicamente para autoconsumo. No se comen el mismo maíz que producen pues a la hora de la cosecha necesitan vender para pagar deudas, además que no tienen trojes adecuadas

para guardar el grano, pero van comprando de a poco más o menos la misma cantidad que produjeron para irla consumiendo cotidianamente.

La migración rural continúa aumentando, a pesar de la crisis en Estados Unidos que llevó a disminuir la necesidad de mano de obra y, por lo mismo, endurecer el paso de la frontera. Ante la falta de empleo en sus localidades de origen, el campesino emigra hacia el norte, a veces solo y cuando puede con su familia. Si el intento de cruzar la frontera falla, se quedan de este lado de la frontera esperando cualquier oportunidad de trabajo, ya sea allá o acá.

Las empresas hortofrutícolas, tradicionalmente enormes demandadoras de mano de obra, y reconvertidas parcialmente a productoras de granos, ya no necesitan tanta fuerza de trabajo jornalera. Además, les resulta más barato no tener que mandar camiones con enganchadores hacia el Sur y contratar sólo a la gente que anda por ahí y que de todas maneras sobra. Por otro lado, las empresas que continúan produciendo hortalizas para exportación, buscan abrirse las puertas al exterior con certificados de Buenas Prácticas Agrícolas y Buenas Prácticas de Manejo, que implican la conveniencia de tener trabajadores asentados.

Todo lo antes señalado significa menor oferta de trabajo y acentuación de la miseria de los campesinos sin tierra o con parcelas muy pequeñas y sin recursos para hacerlas producir.

Por las razones antes señaladas, mucha de la tierra aún en posesión de pequeños campesinos está sin cultivar. Se calcula que de los treinta millones de hectáreas arables que posee México, sólo están bajo cultivo veinte millones.

Esto deja un remanente de diez millones de hectáreas que, además de ser en su mayoría tierras de baja calidad agrícola y, por supuesto, sin riego, podrían ser utilizadas para cultivos bioenergéticos, como la higuerilla o la jatrofa y, según la ubicación, caña de azúcar.

Probablemente esas superficies de terreno no utilizadas en la actualidad se puedan cultivar para biocombustibles de primera generación. Lo que está en duda, si somos optimistas, es quienes son los que las van a ocupar. La política bioenergética del Estado mexicano finalmente señalará si será esta una opción para reactivar la economía campesina, proporcionando financiamiento, asesoría técnica y seguridad de adquisición del producto, o bien serán grandes superficies puestas a disposición del capital nacional o extranjero y mano de obra barata para producir cultivos bioenergéticos.

Agroindustria

En un país de origen esencialmente agrario como México, es necesario escudriñar el desarrollo desde la agricultura simple y la utilización de combustibles de desecho en estos procesos, hacia la situación socialmente más madura de la agroindustria y el relevante papel que esta juega ahora en la generación de los biocombustibles modernos.

Para la comprensión de la relación agricultura e industria, esta investigación se apoya en el trabajo sobre el desarrollo agroindustrial elaborado por Goodman *et al* (1987), que, como en buena parte de la literatura en este tema, se dirige principalmente a la transformación de los alimentos y la intervención de la industria en el proceso de producción agrícola.

De acuerdo con Goodman *et al* (1987) la penetración del capital industrial a la agricultura ha estado restringida por los procesos naturales que ocurren en la conversión biológica de la energía, los tiempos biológicos de plantas y animales y la base espacial de las actividades rurales. Es así que los capitales se han visto obligados a actuar a través del tiempo en diferentes fases de la producción agrícola de manera puntual y pausada. Para analizar la dinámica de penetración del capital a la agricultura Goodman y colaboradores han acuñado los términos de apropiacionismo y sustitucionismo con los que se explica el desarrollo de la agroindustria principalmente alimentaria.

Con el término de apropiacionismo, los autores identifican el proceso por el cual diferentes aspectos de la producción agrícola se han transformado en sectores específicos de la actividad industrial y de su reincorporación a la agricultura en la forma de insumos.

En una primera tendencia las restricciones de tierra y espacio se reducen mediante la mecanización; y en una segunda tendencia los mecanismos biológicos de la producción se transforman en conocimiento científico apropiable por medio de la producción industrial de fertilizantes, las semillas híbridas mejoradas y los agroquímicos.

Goodman *et al* ejemplifican la primera tendencia mediante la actividad de mecanización de la producción de los pequeños granos en los Estados Unidos de América durante el siglo XIX y con diferentes estrategias sectoriales según los aperos o equipos a introducir hasta la primera mitad del siglo XX. Para la segunda tendencia, de la apropiación industrial del proceso natural de

producción, el autor analiza la instauración de la industria de fertilizantes inorgánicos, en particular de los nitrogenados. A la vez, resalta la innovación en la producción de semillas con la intervención de la investigación agrícola gubernamental, mediante las técnicas de hibridación en maíz que, con la técnica de doble cruzamiento y la especificidad local de los híbridos de alto rendimiento, permitirían una producción comercial de la semilla y la apropiación privada de la innovación.

Con el apropiacionismo se busca reducir la importancia de la naturaleza en la producción rural mediante su direccionamiento y control.

De estas tendencias surge la capacidad de los capitales industriales de modificar los ritmos biológicos de la producción, no solo obteniendo mayor eficiencia en la combinación de la mecanización y la utilización de variedades de alto rendimiento con el uso de fertilizantes, sino logrando un cambio sustancial en la apropiación del proceso de trabajo y del proceso biológico de producción agrícola.

Si bien la tendencia de mecanización responde a las condiciones marcadas en América y la de fertilizantes a las de Europa, después de la Segunda Guerra Mundial llegan a converger en la llamada Revolución Verde, mediante los paquetes de innovaciones genéticas, químicas y mecánicas, con la participación del Estado en alianza con los capitales agroindustriales y los grupos agrícolas de interés.

Precisamente los cultivos actualmente usados para biocombustibles de primera generación como el maíz, remolacha, colza y la soya, los que han ocupado un

lugar preponderante en esta convergencia de innovaciones del apropiacionismo y con los que se ha generado excedentes extraordinarios en los países industrializados, añadiéndose el caso de la caña de azúcar para otros países. Si bien ya su desarrollo estaba comprendido en el ámbito agroindustrial, producción de alcohol a partir de granos y caña de azúcar y obtención de aceites de plantas oleaginosas, la conversión de los productos a biocombustibles se ve potenciada por semejante disponibilidad y el mejoramiento tecnológico de los procesos industriales para la obtención de alcohol anhidro y biodiésel.

El apropiacionismo logrado por el capital industrial a través de estas tendencias y su combinación, define el contexto de cambios sustanciales en las estructuras sociales rurales como son la disminución de la población rural, la marginación de unidades de producción subcapitalizadas y la concentración de la producción. Con respecto a situaciones más recientes, la automatización complementa la acción apropiacionista mediante la sustitución del trabajo humano y libera actividades agropecuarias de las constricciones de tierra y condiciones ambientales incontroladas.

Por otra parte, mediante el concepto de sustitucionismo, Goodman *et al* identifican el proceso por el cual los productos agrícolas se conforman en insumos para la industria a los cuales se les añade valor. Dichos insumos son frecuentemente sustituidos por productos no agropecuarios, lo que tiende hacia la eliminación de los productos rurales o, en todo caso, su intercambiabilidad

mediante la fabricación de alimentos con base en la reconstitución de componentes genéricos alimenticios obtenidos de procedencia agropecuaria.

Los autores sitúan su análisis en el procesamiento a gran escala de alimentos y fibras mediante actividades industriales que se alejan de los orígenes domésticos y artesanales rurales. El contexto para esta transformación es proporcionado por las innovaciones de la revolución industrial y la integración de los mercados de productos primarios en el sistema económico mundial. Así se sitúa en una primera etapa, antes de 1914, como primer paso del sustitucionismo, la inserción entre la producción rural y el consumidor final de un procesamiento mecanizado y de manufactura. Con ese posicionamiento los alimentos son sujetos a procesamiento, diferenciación y mercadeo que son brindados por la industria, dándoles una determinada caracterización.

Así ocurrió con la molienda de granos para obtención de harina industrial estandarizada, la producción de lácteos en polvo mediante técnicas de secado, el enlatado y la refrigeración, los cuales fueron vehículos de industrialización de la panadería, la expansión industrial y la creación de nuevos productos industriales, por tanto una fuente de acumulación para los capitales industriales. Asimismo, ejemplifican con la innovación de la margarina, un claro ejemplo mediante el cual la industria elimina las constricciones generadas por los productos rurales para la acumulación mediante la búsqueda de suministros más baratos e intercambiables para la producción industrial. De manera similar ocurrió con tintas químicas y fibras, mediante la multiplicación de opciones y

disponibilidad con respecto a las fuentes naturales, así como la independencia de dichas fuentes.

Con respecto a la industria agroalimentaria moderna, la tendencia sustitucionista ocurre en la elaboración de productos alimenticios altamente procesados con la incorporación de ingredientes nutricionales y aditivos, ofertando características que llegan a múltiples nichos de consumo. A la vez, su comercialización ha dado lugar a sistemas de integración vertical y de agricultura de contrato, mecanismos que han adquirido un dominio en diversidad de verduras, productos lácteos, carnes y azúcar.

En este sistema de integración cabe incluir a los cultivos energéticos arriba indicados, que ampliamente se encuentran integrados y en los que es común la producción bajo contrato. Cultivos cuyos productos industrializados han sido sujetos al sustitucionismo, como en el caso de la azúcar, mediante todo tipo de edulcorantes, y los aceites por los de una gran variedad de cultivos oleaginosos.

Se puede comentar que una primera sustitución ocurrida en productos de estos cultivos, se puede situar en el origen de los automóviles y motores de combustión interna. Fue la del alcohol de origen vegetal por la gasolina en los vehículos Ford, y del aceite vegetal por el petrodiésel en los motores Diesel.

A favor del sustitucionismo, los avances en la tecnología de procesamiento han dado lugar a técnicas de separación de los componentes de productos del campo por la industria primaria la cual los suministra a industrias alimenticias

que los reconstituyen en productos de consumo final variando su composición de acuerdo a costos de los ingredientes, factores nutricionales u otros criterios.

Esto es, que se generan alimentos industriales a partir de componentes genéricos lo cual ha permitido una reestructuración de la industria con una mayor participación en el valor agregado y la reducción de la importancia de la tierra y productos en la cadena de alimentos. De esta manera, la industria alimenticia con base en la microbiología industrial, la bioquímica y la ingeniería química obtiene un amplio rango de posibles fuentes de ingredientes básicos, lo que reduce su vulnerabilidad a las fluctuaciones de precios de materias primas de cadenas agroalimentarias específicas, pero aumenta la vulnerabilidad de los productores primarios.

Esta primera etapa de análisis del sustitucionismo que está orientada a explicar el proceso para la agroindustria alimenticia, sirve de contexto para entender su evolución y por tanto de la integración de los cultivos que posteriormente serán utilizados como bioenergéticos y crea las condiciones para situar al fraccionamiento -transformación a componentes genéricos- reintegración en productos finales como el mecanismo que, en una segunda etapa sustitucionista, permitirá acceder a nuevas formas de producción de biocombustibles y de coproductos.

Los autores mencionados identifican nuevas tendencias en el apropiacionismo y el sustitucionismo en las aplicaciones biotecnológicas a la producción agrícola. Desde las técnicas de micropropagación, el cultivo de tejidos, hasta el traspaso de la barrera de las especies para la obtención de características genéticas no

encontradas en el genoma natural de los cultivos, animales o microorganismos, las innovaciones se orientan hacia la obtención de cultivos alimenticios con características específicas del interés de los procesadores de alimentos y compañías agroquímicas.

En este sentido y para mantener un control económico y social sobre los productores, es central el control sobre la producción de las semillas, mediante la adquisición de los derechos de propiedad, integrándose las grandes corporaciones agroquímicas, agroalimentarias y de investigación y desarrollo microbiológico, mediante diversos mecanismos como adquisición de firmas, inversiones conjuntas, financiamiento, inversión en investigación, o ampliación de actividades de investigación y desarrollo.

En esta ruta se enfatiza la actividad apropiacionista en la cual “la semilla es reducida a una condición de insumo industrial sujeta a cambios de diseño controlado de acuerdo a consideraciones comerciales” (Goodman *et al* Op. cit. p. 115).

La tendencia sustitucionista identificada por los autores en las aplicaciones biotecnológicas, que denominan “bioindustrialización”, en las que se utilizan métodos de ingeniería genética con DNA-recombinante en la industria microbiológica, busca liberar a la industria alimentaria de la dependencia en las cadenas agropecuarias en forma directa, esto es, ampliar el rango de materias primas posibles de ser utilizadas para la producción de alimentos, combustibles, fibras y químicos.

Los procesos generales para lograr lo anterior se basan en las tecnologías de fermentación y las tecnologías enzimáticas, lo que lleva a incrementos en las tasas de conversión, adaptación de diferentes productos agropecuarios como materias primas, y obtención de características diseñadas para soportar la producción industrial a gran escala. Se ejemplifica con las proteínas unicelulares, el jarabe de maíz de alta fructosa y visualiza las posibilidades de aplicaciones en la conversión de cultivos agrícolas, residuos agrícolas, madera y residuos orgánicos para la producción de combustibles y químicos.

Es en este campo del análisis donde los cultivos bioenergéticos y biocombustibles encuentran una posibilidad de crecimiento más allá de los excedentes de los granos y oleaginosas, puesto que se trasciende el umbral de la agroindustria como industria de alimentos, y como se indicó arriba, se abre a la posibilidad de producir toda clase de productos bajo una misma factoría. Esto es, como se discutirá más adelante, aplicable a la producción de combustibles de segunda generación con base en la biomasa, y ya no restringidos a los azúcares, amiláceos y aceites.

Dentro de las implicaciones en una perspectiva de largo plazo, Goodman *et al.* establecen que la acción del sustitucionismo por medio de la microbiología industrial es reducir la importancia de la agricultura, en términos de la producción de cultivos agrícolas para alimentos y fibras específicos, así como su procesamiento y distribución.

Las biotecnologías transforman a la agricultura en una fuente de diferentes tipos de materia orgánica para la transformación y fraccionamiento de la biomasa. “El

objetivo último es la dominación y la propiedad patentada del conocimiento científico y del proceso tecnológico ingenieril requeridos para el control del complejo de reacciones biológicas y las actividades microbianas involucradas en la manufactura de los alimentos" (Idem. p.138).

En conjunto, la biotecnología ofrece vías para, por una parte, la reducción de los productos agropecuarios en biomasa transformable en sus componentes químicos intercambiables como insumos para la industria de transformación a productos finales, incrementando el sustitucionismo. Por otra parte la biotecnología, al diseñar las variedades de cultivos para el procesamiento industrial y los requerimientos nutricionales y adaptadas a procesos de producción en ambientes controlados, lleva a reforzar la producción agrícola pero en términos de una apropiación industrial.

Esto reviste una gran importancia, porque al supeditar cada vez más el proceso agrícola al industrial, se establecen todas las condiciones para el dominio de una gran cantidad de pequeños productores dispersos y desorganizados –caso de México- por unas cuantas grandes agroindustrias complejas, frecuentemente trasnacionales.

Así, estos procesos no sólo buscan un avance tecnológico y la sustitución de un recurso no renovable por fuentes renovables, sino a la vez facilitan e inducen a una mayor dominación social. Por supuesto, el Estado no es ajeno a estos procesos: a través de políticas públicas los condiciona y conduce, dejando ver su propia índole.

Consecuentemente, Goodman *et al*. resaltan la necesaria intervención del Estado como precondición para orientar la producción rural a los ritmos de la apropiación industrial, mediante la organización de la producción, el desarrollo científico, los sistemas de extensión y las políticas de mercadeo y crédito con fondos fiscales.

A nivel mundial, en este sentido, es claro que la UE y los EUA están fincando la gran veta de ganancias con el desarrollo agroindustrial para la producción de combustibles, en estrecha coordinación con las políticas agrícolas mediante la disposición de tierras, la investigación de campo e industria financiada por las agencias de agricultura y energía, y dando respaldo con la construcción de los mercados nacionales y el financiamiento necesario para la producción.

La coordinación de planeación y despliegue incluye a las organizaciones de empresas automotrices y productoras de combustibles y el apoyo a la investigación en centros estatales y privados, universidades y empresas de todo tipo.

Finalmente, los autores establecen dos posibles escenarios en las consecuencias en la organización social y técnica de la agricultura. “Una primera, como un movimiento hacia los sistemas de producción continua, con una paralela declinación en el número de productores a medida que la especialización, la intensidad de capital y el incremento de escala” (Idem p.178-179) proporcionando los ejemplos de la producción de pollo, huevo y cerdos, así como la producción en invernadero y vacunos de leche y carne en confinamiento. De esta manera prevalece la producción con manejo industrial.

El segundo escenario, surge a propósito de la intensificación de la producción de alimentos y materias primas a partir de las aplicaciones biotecnológicas. Se incrementa la producción de biomasa para la industria, en sustitución de las cadenas agroalimentarias especializadas actuales. Los cultivos agrícolas compiten con otras fuentes de biomasa por la producción genérica de carbohidratos, proteínas y grasas, dirigiéndose la agricultura hacia sistemas de producción de biomasa.

En este segundo escenario se sitúa la producción de biocombustibles que ha ganado la atención de los programas nacionales. La carrera se da por la producción de biomasa, multiplicándose las fuentes a partir de cultivos para toda clase de zonas agroecológicas, a la vez que los procesos tecnológicos de transformación e incorporando los procesamientos de las fracciones de biomasa para multiplicar los coproductos y subproductos, todo ello en interés de la máxima ganancia por biomasa transformada.

Los autores concluyen que el punto crucial en el análisis de la dinámica del sistema agroalimentario es que “las biotecnologías ahora ofrecen estrategias alternativas y autónomas para los intereses económicos localizados en diferentes puntos dentro de la anterior interdependiente cadena de producción” (Goodman *et al*, 1987: 185-186). De esta manera, estas tecnologías ofrecen acelerar tanto el sustitucionismo como el apropiacionismo.

En este proceso de la agroindustria ahora ya no exclusivamente alimentaria, considerando la producción de biocombustibles, se da un papel relevante a la agricultura en tanto que se impulsa el incremento de los cultivos y de superficie,

y del aprovechamiento de plantaciones forestales y residuos de origen agropecuario, pero por supuesto, bajo un sistema controlado por la industria y con el diseño de los cultivos desde la industria, con apropiación del conocimiento y de los materiales vegetales.

A su vez, la sustitución se puede identificar en doble vía, en una primera, donde paradójicamente, son los biocombustibles los que se busca sustituyan al petróleo en una cierta proporción, en sentido contrario a lo que ocurrió durante el siglo XX y en una segunda, donde las diferentes fuentes de biomasa pueden sustituirse entre sí para la obtención de los mismos productos biocombustibles.

La producción de biocombustibles se monta en la experiencia agroindustrial y su trayectoria, esquemas de producción e integración de la agricultura, diseño y control de los sistemas biológicos y maximización de los mecánicos, y la centralidad del mecanismo de fraccionamiento y reintegración de la biomasa de acuerdo a las necesidades del mercado, mercado por supuesto dominado por los centros de poder.

Estudio social de la tecnología

Como fenómeno reciente en los países industrializados, los estudios sociales al respecto de la implantación de los biocombustibles se realizan desde el análisis de variables socioeconómicas de impulso a biocombustibles, o el modelaje de dichas variables para identificar los impactos en el desarrollo local, ya sea como mejoramiento de estándares de vida o como contribución a la cohesión y estabilidad sociales (Domac, 2005), tal como lo realiza la Tarea 29 de la IEA Bioenergy que dedica sus estudios a los impulsores socioeconómicos para la

implementación de proyectos bioenergéticos. Pero como esto tiene implicaciones importantes para países menos desarrollados, se realizan estudios sobre los impactos en la agricultura, la alimentación y el ambiente. (FAO, 2008b; Al-Riffai, 2010).

En nuestro caso, una vez considerado el ambiente en el que se desenvuelve la agroindustria de los biocombustibles a nivel del sistema de producción capitalista, la parte central de la investigación es comprender cómo se establece esta opción tecnológica específicamente en nuestro país, para de ahí derivar posibles consecuencias para el sector de nuestro interés, específicamente el sector rural menos favorecido.

Es la determinación a nivel local de la forma y funcionamiento de los biocombustibles de acuerdo con la participación de actores en el país, lo que conforma una resultante aquí considerada como política bioenergética. De ahí que el interés se dirija a dilucidar quiénes son los actores y cuál es el peso que tienen en la conformación de la política bioenergética, cómo se conforma con base en las relaciones de fuerza de dichos actores y por tanto hacia qué objetivos se está dirigiendo según la resultante en un momento de estabilización. Con lo anterior, desprender en dichas circunstancias qué efectos puedan tener sobre el desarrollo de los pequeños productores rurales.

Las herramientas para abordar el tema se pueden localizar en la discusión sociológica sobre los contenidos técnicos y sociales de las tecnologías. Las posiciones tradicionales han sido las tesis objetivistas y constructivistas, en donde en las primeras los hechos científicos establecen la manera en que

ocurren los mecanismos de funcionamiento de la realidad y en las segundas donde la validez de las aserciones científicas son resultado de procesos sociales. Sin embargo, nuevas escuelas han abordado la temática sin plantearse determinismos extremos y buscan una explicación que conjugue diversas disciplinas sobre el origen de los objetos técnicos.

En el caso de las ciencias y técnicas agrícolas, Arellano (1999) destaca la participación de los estudios sociales en los campos biográficos de los impactos científicos en la producción, la evolución institucional, la política científica y las condiciones de la tecnología punta.

El abordaje de los biocombustibles no es tarea sencilla puesto que no se trata específicamente de una tecnología, de una agroindustria estrictamente nueva, ni de solamente la conformación de una actividad científico-técnica. Tiene además una dimensión transversal a los campos de interés agrícola, energético, ambiental e industrial, que resulta en una complejidad de intereses y factores de intervención de diversa índole, a la vez que de consecuencias múltiples.

De la diversidad de facetas que ofrece, la que es de particular interés en nuestro trabajo es aquella que se ubica desde la agricultura y los productores rurales, primer eslabón de la cadena y suministradores de la materia prima.

Arellano establece que la producción de los objetos técnicos es el resultado de un conjunto de controversias y negociaciones científico-técnicas y que esta producción representa la construcción simultánea de objetos y de sujetos, de innovadores y usuarios. Alrededor de los objetos tecnológicos, existe un

incesante ajuste para su implantación, en el cual entran en juego tanto fundamentaciones técnicas como las fuerzas de los sujetos participantes, conformando pues, una trayectoria tecnológica donde se involucran intereses políticos, económicos y sociales.

La contribución de los trabajos de Phillip Le Veen y Alain de Janvry para la comprensión del cambio técnico (Ocampo, 2007), aportan la intervención de las empresas, las instituciones de investigación, los trabajadores y el Estado en el cambio donde el conflicto es una parte imprescindible de la explicación sobre la tecnología.

En el enlace de las dimensiones tecnología, cultura y territorio, se identifica a la sociedad expresada por medio de actores, que se denominan sujetos tecnológicos. La proyección compleja del proceso tecnológico, incluye la invención y el diseño, así como la producción y distribución, los estímulos y restricciones realizados desde la esfera de la política y el consumo.

De esta forma, cada aspecto es necesario para entender el proceso tecnológico, y entonces en cada fase aparecen diversos actores: los científicos y técnicos, en tanto inventores y diseñadores, conformando una comunidad especial; las empresas como productoras, innovadoras y distribuidoras, integrando parte de los resultados científico-tecnológicos y parte de esa comunidad especial; el Estado, en tanto actor destacado por su participación en diferentes fases de todo el proceso tecnológico; y los usuarios o consumidores de la tecnología que, en nuestro caso, se refiere a los productores agrícolas.

Estos son los sujetos tecnológicos, y a ellos corresponde, en términos de Ocampo (*Op cit.* 2007:35) un concepto de “paradigma tecnológico”.

Encontramos pues que, si bien ocurre una construcción de los biocombustibles en los países industrializados según sus intereses con la participación de actores de esas comunidades, la implantación a nivel local en otros países requiere el juego de los actores nacionales en sus sinergias y oposiciones, participación o exclusión, impulso y oposición.

Tal es el caso que, no obstante la generación de normativas en la gran mayoría de los países latinoamericanos y programas de introducción obligatoria de biocombustibles en varios de ellos en años recientes, en México esto no ha ocurrido así. Luego, se entiende que la integración del objeto tecnológico obedece a dinámicas locales, a las características agrarias, a las agroindustrias relacionadas con biocombustibles y por supuesto al régimen de los recursos petrolíferos y de refinación, entre otros factores.

La presente investigación, entonces, utiliza las herramientas del análisis de los estudios sociales de la tecnología, para encontrar en México, en relación con la implantación de los biocombustibles, a los actores, su participación y la influencia que ejercen para determinar los objetivos a los que se dirige la producción de este objeto tecnológico, así como en la determinación de las políticas públicas al respecto.

Las motivaciones para participar en la producción de biocombustibles son múltiples de acuerdo a la posición de los sujetos tecnológicos, y conforme a diferentes disposiciones sobre los recursos que tiene a la mano. Aunado a esto

se identifican diferentes grados de organización y acceso a las estructuras de intervención para la toma de decisiones.

Una primera observación es que el objeto a producir, los biocombustibles, tiene un consumo principal fuera de la esfera agrícola, en principio, por lo que su resultante y efecto recae en el área urbana.

La materia prima inicial es a partir de cultivos agrícolas comunes para múltiples y extensas áreas agrícolas ya desarrolladas, por lo que no necesariamente implica un cambio de sistema de producción agrícola y en ciertos cultivos no existiría novedad en la relación con la industria.

Para los científicos agrícolas, la generación de variedades y la técnica agronómica, se desenvuelven bajo los cánones tradicionales de su producción tecnológica a transferir a los productores. Y es más bien, en el ámbito de los científicos dedicados a la generación de tecnología para biocombustibles de segunda generación, en donde se involucran técnicas más sofisticadas pero cuyos fundamentos científicos ya están elaborados, pensando en las bases de la biotecnología. No se trata de instaurar una nueva disciplina científica.

En cuanto a los industriales, las transformaciones para los biocombustibles de primera generación son tecnologías ya conocidas y desarrolladas, factibles de ser mejoradas con innovaciones al alcance de su experiencia.

Sin embargo, las relaciones son nuevas con base en un motivo general de producción.

Y es ahí donde es necesaria la investigación social para identificar las motivaciones que mueven y hacen participar a los actores y a cuáles actores

hace participar, lo que se decanta en una política bioenergética que congrega las intenciones y visiones de los diferentes actores, que representa el peso de su participación, en un momento dado, y susceptible de cambiar en el corto o mediano plazos, según se logre una estabilización.

Sin la experiencia previa de la producción de biocombustibles a través de decenios como ha ocurrido en Europa y Estados Unidos de América, con escasos grupos de interés de productores excedentarios de maíz y sorgo, así como pequeños grupos de cultivadores de jatrofa en regiones de algunos estados de la República Mexicana y algunas empresas privadas extranjeras intersadas en invertir, que empujen a la producción de etanol carburante, con industriales del azúcar que prácticamente no participan de la producción de etanol, y la escasa difusión de las perspectivas para esta agroindustria, en realidad la perspectiva de producción de biocombustibles es una innovación en el horizonte de los actores sociales. El cómo se afronta, desde qué concepción, cómo se traducen los elementos técnicos, son factores que influencian la toma de posición y su participación o exclusión.

Políticas públicas

La perspectiva de los estudios sociales de ciencia y tecnología permitirá analizar cómo los actores sociales participan en la generación de una política bioenergética en la que se ve reflejada su fuerza conforme a su interpretación de los aspectos tecnológicos y las situaciones sociales.

Esta generación de política bioenergética procede hasta el momento en que conforma en una elaboración de toma de decisión de gobierno, que es el ámbito de la política pública y que requiere un análisis particular desde este enfoque.

En el caso de nuestro país en el que históricamente la participación del Estado tiene un peso enorme por sobre los demás actores, es insoslayable particularizar el modo en que retoma la actuación de los participantes para, a su vez, tomar decisiones e implementar la política cualquiera que esta sea. Los planteamientos teóricos a este respecto pueden ayudar a comprender los mecanismos que intervienen en el proceder del gobierno.

Aguilar (2004) centra el quehacer del análisis de las políticas públicas en la *decisión del gobierno*. Así, requiere que dicha decisión para que esté fundada debe contener indispensablemente elementos informativos, analíticos (jurídicos, económicos, organizacionales, políticos) y técnicos que puedan acreditar racionalidad. O sea, que sea capaz de demostrar que la opción de acción elegida para realizar los objetivos sociales preferidos sea factible, eficaz y eficiente.

Entonces se puede observar que la conducción de los derroteros para esa toma de decisiones y su operación no se restringe a un aspecto político, sino a una conducción racional, como condición de ser conducente y eficaz en la realización de sus objetivos. A lo que hay que añadir que tampoco se reduce a la asignación eficiente de los recursos, lo que traslada el énfasis hacia el carácter público de la decisión pública de gobierno, es decir de la participación

del ciudadano en el establecimiento de la política en cuestión y de la rendición de cuentas del gobernante.

Aclarando un poco, los diferentes actores que desde una perspectiva del análisis de la tecnología están construyendo una política bioenergética, lo están haciendo desde ya al estar plantando ciertos cultivos, impulsando cierta tecnología de transformación de la biomasa, u oponiéndose a su producción, bajo cierta traducción de contenidos tecnológicos y en un juego de negociaciones con otros participantes. Y el gobierno tiene en su actuación el privilegio de determinar, a través de una toma de decisiones, los recursos institucionales, presupuestales y técnicos a aplicarse en el territorio y para períodos determinados. Y no solamente esto, sino que implementará dicha política con la aplicación de determinados recursos en todos sus niveles.

Ahora bien, lo usual es que en este país el proceso de decisión ha sido invisible a la ciudadanía localizándose únicamente la opacidad y la autonomía del poder en su decisión de las políticas.

A partir de la alternancia en el gobierno y un ingreso a la democracia, supuestamente las condiciones para el interés y beneficio públicos se deberían haber acrecentado y dejado atrás la prevalencia de los intereses privados por sobre los públicos. Sin embargo, está aún por verse cómo concluirá reflejado en política este juego de actores e intereses.

Un ejercicio importante a este respecto, y que indirectamente afectó a la política en bioenergía, fue la discusión sobre el régimen y la explotación de los recursos

petrolíferos que redundó en legislaciones que abarcaron no sólo al petróleo sino también a las energías renovables.

La disciplina de Política Pública, dice Aguilar (2004) se ha desarrollado en México conforme a un proceso de recepción, crítica y readaptación por la administración pública y la ciencia política. Se distingue de la administración pública por el campo específico que es la decisión pública de gobierno, específicamente en el trabajo de información y análisis que sustenta la racionalidad de la toma de decisión y en el análisis que asegura la corrección de la decisión, a diferencia de la administración pública que tiene la tarea de la programación, organización y ejecución de la política.

Con respecto de la ciencia política, se distingue en cuanto a que ésta no estudia el proceso decisorio puesto que este implica consideraciones científico-técnicas irreductibles para la lógica del comportamiento político, aunque Política Pública se acerca a la ciencia política por cuanto incluye el conocer el proceso de decisión de los actores políticos y sus resultados.

Adicionalmente se hace notar que la trayectoria del análisis de las políticas públicas se había desarrollado en sus inicios aceptando el supuesto de una sociedad estable, con una dinámica previsible y un gobierno protagónico, poderoso y providencial, que resuelve problemas. Esto dio lugar al análisis de políticas de carácter operativo y no estratégico, es decir sin considerar la diferencia, la divergencia y la oposición abierta en determinados asuntos públicos.

Por su parte González (1999) se orienta al análisis de la política pública considerando, precisamente, que no es suficiente una noción centrada en la función gubernamental del ordenamiento de los intereses sociales o de la formulación de la oferta gubernamental a la sociedad. Y que además también resulta insuficiente que la sociedad se considere como un conjunto de actores que solo exigen su tajada de poder. Para este autor hay una complejidad mayor y se requieren propuestas analíticas nuevas, en las cuales se vuelva la mirada hacia el contexto social, mediante la participación pública sin que se constriña a la etapa de evaluación de impactos. Retoma la noción de política pública alejada del estatocentralismo o de la visión estrecha y juridicista de la autoridad pública, la política pública como la acción (o la no acción) por parte del Estado dirigida a cumplir ciertos objetivos. Es decir, debe surgir de una perspectiva pluralista, la política pública originada a partir de la diversidad de demandas sociales y propiamente de entre el conflicto de intereses de los diversos actores sociales.

En esta perspectiva se busca escapar de las trayectorias unilaterales y unilineales de las políticas públicas puesto que suponen un lugar único de nacimiento de estas: la autoridad gubernamental o los grupos sociales.

González, establece que, hoy en día, hay consenso en torno a la localización de la política pública, en un espacio eminentemente público, que ni es privado (particular y cerrado) ni gubernamental (legal-burocrático). La política pública se conjuga con una estrategia social ubicada en el conflicto de intereses y no en la cooperación, por lo que se asume como *acción pública*. Esta acción pública se

constituye por tres elementos: una distribución diversificada y variable de actores gubernamentales y no gubernamentales; una red de acciones y no acciones; y la orientación de la acción hacia la provocación de cambios sociales, aunque no necesariamente de innovaciones.

También se hace notar que en esta definición ampliada no se puede pasar por alto el hecho de que unas y otras políticas no existen aisladamente, lo que hace necesario su contextualización; y la configuración de "redes de políticas públicas" mediante las cuales es posible visualizar los componentes reales del proceso y del sistema de acción. Entonces, las políticas públicas, no son entidades fijas ni determinadas y condensan relaciones de poder, coaliciones, procesos de intercambio, influencias contextuales, múltiples reglas de juego, interdependencia de metas y valores, etc. A la vez son susceptibles de reproducir contradicciones, incongruencias y rupturas características de la vida social.

Asimismo, el autor establece los siguientes puntos de importancia en relación con la existencia de múltiples *públicos*:

- No hay una instancia organizadora neutra y tampoco una interacción equiprobable entre los múltiples actores
- No existe una relación instrumental entre el gobierno y los grupos o las clases sociales
- La burocracia ejerce una función activa en la organización de intereses, pero no se constituye en un monolito y tampoco impone resistencia y opacidad a las contradicciones que ocurren afuera.

Así, en la existencia de los mencionados múltiples *públicos*, cada uno de ellos intenta defender y en su caso hacer dominante un formato específico de colectividad, de bien común, de bienestar colectivo, de interés general o de interés público. Lo cual lleva a la situación de que los públicos entienden y legitiman de distinta manera el interés público; el cual no está preestablecido ni se impone homogénea o unitariamente.

Finalmente, no existe un espacio público, ni un interés público, sino muchos espacios públicos y muchos intereses públicos, cuyo encadenamiento produce un circuito multipolar complejo, siempre orientado en torno a puntos varios de decisión situados en el escenario de las autoridades públicas.

De esta manera, en un flujo variable y entrecruzado de arriba-abajo y de abajo-arriba, las políticas públicas apuntan a intereses, demandas o requerimientos que logran alcanzar un estatuto público y, por otra parte, han sido decantadas tanto en el proceso de conexiones y desconexiones que caracteriza el conflicto del cual proceden como en su inscripción concreta en la agenda pública. Es así que González (1999:28) cita a Poulantzas (1979): “ciertos intereses se hacen dominantes o hegemónicos: tienden a imponerse sobre los demás, pero su relativo éxito dependería de la construcción de liderazgos y de un ordenamiento del conjunto de intereses en el largo plazo, bajo una lógica de satisfacción de intereses básicos o relevantes de los actores no hegemónicos y de un sacrificio de ciertos intereses de corto plazo del actor hegemónico”.

Por último, citando a Lagroye (1994) González apunta que las políticas públicas son un tipo de acciones que se conciben como resultado de una interacción en

la cual participan múltiples agentes –gubernamentales y no gubernamentales- los que intervienen en función de sus propios intereses y con arreglo a sus concepciones de la vida social.

POLÍTICAS BIOENERGÉTICAS EN ESTADOS UNIDOS DE AMERICA, EUROPA Y BRASIL

La razón de este apartado es conocer las directrices que comandan el desarrollo de la bioenergía moderna en el mundo, con base en las políticas bioenergéticas de las potencias mundiales en la producción de este tipo de energía, particularmente de los Estados Unidos de América y la Unión Europea. Adicionalmente, en cuanto a la región latinoamericana, existe un actor preponderante en el ámbito de las energías renovables a nivel internacional que es Brasil. El análisis de este caso es indispensable incluirlo en cuanto juega un papel, para el contexto mundial, en la determinación de la eficiencia energética, precio y manejo ambiental.

Lo anterior concierne a México por ubicación geopolítica como vecino asociado de los EUA y como poseedor de grandes extensiones de tierra y gente dispuesta a trabajar en el campo, lo cual es una fuente potencial para bioenergéticos de primera generación, necesarios en una primera etapa del cambio energético. También le concierne en cuanto a su pertenencia a los diferentes organismos regionales que impulsan las energías renovables en Latinoamérica desde el ámbito energético (Organización Latinoamericana de Energía –OLADE-), el financiero (Banco Interamericano de Desarrollo –BID-), el intercambio de tecnología (Proyecto Mesoamérica) y el análisis socioeconómico (Comisión Económica para America Latina –CEPAL-).

De esta manera, no se pretende desarrollar un análisis de políticas comparadas sino la identificación de las tendencias en el entorno internacional para el despliegue de los biocombustibles de primera y segunda generación, y la repercusión que se desprende para el propio desarrollo de los biocombustibles en México.

La respuesta de los países industrializados a la situación de crisis energética y ambiental ha sido la búsqueda de la diversificación de la oferta energética –sobre todo en energías renovables-, al tiempo de la búsqueda de una menor dependencia en los recursos petrolíferos provenientes de zonas en conflicto, lejanas o de países no afines a sus intereses, con objeto de reducir la incertidumbre en el abasto y el sostenimiento de la competitividad en el plano internacional. De esta manera, los EUA y la UE han dado prioridad en sus estrategias a los combustibles con origen en la biomasa, como primera instancia para sostener el parque vehicular y su crecimiento; enseguida, dar tiempo al desarrollo de otras energías renovables con aplicaciones en la diversidad industrial y consumo doméstico. En este sentido los gobiernos, considerando los intereses de sus protagonistas económicos, han tomado un papel central en la orientación, regulación y estímulo para la implantación de los bioenergéticos durante los próximos decenios hasta la mitad del siglo XXI, lo que conduce a la economía y tecnología mundiales en este derrotero.

Como se indicó al principio de este capítulo, lo que se busca con este apartado es ubicar los elementos primordiales en la generación de la política bioenergética, con la claridad de que esta última tiene fundamento en la política

energética global para el país o comunidad en cuestión, y que está fuertemente determinada por la política ambiental, dentro de la cual sobresalen los programas que enfrentan el cambio climático, y del papel preponderante de la política agrícola.

Política Bioenergética de Estados Unidos de América

El contexto del desarrollo de la política bioenergética se sitúa en la actual estrategia energética de los EUA, misma que tienen las siguientes prioridades: la reducción drástica de la dependencia de petróleo extranjero; la promoción del uso de fuentes energéticas diversas, nacionales y sustentables; la reducción de las emisiones de carbono originadas por la producción y consumo de energía y el establecimiento de una bioindustria doméstica.

Con anterioridad a la actual política bioenergética de los EUA, se ha impulsado la producción de biocombustibles mediante mecanismos de estímulos, subsidios, apoyos y créditos para los integrantes de la cadena de producción. Estos mecanismos se han dirigido tanto al campo como a la transformación de la biomasa, las empresas productoras y las vendedoras de los combustibles fósiles, así como al consumidor mismo.

En los años recientes ha cambiado la magnitud y relevancia de la alternativa bioenergética, con base en los diagnósticos sobre energía que resaltan la dependencia de la economía estadunidense en los combustibles fósiles del exterior, y por supuesto, de su precio inestable y la incertidumbre del suministro en situaciones adversas en el Medio Oriente.

En particular, para la continuidad y crecimiento del parque vehicular actual, la biomasa es la única fuente renovable capaz de sustituir el uso de combustibles líquidos. En este sentido, la búsqueda de un portafolio de opciones entre las energías renovables proyecta a los biocombustibles líquidos para el transporte, siempre y cuando se satisfagan las condiciones:

- que los diferentes biocombustibles suministren una energía comparable a la de los combustibles fósiles,
- que sean suceptibles de una fácil integración a la infraestructura ya existente para los combustibles fósiles, y
- que los costos sean competitivos con los del petróleo en un determinado horizonte de planeación.

Con los biocombustibles como opción en el corto plazo para la sustitución de un porcentaje del consumo de petróleo, se pretende contribuir de manera importante con los ejes de la estrategia de seguridad energética cumpliendo con energía “limpia, asequible y segura”.

El incremento drástico en la producción de biomasa es un factor primordial para la obtención de los volúmenes de combustibles objetivo, pero cabe considerar que la política no solo se orienta a la producción de las materias primas para la producción de biocombustibles líquidos, sino que se incluye en un mismo nivel el desarrollo de tecnologías para bioproductos y bioenergía a utilizarse en otros sistemas distintos al transporte (calor, enfriamiento y electricidad).

Con base en la revisión de Rothkopf (2007) y del Plan del Programa Multianual de Biomasa (Office, 2009) para identificar la secuencia de la legislación e

iniciativas sobre bioenergía, se puede establecer un panorama de la normativa que da lugar a la política bioenergética del gobierno de EUA.

La Ley de Aire Limpio de 1990 introdujo los Programas de Combustibles Oxigenados y el Programa de Gasolinas Reformuladas, así como la utilización de los oxigenantes etanol y metil terbutil éter (MTBE) para alcanzar los requerimientos establecidos por dichos programas. Las sucesivas enmiendas a esa Ley se han conducido hacia la reducción de emisiones de los vehículos mediante el uso de combustibles "ambientalmente amigables". Debido a percances en contaminación al manto freático, se ha eliminado el uso del MTBE, a causa de sus propiedades carcinogénicas, y se ha impulsado su sustitución por el etanol.

Es a partir de la Ley de Política Energética de 2005 que se brinda apoyo en la inversión y desarrollo de las energías renovables y se crean programas e incentivos fiscales para la industria del etanol y del biodiésel, tales como pruebas, evaluaciones, créditos fiscales y apoyo para adquisición de materias primas; especialmente se hace exenciones de impuestos por $0.51 dólares por galón para etanol mezclado en la gasolina.

Las enmiendas a la ley han ordenado a la Agencia de Protección del Medio Ambiente (EPA) la creación del Estándar de Combustibles Renovables (RFS) que determina un contenido específico de combustible renovable en sustitución de la adición de oxigenantes, encargada de exigirlo a partir de 2006, cuya última emisión se ha realizado en el año 2010 conforme al siguiente cuadro descriptivo:

Cuadro 1. Metas anuales para volúmenes de aditivos renovables en el programa RFS

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Galones (miles de millones)	4.0	4.7	5.4	6.1	6.8	7.4	7.5
Litros (miles de millones)	15.1	17.8	20.4	23.1	25.7	28.0	28.4

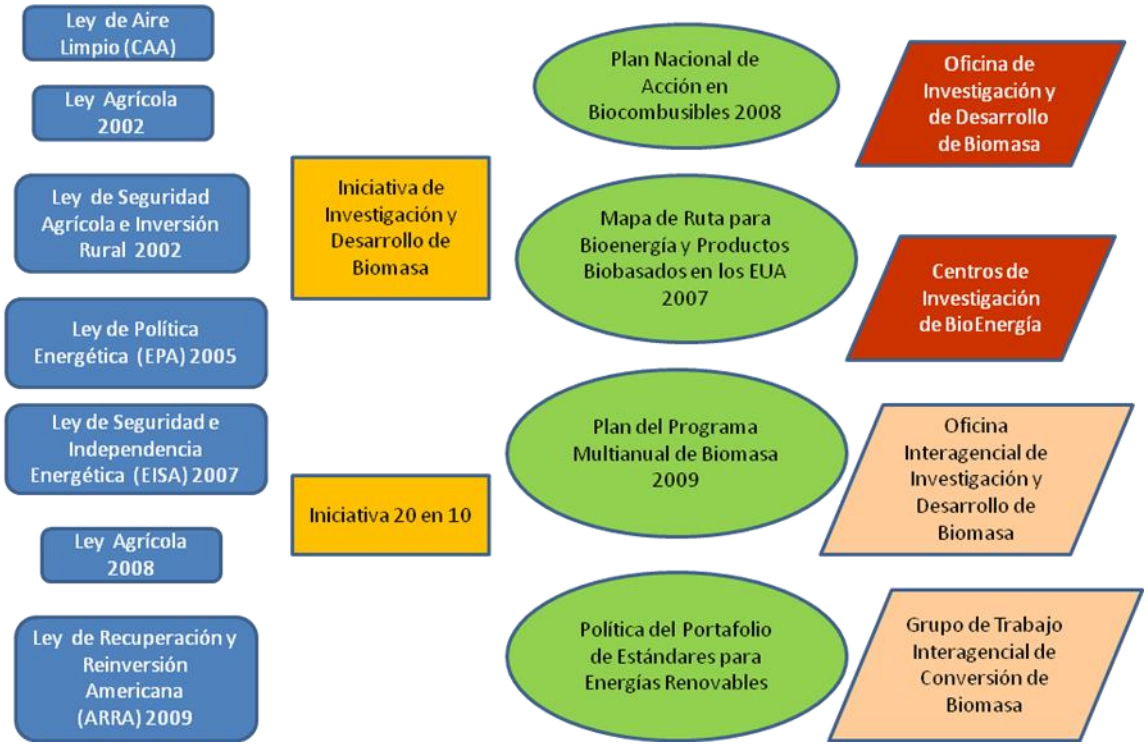
Fuente: EPA-RFS citado por Rothkopf, 2007 Garten Rothkopf. 2007. A blueprint for green energy in the Americas . Strategic Analysis of opportunities for Brazil and the hemisphere.

En el año 2007 el presidente George W. Bush lanzó la iniciativa “20 en 10” para la reducción de un 20% del consumo de gasolina en el lapso de los siguientes 10 años, lo que elevaría a 35,000 millones de galones la producción de combustibles alternativos y renovables, con el consecuente apoyo para la investigación, desarrollo y proyectos de escala comercial.

La Figura 1 permite visualizar el conjunto de regulaciones y entidades que intervienen en la investigación y desarrollo de los biocombustibles.

Con base en la proyección realizada por el Comité Técnico Consultivo de Investigación y Desarrollo de Biomasa denominada Visión para la Bioenergía y los Productos Biobasados en los Estados Unidos, inicialmente elaborada en 2002 y actualizada en 2006, la meta y obligatoriedad para este país es alcanzar la introducción de 36 mil millones de galones de biocombustibles por año al 2022 de los cuales se considera que 16 mil millones provengan de fuentes celulósicas. (BRD&I. 2006), lo cual modifica el período meta para la iniciativa “20 en 10”.

Figura 1. Legislación, iniciativas, planes y agencias relacionadas con la bioenergía en los Estados Unidos de América



Fuente: Elaboración propia

Con objeto de coordinar los diferentes Departamentos, Agencias y Oficinas del Gobierno Federal para actuar bajo una misma dirección el Gobierno Federal ha conformado el Plan Nacional de Acción en Biocombustibles el cual contempla las áreas de acción:

- Producción de materias primas
- Logística para las materias primas
- Ciencia y tecnología de la conversión
- Infraestructura de distribución
- Mezclado

Asimismo, contempla las áreas de acción que atraviesan la actividad de las áreas productivas:

- Sostenibilidad
- Medio ambiente, salud y seguridad (BRD&I. 2008).

En este contexto, se consideran fuentes de materia prima de primera generación al maíz y la soya; de segunda generación los residuos agrícolas y forestales; y de tercera generación las algas, pastos perennes y árboles de rápido crecimiento. Para ello se realiza una fuerte investigación y desarrollo tecnológico para estos materiales en cuanto a su impacto ambiental, identificación y localización de materiales genéticos, e incremento de rendimientos y conversiones. Asimismo, la generación de tecnología para el suministro de las materias primas a las industrias transformadoras, que cumpla con los requerimientos de disminución de mano de obra y de costos de combustibles. El papel de la biotecnología, especialmente para fuentes celulósicas, es preponderante mediante la reingeniería de plantas, enzimas y microorganismos. Por último se hace énfasis en la formación de personal calificado tanto en el área científica y técnica como en la industrial, planteándose la colaboración de gobierno y universidades mediante la creación de programas avanzados en formación de capital humano.

Política Bioenergética de la Unión Europea

Existe el antecedente de que el Consejo Europeo desde 2001 había convenido estrategias comunitarias para el desarrollo sustentable, entre las cuales se

comprende medidas para desarrollar a los biocombustibles, así como la resolución de 1998 aprobando la estrategia y el plan de acción de la Comisión a favor de fuentes renovables de energía.

La Comisión también fijó el reemplazo de un 20% de los carburantes en el transporte por carburantes sustitutos hacia el año 2020 (Libro Verde) (Comisión Europea, 2001a). El “Libro Verde” fue adoptado por la Comisión Europea en noviembre de 2000. En él se señala que en la prioridad de ofertar energía, está la lucha contra el cambio climático y que el desarrollo de las energías nuevas y renovables, entre las que se cuentan a los biocarburantes, es la clave del cambio. De manera que se pase de un 6% de participación en el balance energético hacia un 12%, lo cual debe lograrse mediante medidas financieras.

El Libro Blanco de 2001 (Comisión, 2001) sobre la política hacia los transportes se planteaba un horizonte hacia el año 2010. Visualizaba la alternativa de los biocarburantes como una de las alentadoras “energías de sustitución” junto con el gas natural para el medio y largo plazos y el hidrógeno a más largo plazo. En ese sentido se proponía impulsar una directiva destinada a introducir paulatinamente un porcentaje mínimo de un 2% de consumo obligatorio de biocarburantes en una primera etapa y para el año 2010 alcanzar un 6%. También planteaba para la comunidad reducciones fiscales aplicadas a los biocarburantes en apoyo de la Directiva propuesta.

Como resultado de los fundamentos y las propuestas vertidos en los Libros Verde y Blanco del 2001 mencionados, la Directiva 30 de 2003 del Parlamento Europeo estableció la referencia de un 2% como mínimo en la proporción de

biocombustible en la mezcla con base en el poder energético, a aplicarse tanto a la gasolina como en el diésel para el 31 de diciembre de 2005; así como el 5.75% en función del poder energético en la cantidad total de gasolina y diésel puesta en venta para el mercado con fines de transporte, a más tardar el 31 de diciembre de 2010.

Si bien existe una larga tradición en el uso de biocombustibles en Europa, el impulso para un crecimiento a gran escala surge de la Directiva 30 del año 2003 (Directive 2003/30). En ella se establecen las circunstancias y fundamentos para la determinación de imponer una proporción de biocombustibles en la mezcla con la gasolina y diésel de origen petroquímico, así como las condiciones en que se tendrá que desarrollar la agroindustria y su mercado. Sienta, entonces, las bases para la creación de las instancias, instituciones, entidades y programas para responder a las metas de introducción. La Directiva toma en consideración la casi total dependencia con respecto al petróleo del sector transporte, la necesidad de reducir la energía importada y lograr una seguridad del abastecimiento, y el reconocimiento de la ya existente introducción de biocarburantes en una proporción de 10% en algunos países.

El avance en las propuestas de la Comisión Europea se dio mediante la Estrategia Europea para los Biocarburantes, que al igual que el Plan de Acción de Biomasa es un documento tipo Comunicación, es decir, una propuesta para el Consejo y para el Parlamento con el fin de que se pueda legislar al respecto.

La Comisión elaboró en 2005 el Plan de Acción sobre la Biomasa (Comisión, 2005) en el cual se proponen medidas que se agrupan como sigue:

- Biomasa para calor y electricidad:

Propuestas legislativas con respecto a energías renovables, y enmienda a directivas en la construcción; modernización de equipo para mayor eficiencia y consumo de biocombustible; y ofrece apoyos a la utilización de biomasa en la producción de calor y electricidad.

- Biocombustibles para el transporte:

Revisión de la directiva de biocombustibles de 2003; apoyo a los biocombustibles de segunda generación; promoción de vehículos limpios que incluyan mezclas con biocombustibles; realización de negociaciones con países productores de etanol; propuesta de enmiendas al estándar de biodiésel para permitir mayor introducción; y evaluación de los impactos del contenido de etanol y biodiésel en gasolina y diésel.

- Temas transversales:

La Comisión propone evaluar la implementación de esquemas de cultivos energéticos, financiar campañas de promoción de los cultivos y un plan de acción forestal; asimismo, la evaluación del impacto de las industrias forestales y de residuos, y facilitar su introducción como combustibles limpios, entre los que incluye la producción de *pellets* y *chips;* también propone revisar la legislación para facilitar la aprobación para utilizar subproductos animales en la producción de biogás y biocombustibles; y por último impulsar la introducción de biomasa en los planes nacionales.

- Investigación:

  En este sentido la Comisión propone continuar el apoyo a la plataforma tecnológica de los biocombustibles; particularmente sobresale el dar una alta prioridad en la investigación al concepto de “biorrefinería”, de manera que se busquen usos provechosos para todas las partes de las plantas; de igual manera plantea dar alta prioridad a la investigación en biocombustibles de segunda generación.

En la Estrategia Europea para los Biocarburantes, se retoman punto por punto las propuestas del Plan de Acción de Biomasa y particulariza en los biocombustibles líquidos para el transporte. En ello se tomó en consideración el trabajo realizado por el Grupo de Alto Nivel CARS21 el cual trabajó recomendaciones de políticas y marcos regulatorios para el corto, mediano y largo plazos para la industria automotriz. Entonces, la Estrategia de Biocarburantes tiene por objetivos:

- La promoción de los biocarburantes en la UE y en los países en desarrollo así como garantizar que su producción y consumo sean positivas para el medio ambiente
- Preparar la utilización a gran escala de biocarburantes bajo costos competitivos y la investigación en biocombustibles de segunda generación
- Estudiar las oportunidades para los países en desarrollo

Entre las actividades sobresalientes dentro de los ejes políticos de la Estrategia de Biocarburantes se pueden mencionar la revisión de la Directiva 2003 para la meta de introducción; el trato favorable a los biocombustibles de segunda generación; estudios de impacto sobre el medio ambiente, cultivos de materias primas, desarrollo de un plan de acción forestal; modificación de la norma de biodiésel para introducir nuevas fuentes de biomasa y apoyo para la producción de biocombustibles a países en desarrollo.

Con base en estos dos últimos Comunicados fue elaborada la Directiva 28 de 2009 del Parlamento Europeo (Directive, 2009), en cuyo contenido se considera la necesidad de establecer las metas en la introducción de energías renovables a nivel de los Estados miembros con base en los puntos de partida de la participación de energías renovables, para de esta manera lograr incrementos similares en los diferentes países de la Comunidad. Además da obligatoriedad a las metas de introducción de biocombustibles con el objeto de dar certidumbre a las inversiones.

- En cuanto a la proporción del 20% de energías renovables como meta objetivo, se procura mantenerla para asegurar consistencia en las especificaciones y la disponibilidad de biocombustibles.
- Se redefine la obligatoriedad del objetivo de un 10% de participación en el transporte para ser alcanzado por los Estados Miembros como la proporción de energía final consumida en el transporte a partir del total de energías renovables y no solo de los biocombustibles.

- En cuanto a la biomasa, se da mayor promoción a las reservas de madera y el desarrollo de nuevos sistemas forestales.
- En buena parte el contenido de la Directiva se orienta a establecer un cálculo preciso y transparente para las proporciones meta, y la forma de definir las fuentes de energía en los cálculos.
- La Directiva establece una estructura común para la promoción de la energía de fuentes renovables y establece objetivos nacionales obligatorios para la proporción total en la participación de energías renovables y para energía de fuentes renovables en el transporte.
- Establece reglas relacionadas con las estadísticas para los Estados miembros y los proyectos conjuntos que lleven a cabo entre sí, así como con terceros países.
- Con particular atención establece los criterios de sustentabilidad para los biocombustibles y biolíquidos.

El documento determina la participación de los integrantes de la Comunidad en el objetivo de introducción de energías renovables conforme a la descripción presentada en el cuadro 2.

Los estados miembros se asegurarán de que la proporción de energía de fuentes renovables sea de al menos 10% del consumo final de energía en todo tipo de transporte.

Para lograr las metas anteriores, los estados miembros deberán generar un plan de acción nacional para la energía renovable en el que se incluyan los

objetivos para el 2020 en la proporción de energía renovable a utilizarse en el transporte, electricidad, calentamiento y enfriamiento, tomando en cuenta el efecto de las medidas de eficiencia energética consideradas para alcanzar dichos objetivos nacionales.

Cuadro 2 Participación de fuentes de energía renovable en los países de la Unión Europea

	Participación de fuentes de energía renovable en consumo final bruto de energía, 2005	Participación meta para fuentes de energía renovables en consumo final bruto de energía, 2020
Bélgica	2,2 %	13 %
Bulgaria	9,4 %	16 %
Republica Checa	6,1 %	13 %
Dinamarca	17,0 %	30 %
Alemania	5,8 %	18 %
Estonia	18,0 %	25 %
Irlanda	3,1 %	16 %
Grecia	6,9 %	18 %
España	8,7 %	20 %
Francia	10,3 %	23 %
Italia	5,2 %	17 %
Chipre	2,9 %	13 %
Letonia	32,6 %	40 %
Lituania	15,0 %	23 %
Luxemburgo	0,9 %	11 %
Hungría	4,3 %	13 %
Malta	0,0 %	10 %
Holanda	2,4 %	14 %
Austria	23,3 %	34 %
Polonia	7,2 %	15 %
Portugal	20,5 %	31 %
Rumania	17,8 %	24 %
Eslovenia	16,0 %	25 %
Republica Eslovaca	6,7 %	14 %
Finlandia	28,5 %	38 %
Suecia	39,8 %	49 %
Reino Unido	1,3 %	15 %

Fuente: Directiva 28 de 2009 del Parlamento Europeo

La directiva dedica su artículo 17 a los criterios de sustentabilidad para los biocombustibles y los biolíquidos en términos de ahorro en emisiones y de acuerdo a la fecha en que fuera construida la fábrica de transformación de la biomasa, que van de un 50 a un 60% entre el año 2008 al 2018.

Los subsidios que la Unión Europea está brindando para la producción de biocombustibles se pueden relacionar como sigue:

- Utilización de tierras retiradas para la producción de biocarburantes
- La remolacha azucarera cultivada para producir bioetanol exenta de cuotas
- Producción de alcohol como subvencionable tanto en tierras retiradas como con la prima por cultivos energéticos
- PAC 2003 - Ayuda especial para los cultivos energéticos con una prima de 45 € por hectárea con límite máximo garantizado de 1.5 millones de hectáreas

Política Bioenergética de Brasil

Con el fin de reducir los impactos de la total dependencia de combustibles derivados de petróleo y utilizar los excedentes de producción de la industria azucarera, el gobierno brasileño determinó, mediante el Decreto 19.717 de 1931, la mezcla de un mínimo de 5% de bioetanol anhidro en la gasolina, inicialmente a la gasolina importada y posteriormente a la gasolina producida localmente. La proporción de bioetanol en la gasolina varió a lo largo de las décadas siguientes, situándose en una media de 7.5% hasta 1975, cuando la

crisis de precios de petróleo obligó a expandir el empleo del biocombustible en los motores.

El Gobierno Federal instituyó el Programa Nacional de Alcohol (Proálcool) mediante el Decreto 76.593 del 14 de noviembre de 1975, creándose la Comisión Nacional de Alcohol (CNA) y determinó una paridad de precio entre el bioetanol y el azúcar cristal *standard*. En ese contexto fueron establecidas como metas de producción 3 mil millones de litros de bioetanol para 1980 y 10.7 mil millones de litros para 1985. Se implementaron incentivos para expandir la producción y el uso de bioetanol combustible, incrementándose su adición a la gasolina. En 1979, con la nueva elevación de los precios de petróleo, el Proálcool fue intensificado con el Decreto 83.700 de 1979 con la creación del Consejo Nacional del Alcohol (CNAL) que da conducción a Proálcool, y de la Comisión Ejecutiva Nacional del Alcohol (Cenal) responsable de la implementación del programa, con lo que logró rebasar la meta en un 8%.

Los incentivos adoptados por Proálcool en esa época, incluyeron:

- Definición de niveles mínimos en la proporción de bioetanol anhidro en la gasolina que fueron progresivamente elevados hasta alcanzar 25%
- Garantía de un precio al consumidor para el bioetanol hidratado menor que el precio de la gasolina
- Garantía de remuneración competitiva para el productor de bioetanol (subsidio de competitividad)

- Apertura de líneas de crédito con empréstitos en condiciones favorables para los industriales que incrementaran su capacidad de producción
- Reducción de impuestos (en la venta de vehículos nuevos y en el licenciamiento anual) para los vehículos a bioetanol hidratado
- Establecimiento de la obligatoriedad de la venta de bioetanol hidratado en las estaciones de servicio
- Mantenimiento de reservas estratégicas para asegurar el abastecimiento en la entrezafra.

A partir de 1999 se pasó a operar un nuevo modelo de relaciones entre los productores de caña de azúcar, productores de bioetanol y empresas distribuidoras de combustible en el que prevalecen las reglas de mercado actualmente adoptadas en el país. Del cuadro original de medidas legales y tributarias que permitieron consolidar al bioetanol combustible en Brasil, permanece vigente solamente la tributación diferencial del bioetanol hidratado y de los vehículos a bioetanol, que procuran mantener en condiciones paritarias para el consumidor el uso de bioetanol hidratado y la gasolina.

La ley 9.478 de 1997 crea el Consejo Nacional de Política Energética (CNPE) cuyas atribuciones incluyen el establecimiento de directrices para programas específicos de uso de los biocombustibles

La Agencia Nacional del Petróleo (ANP) renombrada por la Ley 11.097 de 2005 como Agencia Nacional del Petróleo, Gas Natural y Biocombustibles, tiene atribuciones para la promoción, regulación, contratación y fiscalización de las

actividades económicas de los biocombustibles, debiendo implementar la política nacional de biocombustibles. Entre sus competencias está la de especificar la calidad de los biocombustibles.

También se ha constituido el Consejo Interministerial del Azúcar y el Alcohol (Cima) por medio del Decreto 3.546 del 2000, el cual delibera sobre las políticas relacionadas con las actividades del sector sucroalcoholero, considerando, entre otros los siguientes aspectos:

- Una adecuada participación de los productos de la caña de azúcar en la matriz energética nacional
- Los mecanismos económicos necesarios para la autosustentación sectorial
- Desarrollo científico y tecnológico del sector.

Entre sus atribuciones está la definición y la periódica revisión de la proporción de bioetanol en la gasolina, dentro de la faja entre el 20 y el 25% a nivel de estación de servicio.

En la actualidad, 5.5 millones de vehículos brasileños (con motores para bioetanol hidratado y motores flexibles) el equivalente a cerca del 20% de la flota circulante de 25.6 millones de vehículos pueden utilizar regularmente este biocombustible. Se espera que para 2010 la flota de vehículos aptos para bioetanol alcance los 9 millones de unidades, correspondiendo a un 32% de la flota prevista para este año.

A partir de 2003 fueron lanzados comercialmente en Brasil, vehículos automotores flexibles capaces de utilizar gasolina con 20 a 25% de etanol

hidratado puro e incluso mezclas de estos dos combustibles en cualquier proporción. (Joseph Jr. 2007 citado en BNDES, 2008)

En Brasil las estaciones de servicios brindan (BNDES, 2008):

- Gasolina regular y Premium con octanaje de 87 y 91 respectivamente, ambas con una proporción de etanol anhidro entre el 20 y 25% (desde 1980) conforme a la decisión del gobierno federal, empleadas en los vehículos con motor a gasolina.
- Etanol hidratado con un octanaje medio superior a 110 en vehículos aptos para su uso con motores para este combustible (hasta un 100%) o motores *flex-fuel* (a partir de 2003) con capacidad de usar cualquier mezcla de etanol hidratado y gasolina con etanol.

Dos factores fundamentales para el éxito del uso de bioetanol en Brasil, diferencian la experiencia brasileña de la de los otros países, que son su amplia cobertura geográfica y el elevado número de estaciones de servicio que comercializan el producto. Sin una determinación política para crear tal infraestructura y sin el apoyo de las empresas de distribución de combustibles y de Petrobras, que durante años se responsabilizó de la adquisición, mezcla y distribución de bioetanol puro en mezcla con gasolina, la experiencia brasileña con bioetanol no tendría la importancia actual.

La política de producción de caña de azúcar no se restringe a la producción de etanol sino que se configura en la producción de otros productos como sigue:

- Bioelectricidad

- Cogeneración
- Bonos de carbono
- Otros productos
    - Industria sucroalcoholera
    - Industria química y alimenticia
    - Alcoquímica
    - Plásticos biodegradables

Elementos para una Política Bioenergética en Mexico

Existen elementos comunes en la elaboración de las políticas bioenergéticas revisadas en este apartado, de los cuales algunos son de principal interés con respecto a las implicaciones que pueden tener para el contexto internacional del despliegue de los biocombustibles y en particular que pueden influir la elaboración de una política en el territorio mexicano.

Inicialmente cabe hacer notar que hay una trayectoria en el uso de biocombustibles en las regiones involucradas que puede remontarse a varias décadas, de un nivel modesto en el caso de los países industrializados y de gran impacto en el de Brasil. Experiencia y avance técnico que en el cambio de matriz energética se presenta como parte de una estrategia a través de los programas de energías renovables. En ellos, se posiciona la bioenergía como parte de un abanico de alternativas que ocupan su lugar en el espacio, pero también en el tiempo.

La bioenergía se proyecta estratégicamente en el corto y mediano plazos, en tanto se desarrollan alternativas más eficientes en la captura de energía y que brinden mayor mitigación en las emisiones. Mientras tanto se satisfacen los intereses industriales, agroindustriales y automotrices.

Lo que prepondera en las uniones nacionales es la política energética: se requiere romper la dependencia de petróleo condicionado por su situación geográfica y por su situación política, a la vez que se requiere impactar en el precio. Otras fuentes de energía no lo pueden lograr en el corto y mediano plazos. Para mover el transporte, la bioenergía puede entrar en lo inmediato y para otras industrias lo puede hacer en el mediano plazo.

Cabe también resaltar el papel rector y regulador que está teniendo el Estado en todos los casos. Enarbola el cambio, le da dirección y certeza. No lo hace solo sino concertadamente, con el empuje de los grupos de interés en la producción de granos y cultivos bioenergéticos, la industria automotriz, y la agroindustria. Se estrecha la coordinación con la política agrícola para la disposición de las tierras necesarias; y por supuesto con la política científica.

A la vez, es común a estas políticas el mecanismo de subsidio para implantar los biocombustibles líquidos para el transporte, en todos los eslabones de la cadena se localiza modalidades de exención de impuestos y el apoyo directo en el precio.

Una vez logrado un sistema de distribución, la continuación de la cadena, un volumen de consumo, se ha pasado a la obligación de su introducción con lo que se da permanencia al sistema instaurado.

A la par con los estímulos internos, se da protección a la producción nacional mediante altos aranceles a la importación del biodiésel o del etanol anhidro. La disputa por el mercado internacional se posterga en tanto se pueda llegar a la obtención de excedentes, como ocurrió con los alimentos en la posguerra en el siglo XX.

En el mismo rango de los biocombustibles líquidos para el transporte, los programas nacionales buscan la diversificación en la utilización de la energía mediante su uso en la electricidad, biomasa sólida o biogás. Se ha puesto mayor atención a los primeros en el debate mundial, pero las modalidades de participación según la región o país, pueden hacer crecer su participación en buena proporción.

El elemento sobresaliente es el claro objetivo de generar una "industria doméstica" que en mucho explica la orientación entre los biocombustibles. La agroindustria, como lo hemos visto con Goodman *et al.* encuentra un filón para la ganancia, se abren expectativas enormes que rebasan la agroindustria alimentaria. Y la obligación de introducción es la garantía de estabilidad, de certeza para invertir, de tener un mercado local. Se dejan de hacer egresos a países petroleros, para impulsar la agroindustria local. Y en cuanto se orienta a las fuentes lignocelulósicas, el papel de la biotecnología es de máxima relevancia. De lo que se desprenden los amplios programas de investigación científico-tecnológica para el diseño de las plantas, el diseño de las enzimas y el diseño de la transformación por vía biotecnológica. De manera particular la

agroindustria brasileña hace su parte en estos mecanismos para lograr un papel hegemónico en el mercado mundial naciente.

Estos elementos comunes descritos hasta ahora se conjugan para influir sobre el derrotero de la bioenergía en México. En primer lugar, los países a la cabeza de la bioenergía tienen ventajas en la experiencia de producción, pues su planeación considera los enlaces entre sectores y políticas, la inversión en investigación responde al interés de lograr los objetivos y se tiene una escala de inversión, todos apoyados por el Estado. Lo anterior deriva en el entendimiento de procesos, mecanismos, costos, *know how* y patentado del conocimiento.

Las grandes empresas transnacionales con sede en los países industrializados que adquieren la experiencia y conocimiento en esta agroindustria pueden ver a México como un sitio atractivo a la inversión por las condiciones favorables de política económica, mano de obra y recursos naturales.

Por otra parte, se impone la segunda generación de biocombustibles, de los lignocelulósicos, que conlleva una mayor eficiencia energética y disminución de costos. Se requerirá de transferencia de tecnología para acceder a esta segunda generación, que a la vez requiere que existan los recursos humanos en la investigación y desarrollo tecnológicos, ingenieros dentro de la industria y expertos en el manejo empresarial.

En conjunto, estos países están definiendo la composición del mercado internacional y el precio de los biocombustibles líquidos para el transporte.

En caso de que México obligara la introducción de un porcentaje de etanol a las gasolinas en condiciones de apertura al exterior, habría la posibilidad de que los

EUA pudieran colocar sus excedentes de producción, puesto que sus niveles de subsidio y de costos hacen que puedan tener el precio más bajo en el mercado internacional.

Adicionalmente, el papel que juega México bajo la cobertura del Acuerdo para la Prosperidad y la Seguridad de América del Norte (ASPAN) ilustra el análisis de Vargas y Rodríguez (2006) al respecto de que como parte de las propuestas de política energética en Estados Unidos y de la iniciativa tripartita, los combustibles renovables, la eficiencia energética y, en general la tecnología, se han incorporado a la propuesta, pero que el verdadero interés sigue estando en controlar los flujos físicos de hidrocarburos y acaparar las rentas económicas de los países productores. Los investigadores establecen que profundizar el modelo de integración existente significará para México, la continuidad del patrón de integración asimétrica basado en un papel de productor de materias primas (petróleo) bajo una condición rentista; enseguida, una mayor dependencia de productos refinados, petroquímicos y de gas natural; y finalmente cumplir la nueva asignación al convertirse en una plataforma de exportación de gas natural licuado (GNL) y electricidad al mercado estadunidense con todas las implicaciones que esto tiene en términos de su seguridad y soberanía nacionales.

En lo que respecta a Europa, lleva a cabo colaboración en estudios sobre el potencial de la biomasa en nuestro país a través del proyecto Biotop del 7º Programa Marco. Esto es, la localización y la capacidad de las diferentes formas de biomasa y de acuerdo con las tecnologías actualmente disponibles,

el cálculo de su procesamiento a biocombustibles. Esto contribuye a orientar la política a seguir y sentar las bases para una planeación, a la vez de identificar de oportunidades tanto para inversionista nacionales como extranjeros.

Considerando además, que la visión del mercado europeo, a diferencia del norteamericano que es de autosuficiencia, busca su complementación con la producción de terceros países, esto abre la posibilidad de participación por productores nacionales para la exportación de la producción.

En cuanto a Brasil, tiene importancia los logros obtenidos en campo y fábrica en la agroindustria azucarera desde que comenzó el programa Proálcool a la fecha. En tanto que, por una parte, los niveles de eficiencia energética y de mitigación de GEI de la caña de azúcar son los más elevados para los cultivos bioenergéticos, y que en México se ha diagnosticado al cultivo de la caña de azúcar como el de mayor viabilidad, el intercambio científico-tecnológico y de transferencia de tecnología tendría que ser un elemento importante en la elaboración de un política bioenergética en México. Adicionalmente, Brasil ha elaborado programas de participación de los productores de la agricultura familiar sin precedente en la producción de los biocombustibles, que en la semejanza de productores nacionales campesinos, pudieran ser tomados en consideración para la experiencia local.

Finalmente, en consideración de que existen una serie de organismos internacionales a los que pertenece México o tiene relación, y que participan en la promoción de la bioenergía desde diferentes perspectivas, sería probable que pudieran tener alguna colaboración en la generación de la política bioenergética

de México. Aunque sus programas o iniciativas son de reciente cuño y habrá que esperar sus primeros avances y consolidación, así como el acercamiento de nuestro país para lograr dicha colaboración.

Tal es el caso de ONU-Energía, que es un organismo de cooperación para todas las agencias de Naciones Unidas que contribuye en las soluciones energéticas, creado a partir de la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible de 2002 (CMDS) realizada en Johannesburgo, Sudáfrica. Su objetivo es contribuir a las discusiones internacionales sobre las estrategias y políticas necesarias para asegurar el desarrollo económico sostenible y equitativo de la bioenergía en los años venideros. En este se localiza la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) que ha creado varios programas:

- Plataforma Internacional de Bioenergía (IBEP)
- Bioenergía y Seguridad Alimentaria (BEFS)
- FAO – Global Bioenergy Partnership (GBEP) en colaboración con la OCDE

Por otra parte la Conferencia de Naciones Unidas para el Comercio y el Desarrollo (UNCTAD) ha lanzado su Iniciativa de los Biocombustibles.

TRAYECTORIAS TECNOLOGICAS

En este capítulo se establecen las vertientes con las que, en el aspecto tecnológico, los países industrializados están marcando la orientación de la producción de biocombustibles y que, dado el dominio del mercado y de las inversiones de las grandes empresas en los países menos desarrollados, están orientando las actividades de los sujetos tecnológicos locales.

Nuevamente y considerando la perspectiva de este análisis, las vertientes del aspecto tecnológico como se mencionó arriba, son resultantes de procesos de negociación entre los actores en los países industrializados, por lo que se les denomina trayectorias tecnológicas. Aquí, se contemplan los aspectos que se han considerado primordiales en la definición de las trayectorias, considerando en primer término las llamadas generaciones de biocombustibles, la certificación de la producción de los biocombustibles y la generación de estándares. Precisamente, en la actualidad se encuentran en definición pues hay diversos elementos que aún no se estabilizan y que permanecen en el debate por los actores sociales. En términos de los estudios sociales de la ciencia, aún entran a ser “cajas negras”, que no están sujetas a discusión.

Así, es pertinente para el análisis de la situación en México, comprender la manera en que globalmente se están construyendo los objetos, puesto que como se ha señalado en el capítulo anterior, dada la preponderancia de los programas bioenergéticos de los países industrializados principalmente, estos ya marcan un contexto general de implantación.

Generaciones de Biocombustibles

Una primera instancia de clasificación de los biocombustibles es a partir de las características de la fuente de biomasa: biomasa forestal, biomasa herbácea, biomasa de frutos y semillas y otros. Las cuales pueden ser cultivadas como plantaciones forestales energéticas y cultivos bioenergéticos. En otro rubro pueden ser subproductos de las actividades forestales, agrícolas o agroindustriales. Por último, se localizan los residuos de las actividades anteriores y los desechos municipales (FAO, 2004).

En términos comerciales, la clasificación se puede establecer a partir del procesamiento de dicha biomasa. Biocombustibles primarios son aquellos donde el material orgánico es usado esencialmente en su forma natural, como es cosechado u obtenido, los que se consumen directamente en la cocina, en la generación de calor o en la producción de electricidad, incluso con usos industriales de pequeña y gran escala. Enseguida, los biocombustibles secundarios o procesados en forma de sólidos (v.g. carbón), líquidos (v.g. alcohol, aceite vegetal) o gas (v.g. biogás) y que se utilizan con altas tasas de eficiencia en el transporte y los procesos industriales de alta temperatura.

El procesamiento busca proveer a los combustibles con características definidas y asegurar una conversión segura, eficiente y fácil en energía útil. Para hacer este procesamiento existen varias rutas técnicas (FAO: 2004):

- Conversión termoquímica, entre las que se encuentra el carbón que es ampliamente utilizado en el mundo. La gasificación para la producción de electricidad está en desarrollo en los programas aquí comentados. Y por

último la pirólisis para la obtención de combustible líquido, la cual se encuentra en etapas intermedias hacia la producción comercial.

- El proceso de conversión fisicoquímica para la obtención de combustible líquido, como en el caso de la transesterificación de aceites vegetales para la obtención de biodiésel, que es utilizada en gran escala en la actualidad.
- La conversión bioquímica que utiliza procesos biológicos. Donde se localizan la producción de alcohol a partir de biomasa que contiene azúcar y almidón, y la producción de biogás a partir de materiales residuales, procesos que son ampliamente utilizados en el mundo.

En tanto que los países industrializados han orientado su agricultura como una forma de dominación en el contexto internacional, han obtenido fuertes excedentes entre otros, en granos así como en azúcar y alcohol, en el caso de Europa. Los altos costos para la producción y almacenamiento de estos excedentes, así como las presiones de los productores de granos y de la agroindustria, han sido los impulsores de su transformación a biocombustibles. En consideración que la transformación de la biomasa de este origen es una tecnología madura y dominada, ha sido relativamente sencillo el hacer los mejoramientos para la conversión a escalas industriales superiores a las anteriormente usadas.

La agroindustria encontró un notable nicho de crecimiento, por lo que el paso siguiente fue el impulso a la expansión de las áreas dedicadas a estos cultivos.

Conforme ha crecido la participación de los biocombustibles, principalmente los utilizados para el transporte, y se ha debatido sobre el impacto de su producción y consumo sobre el medio ambiente, la agricultura y la alimentación, se han buscado fuentes de biomasa alternativas, así como procesos para la obtención de biocombustibles. Pero también, por la necesidad de cubrir volúmenes de introducción que requieren cada vez más grandes cantidades de biomasa.

Generalmente es utilizada la denominación de *primera generación* para biocombustibles provenientes cultivos alimenticios tales como granos, remolacha y semillas oleaginosas. Y es atribuible a esta producción de biocombustibles las limitaciones para la mitigación de emisiones de GEI, la producción sustentable y la competencia por tierras y aguas utilizadas para la producción de comida y fibras.

La pretensión de producir biocombustibles que eviten los impactos de la primera generación, que a la vez resulten económicamente rentables y que satisfagan las proyecciones de introducción, lleva a denominar estos nuevos bicombustibles como de *segunda generación*. Estos biocombustibles de biomasa no alimenticia se conforman básicamente con insumos de materiales lignocelulósicos entre los que se incluye paja de cereales, bagazo, residuos forestales y cultivos energéticos como pastos y plantaciones forestales de corta rotación.

Para la producción de esta segunda generación están en juego diversas opciones de procesos termoquímicos y bioquímicos, que enfrentan desafíos

técnicos, motivo de los programas de investigación y tecnología en relación con el material lignocelulósico. Enseguida se presenta la situación existente al respecto, de acuerdo con el análisis realizado por la OCDE (Sims, 2008):

- Permanecen barreras técnicas para la producción de biocombustibles de segunda generación.
- Los costos de producción son inciertos y variables según los insumos, situándose en el rango de $0.80 y $1.00 dólares por litro de gasolina equivalente.
- No hay un claro candidato para la “mejor ruta tecnológica” en la competencia entre las rutas bioquímica y termoquímica. El desarrollo y monitoreo de proyectos demostrativos es esencial para proveer de datos precisos a comparar.
- Aún con altos precios de petróleo habrá dificultades para la introducción al mercado de combustibles de segunda generación, sin apoyo gubernamental adicional.
- Para asegurar la viabilidad y sustentabilidad de la futura producción de biomasa se requiere una considerable inversión en investigación, desarrollo, demostración y despliegue para probar la viabilidad de la tecnología de conversión preferida.
- Se requerirá una estable transición de biocombustibles de primera a segunda generación con la excepción del etanol de caña de azúcar que continuará siendo producido sustentablemente en algunos países.

Un primer debate en el contexto internacional es precisamente el relacionado con esta clasificación generacional. La posición brasileña es de considerar la eficiencia de la producción de los insumos utilizados, que en el caso de la caña de azúcar, es muy superior a las otras fuentes de primera generación y se encuentra a la par de aquellas de segunda generación. Por lo cual en el ámbito de la caña de azúcar es innecesario pasar a una segunda etapa puesto que no cae en las afectaciones a la alimentación, sustentabilidad y de energía que ocurren con los agroenergéticos alimenticios.

Adicionalmente a las ya comentadas afectaciones hay dos puntos que en esta área son de interés para los proyectos agroindustriales que son:

- Capacidad de producción por hectárea de biocombustibles
- Producción de coproductos y subproductos para las cadenas industriales corriente abajo

Entonces, no necesariamente es la “concientización” de los impulsores de la bioenergía para el transporte la que empuja esta transición, sino una visión de gran plazo para obtener el máximo de biomasa por superficie y por tonelada.

Las empresas transnacionales con intereses en la bioenergía realizan una búsqueda entre los países por condiciones propicias para aplicar sus tecnologías, la producción de los cultivos que han desarrollado y el aprovechamiento de los recursos locales (clima, tierra, biodiversidad y mano de obra) de manera que se dirigen a invertir tanto en los mismos países industrializados así como van ocupando regiones en países subdesarrollados.

A la par, realizan una importante inversión en prospección de la biodiversidad de los territorios, el desarrollo de cultivos a partir de especies locales y su rápida incorporación a la producción a fin de lograr una exclusividad en patentes y nichos de producción. Así, las empresas trabajan en la conformación de los paquetes tecnológicos de producción agrícola y se patentan las tecnologías de tratamiento y transformación de la biomasa.

Una señal importante de la jerarquía que han tomado los biocombustibles en el sector energético es la presencia de compañías petroleras de todo tipo en la producción de bioetanol. Las alianzas estratégicas entre las más diversas empresas son comunes: en biodiésel encontramos por ejemplo a AgriBioFuels con Conagra Trade Group; en ligocelulósicos a Archer Daniels Midland (ADM) y ConocoPhillips (EUA); en el biobutanol a Du Pont y a British Petroleum.

Ante la ingente necesidad de alcanzar las metas de introducción de biocombustibles al transporte por los países industrializados, así como por el cuestionamiento del uso de cultivos alimenticios y de su eficiencia energética y de mitigación de emisión de gases de efecto invernadero, las innovaciones tecnológicas se están concentrando en la obtención de mayores volúmenes de biocombustible por hectárea/año a través de la transformación directa de la biomasa de esquilmos, residuos agrícolas y forestales, la adaptación de la biomasa para su transformación, la generación de nuevos cultivos y plantaciones energéticas no alimenticias, que en conjunto conforman las fuentes lignocelulósicas. Adicionalmente se investiga en la obtención directa del biocombustible a partir de microorganismos manipulados biotecnológicamente,

siendo esta última opción una subsiguiente generación de biocombustibles, en la que se cuenta la producción de biocombustibles con algas.

Productos, Subproductos y Derivados: Biorrefinerías

En la tendencia agroindustrial de máxima eficiencia de transformación de la biomasa a producto final y subproductos, se ha conceptualizado el dispositivo tecnológico de procesamiento como “biorrefinería”, a la vez que se pretende que el proceso tienda a la autosuficiencia energética, disminuya su impacto ambiental, incremente su competitividad económica y brinde nutrientes o materia orgánica para los campos de donde se suministra la biomasa.

El Comité sobre Productos Industriales Biobasados de los EUA (Committee, 2000) toma el diseño de la refinería de petróleo para abordar el concepto de biorrefinería, en donde la segunda procesaría esencialmente toda la materia prima biológica para obtener múltiples productos con valor agregado (alimentos, productos industriales no alimenticios, químicos, solventes, enzimas industriales, plásticos). Para el efecto, da por hecho la existencia de prototipos de biorrefinerías en las industrias de transformación del maíz, plantas de procesamiento de soya, papelera y molienda de trigo.

En la Unión Europea se siguen varias definiciones según las entidades que analizan la situación actual de las biorrefinerías. Así, para el proyecto Biopol la biorrefinería es el procesamiento sustentable de la biomasa hacia una gama de productos y de energía comercializables (Biopol, 2009:15). Por su parte, el proyecto Biorefinery Euroview utilizó en su trabajo la definición de Soetaert en la

cual las biorrefinerías son “industrias biobasadas integradas, usando una variedad de diferentes tecnologías para producir químicos, biocombustibles, ingredientes alimenticios y de piensos, biomateriales (incluyendo fibras) y energía a partir de materias primas de biomasa” (Biorefinery Euroview, 2009:12). Donde “industrias biobasadas integradas” significa que los subproductos de una industria se convertirán en la fuente de valor agregado de otra compañía estrechamente relacionada, en la misma zona geográfica.

Un papel importante juega la Agencia Internacional de Energía (AIE) la cual a partir de 1986 conformó *IEA Bioenergy* mediante el “Acuerdo de Implementación sobre Bioenergía”, en el cual se integran los países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) con programas relevantes sobre bioenergía. En este organismo se implementó en 2007 la Tarea 42 (Biorrefinerías: Coproducción de combustibles, químicos, electricidad y materiales a partir de biomasa), la cual define una biorrefinería como el procesamiento integrado de biomasa en las etapas industriales de producción, suministro y refinación (*upstream, midstream, downstream*, como se suele definir las etapas en el proceso de refinado del petróleo) hasta una gama de productos. Se trata entonces de una instalación que optimiza la producción integrada de calor, electricidad, combustibles para el transporte, materiales, químicos, alimento animal y comida a partir de la biomasa (IEA Bioenergy 2009: 4).

La Tarea 42 precisa que una biorrefinería puede usar todo tipo de biomasa, incluyendo cultivos agrícolas y madera, residuos orgánicos (tanto derivados de

plantas como de animales, y desechos industriales y municipales) y biomasa acuática (v.g. algas, algas marinas, quitina). Sus productos pueden ser tanto intermedios como finales, e incluyen comida, alimento para ganado, materiales, químicos, y energía (definida como combustibles, electricidad y calor). Los materiales y químicos biobasados pueden incluir químicos verdes, plásticos renovables, fibras naturales y materiales estructurales naturales, muchos de los cuales pueden reemplazar a sus equivalentes basados en combustibles fósiles, pero que requerirán procesos tecnológicos nuevos y mejorados. (IEA Bioenergy 2009-9)

Al tiempo de conceptualizar las biorrefinerías se pueden agrupar de acuerdo a las materias primas, plataformas tecnológicas utilizadas y productos a obtener, lo que da lugar a múltiples clasificaciones. Así, se pueden identificar: biorrefinerías convencionales; biorrefinerías de cosecha integral; biorrefinerías avanzadas; biorrefinerías marinas; biorrefinerías verdes; biorrefinerías de 1ª, 2ª y 3ª generación ; biorrefinerías termoquímicas; biorrefinerías de materia prima lignocelulósica; biorrefinerías de concepto doble plataforma (IEA Bioenergy, 2009-9).

Según se desprende de estas definiciones, la idea de biorrefinería no es de reciente manufactura y más bien se deriva de la propia trayectoria de la agroindustria en el máximo aprovechamiento de los materiales de la biomasa y de su experiencia en aventajar en la generación de la energía para su autoabastecimiento. La biorrefinería no se refiere tampoco a una tecnología sino a la aplicación de un conjunto de tecnologías en una industria o industrias

concatenadas, en la transformación de biomasa, esto es un diseño de la agroindustria en su trayectoria de apropiación/sustitución de la agricultura. A la vez, las diferentes concepciones buscan en común la obtención de múltiples productos con la pretensión de tener un carácter sustentable. La multiplicidad de las variantes de biorrefinerías entre las combinaciones de fuentes de biomasa, las plataformas tecnológicas y los productos a obtener, dan cuenta de las posibilidades de la agroindustria y la magnitud de los mercados que se generan.

La concepción y diseño de las biorrefinerías ocurre precisamente por la capacidad de la fuente de biomasa de poder ser transformada en combustibles líquidos, así como por que se ajusta a las necesidades tecnológicas en el consumo de los derivados del petróleo, formas físicas y sustancias químicas, lo que no obliga a cambios drásticos en los procesos. De esta manera permite la continuidad en la utilización del automóvil sin afectar la proyección de su crecimiento y una pausada transformación hacia el consumo de otras fuentes energéticas, de acuerdo a los intereses de las empresas involucradas.

Ya sea como sistemas de tecnologías, agrupamiento de industrias, o analogía la refinería petrolera, está en proceso de construcción hacia una agroindustria con multiplicidad de opciones sin preponderancia de alguna y en constante reposicionamiento y aprendizaje.

El cuadro general de localización de biorrefinerías presenta una distribución restringida a países industrializados, con empresas con altos componentes tecnológicos, en donde se pueden identificar empresas transnacionales del

ramo de los granos, empresas petroleras y empresas biotecnológicas. Se está ensayando en la más diversa variedad de fuentes de biomasa, lo que indica una multiplicación de tecnologías de transformación; asimismo la multiplicidad de productos manifiesta una búsqueda intensa por nichos de mercado. En este último punto es interesante el avance sobre nuevos combustibles para el transporte terrestre y en particular para el transporte aéreo.

El cuadro siguiente ilustra la proyección en la economía norteamericana.

Cuadro 3. Objetivos de introducción de bioenergéticos y productos biobasados en los Estados Unidos de América

	Unidades	2000	2004	2010	2015	2020	2030
Biocombustibles	Proporción del mercado (%)	0.7	1.2	4.0	6.0	10.0	20.0
	Consumo (miles de millones de galones de gasolina-equivalente)	1.1.	2.1	8.0	12.9	22.7	51.0
Bioenergía	Proporción del mercado (%)	3.0	3.0	4.0	5.5	7.0	7.0
	Consumo (cuatrillones de BTU)	2.0	2.1	3.1	3.2	3.4	3.8
Bioproductos	Producción (miles de millones de libras)	12.8	17.6	23.7	26.4	35.6	55.3

Fuente: BRD&I. 2006. Vision for Bioenergy and Biobased Products in the United States. Bioeconomy for a sustainable future. p. 12.
BTU (British Thermal Unit)

Certificación de la Producción

El fuerte cuestionamiento a la transformación de productos agrícolas alimenticios hacia energía para el transporte y las consecuencias ambientales y sociales, así como la necesidad de importar a costos competitivos una gran porción de los volúmenes determinados por las metas de introducción de

biocombustibles en las mezclas, ha llevado a que las legislaciones establezcan mínimos de eficiencia energética y de mitigación de gases de efecto invernadero, así como a revisar las condiciones en que se producen los biocombustibles en los países productores de las materias primas.

En las reuniones y documentos de ONU, FAO y CEPAL, se ha buscado que se prevengan los impactos indeseables y que la producción cumpla con las legislaciones laborales locales, además de respetar las formas de tenencia de la tierra. En ellos se ha sugerido, incluso, que las empresas y gobiernos actúen bajo una norma ética voluntaria, denominada “Código voluntario de conducta para la producción y utilización de bioenergía” con objeto de lograr buenas prácticas y políticas hacia la promoción de los biocombustibles y la reducción de la pobreza (ONU, 2007; FAO, 2008b). A la vez se están buscando mecanismos de certificación de las condiciones laborales, ambientales y de comercio de los biocombustibles.

Tanto la Directiva Europea 28 de 2009 como el Estándar para Combustibles Renovables de los EUA, establecen la certificación para los biocombustibles de segunda generación para lograr un mínimo de 50% en la baja de emisiones de GEI con respecto a los combustibles fósiles, a la vez que una obligación de introducción de bicocombustibles en la mezcla carburante. Los procedimientos de certificación están en proceso de elaboración y de construcción, al igual que el sistema de agentes encargados para su aplicación, además de que es necesario que primero se establezca la producción comercial y el mercado.

Uno de los aspectos relevantes en la certificación es el Análisis de Ciclo de Vida para cada biocombustible. En ello se involucran todas las emisiones resultantes desde su generación hasta su uso, considerando el transporte que lo utiliza, la fuente de biomasa y el proceso de transformación, en un procedimiento que suele denominarse "*well to wheel*" tomado de la certificación para los combustibles fósiles desde el "pozo hasta la rueda".

Con carácter internacional, se ha conformado la Mesa Redonda sobre Biocombustibles Sostenibles (RSB, 2009) como una iniciativa coordinada por el Centro de Energía de la Escuela Politécnica Federal de Laussane (EPFL) en Suiza que, con la participación de instituciones, productores, expertos, empresas y organismos no gubernamentales, desde 2007 ha realizado la discusión de estándares de sostenibilidad para la producción de biocombustibles, que a partir de la circulación de una "Versión Zero" para su consulta ha llegado a la actual Versión 1.0 de Principios y Criterios, con la cual se puede proceder a la certificación de la producción a partir de 2010. Así los doce principios que constituyen la certificación son:

1. Legalidad
2. Planeación, monitoreo y mejoramiento continuo
3. Emisiones de gases de efecto invernadero
4. Derechos humanos y laborales
5. Desarrollo rural y social
6. Seguridad alimentaria local
7. Conservación
8. Suelo
9. Agua

10. Aire
11. Uso de tecnología, insumos y manejo de desechos
12. Derechos agrarios

Cada criterio se constituye en un objetivo primario el cual se compone de objetivos específicos con indicación de los operadores sujetos al criterio y los requerimientos mínimos a cumplimentar tanto en parámetros cuantitativos como en aspectos operativos, documentación, actividades y capacitación.

Se han desarrollado otras certificaciones a nivel nacional orientadas por los gobiernos de Colombia y Brasil, que han sido cuestionadas por grupos ambientalistas locales.

En el aspecto de certificación participan toda clase de actores (universidades; centros de investigación; empresas automotrices, biotecnológicas, agroindustriales; organismos internacionales; grupos ambientalistas; organizaciones no gubernamentales y representantes de productores) ya sea como elementos que en común contribuyen a su construcción como sucede en la RSB, o como proponentes de sistemas de certificación de índole gubernamental o desde la sociedad civil.

Si bien la discusión que llevó a nivel mundial el impacto de los biocombustibles de primera generación, dio pie a la creación del sistema de certificación, lo cual es un logro para los defensores del medio ambiente y la agricultura campesina de los países menos desarrollados, esta certificación puede derivar en un sistema de protección comercial y aseguramiento del abasto de las necesidades de los programas de introducción en los países industrializados.

Por ejemplo, la UE puede determinar la prohibición de adquisición de aceite de palma de países asiáticos que no cumplen la certificación, lo que da un toque “verde” al mercadeo, pero lo que puede estar detrás es un mecanismo de protección de la producción local de colza o girasol que es de altos costos y no es competitiva con el aceite importado de palma.

En el caso de los EUA, la adquisición de alcohol se puede restringir por la existencia o no del mismo certificado, como ocurre para el Estado de California que tiene su propia determinación del alcohol de caña de azúcar y no así para el resto de los estados de la Unión.

Es decir, existen muchos aspectos de la certificación que están aún en juego, tanto por su aplicación en todo el territorio de la UE y EUA, como por los tipos de biocombustibles, y sobre todo por los criterios de certificación.

El aspecto de cambio de uso de suelo es de los más relevantes y más disputados en la controversia de la certificación. El cálculo de las emisiones de GEI a partir de dicho cambio lleva a escenarios muy distintos de parte de los investigadores y de la parte gubernamental.

El caso de Brasil, es ejemplar. En términos de la expansión de la caña de azúcar, el gobierno afirma que esta se da sobre extensiones que ya fueron previamente desmontadas, que son zonas ganaderas que se están ganando para la producción agrícola. Por lo que, se argumenta, no se están eliminando zonas de producción de alimentos y se tiene mayor productividad por hectárea. De aquí se desprenden el surgimiento de un nuevo tema en la certificación que son los impactos indirectos en el cambio de uso de suelo.

La certificación es pues, un elemento que está en disputa entre los actores, tanto a nivel mundial como a nivel local, y sus resultantes determinarán la trayectoria de los diferentes biocombustibles según respondan a los parámetros y su cuantificación que resulten dominantes.

Evaluación de Ciclos de Vida

Uno de los elementos que tiene gran peso en la certificación es el análisis de ciclo de vida (ACV). En esta evaluación se hacen notables los aspectos de energía obtenida y de emisiones de GEI, que son los aspectos con los que se sustentan los programas de introducción de biocombustibles. Pero su cuantificación no tiene una metodología universal, los parámetros que se incluyen y su determinación se identifican y valoran de muy diversas maneras.

Los análisis de ciclo de vida para el transporte y el cambio climático se pueden rastrear hasta los análisis de “energía neta” hechos a finales de los años setenta del siglo XX y a comienzo de los años ochenta en respuesta a la crisis energética, la cual había motivado una búsqueda de alternativas al petróleo. Su objetivo fue comparar alternativas a la gasolina convencional y al diésel, de acuerdo con un uso de la energía del ciclo del combustible, combustibles fósiles o petróleo. En los ochenta, a esta forma de estimar se agregaron las emisiones de CO_2, basadas en el contenido de carbono de los combustibles. En los noventa los análisis añadieron los gases invernadero (metano y óxido nitroso) considerados por su potencial de calentamiento global para obtener una

equivalencia en las emisiones del CO_2 de diferentes combustibles para el transporte.

De acuerdo con Delucchi (2006) las principales áreas de incertidumbre, desacuerdo e insuficiencias en la literatura existente en los análisis de ciclos de vida de los biocombustibles se localizan en:

- el tratamiento de los análisis de ciclos de vida dentro de un marco de equilibrio económico dinámico.
- los principales temas concernientes al uso de energía y los factores de emisión e incorporación del ciclo de vida de infraestructura y materiales.
- la representación de cambios en el uso del suelo.
- el tratamiento de impactos del mercado de los coproductos.
- el desarrollo de factores de equivalencia de CO_2 para todos los componentes.
- la representación detallada del ciclo del nitrógeno y sus impactos.

En la revisión por Delucchi de los estudios más recientes del año 2000 al 2006 [4], se puede observar que los estudios se realizaron para etanol de maíz, remolacha, pasto varilla (*Panicum virgatum*), madera y trigo; para biodiesel de soya y girasol; metanol de madera, gas natural comprimido (CNG) de madera, hidrógeno y etanol de lignocelulosa, y Líquidos de Fischer-Tropsch (FTL) de lignocelulosa.

[4] En la que se incluyen los trabajos de: Patzek (2004,2005), Pimentel (2003) Pimentel y Patzek (2005), Shapouri (2002), Shapouri y McAloon (2004), Grabosky (2002), Wang(2001,2003), De Oliveira (2005), Kim y Dale (2002,2005), European Council for Automotive R&D (CONCAWE - 2004), Greet model, GHGenius model, Delucchi (2001,2003), Natural Resources Canada (2005)

Si bien se tienen múltiples evaluaciones de ciclo de vida, no existe una homogeneidad en los criterios para su determinación, así como los cultivos y sistemas de producción evaluados son escasos con respecto a las posibilidades en las múltiples regiones agroecológicas, y se han orientado a un muy reducido grupo de países.

Las organizaciones no gubernamentales han fundamentado en buena parte sus opiniones acerca del daño que hacen los biocombustibles al medio ambiente, en el análisis de ciclo de vida de investigaciones que determinan resultados bajos o negativos para la emisión de GEI, así como para la obtención de bioenergía útil por unidad de energía fósil invertida. Los gobiernos asumen los resultados de investigaciones que favorecen a los biocombustibles con parámetros propicios de producción.

Los análisis de ciclos de vida llevan a escenarios muy diferentes de acuerdo al cultivo, la técnica del cultivo, los mecanismos de transformación y el uso del biocombustible. La tecnología ha hecho su parte en el mejoramiento de la productividad en campo y en fábrica. Y los biocombustibles de segunda generación tienen una notable participación en mejorar los resultados de los análisis de ciclo de vida.

En este ámbito, se agrega la discusión en las metodologías acerca de la inclusión de los cambios de uso de suelo en los cuales se consideran las emisiones causadas por la eliminación de la vegetación existente previamente al establecimiento de los cultivos bioenergéticos. Realizado el cálculo a la forma de CO_2 equivalente de dicha biomasa, se agrega a la cuenta de las emisiones

del cultivo de manera que se pueden generar deudas a saldar en el lapso de varios años o decenios de acuerdo con el tipo de vegetación y la eficiencia de mitigación del cultivo bioenergético.

Adicionalmente, considerando la disposición de superficies que se ocupan para los cultivos bioenergéticos se asume que la actividad previa desarrollada en esos terrenos deberá desplazarse hacia otras regiones lo que significa un desplazamiento de vegetación en esos sitios. Es decir, que los cultivos bioenergéticos de manera directa no eliminan vegetación natural o preexistente, sino que el cambio de uso de suelo es indirecto, lo que motiva un cálculo según la posibilidad regional, mismo que se agrega a la cuenta de la deuda del cultivo bioenergético para nuevamente ser saldada con el balance de GEI.

Generación de Estándares

De entre los diferentes tipos de bioenergía, la que tiene un potencial inmediato para crear un mercado mundial, es la de los biocombustibles líquidos para la carburación. En este naciente mercado que se constituye básicamente por el bioetanol y el biodiésel, todavía no existen estándares únicos y válidos para el comercio internacional. De hecho en términos de la OMC los biocombustibles aún no adquieren una regulación. Estos son elementos de apariencia técnica, pero que revelan disputas entre los actores y un terreno por la hegemonía en el mercado.

En el aspecto técnico, la producción de biocombustibles requiere un proceso de normalización a nivel internacional para la efectiva comercialización, es decir, la

conformación de los estándares que establezcan su buen desempeño en los motores y en sistemas de almacenamiento y conducción, que son determinados por los grandes consumidores nacionales, particularmente la industria automotriz.

El estándar europeo para biodiesel es denominado EN 14214, el cual define el biodiésel como FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) por lo que el estándar restringe el biodiésel a ser producido con metanol. En Europa el biodiésel es predominantemente producido con aceite de colza y la mayoría de la información y los datos disponibles tienen que ver con la experiencia práctica obtenida en el uso del éster metílico de aceite de colza.

El estándar de especificaciones para biodiésel de los EUA denominado ASTM 6751 define al diésel como ésteres mono alkilados de cadenas largas de ácidos grasos derivados de aceites vegetales o grasas animales. En los EUA la soya es la principal materia prima para la producción de biodiésel por lo que los parámetros para el estándar de biodiésel fue fijado con base en el aceite de soya. El estándar brasileño ANP 255 fue establecido en 2003 por la Agencia Nacional del Petróleo (ANP), el cual está basado en ASTM D6751 y CEN EN 14212. (Tripartite Task Force, 2007; SENER, 2006).

En este aspecto, también se ubica una diversidad conforme a las particularidades de los combustibles utilizados en cada país así como los usos en los diferentes medios de transporte y la conformación del parque vehicular.

Un mecanismo que actualmente es de uso común, es la importación en el mercado europeo de alcohol etílico bajo otros rubros arancelarios que incluso

hace imposible el seguimiento para determinar su uso hacia biocombustible. En el caso del biodiésel, se pueden hacer importaciones de aceites para los cuales no es posible determinar su aplicación en la producción de biodiésel, hasta el momento en que exista una certificación uniforme y válida.

Los estándares son mecanismos de control sobre los surtidores de la materia prima o el producto en cuestión. Entonces, una primera opción, que es la actualmente vigente, es que se utilizan como barreras no arancelarias para la protección del mercado nacional. Enseguida, es un mecanismo de dominio sobre los productores en la exigencia de cumplimiento de aspectos que limiten el acceso a su mercado interno de una diversidad de proveedores (países menos desarrollados), mediante su selección para el mejor beneficio del consumidor, en este caso el país industrializado. Finalmente, el mecanismo de generación de estándares responde a las competencias entre los constructores de motores, empresas petroleras y distribuidores de combustibles, que se coaligan de acuerdo con intereses que estimulen o restrinjan la introducción de los biocombustibles.

Las trayectorias tecnológicas en resumen

Lo que se presencia en el desplazamiento del capital hacia la agroindustria es la competencia por rutas tecnológicas que permitan la obtención de una máxima ganancia alternativa a la obtenida en el terreno del petróleo. Sin embargo, esta es una tarea que tomará tiempo, inversión y condiciones de certidumbre, que es un trabajo compartido con los Estados. La permanencia de

la participación de los biocombustibles de primera generación es una condición de sostenimiento para el acceso a los subsidios por los grupos de interés en granos y remolacha, así como una plataforma tecnológica de aprendizaje para la creación de la agroindustria lignocelulósica.

Una cierta tendencia general es hacia los lignocelulósicos de la biomasa forestal que es donde se identifican los mayores potenciales, así como a los cultivos de clima templado que proporcionan mayor potencial en producción de biomasa transformable tanto en biocombustibles como en otros productos, ya que se busca el máximo de consumo interno en las regiones industrializadas, y proveerse complementariamente de las regiones tropicales.

De esto se deriva una batalla por la conformación del mercado mundial del etanol entre Europa y Brasil, en lo cual se enfrentan un cultivo de la denominada primera generación, la caña de azúcar, y la producción de segunda generación diseñada biotecnológicamente. El potencial en los países de menos desarrollo, que se encuentran en las zonas intertropicales, es para el género *Sacharum* y sus cuatro especies, además de diversas otras especies para la producción de alcohol y aceites que pueden producir con superioridad a las condiciones de los países del Norte. Es decir, que en la práctica las trayectorias de los biocombustibles dan lugar a que la participación en el mercado mundial de las regiones menos desarrolladas esté condicionada por los países industrializados.

Las trayectorias de combustibles de segunda generación pasan por la conformación de unidades industriales de escala inmensa, que requiere una

alta inversión de capital, un suministro también enorme de biomasa, y la utilización de tecnología de punta, a fin de lograr una rentabilidad. Esto se aleja de las condiciones de los países menos desarrollados que los convierten únicamente en sitios con recursos naturales para ser explotados.

En su pretensión de garantizar ciertas condiciones de producción aceptables a juicio de sus diseñadores, la certificación aisla la producción de los biocombustibles del contexto en que se desenvuelven las agriculturas locales y los condicionamientos a los que se han visto sujetas por la dominación del mercado y de los tratados y convenios internacionales. La certificación es puntual y localizada para las unidades de producción y se desliga del contexto y las políticas nacionales. Adicionalmente, es escasa la investigación sobre sistemas alternativos de producción favorables a los campesinos que puedan ser certificados.

Los estándares internacionales, como ya se estableció, tienen un funcionamiento para el mercado internacional, lo que lleva a cuestionar si a la vez necesariamente tiene que responder para el consumo interno, y adicionalmente sobre un consumo no exclusivo en la combustión en motores en el transporte. Es decir, en los países menos desarrollados donde una gran parte de la población o incluso la mayoría, vive en zonas rurales, también tiene requerimientos que puede resultar en un consumo importante, y en algunos casos donde no existe petróleo local, en una alternativa necesaria. Sus estándares tendrán que ser los que requieran la maquinaria agrícola, las actividades agrícolas y agroindustriales, los hogares y las microindustrias. En

fin, la trayectoria tecnológica que se genera en los países desarrollados, lleva a excluir las necesidades de otras regiones y a la preponderancia del mercado.

LOS ACTORES EN LA CONSTRUCCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO

En cuanto se habla de biocombustibles en una reunión con productores rurales de alguna comunidad campesina se establece una distancia por el lenguaje. Los términos “biocombustibles”, “bioetanol”, “biodiésel”, “etanol carburante”, “etanol anhidro”, “biomasa”, “bioenergía” son ajenos a los productores. Ofrecerles una definición no hace mayor acercamiento. Aún cuando suelen vivir cotidianamente con la bioenergía a partir de la leña, el carbón y los residuos agropecuarios que ellos obtienen para la cocina, el calentamiento doméstico y la microindustria, la terminología lleva a mundos distintos.

A lo más, los que son cañeros saben que en el ingenio donde entregan su producción se solía producir alcohol, el cual tendría un uso como bebida o para la farmacia. Pero no se usaría para un vehículo automotor. Quizás alguno utilizó el alcohol directo al carburador de su camioneta como arrancador o algún otro aventuró utilizar aceite vegetal para su motor en alguna urgencia. Pero no pensarían que estaban utilizando biocombustible, bioaceite o biolíquido. Sin embargo, los productores rurales saben experimentar y pueden aceptar que de alguna manera el cultivo en cuestión podrá ser transformado para su utilización como combustible de vehículos. Pero saben que ese es el lenguaje de la industria, que es el mundo de la industria. Y que con la industria se es pequeño y débil; que la industria domina.

El promotor de CONAFOR logra convencer al productor de que plante las jatrofas y de que lo haga de la manera que se le indica al pequeño productor en

una o dos hectáreas probablemente. Que se tendrá buena producción en unos años y habrá algún mercado para esa producción. Por lo pronto se verifica la población y se otorga el subsidio. El promotor cumplió con su cometido.

Una vez que pasa un año, el investigador del Instituto de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) le indica al productor que hay que hacer poda y alguna aplicación de plaguicida o alguna fertilización, que eso garantizará mayor producción a algún buen precio en un posible mercado. Por lo pronto, la parcela sigue presente para su exhibición, con su poder demostrativo vigente. El técnico del INIFAP ha cumplido.

El representante de la empresa privada o del gobierno del estado acompaña a los técnicos y promotores y continúa visitando al productor, gestiona alguno de los recursos y mantiene la expectativa de adquisición a algún precio definido por algún supuesto mercado. Este otro técnico también ha cumplido.

En su laboratorio el investigador trata de conocer el contenido del aceite de la semilla de higuerilla o el pretratamiento para el bagazo, se mantiene en el estado del arte en la materia y logra su publicación. De alguna manera el productor se beneficiará más adelante. Por lo pronto el investigador ha cumplido.

Por su parte, el funcionario público de la SAGARPA o SENER participa con su conferencia en el evento sobre bioenergía y manifiesta el enorme potencial de México en la materia y ofrece respaldo presupuestal para obtener los logros en esta materia bajo los programas que describe de manera general. De alguna

manera llegarán los apoyos a los productores de insumos o de biocombustibles. El funcionario ha cumplido su tarea.

Por su parte, el representante del organismo no gubernamental advierte ante medios de comunicación o en el evento sobre el daño que los biocombustibles harán al medio ambiente, la alimentación y a los productores. Defiende e invita a estos últimos a no extender su producción. Tiene un auditorio y ha logrado su cometido.

Mientras tanto el productor mantiene el huerto de jatrofa. Observa, calcula, experimenta. Esperando al mercado.

No solo los lenguajes son distintos, sino que se generan mundos distintos. Los biocombustibles son entidades que se construyen y se reconstruyen constantemente, sobre todo en nuestro país en que no tienen existencia real, solo posibilidades. Finalmente son discursos. Se especula sobre sus virtudes y se actúa con base en la posición en la cadena y la entidad a la que se pertenece.

Tampoco hay homogeneidad sobre la participación en el discurso en las diferentes instancias y niveles de gobierno; los distintos objetivos institucionales se dispersan en diferentes rumbos. Los dirigentes de la organización campesina mantienen distintas posiciones al respecto, aunque por otra parte los productores de sus bases desconozcan sobre el tema.

Los investigadores de las diferentes instituciones y dentro de las mismas contemplan, como es natural, posibilidades para la producción de bioenergía con enfoques diversos, pero la interlocución con posibles adoptantes o

receptores en el campo o la industria tiene diferentes prioridades. Los empresarios industriales del ramo aceitero por su parte y de la industria de la azúcar por otra parte, tienen expectativas diversas para los ámbitos de la producción del biodiésel o del alcohol respectivamente.

Por supuesto, la situación no es exclusiva para los biocombustibles, muchos otros objetos tecnológicos, artefactos o procesos, sufren el mismo tratamiento a partir de semejante diversidad de experiencias, opiniones e interpretaciones, desde la situación social de cada actor. En el caso de los biocombustibles se diversifican los actores, pues estos involucran varios sectores como son agricultura, energía, industria, ambiente; a la vez que múltiples aplicaciones y disciplinas tecnológicas a lo largo de la cadena.

Encuentros y Desencuentros

La agroindustria del azúcar es el ámbito en que naturalmente se podría esperar la conformación de la agroindustria de biocombustibles. Es una industria madura, con larga tradición y establecida en múltiples regiones agroecológicas del país con un gran potencial de expansión. Existe la ejemplar trayectoria brasileña con base en la caña y que muestra índices favorables en energía y mitigación de GEI, además de incrementos en la producción de azúcar.

Sin embargo, en México, cañeros e industriales han mantenido una permanente controversia en el terreno de la participación sobre el producto final. Eliminado el decreto presidencial de 1991, prácticamente fue sustituido en sus mismos términos por la nueva Ley Cañera, con lo que las relaciones permanecieron

inalteradas. Al igual que el único tema de la producción; el azúcar. Si por una parte los productores no tuvieron la visión para considerar otros productos a tratar (bagazo, mieles finales), los industriales no consideraron el potencial instalado para abordar el etanol.

Los actores agrupados alrededor de cada ingenio del país y relacionados a nivel nacional, son los productores de caña de la CNC por un lado, y los de la pequeña propiedad CNPR, por otro. Del lado industrial los 37 ingenios agrupados en la Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcoholera (CNIAA) más los 17 ingenios actualmente en posesión del gobierno federal. Estos últimos pendientes de pasar a manos privadas, y por tanto, sujetos a la actuación del poder ejecutivo en materia bioenergética.

Los contenidos de la Ley Cañera, no obstante involucrar la industrialización de los productos, subproductos, coproductos y derivados, no logran desarrollarse más allá del azúcar, y puesto que los temas primordiales son el sistema de pago de la materia prima y el contenido de azúcar, no es posible desprender un desarrollo para la industria etanolera.

Tampoco cañeros e industriales han logrado concertar la creación del Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Caña de Azúcar (CICTCAÑA) encargado de la diversificación productiva y que entre sus facultades podría impulsar la investigación sobre el alcohol carburante. Es así que los industriales no visualizan alternativas de producción en tanto persista el sistema de pago de la materia prima, a la vez que prefieren vender la melaza a involucrarse en la producción de alcohol.

Sin embargo, en el proceso de creación de esta ley en la que estuvieron involucrados los representantes de las organizaciones cañeras y sus organismos nacionales y partidarios, se dio lugar a otro proceso por el cual se presentó una iniciativa de ley en diciembre de 2005 en la LIX Legislatura de la Cámara de Diputados, lo que generó una actividad a través de Foros y consultas donde comenzaron a participar investigadores (UNAM, UAM, IMP, ITESM) y representantes de Secretarías del Gobierno Federal (SEMARNAT, SAGARPA, SENER) y organizaciones de la sociedad civil (Tecnología Rural Agropropiedad, Liga Mundial de Abogados Ambientalistas y la Fundación E-Misión), organizaciones campesinas (CNC, CNPR) y por supuesto la Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcoholera (CNIAA).

El contenido de la legislación se concentró en la producción de etanol como biocarburante aunque considera la producción de biodiésel dentro del ámbito de las energías renovables, a la vez que se parte de que los bioenergéticos son ambientalmente limpios. De manera que en una primera versión aprobada en abril de 2007 básicamente se contemplaba la producción de maíz y caña de azúcar como fuentes de biomasa para etanol y solo se indica la promoción de cultivos para la producción de biodiésel.

En plena crisis por el ascenso de los precios de los granos en dicho año, el Ejecutivo Federal tuvo que observar la ley aprobada por el Congreso para su revisión en cuanto a la participación del maíz como fuente de biomasa, y la ampliación de fuentes para la bioenergía.

La acción de múltiples organizaciones de la sociedad civil, organizaciones campesinas y de la academia que participaron en la impugnación y dieron la alerta sobre la utilización de los cultivos alimenticios y en general de los cultivos para la producción de combustibles, dio lugar a la revisión.

Una vez revisada, el Ejecutivo Federal la promulga el 1 de febrero de 2008, permaneciendo un contenido básicamente dirigido a la producción a nivel industrial de biocombustibles líquidos para el transporte, el impulso a la investigación y transferencia de tecnología a los productores de biomasa, procurando la protección al ambiente, con una visión de apoyo a los productores marginados.

A pesar de que el país continúa siendo deficitario en maíz, el juego legislativo permanece abierto puesto que hay iniciativas de modificación de la Ley por los tres principales partidos en la Cámara de Senadores en el aspecto del cálculo de los excedentes de maíz, de manera que pueda facilitarse la incorporación de esta fuente a la producción de alcohol, mediante un cálculo de excedentes a nivel estatal, regional o por tipo de maíz.

A la par del proceso legislativo, el Gobierno Federal a través del Fideicomiso de Riesgo Compartido (FIRCO) concertó el apoyo a empresarios locales en Sinaloa para la instalación de fábricas de etanol a partir de maíz en consideración de los excedentes de este estado. Se construyeron las plantas de Destilmex en Navolato y MexStarch en Los Mochis, que al entrar en vigor la Ley están impedidas para procesar el maíz para el destino de alcohol carburante. Es de hacer notar que a nivel nacional los participantes de la

experiencia en Sinaloa fueron pioneros en la construcción de estas plantas y que solamente en Tamaulipas existen otros grupos de productores que mantienen un proyecto de producción de etanol a partir de sorgo.

Una entidad que ha dado un seguimiento cercano a la legislación y a los programas de la SAGARPA ha sido la Fundación E-Misión, que incluso ha establecido convenios con el INIFAP para la investigación y la cooperación.

Productores Rurales

La principal instancia de interlocución entre el gobierno federal y las organizaciones de productores del campo es el Consejo Mexicano de Desarrollo Rural Sustentable (CMDRS) que congrega tanto entidades privadas como del sector social. Sin embargo, en esta instancia no existe una comisión al respecto de la producción de bioenergéticos. En particular, las organizaciones campesinas, excepto la Confederación Nacional Campesina (CNC), no han mostrado un interés especial por el tema de los biocombustibles. En algunos casos localizados han manifestado su intención o su rechazo a participar en la producción de cultivos bioenergéticos.

La organización El Barzón realizó en la Ciudad de México un evento para sus integrantes en julio de 2009 denominado “1er. Foro Producción de Biocombustibles y Energías Alternativas”, que ha sido una de las escasas actividades organizadas por los productores. Sin embargo no ha tenido continuidad en cuanto a actividades públicas, aunque tiene un proyecto de plantación de jatrofa en el Estado de Puebla. En dicho evento se dio énfasis a la

producción de la jatrofa e higuerilla como plantas que no compiten por la alimentación, a la vez que en la convocatoria se hacía notar que la producción para etanol a partir de maíz, sorgo y caña no son una alternativa por su consumo de agua, fertilizantes y recursos.

La CNC ha estado atenta a los avances en la investigación realizada por el INIFAP, de manera que ha hecho convenios para compartir la información sobre las zonas de potencial para los cultivos bioenergéticos, y ha anunciado que desarrollará proyectos de plantaciones en varios estados de la República. Lo que es observable en las organizaciones de productores es que el manejo de la información sobre los biocombustibles se da únicamente a nivel de dirigencias y se relaciona con las propuestas de producción de los programas de gobierno. En cuanto a los agricultores en el campo, carecen de información puesto que no se maneja la difusión del tema en lo general, y en todo caso son los grupos involucrados en algún proyecto específico los que han recibido alguna plática en relación con el cultivo que se promueve.

Productores privados están participando en el establecimiento de plantaciones, sobre todo de jatrofa, inclusive sin la cobertura del programa de jatrofa que más adelante se detalla, en diferentes estados de la República. Sin embargo, no existe un registro o agrupación que pueda orientar sobre la magnitud de la superficie existente. A este respecto, es evidente que ha habido una fuerte difusión por vías no institucionales con respecto a notables características de la jatrofa en relación con supuestas características como su resistencia a la

sequía, a condiciones de baja fertilidad, bajo ataque de plagas y enfermedades y una productividad extraordinaria.

Los productores rurales se encuentran al margen de las discusiones al respecto de los biocombustibles, reciben escasa información acerca de la normativa existente que posibilita la producción de cultivos bioenergéticos, finalmente su participación en relación con la conformación de la política bioenergética propuesta o establecida por la instancias gubernamentales solo es realizada por representantes en las legislaturas o dirigentes de organizaciones nacionales.

Lo anterior no obsta para que en las múltiples experiencias propuestas por instancias gubernamentales estatales o federales, los productores sean objeto de invitaciones a participar y se les involucre con sus tierras, realicen siembras y plantaciones, para posteriormente encontrarse con falta de apoyos, falta de asesoría técnica, falta de mercado para el producto obtenido cuando se llega a dar, y finalmente la falta de continuidad de las experiencias en cuestión (Michoacán, Chiapas, Puebla).

En donde realmente se encuentran actualmente organizados es alrededor de la agroindustria de la caña de azúcar, y es de ahí de donde han partido las iniciativas para la creación de la Ley Cañera y de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. Sin embargo, esta participación que por el lado legislativo ha sido exitosa y apuntalado a las organizaciones de los productores ante la Industria, no se ha traducido en un movimiento alrededor de los logros obtenidos mediante una organización alternativa o superior para involucrarse en la producción de bionergéticos con ventajas similares a las

obtenidas en la Ley Cañera. Ni tampoco se ha traducido en un empuje para el cumplimiento de los términos de la ley para promover entre los pequeños productores y en zonas de marginación la producción de materia prima, así como para que se impulse la investigación, la tecnología y su transferencia.

La capacidad de intervención que tienen a nivel local de cada ingenio, y como organizaciones nacionales, no se traduce en la conformación de alternativas de producción con base en la caña de azúcar en las que tomen iniciativa o que a nivel nacional orienten programas y recursos para proyectos de índole energética. Las organizaciones giran en torno únicamente de la producción de azúcar.

En el caso de la jatrofa, se empiezan a formar pequeñas organizaciones en varios estados de la República (Sinaloa, Quintana Roo) con la pretensión de acceder a apoyos y desarrollar proyectos de comercialización o futura transformación del producto. La posición de estas organizaciones no alcanza a impactar en la conformación de política pública. Como se podrá ver más adelante en los modelos de producción identificados, los productores rurales participan a la zaga de las propuestas emanadas de instancias gubernamentales o empresariales.

Investigación para Producción de Insumos

Los antecedentes de esta actividad se localizan en un conjunto de investigadores que conformó el grupo interinstitucional formado por el INIFAP, Colegio de Posgraduados (CP), Universidad Autónoma Chapingo (UACh),

Colegio Superior Agropecuario del Estado de Guerrero (CSAEGRO), y el Instituto de Bioenergéticos y Energías Alternativas (IBEA), en coordinación con el Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología para el Desarrollo Rural Sustentable (SNITT), y que logró la elaboración de un "Programa Nacional de Investigación e Innovación en Bioenergéticos" que acumula una labor desarrollada durante 2007 y 2008.

El Programa consideraba el desarrollo de tecnologías y propuestas de políticas públicas para la producción de bioenergéticos, coproductos y otras energías de origen biológico, con objetivos específicos para especies animales, vegetales y microorganismos con potencial para producción de biocombustibles, caracterización de la materia prima, bioenergéticos y coproductos, validación de tecnología, evaluación de eficiencia energética, formación de recursos humanos, utilización de bioaceites y bioaditivos, transferencia de tecnología, estudios de impacto social, económico y ambiental e integración de mapas. Este Programa incluía las estrategias y la planificación de las actividades, que en su conjunto definitivamente dio la base para el actual programa de investigación enarbolado por el SNITT, aunque disminuido en sus alcances.

El Fondo Sectorial de Investigación en materia Agrícola, Pecuaria, Acuacultura, Agrobiotecnología y Recursos Fitogenéticos, convocó en 2008 a la presentación de propuestas de investigación científica y tecnológica en el área de Temas Estratégicos Transversales en el tema de Bioenergéticos para la caracterización y selección de las líneas élite de jatropha, higuerilla, sorgo dulce y remolacha, para su mejoramiento genético, obtención de guías técnicas agronómicas, la

determinación de la producción, su localización, metodología y ritmo, así como los aspectos de rentabilidad, competitividad y sustentabilidad económica y ambiental de los cultivos más viables para la producción de biomasa en las regiones y su mapeo.

A pesar de que el Grupo Interinstitucional que desarrolló el Programa Nacional anteriormente descrito presentó su propuesta, no obtuvo el financiamiento. De hecho, el Comité Técnico del Fondo tomó el acuerdo de “no otorgar apoyo a ninguna de las propuestas recibidas ya que no cumplen a cabalidad con lo establecido en los Términos de Referencia de la Convocatoria (Fondo Sectorial, 2008).

A partir del programa desarrollado por este grupo interinstitucional, el SNITT maneja el denominado Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Materia de Insumos para Bioenergéticos, dentro del cual el INIFAP enarbola el Programa Nacional de Investigación Científica y Tecnológica en Materia de Insumos para Bioenergéticos.

Este incluye los cultivos de caña de azúcar, sorgo dulce y remolacha para la producción de alcohol, y la jatrofa, higuerilla y palma de aceite para la producción de biodiésel. La investigación se desarrolla en las líneas de: recursos genéticos, mejoramiento genético, tecnología de producción, estudios de rentabilidad y sustentabilidad, determinación de balances energéticos y transferencia de tecnología. Del cual ha desarrollado una evaluación y mapas de potencial de producción para cada uno de los cultivos, bajo parámetros edafoclimáticos y agronómicos. Se plantea la investigación agronómica

evaluando colectas y variedades, hasta la obtención de aquellas que tengan posibilidades de rentabilidad bajo paquetes tecnológicos de alta productividad en las regiones previamente identificadas.

En cuanto a la investigación científica y tecnológica en el país, esta se encuentra en los inicios en cuanto a la investigación agronómica sobre los cultivos bioenergéticos de primera generación, así como en la investigación para biocombustibles de segunda generación, en la cual se está en etapa de conocer las fuentes lignocelulósicas, los pretratamientos y la transformación de la biomasa. Labores que se están desarrollando en una multitud de centros de enseñanza e investigación con diferentes grados de coordinación, técnicas, y relaciones con los productores de biomasa.

En la investigación agronómica para jatrofa, higuerilla y otras especies vegetales participan facultades de agronomía de varias universidades estatales como la Universidad Autónoma de Nuevo León (UANL), el Centro de Investigación en Ciencia Aplicada y Tecnología Avanzada (CICATA) y el Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CeProBi) ambos del Instituto Politécnico Nacional (IPN), y el Tecnológico de Monterrey (ITESM). En la investigación en obtención de biocombustibles participan facultades de química de algunas universidades (El Carmen, Camp.), así como el ITESM, el CP y la UACh.

Por otra parte, se realizan estudios de colecta y caracterización de jatrofa e higuerilla por el Centro de Ciencias Genómicas de la UNAM, por el Colego de Posgraduados, Universidad Autónoma Chapingo, Instituto Tecnológico de Conkal, Instituto Tecnológico de Roque. Estudios del balance de energía se

realizan en en el Centro de Investigación en Energía (CIE), y Centro de Investigación en Ecosistemas –CIECO ambos de la UNAM.

En el área de producción de etanol a partir de fuentes lignocelulósicas se encuentran trabajando el Instituto de Biotecnología (UNAM), Unidad de Tecnología Industrial del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco, Proyecto de investigación multidisciplinario de la Universidad Autónoma Metropolitana Cuajimalpa; Coordinación en I- D en procesos de transformación del Instituto Mexicano del Petróleo; Programa de Bioenergía del CICY; Departamento de Madera, Celulosa y Papel de la Universidad de Guadalajara; Unidad de Investigación y Desarrollo de Alimentos del Instituto Tecnológico de Veracruz; Centro de Investigación y Estudios Avanzados CINVESTAV (IPN); Universidad de Guanajuato; Laboratorio de Biología Molecular de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos; Cuerpo Académico en Procesos Biotecnológicos del Instituto Tecnológico de Durango; Facultad de Ingeniería Química de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo y Universidad Iberoamericana Ciudad de México. Los trabajos que se desarrollan cubren estudios sobre aprovechamiento de residuos agrícolas y forestales, pretratamientos, sacarificación química y enzimática y fermentación de azúcares.

La formación de recursos humanos específicamente para los recursos bioenergéticos tiene solamente dos maestrías en todo el territorio nacional. Una localizada en la Universidad de Guadalajara y la otra en el Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán, a la que se podría añadir el doctorado

en este último centro bajo la cobertura del Laboratorio de Energías Renovables del Sureste en el que existe la línea para la bioenergía.

En el año 2007 en el Fondo SAGARPA –CONACYT no se identifican proyectos apoyados, para el año 2008 este fondo consideró que la propuesta realizada por las instituciones INIFAP-Colegio de Posgraduados- Universidad Autónoma Chapingo- no cumplía con los términos de referencia. En el año 2009 apoyó un estudio para la producción de aceite crudo de microalgas para la elaboración de biodiésel de la U. A. de Baja California. Ahí se localiza el denominado Proyecto Manhattan para la producción de combustible para aviación a partir de algas que es financiado por CONACYT y con ejecución del CICESE (Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada).[5]

El Fondo Sectorial de Investigación y Desarrollo Tecnológico en Energía (SENER- CONACYT) y el Fondo Sectorial de Investigación Ambiental, no incluyen a los bioenergéticos en sus convocatorias hasta el año 2010.

Por otra parte, a partir de la información que ofrece el trabajo realizado por la REMBIO para SNITT, "Inventario de Programas y Proyectos de Investigación, Desarrollo y Transferencia de Tecnologías en Insumos para Bioenergéticos"[6] se

[5] Biofuels International Magazine- Industry News 17 de febrero de 2011. "OriginOil joins algae Project in Mexico". En la revista electrónica se anuncia la participación de la Empresa OriginOil en un proyecto piloto de producción de bioturbosina a partir de algas, en declaración de Riggs Eckelberry. Se menciona la participación de CONACY a través de Genesis Ventures of Ensenada como operador en conjunto con CICESE y la colaboración de investigadores de la Universidad Autónoma de Baja California. (http://www.biofuels-news.com/industry_news.php). Noticia también localizable en Biodiesel Magazine – 22 de febrero de 2011 http://www.biodieselmagazine.com/articles/7614/originoil-to-help-mexico-commercialize-algae-based-jet-fuel#respond%23respond

[6] El documento es un archivo electrónico en progrma Excel disponible en el portal del SNITT en el sitio electrónico http://www.snitt.org.mx/bioenergeticos.html bajo el título "Inventario final de proyectos

puede describir la dinámica general en la que se ha desenvuelto el campo científico-tecnológico en México. En este inventario se incluyen un total de 561 proyectos para el perídodo del 2000 al 2009, en el que se identifica una gran cantidad de estudios (322) de índole agronómica (manejo de cultivo, evaluación de variedades, transferencia de tecnología) para especies de granos, oleaginosas, agaves, y por supuesto caña de azúcar, que se entiende fueron comprendidos por cuanto se interrelacionan con la bioenergía en el acrecentamiento de materia prima para su disponibilidad en ulteriores procesos transformativos. En este universo del inventario la investigación se concentra casi un 60% en producción de insumos y enseguida los estudios de desarrollo de proceso industriales poco más de una quinta parte, para un total del 80% de los proyectos Los estudios involucran los biocombustibles: bioetanol, biodiésel, biogás y carbón vegetal.

Se entiende que el inventario no es exhaustivo, ni pretende ser el referente histórico de la investigación en la materia, pero para efectos del análisis da una idea de la trayectoria y ritmo en que se desarrolla la participación de las instituciones en la bioenergía y la inversión dedicada en este rubro por las fuentes de recursos.

---

detectados mediante el convenio SAGARPA-REMBIO sobre insumos para Bionergéticos" con la siguiente conexión: http://www.bioenergeticos.gob.mx/descargas/inventario_rembio.xlsx

De acuerdo con el inventario, se comienza con un estudio de Salicornia (*Salicornia pacifica*) en el año 2000 para biodiésel y en 2001 para producción en el estado de Sinaloa. En el 2003 se trabaja en evaluación de híbridos de palma de aceite para Tabasco, así como en 2004 surgen dos estudios para palma de aceite en Chiapas y Campeche, respectivamente.

Hasta el año 2004 se acumulan solamente 29 proyectos, y es a partir del 2005 que da comienzo a un ascenso en la cantidad de proyectos, aunque siguen preponderando los de índole agronómica. En este año se registran los primeros estudios para producción de biodiésel y biogás (tres proyectos). También en este año comienza un trabajo para desarrollo de procesos industriales en biocombustibles de segunda generación en el CIBT- UAEM.

Para el año 2006 (82 proyectos), se identifican estudios sobre estufas de leña eficientes para Chiapas y los trabajos en biodigestores para producción de gas y su aplicación; obtención de biodiésel a partir de palma de aceite y jatrofa; asimismo estudios de descomposión de lignocelulosa para su conversión a energía renovable. En este año se financia la creación del Centro de Investigación y Desarrollo en Biocombustibles del ITESM.

En el año 2007 (75 proyectos) se diversifican los estudios para jatrofa. La mayor parte de los proyectos son de índole agronómica para oleaginosas, maíz y caña de azúcar. Un solo estudio en relación con higuerilla para biodiésel.

Para el año 2008 (149 proyectos) se ubica la creación el Polo de Desarrollo de Bioenergéticos del Estado de Chiapas y los trabajos de producción y transformación de materias primas para el Estado de Chiapas. Se generan

investigaciones para biodiésel en el Estado de Guanajuato y su red de bioenergéticos. Se financia el primer estudio de análisis de ciclo de vida por CIECO –REMBIO. Se inicia el Proyecto BIOTOP.

2009 (134 proyectos) Se desarrollan los estudios de INIFAP del potencial bioenergético. Ya abundan proyectos específicos de cultivos bioenergéticos, de biocombustibles, impactos y evaluaciones.

2010 (solo cuatro proyectos registrados)

La distribución geográfica de los proyectos se concentra en Chiapas, Sinaloa, Yucatán, Guanajuato, Edo. de México, Tabasco y Michoacán.

Cabe hacer notar que no aparecen trabajos en el ámbito social, aunque específicamente en seguridad alimentaria son relativamente abundantes, hay una cantidad mínima en relación con impacto ambiental, y únicamente escasos trabajos en el análisis económico-financiero, prácticamente nulo en el aspecto de calidad y muy escasos en comercialización.

En cuanto a los de impacto ambiental los campos de investigación se concentran en:

- Cambio de uso de suelo, no específicamente para cultivos bioenergéticos.
- Gases de efecto invernadero (inventarios de GEI).
- Un solo estudio para biocombustibles “Impactos socioambientales de los cultivos para la producción de biocombustibles en el sur del estado de Quintana Roo” de SEMARNAT.

- Solamente dos estudios de ciclo de vida para jatrofa de SEMARNAT. “Estudio del efecto de ciclo de vida de biocombustibles en México sobre la biodiversidad” y “Evaluación de los posibles efectos ambientales del ciclo de vida de la producción y uso de biodiesel a partir de Piñón (Jatropha curcas L.) nativos del estado de Oaxaca”.

En cuanto a seguridad alimentaria se tienen 56 trabajos que se tratan los temas de:

- Investigaciones en maíz para resistencia sequía, mejoramiento genético,
- Transferencia de tecnología en maíz, tecnología de producción y biofertilizantes.
- No se registran estudios para biocombustibles en este ámbito.

En el tema de etanol (29 proyectos - 5.1%) los trabajos hacen búsqueda de materias primas como son henequén, agave, sorgo, piña, mango y plátano. Y con relación a lignocelulósicos hay una diversidad a partir de residuos agrícolas en general y residuos de: cítricos, henequén, agave y piña.

En cuanto a biodiésel (53 proyectos - 9.4%) las investigaciones se hacen con algas, canola, coco, girasol, higuerilla, mamey, jatrofa, palma, *Salicornia, Thevetia* y desechos. Principalmente se estudia jatrofa (19 proyectos), dos trabajos en higuerilla, y aunque en cultivos de algas y de coco tienen un proyecto cada uno, son los que tienen mayor inversión.

En el caso del biogás (19 proyectos) básicamente son estudios sobre diferentes opciones a partir de residuos con solamente tres relacionados con estiércoles, y desarrollo de procesos.

Son escasos los estudios en aprovechamiento de coproductos (17 proyectos) trabajándose en agave, mezquite, henequén, caña de azúcar y residuos. Los productos pueden ser alimento para ganado, inulina, agentes farmacéuticos y textiles.

Solamente aparecen 5 trabajos en relación con dendroenergía, y aunque es notable que existan 17 trabajos para estudios de pontencial productivo, son estudios generales no específicos para bioenergéticos o en todo caso de energías renovables.

Redes de Investigación

La Red Mexicana de Bioenergía A.C (REMBIO) ha tomado un papel importante al tener una organización que ha conjuntado a científicos de universidades y centros de investigación para fomentar la inversión en la investigación, desarrollar análisis y diagnósticos y jugar un papel de interlocución y representación con entidades internacionales. Asimismo, el fomento de la bioenergía en la sociedad mexicana lo comprende en el contexto del impulso de las energías renovables, con un sentido de integralidad y sustentabilidad, en el cambio de los modelos en el uso y apropiación de los recursos energéticos para una transición energética.

Es a través de REMBIO que algunos de sus miembros participan en proyectos de la Unión Europea en los consorcios que se conforman bajo la cobertura de

los programas marco de investigación como han sido Biotop y Compete. Las reuniones nacionales que realiza cada año se han constituido en el foro científico para una gran parte de la comunidad, sin embargo no ha logrado una gran incorporación y permanencia a través de intercambio en red.

Organismos No Gubernamentales

Las organizaciones de la sociedad civil han tenido una actividad importante en esta etapa de comienzo en la difusión de los biocombustibles, sobre todo cuando se presentó el alza en los precios del maíz y la problemática alimentaria. Los organismos Oxfam, Rostros y Voces, la Asociación Nacional de Empresas Comercializadoras de Productores del Campo (ANEC), Semillas de Vida y Greenpeace. Especialmente Oxfam y Greenpeace han manejado información orientadora para el público en general y para los productores, procurando asistir representantes de la primera a los eventos relacionados con la bioenergía (Reuniones de REMBIO, Foro de El Barzón).

En general estos organismos realizan un cuestionamiento en relación con los biocombustibles, con base en las experiencias de países con cultivos bioenergéticos de soya, palma de aceite y maíz, en sistemas de producción de agricultura avanzada con alta aplicación de insumos. Existe una firme posición en contra de la utilización de cultivos alimenticios, del cambio de uso de suelo y de la afectación a la biodiversidad. A la vez basan sus cuestionamientos en los análisis de ciclo de vida, especialmente en los aspectos de eficiencia energética y de mitigación de GEI.

Actividad Federal

La Secretaría de Energía (SENER) elaboró un estudio en 2006 en el cual se establecen las primeras posibilidades de incorporación de bioenergía a la diversificación energética del país, pero indica que se requieren estudios para todo el territorio nacional y la cuantificación de los recursos como biogás y la biomasa de plantaciones energéticas (Torres, 2006:27).

Para cubrir la escala nacional, la SENER elaboró el estudio: "*Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México"* (SENER, 2006), donde se analizan escenarios de la producción de bioetanol a partir de maíz, caña de azúcar, sorgo, yuca y remolacha azucarera con base en tecnologías maduras existentes. La caña de azúcar es el cultivo más promisorio, pues con la ampliación de la superficie de este cultivo en 800,000 hectáreas al año 2012, sin comprometer la producción de alimentos se satisface el abastecimiento de alcohol, en un escenario de sustitución de un 10% del volumen de las gasolinas utilizadas en el país. En cuanto al biodiésel, el estudio establece su posible producción a mediano plazo en tanto se hagan esfuerzos en los aspectos científico-tecnológicos, económicos y de concertación social. Entre los cultivos que se estudiaron, la palma, el girasol y la soya fueron los más competitivos, junto con la jatrofa o piñón mexicano (*Jatropha curcas* L.).

Por su parte, el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ha elaborado un estudio del potencial productivo para seis cultivos, de los cuales tiene mapeadas las zonas de alto y medio potencial. Se identifican, en general, las regiones tropicales para producción de caña de

azúcar, jatrofa, higuerilla y palma de aceite. El potencial ubicado para la remolacha azucarera se localiza en el norte, noroeste y noreste, así como el centro y valles altos. El potencial del sorgo dulce se distribuye en Sinaloa, Nuevo León, Tamaulipas, Colima y Michoacán (Díaz, 2007).

- **CONAFOR- Programa Jatrofa**

El Programa de jatrofa de la CONAFOR se ha constituido en el principal representante de la promoción de la bioenergía en México, lo cual es interesante por el hecho de que no es parte de la actividad de la SEMARNAT el promover la producción de cultivos bioenergéticos, de acuerdo con las facultades que otorga la Ley de Bioenergéticos. En términos del Programa Nacional de Producción de Insumos para Bionergéticos, efectivamente está contemplado el cultivo de la jatrofa, pero es facultad de la SAGARPA el desplegar las actividades para su promoción. Sin embargo, es el INIFAP el que en un momento dado contará con la información técnica para ello, en tanto obtiene resultados de investigación.

Adicionalmente, la jatrofa es solamente una de las especies seleccionadas para recibir apoyo dentro del establecimiento de plantaciones forestales comerciales, y para lo cual no se cuenta con manuales técnicos, ni funciona en el cumplimiento de metas dentro del Programa Nacional de Producción de Insumos para Bioenergéticos.

El apoyo CONAFOR se viene otorgando desde 2007, en que fue promovido en el Estado de Chiapas para apoyar el programa estatal de bioenergéticos, de donde derivó su aplicación a nivel nacional. Varias empresas y gobiernos

estatales se han apoyado en este subsidio para establecer plantaciones en la pretensión de constituir proyectos bioenergéticos. Los criterios enmarcados en las normas de operación restringen su aplicación a 16 estados de la República y en los municipios autorizados.

No obstante su amplia difusión y que es referencia para los proyectos bioenergéticos, CONAFOR ha autorizado más de 30,000 hectáreas desde el año 2007 para este tipo de plantación y sin embargo solamente reporta establecimientos de poco más de 3,000 hectáreas por esta vía hasta 2010.

La actividad de producción de insumos y la demanda de bioenergéticos está siendo comandada por entidades fuera del ámbito de los Programas de SAGARPA y SENER, es decir, no están contempladas en dichos programas.

Durante los pasados tres años la CONAFOR ha venido desarrollando una intensa actividad de plantación de jatrofa con criterios de reforestación bajo el Programa ProArbol en plantaciones con especies no maderables (Reglas de operación 2008) o plantaciones forestales comerciales (Reglas de operación 2010). A este programa se han adherido empresas privadas nacionales y extranjeras para planear su producción con vistas en la transformación de la materia prima a biocombustibles, mediante convenios, tratos o contratos, con los productores primarios para primeramente proporcionar algún apoyo dentro del marco del programa de reforestación y la futura adquisición de la semilla para su industrialización.

Cabe aclarar que CONAFOR únicamente requiere la demostración del establecimiento y el mantenimiento de la plantación para el cumplimiento de sus

metas, no siendo una entidad que por Ley ni por Programa de Producción de Insumos deba realizar esta actividad para fines bioenergéticos. De hecho, una parte de las plantaciones se han realizado con material genético extranjero (India), y en cuyos aspectos de manejo agronómico para la producción no existe metodología nacional ni experiencia. Sus metas para el 2010 sumaron un total de 7,398 hectáreas.

- **Congresos**

En 2008 la SENER realizó el Primer Congreso Internacional de Biocombustibles (7-8 de mayo 2008, Guadalajara, Jal) (SRE-SEMARNAT-SENER-SAGARPA-Gobierno del Estado de Jalisco; British Petroleum, Biofields, Embajada Británica). El evento sirvió de foro para el lanzamiento del Programa Nacional de Introducción de Bioenergéticos, mediante la incorporación del etanol en las gasolinas de las zonas metropolitanas de las tres principales ciudades del país. El congreso fue un muestrario de las experiencias en varios países y de algunas actividades de apoyo en México, con un sentido de difusión promocional.

En octubre de 2009 bajo la cobertura del evento del Foro Global de Energía Renovable (GREF-México-2009) (SRE - SENER — Gobierno del Estado de Guanajuato - UNIDO) auspiciado por la Organización de las Naciones Unidades para el Desarrollo Industrial se llevó a cabo la Segunda Conferencia Internacional en Biocombustibles (8 de octubre de 2009, León, Gto.) en el contexto del *Global Renewable Energy Forum*, en el que nuevamente los funcionarios del gobierno federal presentaron avances y apoyos en la materia

de bioenergéticos y se presentaron experiencias de producción en otros países. Posteriormente no se han desarrollado eventos de esta naturaleza como actividades de la Comisión de Bioenergéticos o de alguna de sus Secretarías.

- **Licitación de adquisición de alcohol para la zona metropolitana de Guadalajara**

En la ruta de la introducción de alcohol en la composición de gasolinas en México, mediante la eliminación del MTBE, en octubre de 2009, Petróleos Mexicanos (PEMEX-Refinación) convocó a licitación pública nacional para la adquisición de etanol anhidro para oxigenar gasolinas en la zona metropolitana de Guadalajara, Jalisco, por un monto máximo de $6,748’600,000.00 M.N. Dicha convocatoria establece un período entre el 1º de septiembre de 2011 hasta el 31 de diciembre de 2015 para la entrega del etanol en las cantidad que se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 4. Volumen a entregar de alcohol anhidro para oxigenación de la gasolina en la zona metropolitana de Guadalajara, Jal.

TOTAL ANUAL	VOLUMEN A ENTREGAR Mínimo (millones de litros)	VOLUMEN A ENTREGAR Máximo (millones de litros)
2010		0
2011	36.8	46
2012	148	185
2013	153.2	191.5
2014	158.8	198.5
2015	161.6	201.9
TOTAL	**658**	**823**

Fuente: Compranet. Licitación pública nacional (18576112-022-09)

Con un precio variable determinado mensualmente mediante un Precio Fórmula con base en precio unitario máximo de referencia de $8.20 M.N. por litro.

Desde la primera junta de aclaraciones del 20 de octubre de 2009, los participantes manifestaron cuestionamientos de diversos aspectos del contenido de la convocatoria, dando lugar a subsecuentes juntas de aclaraciones hasta sumar seis el día 12 de enero de 2010, de manera que el acto de presentación y apertura de proposiciones originalmente a realizarse el 1º de diciembre de 2009, se trasladara hasta 22 de enero de 2010.

Los cuestionamientos se resumen en los siguientes aspectos:

- Bajo precio unitario máximo de referencia
- Componentes y mecanismo para determinar el Precio Fórmula
- Falta de lineamientos para el otorgamiento de permisos de producción, almacenamiento, transporte y comercialización de bioenergéticos
- Falta de estímulos o apoyos a los productores de etanol
- Alto monto de la fianza
- Detalles técnicos de entrega, medición y especificaciones técnicas
- Corto período para la presentación de propuestas
- Necesidad de aplazar la licitación
- Ausencia de criterios de sustentabilidad en la producción del etanol para la adjudicación del contrato
- Aclaraciones para la participación conjunta de empresas

Es notable que en el documento, presentado por la Cámara Nacional de las Industrias Azucarera y Alcoholera durante la primera junta de aclaraciones, se establece que se contraviene lo establecido en la LPDB al omitirse con esta

licitación el impulso al desarrollo sustentable de la producción y comercialización de bioenergéticos, la falta de consulta a la agroindustria nacional de la caña de azúcar, los cortos períodos para la entrega de propuestas y elaboración de estudios técnico-económicos, asimismo la falta de una política de apoyo e incentivos y la ausencia de mecanismos específicos de financiamiento para investigación y desarrollo en energías renovables.

Como resultado de las juntas de aclaraciones se realizaron múltiples correcciones a la convocatoria, para finalmente ser realizada la adjudicación a la empresa Destiladora del Valle S.A. de C.V. que ofreció el precio más bajo.

Dado que esta empresa no entregó la fianza, PEMEX retiró el contrato a la empresa ganadora. Todo el proceso aún con sus inconsistencias, ha quedado sin el logro de meta alguna y permanece la duda de las licitaciones para la ciudades de Monterrey y México, D.F.

Dendroenergía

En el marco de la dendroenergía el proyecto más notable desarrollado por el Gobierno Federal es el de apoyo para la instalación de estufas rurales (Programa Nacional de Estufas Ahorradoras de Leña) que pretende contribuir con el bienestar de las comunidades rurales y la disminución del impacto en el ambiente por la recolecta de leña.

Sin embargo, con base en el documento Pronunciamiento de la Red Mexicana de Bioenergía (REMBIO) del 29 de julio de 2009 dirigido al Lic. Heriberto Félix Guerra, Secretario de la SEDESOL, sobre este programa, se identifica que los mecanismos de operación no son adecuados para que cada familia obtenga un

dispositivo eficiente, durable, útil y seguro para cocinar sus alimentos en razón del incumplimiento con requisitos básicos de eficiencia energética, de funcionamiento, durabilidad, seguridad, aceptación y adaptación a las necesidades rurales; falta de experiencia de los proveedores de estufas en el diseño, elaboración y evaluación; falta de conocimiento de la tecnología por los distribuidores; y la falta de acompañamiento para la adopción, seguimiento, monitoreo y evaluación del Programa Nacional.

No se considera plenamente a la dendroenergía en la política bioenergética nacional en el mismo rango que se le presta atención a la producción de biocombustibles líquidos para el transporte, a pesar de que su incidencia en la mitigación del cambio climático, la población rural involucrada y el efecto en las poblaciones forestales, tiene un mayor impacto, sobre todo considerando tecnologías para su transformación en biocombustibles de segunda generación, e incluso la incorporación directa en procesos de producción de energía calorífica mediante su densificación (pellets, briquetas), producción de energía eléctrica y vapor (combustión con carbón mineral).

Biogás

En el desglose del presupuesto del año 2008, se realiza inversión en la producción de biogás a través de FIRCO, que si bien cae dentro del ámbito de SAGARPA, su actividad no está descrita en los programas de producción de insumos ni de introducción de bioenergéticos, ya que la atención se concentra respectivamente en cultivos bioenergéticos y en la mezcla con combustibles fósiles. De esta manera, al igual que en el caso de la dendroenergía, la

producción de biogás no está considerada en la política bioenergética, quedando en programas y proyectos aislados.

Proyectos Internacionales

Bajo la cobertura del Proyecto Mesoamérica, anteriormente Plan Puebla-Panamá, en la X Cumbre de Mandatarios de Mecanismos de Diálogo y Concertación de Tuxtla en junio de 2008, el gobierno colombiano realizó la propuesta de un “Programa Mesoamericano de Biocombustibles”, entre cuyos componentes está la construcción de plantas pilotos de biodiésel, el intercambio tecnológico y el intercambio normativo. Adicionalmente se planteó la definición de la Agenda Mesoamericana de Biocombustibles.

En cuanto a la construcción de plantas, inicialmente se planeó su construcción en Guatemala, El Salvador y Honduras. Posteriormente se ha agregado la construcción de otras plantas de biodiésel en la República Dominicana, Panamá, Costa Rica y una en Chiapas, México.

Para esta última se estableció un convenio de cooperación técnico-científica e inversión conjunta, entre los gobiernos de México y Colombia. El Programa establece que dichas plantas de biodiésel elaboren el biocombustible con *insumos no alimentarios*, y que se vinculen a la Red Mesoamericana de Investigación y Desarrollo en Biocombustibles.

La planta construida se ubica en el Parque Industrial de Puerto Chiapas, en 2 hectáreas de instalaciones, con una capacidad de producción de 20 mil litros diarios.

Asimismo, en la XI Cumbre del Mecanismo de Diálogo y Concertación de Tuxtla (Guacanaste, Costa Rica, Julio de 2009), se acordó consolidar la Red Mesoamericana de Investigación y Desarrollo en Biocombustibles cuya primera reunión se llevó a cabo en agosto de 2009 en Chiapas donde se desarrolló un Plan de Trabajo para la Región.

La planta fue inaugurada por el presidente de México, y su producción se utiliza en el surtido de combustible para el sistema de transporte conformado por los llamados “Conejo Buses” en Tuxtla Gutiérrez a inicios del 2010.

- **Bioturbosina en México**

De manera particular se expone esta actividad que tiene los siguientes aspectos relevantes en la futura producción de biocombustibles líquidos: la generación de una demanda real y la intervención de entidades del exterior en dicha demanda.

La entidad gubernamental Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), perteneciente al sector transportes del Gobierno Federal (SCT), lanzó en julio de 2010 la propuesta para que se implemente en México la cadena de producción de bioturbosina (denominación local para el combustible para aviones internacionalmente identificado como Jet A ó Jet A-1). La propuesta, denominada “Plan de Vuelo hacia los Biocombustibles Sustentables de Aviación en México” buscó involucrar a los posibles participantes de la cadena de producción mediante el atractivo de una demanda calculada para el año 2015 en 40 millones de litros por año, que llegaría a 700 millones de litros por año en 2020 (ASA, 2010), para adicionarse al consumo de la aviación cuyo suministro detenta ASA en exclusividad en todos los aeropuertos del país.

Tal como ocurre con los biocombustibles para el transporte terrestre, se promueve esta opción para la aviación como una contribución a la protección del medio ambiente, la reducción de los GEI y una oportunidad benéfica para el sector rural mediante empleo, ingreso y calidad de vida, mediante la viabilidad comercial de biocombustibles de segunda generación.

Como eje central de la cadena se identifican las biorrefinerías que se localizarían cerca de los principales aeropuertos con capacidades superiores a los 100 millones de litros por año, que se surtirían de materia prima de los cultivos de jatrofa, higuerilla, salicornia y algas, según su disponibilidad, cultivadas en una superficie que alcanzaría las 400 mil hectáreas (ASA, 2010).

La propuesta se inscribe en la dinámica de promoción de los biocombustibles y del complejo tecnológico de la biorrefinería enarbolada por los países industrializados, bajo el empuje de los precios de petróleo, seguridad de suministro y cumplimiento de compromisos de reducción de GEI.

Asimismo, la propuesta responde al modelo de desarrollo tecnológico de alta concentración de capital, economía de escala y manejo del conocimiento en exclusividad de las empresas, en lo correspondiente a la transformación de la biomasa. Y en cuanto a la producción agrícola, la propuesta se apoya en la utilización de los recursos genéticos locales aprovechando las condiciones edafoclimáticas en sistemas de producción para el surtido de materia prima barata e intercambiable a la biorrefinería.

El denominado Plan de Vuelo de ASA, es la aplicación local del proyecto de las aerolíneas internacionales y empresas constructoras de aviones para satisfacer

su programación de sustitución de combustible fósil y de dar cumplimiento a requerimientos ambientales de los países industrializados. Las empresas de la industria aeronáutica se han dado a la tarea de evaluar la opción bioenergética y de promoverla, puesto que esto sólo se puede realizar a escala mundial y considerando el surtido de combustible en todo aeropuerto (ATAG, 2009).

Las empresas de aviación han constituido varios grupos de trabajo en favor de políticas y tecnologías que promuevan el uso de combustibles alternativos en la aviación como CAAFI (*Commercial Aviation Alternative Fuels Initiative*), así como consorcios de investigación y desarrollo como SWAFEA (*Sustainable Way for Alternative Fuels and Energy for Aviation*) y ALFA-BIRD (*Alternative Fuels and Biofuels for Aircraft Development*) y finalmente la participación de IATA (International Air Transport Association).

La actividad impulsada por los grupos de interés ha llevado a lograr la certificación de un proceso de producción de combustible sintético (*Synthetic Paraffinic Kerosene*- SPK), y el desarrollo y la conformación de una norma internacional para combustibles sintéticos de aviación (ASTM D7566). A la vez han desarrollado un programa de vuelos de demostración con proporciones de hasta un 50% de bioturbosina de origen vegetal (jatrofa, camelina, algas).

La IATA reporta la viabilidad técnica de sustitución del keroseno de aviación con bioturbosina producida por técnicas de hidrotratamiento, bioquímicos y biomasa a líquido. Sin embargo, con base en varios estudios, se considera indispensable que los gobiernos aumenten el apoyo a los proyectos de investigación y desarrollo y de demostración, así como que se apoyen las inversiones en las

etapas comerciales iniciales, dados los elevados costos de producción del combustible alternativo (IATA, 2009).

Es de hacer notar que no por empuje interno se busca establecer un mercado para biocombustibles, ante el fracaso de la introducción de alcohol a las gasolinas de Guadalajara y la ausencia de planeación en la introducción del escaso biodiésel a utilizar para lubricidad. Que se trate de un biocombustible no contemplado en planes ni programas y que la entidad impulsora no pertenezca a la Comisión de Bioenergéticos, es una prueba más de ello.

La planeación de la industria aeronáutica y el desarrollo tecnológico en la biorrefinación que se buscan aplicar en el país puede dar lugar, en el mediano plazo, a una reconformación de regiones agroecológicas en función de nuevos procesos agrícolas para surtir el mercado de bioturbosina. Es un proceso del que apenas se ha dado un primer paso, que tomará tiempo, que precisa de normas y reglamentación, y que requiere apoyo gubernamental, pero que sin lugar a dudas ha generado gran expectativa en grupos de inversión que pueden responder a las dimensiones que requiere el proyecto.

NORMATIVA MEXICANA

En cuanto a los biocombustibles modernos, se abre la posibilidad de su uso a partir de la urgente necesidad de dar solución a los problemas ambientales y de salud pública generados por la contaminación con origen en los combustibles utilizados por el transporte en las ciudades metropolitanas de México. Se tienen antecedentes en el año 1998 en el que los gobiernos locales hicieron intentos de introducir alcohol a las gasolinas de las zonas metropolitanas de la Ciudad de México y Guadalajara.

En este sentido, PEMEX requiere cumplimentar la norma NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005 (DOF 30-01-2006) que establece la oxigenación de la gasolina y la disminución de azufre en diésel, entre otras características. La oxigenación se satisface principalmente con Eter Metil Terbutílico (MTBE), del que por lo menos un tercio del volumen consumido es importado, mismo que puede ser sustituido, entre otras sustancias, por éteres a partir de etanol o directamente por etanol producido a partir de cultivos energéticos. En lo que respecta a diésel de bajo azufre, la corriente de origen fósil puede ser mezclada con biodiésel para contribuir parcialmente en su producción.

Por otra parte, una aplicación tecnológica que está tomando presencia en nuestro país y que resulta de gran beneficio ambiental es la producción de biogás a partir de las excretas en granjas, los rellenos sanitarios y los efluentes de rastros municipales, mediante plantas de tratamiento que contienen

digestores anaeróbicos de gran eficiencia en mitigación en la emisión de gases de efecto invernadero.

Normativa en la producción de bioenergéticos

En la Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar de 2005 se establece en sus Artículos 107 y 108 la vocación del Centro de Investigación Científica y Tecnológica de la Caña de Azúcar (CICTCAÑA) para la investigación en la producción de alcohol carburante y de los subproductos, coproductos y derivados de la industria. Esta legislación es el antecedente a la posibilidad de producción de biocombustibles, pero únicamente en el área de investigación, sin mayor conexión con el contexto institucional ni en la planeación.

El conjunto de normas y entidades que definen la política bioenergética se relacionan enseguida, mismas que se anotan con su denominación, entre paréntesis las siglas o el acrónimo que se utilizará en el texto y cuadros, y en tercer término la entidad que las genera.

Un primer grupo de programas que por la Ley de Planeación se generan al comienzo del período sexenal del gobierno federal actual, se emitieron con anterioridad a la legislación en biocombustibles:

- Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012 (PND) Poder Ejecutivo Federal.
- Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 (PSemarnat) SEMARNAT.
- Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero 2007-2012 (PSagarpa) SAGARPA.

- Programa Sectorial de Energía 2007-2012 (PSenergía) SENER.
- Nuevo Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable (PConcurrente). CIDRS – Comisión Intersecretarial de Desarrollo Rural Sustentable-.
- Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar (PCaña) SAGARPA.

Un segundo grupo, que comprende la Ley y las entidades y programas conformados por ordenamiento de la propia Ley:

- Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB) Cámara de Diputados LX Legislatura. – Cámara de Origen-.
- Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (RLPDB) SENER.
- Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico (PInsumos-CyT) SAGARPA.
- Programa de Introducción de Bioenergéticos (P-Introducción) SENER.
- Comisión de Bioenergéticos (Comisión) integrada por titulares de SAGARPA, SENER, SEMARNAT, SE Y SHCP.

Por último, directrices y entidades diversas que se desprenden de las actividades de una instancia creada por la Ley y otras dependencias federales:

- Estrategia Intersecretarial de los Bioenergeticos (EIB) Comisión.
- Comité Consultivo de Bioenergía y Biocombustibles (Comité) de la SENER.

- Comisión Intersecretarial para el Desarrollo Rural Sustentable (Intersecretarial) Art. 8 Ley de Bioenergéticos.
- Programa Estratégico de Plantaciones Forestales Comerciales 2009-2012 (PJatropha) CONAFOR-SEMARNAT.

Adicionalmente a estas entidades y normas directamente relacionadas con los biocombustibles, las siguientes leyes y sus entidades derivadas, establecen actividades e intervenciones que se pueden realizar en el ámbito de las energías renovables en general, así como específicamente en los biocombustibles.

- Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE):
  - Comisión Nacional para el Uso Eficiente de la Energía (CNUE).
  - Consejo Consultivo para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Consejo).
  - Programa Nacional para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (PNASE).
- Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAER):
  - Estrategia Nacional para la Transición Energética y el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Estrategia).
  - Consejo Consultivo para las Energías Renovables (CRenovables).
  - Programa Especial para el Aprovechamiento de Energías Renovables (PEAER).
- Comisión Reguladora de Energía (CRE) SEMIP, Ley de CRE.

Las políticas, los programas y presupuestos para la bioenergía se verán sometidos a las restricciones que emanen de la aplicación de estas últimas legislaciones y los lineamientos de sus comisiones, programas y consejos.

Estructuración de la normativa

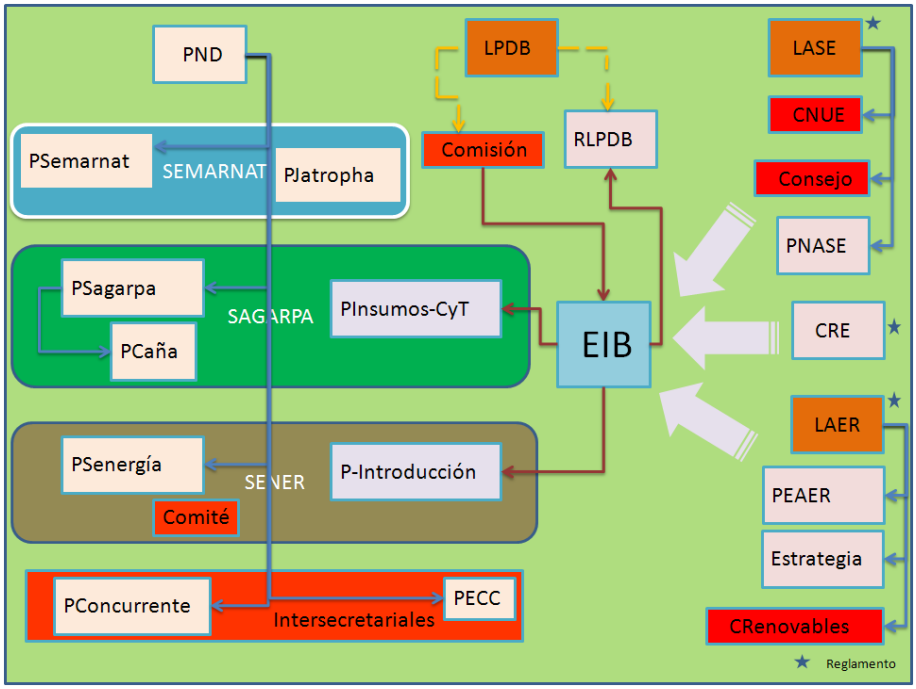
La legislación de biocombustibles estuvo procesándose con anterioridad a la actual administración federal, sin embargo fue expedida y promulgada con posterioridad a la emisión del Plan Nacional de Desarrollo y los Programas Sectoriales, por lo que los ordenamientos de la primera y la orientación de los segundos no son necesariamente coincidentes como se verá con detalle en el análisis que se realizará más adelante. Por otra parte, la Comisión de Bioenergéticos ha ejecutado el contenido de la ley con propia interpretación, por lo que la estructuración resultante de todo el conjunto, con base en el contenido de los documentos, su interconexión y el desempeño de las dependencias, generan tres líneas distintas de política bioenergética:

- Primera, desde el PND con los planes sectoriales, la cual es limitada en sus alcances y acciones
- Segunda, desde la Comisión de Bioenergéticos que genera la Estrategia Intersecretarial de Biocombustibles misma que se unifica con los Programas de Introducción y de Producción de Insumos y que se implanta en el Reglamento de la Ley
- Tercera, la de la Ley de Promoción de Bioenergéticos, que no logra su desarrollo puesto que los Programas y Reglamento a que da lugar no

despliegan en toda su amplitud las potencialidades que brinda este marco jurídico.

La Ley de Aprovechamiento Sustentable de la Energía y la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables influirán al conjunto en la medida en que se expidan sus reglamentos, lineamientos, metodologías y actúen las entidades creadas. El conjunto se ilustra en la Figura1.

Figura 2. Relación entre las normas e instancias para el desarrollo de los biocombustibles



Fuente: Elaboración propia

Plan Nacional De Desarrollo y Programas Sectoriales

La Ley de Planeación obliga al Ejecutivo Federal la entrega, al inicio del período del gobierno, del PND y los Programas Sectoriales correspondientes, cuyos alcances son sexenales; también obliga a la elaboración anual de programas que establezcan las actividades y alcances hasta el cumplimiento del Programa.

El PND es escaso y general en el aspecto de bioenergías, por lo que se cumple lo ahí expresado con tan sólo la promulgación de la Ley, misma que no tiene origen en el Ejecutivo Federal sino de la Cámara de Diputados; y con la conformación de los programas derivados de la Ley para la producción de bioenergéticos. No estipula meta alguna ni se fundamenta en respaldo técnico alguno.

Por su parte, el Programa Sectorial de Energía se plantea el objetivo de fomento del aprovechamiento de biocombustibles técnica, económica, ambiental y socialmente viables. Para ello establece una orientación de "introducción paulatina de los biocombustibles" para la participación en la matriz energética; establece líneas de acción en términos de identificar las actividades a realizar: promoción, fomento, fortalecimiento e identificación de la investigación nacional; formulación de proyectos demostrativos y programas de implementación y transferencia en materia de biocombustibles. En la revisión del Programa se puede observar que no establece las instituciones que deberán intervenir, los plazos o itinerarios, falta cuantificación y establecimiento de metas, no se identifican las entidades nacionales o internacionales que realizarán las acciones ni los proyectos y programas a realizar.

En cuanto al Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario y Pesquero, define la meta de tener 70,000 Ha de cultivos para biocombustibles en 2009 y una superficie de 300,000 hectáreas en el año 2012. Las líneas de acción para lograr estas metas se fijan en la promoción de la producción agrícola para biocombustibles, el otorgamiento de apoyos técnicos y presupuestales y la

promoción de generación de tecnología para la producción. Específicamente establece el financiamiento para biodigestores y la inversión pública en la cogeneración de energía.

De forma similar al Programa de Energía, este Programa no establece cómo se promoverá la producción y los apoyos técnicos, ni la orientación tecnológica para la producción de alcohol, cantidades, plazos ni regionalización. Se establecen metas de producción para el fin de sexenio, no obstante no esté definida la demanda real de biodiésel y etanol en el sector energía.

En una línea de acción del Programa Sectorial de Desarrollo Agropecuario se establece la conformación del Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar (PRONAC), en el cual se maneja una visión de suficiencia y exportación de azúcar, al tiempo que plantea una incursión en el mercado de los bioenergéticos estableciendo el reto de incrementar en 6.5 millones de toneladas la producción de caña de azúcar, aunque sin mayor sustento para lograrlo (por ejemplo, áreas de producción, tecnología de campo y fábrica).

La mención a biocombustibles en el Nuevo Programa Especial Concurrente para el desarrollo rural sustentable 2007-2012 consiste en la referencia a la meta de alcanzar una superficie sembrada de 300 mil hectáreas para producir cultivos orientados a la producción de biocombustibles.

Finalmente en el Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 no se hacen referencias a los biocombustibles, a pesar de la enorme actividad que corresponde al sector.

Como se puede advertir, sin duda el Estado tiene interés en propiciar la entrada de México a la producción de biocombustibles, pero la falta de claridad de qué hacer y cómo hacerlo es evidente en lo expueso anteriormente.

La Política del Ejecutivo Federal

La política del Poder Ejecutivo Federal a través del Plan Nacional y Programas Sectoriales, que pretende únicamente sentar bases para la promoción de los biocombustibles situándolos en el ámbito energético y de apoyo al campo, enfatiza el papel participante y promotor del Estado. En términos generales, acierta en generar un fomento a las bases científico-técnicas para la producción de los biocombustibles, la necesidad de brindar estímulos y la elaboración de estudios para la definición de proyectos específicos, estipulando un sentido ambientalmente favorable tanto para la producción de biocombustible como para su consumo.

Sin embargo, esta política no se plantea la elaboración de un proyecto nacional de largo plazo para los bioenergéticos, que contenga una estrategia energética y de desarrollo rural con metas y plazos claros y definidos. Fija superficies de producción para una oferta de biomasa en el período pero sin establecer la demanda ni el objetivo a cumplir. No se fundamenta técnicamente la viabilidad y las etapas en la introducción de los bioenergéticos, dejando de lado el papel fundamental que juega PEMEX en esta materia. Los programas son imprecisos en los términos de financiamiento, apoyo presupuestal, inversión pública y formulación de proyectos.

Ley de Promoción de Bioenergéticos y su Reglamento

Con fecha primero de febrero de 2008 fue promulgada la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos con la cual se da base para la regulación de la actividad. Una primera versión de esta ley de abril de 2007, en tanto que prácticamente reducía la producción de biocombustibles a partir de maíz y caña de azúcar, fue observada por el Ejecutivo Federal y turnada a la Cámara de Diputados. Una vez revisada y ampliadas las opciones de las fuentes de biomasa y acotada la producción de etanol a partir de maíz, es que se promulgó la actual legislación.

En el aspecto social, la Ley considera al desarrollo rural como un fin de la misma. Declara que busca contribuir a la reactivación del sector rural, la generación de empleo y una mejor calidad de vida para la población de alta y muy alta marginalidad; asimismo se sujeta a los términos de seguridad y soberanía alimentarias establecidos en la Ley de Desarrollo Rural Sustentable y limita la producción de etanol con maíz a la certificación de existencia de excedentes nacionales.

En el aspecto ambiental, la Ley establece la expedición de Normas Oficiales Mexicanas, la evaluación del impacto de los programas, así como la vigilancia de no cambiar el uso del suelo de forestal a agrícola. En el aspecto promotor del desarrollo de los biocombustibles, la Ley establece como funciones de SENER y SAGARPA el fomentar la agroindustria, la inversión y la infraestructura, mediante la promoción, coberturas y estímulos a la modernización e investigación. También establece el fomento de la

investigación y transferencia de tecnología en producción de insumos, el asesoramiento a los productores, estudios de ordenamiento de la actividad, el adiestramiento y la capacitación. A SENER la faculta y ordena elaborar los programas sectoriales y anuales relativos a producción, almacenamiento, transporte, distribución, comercialización y uso eficiente de bioenergéticos. Faculta y ordena a SAGARPA elaborar programas sectoriales y anuales relativos a la producción y comercialización de insumos.

En el aspecto institucional, ordena la creación de la Comisión de Bioenergéticos integrada por SAGARPA, SEMARNAT, SENER, SE y SHCP, con la atribución de emisión de políticas, regulaciones, criterios, lineamientos, acciones y Normas Oficiales Mexicanas. Establece la creación del Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico por SAGARPA, y el Programa de Introducción de Bioenergéticos por SENER. Ordena al Sistema Nacional de Investigación y Transferencia de Tecnología (SNITT) coordinar la formulación e integración del Programa de investigación científica y tecnológica en materia de insumos.

En cuanto a la revisión crítica del contenido de la Ley, se puede observar que crea una gran división entre la producción de insumos y la producción de biocombustibles al asignar sectorialmente la actividad de la bioenergía. Adicionalmente, deja fuera de su contenido el autoabasto y la pequeña y mediana escalas que pueden resolver necesidades locales y regionales. Es así que no se precisa la promoción, investigación, capacitación y estímulos para estos niveles de producción. Se desglosa la coordinación de actividades para la

producción de insumos, sin embargo no lo hace así para los bioenergéticos, por lo que hace falta la creación de una *Red Nacional de Información e Investigación en Materia de Bioenergéticos.*

En la ley se localizan aspectos que no quedan bien determinados, como son:

- La creación y consolidación de empresas rurales, con la participación del 30% de las acciones por los productores de insumos (Art. 17).
- No se menciona la formulación e integración de un Programa de Investigación Científica y Tecnología en Bioenergéticos tal como ocurre en Materia de Insumos.

El Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos fue publicado el 18 de junio de 2009 con un retraso de más de seis meses a lo ordenado por la Ley y con posterioridad a los Programas de Introducción de Bioenergéticos y de Producción de Insumos. Desglosa, como ordena la Ley, los trámites para la obtención de permisos, su vigilancia y sanción; también detalla los aspectos ambientales a vigilar y la delimitación de las zonas y condiciones en las que se puedan realizar los cultivos para biocombustibles.

Desafortunadamente el Reglamento no desarrolla las orientaciones y acciones que están ampliamente establecidas en el articulado de la ley, por lo que se ve truncada la posibilidad de una política bioenergética congruente con el ordenamiento fundacional. Evidentemente, el reglamento ha sido ajustado a la propuesta bioenergética de la Estrategia Intersecretarial, lo que se observa en los aspectos correspondientes a: la reducción de la amplitud de evaluación del impacto de los programas establecida por la Ley; en no dar precisión a las

obligaciones y acciones de la Comisión de Bioenergéticos y sus Secretarías integrantes y, mediante la adopción del formato de contenido de los Programas de Introducción de Bioenergéticos y de Producción de Insumos que se emitieron con anterioridad, cuando precisamente estos deberían estar sujetos al ordenamiento de dicho Reglamento.

El Reglamento deja fuera todo lo referente en la Ley a los instrumentos para el desarrollo y promoción de los bioenergéticos que requería ser reglamentado. Es central que el Reglamento incluya amplia y detalladamente los instrumentos, acciones, infraestructura, incentivos, procedimientos y reglas para el desarrollo de los biocombustibles en tanto que esto concreta la política bioenergética independientemente de los vaivenes políticos e ires y venires de funcionarios. Se ha dejado fuera de la reglamentación el articulado de la Ley en lo correspondiente al desarrollo de programas de corto, mediano y largo plazos; el desarrollo de las bases para la concurrencia de los sectores social y privado; plazos para expedición de programas, propuestas, acciones, incentivos, previstos en la Ley, así como la emisión de procedimientos de evaluación de viabilidad de proyectos y bases para impulsar la investigación científica y tecnológica así como la capacitación.

La política a partir de la Ley

La política que se puede derivar de la Ley fundamenta con amplitud el desarrollo de la producción de los bioenergéticos en México con un sentido social y cuidado del medio ambiente, al tiempo que plantea la producción de

insumos para bioenergéticos y la producción de bioenergéticos en un sentido de mercado en gran escala al grado de dar una importante presencia a la conducción por ductos.

Abunda en precisión con respecto a la producción de insumos aunque no lo hace con tal grado para los biocombustibles, pero a la vez brinda un papel protagónico a los productores del campo como sujetos de desarrollo.

Fundamentalmente establece el papel rector y promotor del Estado en la actividad agroindustrial de los biocombustibles de manera integral; genera y establece las instancias apropiadas para dar conducción al desarrollo de los biocombustibles en las vertientes ambiental, económica, científico-tecnológica, energética y social. Sin embargo, el instrumento para derivar una política precisa conforme al contenido y espíritu de la Ley, el Reglamento, limita los alcances descritos arriba. La revisión del Reglamento da por resultado, una norma insuficiente o nula con respecto a la precisión que en los diferentes aspectos la Ley plantea para el desarrollo de los bioenergéticos. El Reglamento básicamente deja en manos de la Comisión de Bioenergéticos y de sus Dependencias integrantes los aspectos que deberían estar contenidos en el mismo.

Estrategia Intersecretarial y Programas Específicos

La Ley ordena la constitución de la Comisión de Bioenergéticos integrada por los titulares de la SAGARPA, SENER, SEMARNAT, SE Y SHCP y la faculta de amplias funciones para elaborar programas, establecer bases y lineamientos

para la suscripción de acuerdos con los tres niveles de gobierno, dar seguimiento a los programas, compromisos y presupuestos, el fomento a la industria y promover la coordinación de acciones.

La Comisión ha generado la denominada Estrategia Intersecretarial de Bioenergéticos, la cual se constituye en un documento base de política bioenergética, pues su contenido se aplica a los Programas de Introducción de Bioenergéticos y de Producción de Insumos, así como al contenido del Reglamento de la Ley.

La Estrategia tiene un carácter sexenal con metas al año 2012. Aunque en un principio menciona como referentes al PND y los Planes Sectoriales de Energía y Desarrollo Agropecuario y la Estrategia Nacional de Cambio Climático, no desarrolla los contenidos de éstos; tampoco menciona a la Ley de Promoción de Bioenergéticos para la conformación de su visión, misión y objetivos, ni establece que las estrategias sean para el logro de los planteamientos de la Ley. La Estrategia trastoca los conceptos legales de soberanía y seguridad alimentarias por el de “solvencia alimentaria”, sin conceptualizarlo. No establece objetivos ambientales ni del desarrollo rural y los retos no se constituyen en metas cuantificables.

El Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico ha sido elaborado por la SAGARPA. Define los cultivos para la producción de alcohol: caña de azúcar, sorgo dulce y remolacha; y los cultivos para la producción de biodiésel: palma de aceite, higuerilla y piñón mexicano. Como reto fija la producción en 300,000 hectáreas

para el 2012 mediante la producción de 13.2 millones de toneladas de biomasa para la producción de etanol. Asimismo, establece que se contará con una “red integral de investigadores”, un banco de semillas y materiales vegetativos, y durante el 2009 tener 70,000 hectáreas de cultivos para bionergéticos.

El programa sigue las estrategias establecidas en la Estrategia Intersecretarial para establecer sus acciones, retoma algunos datos proporcionados por el Programa Sectorial y agrega metas sin precisar los mecanismos ni las instituciones participantes para alcanzarlas. Tampoco establece el respaldo tecnológico para la toma de decisiones en cuanto a cultivos, superficies y sistemas de producción a utilizar, indistintamente en temporal y riego.

El Programa de Introducción de Bioenergéticos tiene por objetivo general el dar certidumbre a la cadena de producción y consumo de biocombustibles. Se marca como retos: el suministro continuo con integración de la cadena productiva, la generación de biocombustibles de segunda y tercera generación, atención a los balances de energía y de emisiones y el diseño de una “etapa de aprendizaje”. No establece metas de consumo ni participación porcentual en la mezcla de combustible, elementos indispensables para establecer la demanda efectiva. No se menciona análisis de precios ni programas de adquisición. La introducción de biodiésel no se contempla.

Concretamente se establece una prueba piloto a realizarse en el segundo semestre del 2008 con 16,000 barriles de gasolina Magna a la que se introducirá alcohol y la ciudad de Guadalajara para la primera etapa de introducción. Se establece el escalamiento de pequeñas y medianas empresas

como el mecanismo para la satisfacción de la demanda sin identificar la metodología para dicho escalamiento. Asimismo se asume la exportación de bioenergéticos como parte del desarrollo, sin establecer la estrategia ni condición de satisfacción del mercado interno.

La política de la Estrategia Intersecretarial

La Comisión establece una estrategia que, utilizando las instancias generadas y las facultades otorgadas, se constituye en la política bioenergética para el período sexenal de la administración federal en turno. En esta estrategia la prioridad se centra en el sector energético y el desarrollo del mercado de los biocombustibles, cuyas acciones se establecen y se hacen efectivas en los Programas de Introducción de Bioenergéticos y de Producción de Insumos. Precisa la actividad de producción de biocombustibles a partir de seis cultivos, con la intención de desarrollar los de segunda generación.

Asimismo establece la oxigenación de gasolinas metropolitanas con bioetanol como el objetivo de la introducción de biocombustibles y proporciona volúmenes de producción y superficies para satisfacer la demanda de las ciudades metropolitanas. Para el impulso del mercado, básicamente propone la información y los talleres, así como estudios y análisis, con la participación y conformación de empresas competitivamente rentables en la producción de insumos y biocombustibles.

La política de la estrategia tiene un planteamiento complejo; sin embargo, su estructura de visión, misión, retos, objetivos, expectativas, lineamientos

sectoriales, estrategias y acciones, no responden a las preguntas ¿Cuál es la finalidad que se persigue con su ejecución? ¿Qué impacto concreto se espera alcanzar? ¿Qué bienes deberán ser producidos? ¿Cómo se va a hacer para producir dichos bienes? ¿Cuánto nos va a costar producirlos? ¿Cómo se sabe si se han cumplido los objetivos? ¿Qué factores externos pueden comprometer el éxito?

Básicamente, la estrategia deja de lado ordenamientos de la Ley para edificar una propuesta que se centra en una más que tímida introducción de bioenergéticos a los combustibles producidos por PEMEX para el presente sexenio, y orientarse a conformar un mercado abierto para la producción de biocombustibles en el cual los participantes actúen competitivamente.

La Normativa Bioenegética en México

Si bien el gobierno federal de la presente administración es el que da inicio a la generación de política bioenergética con el PND y los Programas Sectoriales, es la Ley de Promoción y Desarrollo de Bioenergéticos la que sienta las bases institucionales para la conformación de esta política. En ambas directrices se manifiesta la vocación del Estado para desarrollar la producción de los biocombustibles en concordancia con las necesidades energéticas y ambientales del país, mediante la investigación, estudios, inversión, proyectos y el desarrollo del mercado. Naturalmente es la Ley la que por su rango y la amplitud de su contenido sistemático prepondera en la construcción de las Instancias, el otorgamiento de facultades a las Dependencias existentes, y los

Programas que han de actuar. Asimismo, sienta bases en sentido social, ambiental, de investigación científico-tecnológica y de promoción de las empresas.

Se entiende que, siendo la Ley de Promoción de Bioenergéticos el ordenamiento primordial para los biocombustibles y que es generadora de otras normas y creadora de instancias apropiadas en la materia, y que al ser un ordenamiento superior a planes y programas, los lineamientos, decisiones y acciones a partir de todo este conjunto de instrumentos se deben sujetar a lo mandatado, estando obligados a desarrollarlo en los justos términos en que se ha legislado y en todo caso contribuir en su mejoramiento. Sin embargo, es observable que el Ejecutivo Federal no ha actuado en este sentido y que más bien se ha apoyado en las facultades otorgadas a la Comisión para generar una política parcial y restrictiva, mediante la elaboración de una directiva denominada Estrategia Intersecretarial de los Bioenergéticos que actúa paralelamente al contenido y mandato de la Ley generando sus propios criterios que se aplican a los Programas de Introducción de Bioenergéticos y de Producción de Insumos e Investigación, por lo que la política efectivamente resultante es la desarrollada a partir de este lineamiento.

Las metas de esta política se resumen en la producción de biocombustibles de primera generación a partir cultivos agrícolas para la producción de alcohol (caña de azúcar, sorgo dulce y remolacha); y cultivos para la producción de biodiésel (palma de aceite, higuerilla y piñón mexicano), en superficies determinadas para el año 2009 (70,000 hectáreas) al 2012 (300,000 hectáreas)

con objeto de surtir alcohol como oxigenante a las gasolinas de la ciudad de Guadalajara y con posterioridad a Monterrey y a la Ciudad de México, en el contexto de un mercado abierto conformado por empresas competitivas. Esta política no aborda el desarrollo a mediano y largo plazos, la introducción de biodiésel, la producción de biocombustibles a partir de fuentes lignocelulósicas, el desarrollo científico-tecnológico coordinado e integral, ni el desarrollo de los productores de la materia prima.

La política bioenergética no considera recomendaciones precisas del estudio de SENER de 2006 para la promoción del bioetanol y del biodiésel, entre las cuales están: el apoyo de incentivos financieros, impuestos diferenciales, cambios en el IEPS y el IVA, establecimiento de contratos de compra; una Directiva de biodiésel con metas claras, estándares nacionales para este combustible e incentivos a la producción agrícola, formación de cooperativas especializadas y tasas de interés preferenciales en el crédito.

Por otra parte, para la fundamentación de los aspectos financieros no se ha establecido con el mecanismo de adquisición de los biocombustibles por PEMEX, la definición de precios de referencia para adquisición de alcohol y biodiésel, asimismo de los precios paritarios de cada etapa del proceso para definir a dónde se dirigirán los apoyos del Estado y por supuesto de la demanda efectiva por regiones. Además, se ha relegado el papel trascendental que juegan los subproductos, coproductos y derivados de la producción de biocombustibles y las posibilidades que generan para la industria, la agricultura y su uso en sistemas de mecanización. La sectorización de la producción de

bioenergéticos en biomasa a cargo de SAGARPA, por una parte, y biocombustibles a cargo de SENER, por la otra, afecta en una visión integral del proceso y afecta la participación de los productores del campo para obtener el mayor beneficio de esta agroindustria.

Los Actores en la Normativa

La normativa es parte de la conformación de la política pública, sin embargo sólo es la fracción que está plasmada en documentos que tuvieron su origen en el encuentro de los diferentes actores pero que a la vez su recomposición en normas conexas o derivadas, sufre modificaciones e incluso genera tendencias en su aplicación como se ha visto a lo largo del análisis.

Es claro que para México un actor primordial para el impulso de los biocombustibles es Pemex, y se le ubica como un actor diferenciado de los otros sectores de la burocracia, aunque se le integra al sector energía, pues responde directamente a las políticas dictadas desde esta instancia. Al tener el control sobre los recursos petrolíferos, su transformación a combustibles y su distribución a los franquiciatarios en las estaciones de servicio, solo depende de Pemex el acceso al mercado nacional. La decisión esta centralizada y sujeta al sector energía. Los demás actores no tienen posibilidad de intervención mediante otras compañías mezcladoras, distribuidoras o despachadoras del combustible.

Es en el contexto de la disputa por el manejo de la agroindustria azucarera donde se gesta la posibilidad de intervención para la producción de

biocombustibles. El gobierno federal decretó en el año 2005 la eliminación del Decreto Cañero de 1991, con lo que se pretendía liberar de la intervención del Estado a las relaciones entre los productores de caña de azúcar y los ingenios, y que con ello pudieran entrar en un libre juego de mercado.

La respuesta de los productores fue la actuación a nivel de sus representantes en la Comisión de Agricultura de la Cámara de Diputados para que lograran la gestión y la legislación de la nueva ley cañera Ley de Desarrollo Sustentable de la Caña de Azúcar (22-08-2005). A pesar de conseguir la creación del CICTCAÑA, los productores no lograron el apoyo de los industriales para su conformación. El juego de alianzas establecido en la Cámara dio lugar a la discusión de una iniciativa de ley que promueve los bioenergéticos, en la que participaron diversos actores con intereses en este proyecto, en cuyo juego y rejuego lograron pasar la iniciativa a la siguiente legislatura.

El Ejecutivo Federal del presente sexenio, con la Ley de bioenergéticos en proceso, cubrió la opción de la bioenergía en términos generales, en la norma de planeación. Paralelamente, grupos de inversionistas y productores de granos del Estado de Sinaloa, lograron en alianza con el Gobierno Federal el financiamiento de una planta para la producción de alcohol en aquel estado. Sin embargo, la situación de la elevación de los precios de los granos generó una movilización de los productores rurales y la sociedad, que tuvo que ser atendida por el Poder Ejecutivo y que derivó en la rectificación de la ley para ampliar el espectro de cultivos y fuentes de biomasa así como condicionar la producción de maíz a la existencia de excedentes.

Los grupos ambientalistas y organismos no gubernamentales entraron en escena con fuertes críticas sobre los efectos que tendría en la seguridad alimentaria y en el ambiente. Es así que es básicamente alrededor de la generación de la ley y posteriormente de su reglamento, que se ha dado el encuentro de los actores que han intervenido. En cuanto a los productores rurales, son los líderes de las organizaciones cañeras los más activos, y en el caso de los industriales, es notable la presencia de los representantes de la Industria azucarera y alcoholera.

La dispersión de la normativa en tres vertientes distintas responde a este origen diverso, en el cual los dirigentes cañeros concertan con otros actores, en una visión donde domina la visión agroindustrial con fuerte participación de los productores. Por su parte el Ejecutivo solamente pretendía generar una disposición para dar inicio al proceso sin mayor visión sobre el tema, y posteriormente la necesidad de obedecer el mandato de la Ley pero en lo cual prepondera la utilización de Pemex para la aplicación de la política energética petrolizada y donde el factor de introducción de biocombustibles no es parte de dicha política.

A esto se adiciona el proceso en el cual se discute la reforma energética y surge nueva legislación con respecto a las energías renovables y la transición energética, así como la conformación de una Estratega Nacional de Energía. Es decir, queda relegada la generación de una política específica, puesto que hay intereses superiores sobre el rumbo que sigue la matriz bioenergética a partir de estas legislaciones.

La emisión de los programas sectoriales para atender la Ley en el impulso a la producción de la biomasa y de la introducción, se conducen en la opacidad de la conformación de los contenidos y las decisiones. Tal es el caso de un grupo interinstitucional de actores del área de la investigación agrícola (Universidad Autónoma Chapingo, Colegio de Posgraduados, INIFAP, Colegio Superior de Agricultura del Estado de Guerrero, Instituto de Biocombustibles y Energías Alternativas del Estado de Chiapas) que elaboraron el Programa Nacional de Investigación de Bioenergéticos, pero que se vieron relegados de obtener financiamiento para dicho proyecto.

Los investigadores de otras instituciones y sus organismos no han logrado interlocución para plasmar en los programas las necesidades de investigación, pero tampoco han unificado criterios sobre el rumbo de la investigación en los diferentes tipos de biomasa y las diferentes plataformas de transformación.

En cuanto a los productores rurales, más allá del momento álgido en que lograron unir fuerzas con otros actores para hacer la legislación, no han logrado acción similar para el cumplimiento de la ley, reglamentos y programas que han sido diseñados desde instancias burocráticas.

Un momento crítico para el desarrollo de la bioenergía fue la convocatoria para la introducción de alcohol carburante a la zona metropolitana de Guadalajara. En ello se condensa la trayectoria de la política gubernamental a nivel federal, puesto que se emitió sin haber realizado la divulgación, promoción, fomento y apoyo necesarios para que se conformaran los participantes. Por otra parte, también ha mostrado la debilidad y desinterés, bajo las condiciones de

incertidumbre actuales, de los empresarios para impulsar la opción de bioenergía.

Las condiciones de licitación, adversas para los concursantes, no lograron generar una corriente de opinión y posicionamiento del conjunto de los actores que están involucrados en la cadena de producción. A pesar de que lograron al menos un exhorto desde la Cámara de Diputados para la postergación de la licitación, no han tenido mayor capacidad de intervención. Dicha licitación que fue efectuada y a cuyo ganador no llegó a contratar, evidencia la divergencia en los rumbos de los distintos actores en relación a constituir la agroindustria de biocombustibles.

PROYECTOS BIOENERGETICOS

En este capítulo se analizarán en particular proyectos relacionados con la producción de biocombustibles líquidos para el transporte en razón de que la política bioenergética mexicana y la normativa correspondiente se han orientado hacia este tipo de bioenergía y asimismo la implementación de las mismas.

En lo que corresponde a la bioenergía tradicional, no obstante que se tiene un programa para el mejoramiento de estufas, el alcance y el despliegue del mismo no resultan en cambios significativos de impacto en el uso de la energía primaria, ni cambios tecnológicos de alcance nacional.

Por lo anterior se considera que razonablemente es en la producción de biocombustibles líquidos donde se tendrá mayor expansión e impacto, así como una fuerte intervención por inversión extranjera y transferencia tecnológica en campo y fábrica.

Existe un historial de proyectos que no han pasado una etapa inicial a nivel de plantaciones y que en algunos casos han recibido apoyo gubernamental o han sido proyectos gubernamentales en varios estados de la República, pero no hay sentido en considerarlos puesto que no son representativos del futuro devenir de la agroindustria.

Tampoco entran en consideración plantaciones o grupos de plantaciones que no han logrado una conjunción de intereses de otros actores para proyectar una

posible cadena de producción, como pueden ser las del estado de Sonora o Quintana Roo.

Ahora bien, con la información existente acerca de los avances de proyectos, inversiones, plantaciones, programas gubernamentales en la República Mexicana se ha realizado un agrupamiento de los proyectos que son sobresalientes y que se han recorrido en visitas u obtenido información, para dar sentido al resultado de las negociaciones entre los actores que en términos territoriales se han definido a nivel estatal, y que de acuerdo a sus componentes pueden mostrar posibles tendencias en el desarrollo de los biocombustibles, que pueden constituirse en modelos a seguir por otros estados. En todo caso, se están utilizando proyectos en tres estados de la República que pueden representar lo que está en construcción en algunos otros y que sus elementos pueden ocurrir de manera semejante en ellos.

La propuesta de modelos de producción de bioenegéticos se maneja a nivel de prospectiva dada la inexistencia de una política bioenergética clara y definida a nivel nacional, así como por el hecho de lo primigenio de la producción primaria y la práctica inexistencia de la transformación comercial de la biomasa.

Modelo Estatal

El estado de Chiapas es considerado en instancias gubernamentales como paradigmático en cuanto al avance y el alcance de su programa de bioenergéticos. Su actividad dio comienzo con una Comisión de Bioenergéticos en 2007 que ha se ha ido transformando y reubicando funciones través de los

años, primeramente en el Instituto de Bioenergéticos y Energías Alternativas (IBEA) hasta derivar en el Instituto para la Reconversión Productiva y Bioenergéticos.

Como se indica en el título del modelo este es de carácter estatal, es decir que el diseño, decisión e implementación ha sido una apuesta del gobierno estatal. Su orientación ha sido hacia la promoción del establecimiento de plantaciones de plantas oleaginosas no alimentarias, específicamente jatrofa e higuerilla. La promoción ha sido dirigida a ejidatarios y se utilizó un subsidio estatal para la obtención de la planta y el apoyo del gobierno federal a través de la CONAFOR para el establecimiento de las plantaciones.

Para la organización de las plantaciones y el apoyo técnico, así como para la orientación hacia la futura comercialización se formaron cooperativas a nivel municipal, llegando a conformar la Unión de Sociedades Bioenergéticas Chiapas, S.C de C.V de R.L.

Las fases del programa estatal han corrido a través de la recolección de semilla de jatrofa y establecimiento de huertas madre en el año 2007. A partir del siguiente año se empezaron las plantaciones de higuerilla al tiempo que se hacia recolección. En ese mismo año se protocolizaron las primeras 19 Sociedades Cooperativas Bioenergéticas Municipales y se realizaron las plantaciones de jatrofa. Se brindó atención a las cooperativas mediante técnicos agrupados en Brigadas de Asistencia Técnica y Organización y se diseñó una unidad industrial con asociación privada. El proyecto reportó un total de socios de 5,558 con un alcance superior a las 22,000 hectáreas como proyecto, si bien

el proyecto original se planeó para una superficie de 500,000 hectáreas con avances anuales de 30,000 hectáreas y una producción de 700 millones de litros de biodiésel en su etapa de máximo rendimiento, con base en la producción esperada de 3,600 Kg/Ha de semilla de jatrofa al cuarto año de producción.

A través de los años ha habido cambios en la orientación del proyecto con base en la política gubernamental para el desarrollo regional lo que ha llevado a cambios en la institución que comanda el proyecto para la producción de biocombustibles hasta que en la actualidad se haya constituido el Instituto de Energías Alternativas, Renovables, Biocombustibles y Energías Eléctricas del Estado de Chiapas.

Además de los cambios en la denominación y estatuto del programa estatal también ha habido cambios en los directivos que dieron comienzo al proyecto, lo que ha llevado a otra orientación el proceso de comercialización de manera que no prevalece la idea de la adquisición de la materia a las cooperativas. Asimismo, la intervención del gobierno federal en favor del estado de Chiapas en el contexto del Proyecto Mesoamérica, ha llevado a la modificación de sus alcances y objetivos. La instalación de una fábrica de producción de biodiésel en Puerto Chiapas, actualmente ya inaugurada y en funcionamiento, cambió el escenario para la comercialización en Cintalapa, como se había planeado inicialmente

En este sentido la intervención de los productores organizados en las cooperativas no ha sido considerada e incluso su participación de ser sujetos de

las actividades del proyecto ha pasado a ser surtidores de materia prima sujetándose al desarrollo de los proyectos estatal y federal. Por otra parte la participación de la empresa privada localizada en Cintalapa para la producción de biodiésel ha sido simplemente eliminada.

De acuerdo con un estudio de Valero (2010) los resultados señalan que los productores que participaron en el proyecto, percibieron a las plantaciones de piñón como un medio para mejorar su economía familiar debido a la expectativa económica a largo plazo que tienen del proyecto (fuente de trabajo y venta asegurada del producto durante un periodo de 30 años), lo que los motivó a participar en él a pesar de la falta de información, de asesoramiento y de apoyo económico.

Sin embargo, el proyecto padece una problemática de gestión administrativa, ha habido adquisición de semilla con problemas de calidad y se ha entregado a destiempo, lo que ha desencadenado una situación de inconformidad.

El estudio de Skutsch (2011) establece que la motivación primaria para la plantación de jatrofa por los agricultores es por la oportunidad del subsidio más que por tener claridad en beneficios eventuales. De esa manera el pensamiento es que en el caso de parcelas de maíz generan un escaso ingreso y se encuentra en la jatrofa una alternativa, adicionalmene los técnicos han persuadido a los productores asegurando que el cultivo puede dar un buen rendimiento y se tendrá alto precio de venta; y por supuesto, el ingreso del subsidio en los primeros años significa un tanto a lo que se obtiene por el maíz, con la alternativa de que en años posteriores si los ingresos por jatrofa son

negativos, pueden volver al maíz. Skutsch reporta, asimismo, que agricultores han arrancado las plantaciones por la falta del subsidio en el segundo año de la plantación.

Los nuevos dirigentes del Instituto manifiestan dar continuidad al proyecto impulsados por el funcionamiento de la nueva planta de biodiésel dentro del marco del surtido de combustible para autotransporte urbano denominado "*Conejo_buses*" con funcionamiento a base de biodiésel lo que supone una comercialización con base en instancias estatales que gobiernan el circuito de producción consumo. Al tiempo el proyecto estatal se ha incorporado a la propuesta "Plan de Vuelo" que ha sido impulsada por Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) entidad paraestatal de la Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) del gobierno federal, mediante el suministro de "bioturbosina" para un vuelo de demostración de un avión comercial (27% biocombustibles) entre la Ciudad de México y Tuxtla Gutiérrez, en la perspectiva de consituirse en suministrador de este biocombustible para las necesidades de la aviación internacional, como se ha descrito anteriormente.[7]

De esta manera el componente estatal del sistema de desarrollo de los bioenegéticos en el estado de Chiapas se constituye en el actor primordial al que se supeditan las actividades a desarrollar por los productores primarios y los transformadores de la materia prima a aceite y biocombusible. Se sujetan de esta manera a los vaivenes de la política estatal con respecto al desarrollo rural

[7] La Jornada 2 de abril de 2011 p. 24. "Interjet, primera línea mexicana en usar bioturbosina en vuelo a Tuxtla Gutiérrez.

y sus funcionarios, así como a las adecuaciones que se llevan a cabo en cuanto a la trayectoria en conjunción con los proyectos federales en convenio con otros países como es el caso del Proyecto Mesoamérica en donde interviene Colombia como coinversor en la instalación de la planta productora de biodiésel.

El modelo desemboca en la conformación de unidades de producción primaria, el suministro de material vegetativo a estas, la producción de materias primas, la extracción de aceites, la generación de entidades de transformación a biodiésel, así como de entidades de consumo, y en términos generales de transferencia tecnológica. Existe una supeditacion de los actores no gubernamentales a los designios de programas, entidades y empresas, que requiere una observación precisa en relación a los beneficios y desarrollo local y regional efectuados.

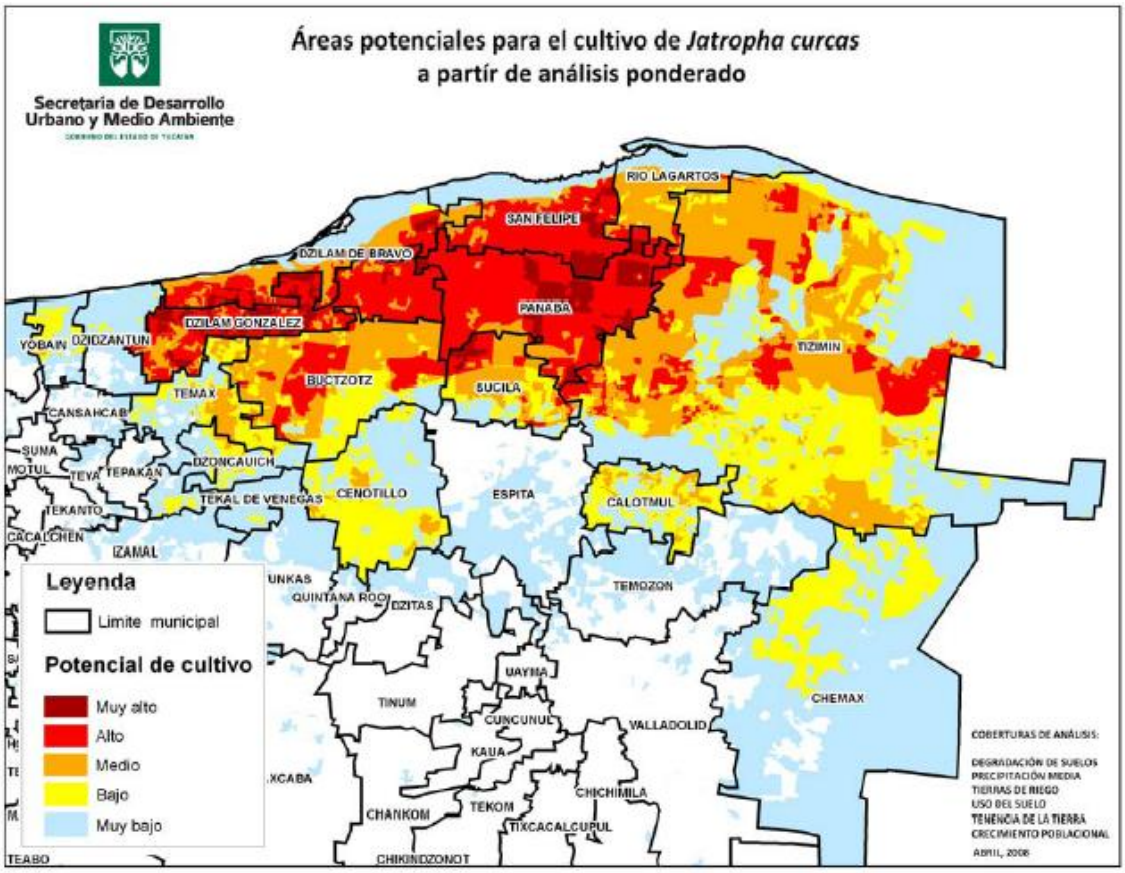
Modelo Empresarial

En el estado de Yucatán, la búsqueda de la producción de biocombustibles ha partido por parte de empresas privadas de capital local y de capital nacional con un portafolio de inversiones diverso, mismas han aprovechado el subsidio de CONAFOR para hacer sus plantaciones de jatrofa en proyectos de gran extensión con adquisición de tierras anteriormente dedicadas a ganadería extensiva en predios con vegetación secundaria. Asimismo, existe la intención de una empresa de capital extranjero que pretende hacer inversiones en el sentido de adquisición de tierras para llevar a cabo plantaciones de jatrofa.

En este caso el gobierno estatal no establece una política específica al respecto de los biocombustibles, sin embargo actúa como impulsor de las actividades de las empresas privadas e incluso manifiesta respaldo hacia el consumo de biocombustibles en la aviación nacional[8]. Al respecto de la utilización de tierras, la Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente (SEDUMA) ha desarrollado un estudio sobre la localización potencial de plantaciones de jatrofa de acuerdo con criterios socioambientales y otros factores que se han considerado importantes de acuerdo al Programa de Ordenamiento Ecológico del Territorio del Estado de Yucatán y el Programa de Ordenamiento Ecológico Costero. De este estudio se deriva la posibilidad de reconversión de tierras en el nororiente del estado con un grado potencial productivo alto, medio y bajo.[9]

[8] Alza vuelo bioenergía yucateca. Jueves 25 de marzo de 2010. SIPSE.COM. "Aerolínea utilizará bioturbosina producida en la entidad por una empresa porcícla; obtendrán recursos de la zona árida del oriente del Estado". www.sipse.com/noticias. Consulta 2 de julio de 2010.

[9] Entrevista al Secretario de SEDUMA Dr.Eduardo Adolfo Batllori Sampedro, 20 de septiembre de 2010.



Fuente: Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Obtención de aceite vegetal derivado de la planta Jatropha curcas cuya finalidad es la obtención de biodiésel. Gobierno del Estado de Yucatán.

Adicionalmente, el gobierno del Estado desarrolla el Programa Estatal de Cambio Climático en el que considera la inclusión de energía alterntiva. Para ello ha conformado la Comisión Intersecretarial de Cambio Climático. [10]

En cuanto al cultivo de jatrofa, el gobierno estatal busca que no haya cambio de uso de suelo y que se utilicen zonas de cultivos actuales.

Las instituciones locales de investigación participan con desarrollos que no se encuentran en conexión con las inversiones de los grupos empresariales. Así, se encuentra el CINVESTAV trabajando con especies locales, la Universidad

[10] Entrevista al Secretario de SEDUMA Dr.Eduardo Adolfo Batllori Sampedro, 20 de septiembre de 2010.

del Mayab con cultivos de microalgas; se trabaja en obtención de etanol de henequén, y por su parte el CICY es la entidad que mayormente trabaja en investigaciones en bioenergéticos y energía renovable.

Adicionalmente el FIRA (Fideicomisos Instituídos en Relación a la Agricultura) en su Centro de Desarrollo Tecnológico Tantakín, se encuentra evaluando el cultivo de jatrofa mediante huertos fenológicos (2 Ha), en los cuales avanza en el análisis de costos de inversión y metodologías de manejo de la plantación (siembra directa y trasplante, distancias de plantación, fertilización, combate de plagas, podas, manejo de malezas), con materiales provenientes de Michoacán y proporcionados por el Grupo KUO.

En cuanto a las empresas, por una parte está el consorcio KUO, anteriormente con la denominación DESC, grupo empresarial que tiene una amplia cartera de inversiones desde industria metalmecánica hasta la de cría de cerdos. En este último ramo en Yucatán se desempeña como el más grande productor de la península y del sureste del país con la empresa Grupo Porcícola Mexicano (GPM) que comercializa la marca Kekén. GPM ha desarrollado un sistema de biodigestores con los que produce biogás a partir de las excretas de las granjas el cual quema directamente en la atmósfera. Con este mecanismo de tratamiento dice obtener bonos de carbono[11].

A fin de eficientar su negocio y salvar la problemática de los efluentes que no se ajustan a la norma ambiental, ha diseñado una estrategia mediante el establecimiento de jatrofa en los terrenos de su propiedad en derredor de las

[11] Entrevisa en campo Ing. Valerio Hernández el 24 de septiembre de 2010.

granjas con el uso del agua de biodigestores para riego de aproximadamente 600 Ha[12] con financiamiento de FIRA. Las plantaciones se diseñan con miras de cumplir las normas europeas de certificación y exportar el aceite de jatrofa.

En el año 2008 el grupo solicitó a CONAFOR la plantación de 372 Ha de jatrofa conforme al programa, mismas que fueron autorizadas, para lo cual tuvo la colaboración de personal de la Universidad Autónoma Chapingo en la evaluación del impacto ambiental, llegando a plantar efectivamente aproximadamente 342 Ha[13] puesto que en el resto tuvo dificultades debido a suelos pedregosos y dificultad de mecanizar labores. La meta inicial de esta empresa es el establecimento de 1,200 Ha de jatrofa, aunque para ello no recibirá apoyo de CONAFOR puesto que la localización de la superficie, de acuerdo con las reglas de operación, se encuentra en áreas forestales. El material vegetativo lo ha obtenido de Veracruz, Chiapas y Michoacán, con el cual ha realizado pruebas para identificar mejores cultivares.

Por otra parte, el Grupo Loret de Mola (Lodemo),[14] es un consorcio empresarial sobresaliente en la distribución de combustibles de Pemex en la Peninsula de Yucatán, el cual cuenta con Terminales de Almacenamiento y Reparto en Progreso y Mérida, y una red de setenta estaciones de servicio en la península. La visión estratégica es tener 2,400 Ha de plantaciones de jatrofa con una proyección de 1,500 Ha entre 2010 y 2011 y 900 Ha más en 2012. En cuanto al

[12] Entrevista Ing. Valerio Hernández el 24 de septiembre de 2010.

[13] Entrevista a Ing. Demetrio Cupul, técnico de CONAFOR de la Gerencia Estatal de Yucatán, 22 de septiembre de 2010.

[14] Entrevista con Lic. Jorge Isaac de Lodemo, 22 de septiembre de 2010

manejo del producto transformado en aceite se proyecta aprovechar para su comercialización la Terminal de Fluidos que tiene en Puerto Progreso. Lodemo ha tenido el tino de desarrollar huertos madre a partir del año 2007 con el establecimiento de 25 Ha bajo el programa de CONAFOR en zona de riego con un proceso semimecanizado en la preparación del terreno. En el año 2008 si bien realizó la solicitud al Programa de 1,500 Ha le fueron autorizadas 400 Ha sumándose otras tantas en el año 2010 dentro del mismo programa. Para esas plantaciones cuenta con un vivero para dos millones de plantas localizado en Tizimín. La empresa ha ensayado plantaciones con planta en bolsa y siembras directas, donde en este última modalidad ha tenido un bajo éxito en establecimiento. De acuerdo con CONAFOR tiene un total de 1,600 Ha establecidas.

Adicionalmente, la empresa ha adquirido conocimiento en el desarrollo fenológico de la oleaginosa y experiencia en el manejo de las plagas que ocurren en la región. A la vez se plantea la adquisición de terrenos para el inicio de la producción, así como obtener materia prima mediante el mecanismo de agricultura de contrato, de manera que la promoción de por resultado la acumulación de extensiones que den una economía de escala para la producción de bioediésel.

En ambos casos para el aspecto agronómico las empresas han recibido asesoría de técnicos particulares, es decir están trabajando sin apoyo de dependencias gubernamentales. Las empresas han desarrollado un aprendizaje a través de sus viveros y plantaciones, y han ensayado diferentes técnicas

como resultado de un trabajo de ensayo y error, que han ido acumulando y logrando avances en el manejo del cultivo y aprovechando los productos de podas y semillas. Cabe aclarar que tanto por la edad de las plantas como por la escala de producción, aún no han entrado en la etapa de procesamiento industrial, por lo que no se cuenta con información al respecto del aceite, su procesamiento y comercialización.

En cuanto a solicitud de plantaciones de importancia, la empresa Agroindustrias Alternativas ha solicitado 3,200 Ha a CONAFOR de las cuales en 2010 le fueron autorizadas 400 Ha. Para el resto de las solicitudes se tienen autorizadas en ese mismo año un total de 1562 Ha sin que exista una meta a nivel estatal.

Por último, un grupo empresarial con fuerte participación de inversión extranjera, Global Clean Energy Holdings, busca asimismo ingresar en la producción de jatrofa mediante la adquisición de superficies en el norte del Estado de Yucatán, y manejar también el modelo de agricultura de contrato para aumentar la disponibilidad de materia prima para suministrar sus instalaciones fabriles. Para ello maneja cifras altas de miles de hectáreas en sus pretensiones.

Finalmente, existe un proyecto de 10 Ha de higuerilla de la empresa Ener-All en la región de Tizimín.[15] La empresa trabaja desde hace tres años en el desarrollo de variedades de higuerilla y sorgo dulce con sistemas

[15] Entrevista a Ing. Julián Barrera 23 de septiembre de 2010.

completamente mecanizados, con la pretensión de desarrollar 5,000 Ha de plantaciones.

Los proyectos se encuentran en etapas primordiales o en sus inicios de manera que se puede visualizar, a partir de elementos fundamentales, la identificación de un modelo que hemos denominado empresarial, en tanto que la iniciativa, los proyectos, la inversión, el mantenimiento y la proyección de la industria, así como la comercialización se localizan enteramente en el sector de empresas, en su mayoría no pertenecientes al sector agrícola, que únicamente aprovechan los recursos proporcionados por el programa CONAFOR, incluso que estos últimos no cubren sino una fracción de las necesidades de los proyectos en términos de superficie de plantación. Las empresas visualizan una oportunidad de mercado en el exterior del país para el producto procesado y se enfocan en el aprovechamiento de fortalezas (terminal de manejo de fluidos en el puerto de altura en el caso de Lodemo) o de beneficios (cumplimiento de normas y obtención de bonos de carbono en el caso de GPM). Asimismo, para potenciar el nivel de escala se contempla la posibilidad de llevar a cabo un sistema de contrato para la adquisición de materia prima a partir de plantaciones aledañas de otros particulares para acrecentar la producción y en aprovechamiento de la experiencia adquirida en los años recientes para la obtención de mayores rendimientos en campo.

En este Estado, como se mencionó en un principio, el gobierno estatal actúa en seguimiento de las actividades de los grandes inversionistas y acompaña en la gestión de búsqueda de mercado para el producto final. Si bien ha desarrollado

un estudio para la localización apropiada de las plantaciones según criterios socioambientales, no parece ser restrictivo, e incluso su existencia se constituye en un soporte para la instauración de proyectos de plantaciones. El sector agropecuario del gobierno no tiene intervención ni establece restricciones a los proyectos, en tanto que carece de proyecto específico para el desarrollo de plantaciones o cultivos bioenergéticos.

La situación de los actores con respecto al desarrollo de los biocombustibles en el estado de Yucatán, puede dar lugar a un modelo que se reproduzca en otras entidades federativas de la República Mexicana en tanto que el programa de CONAFOR continúe sus actividades, otros industriales localicen las ventajas de la producción de biodiésel en el mercado internacional, asimismo que los empresarios agroindustriales puedan derivar de esta producción salidas a productos, satisfacer situaciones sanitarias, o su ubicación en el cumplimiento de normas ambientales. Finalmente que los gobiernos estatales cuya condición agropecuaria no sea ventajosa, puedan utilizar el discurso del abatimiento del cambio climático para respaldar las actividades de las empresas y en su momento brindar facilidades para las inversiones en la pretensión de beneficios de desarrollo local, en tanto que carecen de otras opciones existentes de cultivos bioenergéticos viables como la caña de azúcar.

Modelo Inversión Extranjera

En el estado Michoacán, se tuvo una experiencia fallida en la producción de jatrofa e higuerilla durante el gobierno de Lázaro Cárdenas Batel (2002-2008), en el que se buscaba un modelo de tipo estatal de participación en la producción de bioenergéticos. Ante el fracaso anterior y dando prioridad a la producción de alimentos el gobierno siguiente de Leonel Godoy Rangel, no mantuvo programa específico para producción de bioenergéticos.

En esta situación y aprovechando también la experiencia fallida del grupo de inversión Vicenergy, la empresa Energy JH, un grupo privado del exterior, consiguió la colaboración de uno de los investigadores con más experiencia en jatrofa en el país, el Dr. Jorge Martínez Herrera del Centro de Desarrollo de Productos Bióticos (CEPROBI) de Yautepec, Morelos, perteneciente al IPN. Con esta alianza tiene la instalación para montar una fábrica de producción de biodiésel en Apatzingán, con base en la producción de huertos de los productores que están utilizando el apoyo de CONAFOR.[16]

La empresa [17] localizada en Apatizingán cuenta con huertos semilleros de jatrofa por un total de 30 Ha, además de plantaciones por un total de aproximadamente 60 Ha en el año 2010. En convenio con CONAFOR administra el subsidio a los productores interesados en hacer las plantaciones de manera que únicamente cuando han realizado el establecimiento de las plantas es cuando proporciona la fracción de la inversión correspondiente a

[16] Entrevista Ing. Rodrigo Teniente Oviedo Investigador del Campo Experimental Valle de Apatzingán. Entrevista 5 de octubre de 2010.
[17] Entrevista al Ing. Jorge Martínez - 6 de octubre de 2010.

dicha etapa. Esto también está en relación con el proporcionar planta de manera que se garantice la procedencia del material vegetativo, aunque también en el Estado se distribuye material vegetativo proporcionado por la Comisión Forestal (COFOM) del gobierno estatal. Material que tiene la misma procedencia que aquella de la empresa, puesto que originalmente se distribuye del rancho en Tipítaro perteneciente a la Secretaria de Desarrollo Rural (SEDRU) también del gobierno estatal.

La empresa tenía proyectado en una primera etapa la producción de aceite para después entrar en la producción de biodiésel, bajo un plan general de establecimiento de 20,000 Ha en 2010, 28,000 Ha en 2011 y llegar a las 50,000 Ha. [18]Bajo el convenio de crédito puente con CONAFOR, se elabora el contrato de compra durante 10 años en los cuales se garantiza durante los dos primeros años la adquisición de semilla limpia a un precio de $4.00/Kg para después guiarse con el precio internacional.

En este caso la empresa procura trabajar en un modelo de agricultura de contrato, en el cual garantiza la calidad del producto mediante la producción de planta certificada en su origen genético, vigilar las plantaciones, y garantizar la adquisición de la materia prima, en una visión de largo plazo, y a través de la conformación pausada de la infraestructura. Se plantea a la vez la participación de técnicos asesores para los productores rurales, tomando en consideración la propia experiencia en el cultivo, así como un reconocimiento de las condiciones socioeconómicas de los productores.

[18] Entrevista C.P. Marco Antonio González Acosta representante de la empresa. 2 de octubre de 2009.

DISCUSION Y CONCLUSIONES: POLÍTICA BIOENERGÉTICA DE MÉXICO

DISCUSION:

Los países industrializados, considerando desde luego a los grandes *trusts* industriales y comerciales, han determinado la manera en que se va a dar el cambio en materia energética con base en los biocombustibles (rangos de introducción, metas, subsidios, estímulos, inversión en investigación). Se basan en mecanismos bien consolidados que pretenden asegurar el suministro energético para desplazarse de una fuente de combustibles fósiles, que no está en buena parte en sus manos, a fuentes renovables que pueden controlar con mucha mayor facilidad.

Como consecuencia se han generado las siguientes situaciones con respecto a la agricultura:

- Tendencia al trastocamiento del paradigma de la agricultura como surtidor de alimento y fibra para los seres humanos por un paradigma de Bioeconomía.
- Competencia por superficies agrícolas entre cultivos alimenticios y cultivos bioenergéticos.
- Utilización de cultivos alimentarios para la producción de biocombustibles.
- Cambio en la tendencia de disminución de precios de los productos agrícolas y abundancia de oferta en el mercado mundial por alza de precios y baja en los inventarios de granos.

- Ampliación de las aplicaciones biotecnológicas en todos sus niveles (desde cultivo de tejidos hasta transgénicos) para la generación, tratamiento y transformación de la biomasa, incluso la producción directa de biocombustible a partir de microorganismos (segunda y tercera generación de biocombustibles).
- Proyectos de investigación de avanzada en la producción de nuevos biocombustibles a partir de un nivel industrial de gran escala.

A la vez de estas situaciones, se desatiende el consumo de la fuente dendroenergética (leña y carbón) que realiza la gente de las zonas rurales mismo que puede representar de un 10 a más de 50% de la energía de un país pobre, y de la cual depende para el uso doméstico y sus pequeñas industrias. Sin embargo, por localización, método de obtención y pobreza de la población involucrada, no entra en el circuito de generación de ganancia, es decir, no resulta de interés para el mercado.

A diferencia de la Unión Europea y los Estados Unidos de América, México es un país productor de petróleo con capacidad de satisfacer sus necesidades energéticas y generar excedentes de producción que se exportan, y aunque no necesariamente tendría que ser así, el presupuesto gubernamental es dependiente de los ingresos obtenidos de la renta petrolera.

La preponderancia de las fuentes fósiles en el suministro de energía y la certidumbre de las administraciones federales en la localización de reservas que sostendrán el ritmo de extracción generan una orientación de la matriz energética que se proyecta en el mediano y largo plazos sin cambio sustancial.

Es el caso que, al margen del discurso que las dependencias establecen sobre energías renovables, la Estrategia Nacional de Energía 2012-2026, ratifica una participación mínima de estas en el plazo, enfocándose su participación básicamente a la generación de energía eléctrica, con notable presencia de la energía eólica y en donde la bioenergía no tiene contribución relevante ni estratégicamente orientada, por mínima que pudiera ser. La matriz energética se mantiene supeditada a la contribución mayoritaria de las energías fósiles y en la cual el desarrollo de las energías renovables no se vislumbra en la diversificación de dicha matriz.

Por otra parte, especialmente en el último gobierno federal, se ha dado marcado énfasis a la política ambiental, así como un protagonismo internacional al respecto. En cuanto al manejo interno ese gobierno tuvo intensa actividad a través de programas (Programa Especial del Cambio Climático, Estrategia Nacional para el Cambio Climático) y acciones (Compromisos en Poznan[19]) que han culminado con la emisión de la Ley General de Cambio Climático; y en lo externo después de una serie de Comunicados en relación con las acciones para la mitigación del cambio climático logró realizar la COP16 en Cancún en el año 2010.

[19] SEMARNAT Comunicado de prensa Núm. 230/08. 17 de diciembre de 2008. *En Poznan, México sentó las bases para concretar proyectos de reducción de emisiones: Elvira Quesada*. En la "XIV Convención de la ONU sobre Cambio Climático, México consolidó su liderazgo entre los países en vías de desarrollo por sus esfuerzos en esta materia"…" el funcionario federal reiteró el compromiso que nuestro país manifestó ante la comunidad internacional, de reducir de manera voluntaria sus emisiones de Gases Efecto Invernadero en un 50 por ciento en 2050"

En los estudios y documentos emitidos en este rubro ambiental, no obstante la inclusión de la bioenergía en los análisis y resultados, su presencia como participante en la mitigación del cambio climático se ve relegada por la pequeña proporción con que contribuye en el caso de biocombustibles para el transporte, además de que se considera en desventaja con respecto a medidas que no requieren inversión, puesto que resulta en costos para su implantación. Ambientalmente a la bioenergía se le piensa con extraordinaria cautela considerando básicamente restricciones para su implantación, no obstante el desconocimiento del fenómeno agroindustrial, dejando de lado el papel a desempeñar como contribuyente en favor de la política ambiental de acuerdo a las diferentes opciones y su buen desempeño, como puede ser de inicio el beneficio para todo tipo de granjas (manejo de excretas y efluentes), y población en los hogares rurales (eficiencia energética y manejo de gases y partículas), traducidos en disminución de contaminación al suelo, de emisiones a la atmósfera, así como disminución de la deforestación, de enfermedades, así como de mejoría en calidad de vida.

Se entiende que la política agrícola, en línea directa con la política económica general, procura el desarrollo de empresas competitivas en el marco de apertura comercial general y de América del Norte en particular, y que el desempeño de los factores de producción brinde rentabilidad, con lo que la vía de lograrlo es mediante una tecnificación y las economías de escala. Esta política agrícola de los últimos decenios ha llevado a la práctica desaparición de los cultivos oleaginosos en el país y disminución al mínimo de la industria

aceitera, con la creciente importación de aceites, lo que coloca a la posible producción de biodiésel y bioturbosina en especies escasamente cultivadas hasta ahora, incluyendo microalgas, de las cuales se requiere generar todo el sistema de cultivo, la evaluación y caracterización de los aceites, así como su desempeño en equipos una vez transformados a biodiésel. La posibilidad de participación de la agroindustria aceitera es sumamente restringida para dinamizar o ser vehículo de procesos de financiamiento, transferencia de tecnología, asociación o esquemas de integración hacia los productores de materia prima.

Por otra parte, para la producción de alcohol los estudios han determinado la mayor posibilidad en la caña de azúcar por la madurez de la agroindustria, la experiencia de campo y fábrica, y las extensiones viables de ampliarse sin afectación de la capacidad de producción de alimentos a nivel nacional. Sin embargo, la política agrícola no brinda sustento alguno para el aumento de la superficie cañera o de la productividad para su colocación en el proceso de producción de bioetanol. Además requiere una fuerte inversión en instalación y modernización de destilerías de gran volumen.

Para que las agroindustrias participen activamente requieren de claras señales de mercado y certeza en el mediano y largo plazos para la recuperación de sus inversiones y convertirse en impulsoras de los suministradores de materia prima. En el caso particular de la caña de azúcar, en tanto que las relaciones entre abastecedores e industria están establecidas en la Ley Cañera y se tiene ya una historia en el manejo de la producción, se hace necesario que los

actuales ingenios renueven las relaciones en función de la producción de un producto distinto a la azúcar o que nuevas instalaciones establezcan una regulación del abastecimiento y transformación con base en criterios técnicos a partir de la producción de etanol, que permitan la rentabilidad de la agroindustria.

Adicionalmente, en tanto que en la UE y los EUA se instauran sendos programas en los que los bioproductos o productos biobasados tienen una proyección relevante y creciente en la economía bajo la concepción de la bioeconomía, el perfil de los proyectos que las instancias gubernamentales mexicanas manejan, no consideran el potencial de obtención de coproductos, subproductos y derivados más allá de la cogeneración en los ingenios azucareros, que es una actividad existente. De esta manera, se limita y se rezaga la sustitución de productos del petróleo, la contribución en la eficiencia energética en los ciclos de vida de los biocombustibles, finalmente en el impulso conjunto que genera para el empleo y la industrialización locales y nacionales, así como sus efectos hacia atrás y hacia delante con respecto a otros bienes industriales.

La producción de biocombustibles de primera generación en la UE y los EUA, así como en el caso brasileño, se ha logrado a partir de una agroindustria madura y consolidada con enorme experiencia, a la par que se desarrolla la puesta en marcha de plantas industriales para biocombustibles de segunda generación, tanto de investigación y desarrollo, como plantas piloto, demostrativas y aún comerciales. Este grado de avance tecnológico establece

una enorme brecha con respecto a la situación mexicana, de manera que, para el caso de pretender acceder a aquellos mercados, se traduce en una baja competitividad; y en el caso de la producción para el consumo doméstico, en una gran necesidad de transferencia tecnológica, con su debida adecuación.

La intervención federal en asuntos de bioenergía se circunscribe en un primer marco dentro de las leyes con relación a la energía, básicamente la Ley para el Aprovechamiento de Energías Renovables y el Financiamiento de la Transición Energética (LAERFTE) y la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (LASE); y a su vez en un marco general de política económica en la cual el mercado debe ser el mecanismo encauzador de las actividades económicas. Dentro del primer marco, se obedece a un entorno en el que la bioenergía no se tiene en consideración directamente y, por tanto, para lo relacionado con ella se redirige a la legislación correspondiente que es precisamente la LPDB, por lo que no comprende una intervención del Estado estratégicamente orientada y coordinada con respecto a la bioenergía y su aprovechamiento.

En cuanto, a la política económica general, se desprende la idea bien asentada en las intenciones o pretensiones de apoyo a la bioenergía moderna, de no establecer subsidios en la cadena productiva, de fijar solo metas precisas para el corto plazo, y más bien de que se de lugar a empresas que obedezcan a señales de mercado y cuyos proyectos de inversión se sustenten estrictamente en criterios de rentabilidad sin requerimientos externos de apoyos.

La intervención federal se ofrece únicamente en el marco de los programas previamente existentes de las Secretarías del Gobierno Federal o sus fideicomisos, lo que no necesariamente supone una coordinación y complementación en las actividades, y sí una acción compartimentada, en la cual se asignan recursos, básicamente subsidios, bajo reglas que obedecen a los objetivos de los programas y no necesariamente al desarrollo de la bioenergía.

Por otra parte, las rutas tecnológicas de producción de biocombustibles a partir de materiales lignocelulósicos son múltiples y se encuentran en competencia con diferente grado de avance, aunque no necesariamente pueda establecerse una ruta hegemónica. En este sentido, las empresas avanzadas pueden aprovechar áreas de oportunidad en México y situar su agroindustria para proceder al suministro de las necesidades de los países industrializados en cuanto al cumplimiento de las metas de introducción de bioenergía en la medida que se abatan sus costos de producción y aumenten los precios del petróleo.

En tanto fenómeno intersectorial, a la agroindustria de los biocombusibles le corresponde la participación no sólo del conjunto de centros de investigación, instituciones de enseñanza superior y centros de capacitación, que usualmente se conjuntan en un Sistema Nacional de Investigación Agrícola (SNIA) del país en cuestión, sino también de aquellos centros de investigacion, tecnológicos y facultades de universidades, que se ocupan de aspectos más alla de lo agronómico o agroindustrial, abarcando aspectos industriales, biotecnológicos, energéticos, del transporte y ecológicos. Sin embargo, en México este conjunto

tanto del SNIA como de entidades de generación de tecnología en las áreas arriba mencionadas, no ha tenido hasta ahora ni la integración ni la orientación para identificar las oportunidades que representa la bioenergía tanto a nivel nacional, como regional o local y convertirlas en propuestas ante los conformadores de política.

Esta misma situación ocurre en la debilidad del conjunto de entidades para establecer objetivos y prioridades nacionales para la investigación en bioenergía, puesto que se supeditan a los que se establezcan por parte de las secretarías que conforman la Comisión de Bioenergéticos y básicamente de la SAGARPA y SENER. Adicionalmente, el desarrollo tecnológico se encuentra a nivel básico pero de manera inconexa entre los diferentes centros, y adicionalmente con escasa generación tecnológica para ser transferida, o que en última instancia no se tiene un puente entre el centro de investigación y los productores o industriales.

Finalmente, la capacitación de recursos humanos para los proyectos de investigación en bioenergía, la formación de extensionistas en el área o de personal para las instituciones educativas, se encuentran rezagados de las necesidades planteadas en la normativa o en lo que el contexto internacional obliga para mantenerse en condiciones de desarrollo de la bioenergía. La formación de recursos humanos se encuentra restringida puesto que a nivel de posgrados, son sumamente escasos para la bioenergía; en todo caso la formación se localiza indirectamente en aquellos correspondientes a

biotecnologías, o en los de energías ya sean renovables, eficiencias energéticas, o energía en general.

El rezago tecnológico resulta de una falta de planeación en la investigación y la dependencia con respecto de los bajos presupuestos de las instancias gubernamentales. Según se muestra en la inversión estatal para el desarrollo científico-tecnológico, se tiene una dispersión de las escasas inversiones y de los objetivos que buscan las instituciones, principalmente gubernamentales o de universidades estatales.

Las investigaciones sociales al respecto de la bioenergía se encuentran en ciernes, y se cuenta con escasas publicaciones a nivel internacional con referentes en proyectos existentes de producción de biocombustibles. En México existen escasos investigadores interesados en la temática social, mismos que están agrupados en algunas instituciones, siendo la dificultad común la carencia de proyectos avanzados para identificar repercusiones efectivas del fenomeno bioenergético.

CONCLUSIONES:

Las políticas de los países y conjunto de países que impulsan en sus territorios el despliegue de la bioenergía, establecen un sostenido apoyo al desarrollo científico-tecnológico, la fijación de metas de introducción y la utilización de subsidios en diferentes pasos del proceso y en diferentes tiempos de su instauración. Dichas políticas están derivando hacia el impulso de biocombustibles de segunda generación, el establecimiento de restricciones de eficiencia en el abatimiento en las emisiones de gases invernadero, así como la

certificación de estas últimas y la coordinación para la emisión de normas técnicas para el comercio internacional.

Todo lo anterior repercute en la generación de una política bioenergética en México en tanto que los desarrollos comerciales para el mercado exterior están determinados a cumplimentar los requerimientos ambientales y de la calidad de producto dictados por los países industrializados; así como en la orientación de la investigación y desarrollo hacia los avances en tratamientos para procesar biomasa para salvar el rezago tecnológico; y presumiblemente en la identificación de prioridades para la asignación de subsidios que rendunden en el mejor desempeño de los actores participantes.

Se tiene una debilidad intrínseca entre los productores rurales sujetos a una política agrícola restrictiva a la producción de bienes de alto valor con fuertes inversiones en condiciones de mercado abierto, por lo que la mayoría de pequeños productores no tiene acceso a los elementos productivos (tecnología, asistencia técnica, seguro, crédito agrícola, comercialización). Lo anterior conlleva un condicionamiento en la participación en la generación de la política bioenergética, participación en la que las organizaciones de productores no visualizan como una oportunidad para atender las necesidades de los agremiados en cuanto a proyectos viables y atracción de inversión así como de generación de agroindustria propia o alguna injerencia en la agroindustria de mayor capital

Dado que la investigación nacional se encuentra fundamentalmente en las instituciones del Estado, y en los centros de investigación de las universidades

estatales, la restricción presupuestaria es la vía por la que se limita el desarrollo tecnológico, por lo que los investigadores como actores participantes se sujetan a un trabajo de alcances mínimos, aunado a la supeditación a las líneas de investigación que dicta la SAGARPA, dado que no han conformado una orientación en las investigaciones ni una propuesta nacional común para orientar los esfuerzos. En cuanto a los actores agroindustriales, están sujetos a la producción de materia prima de origen nacional de los cultivos bioenergéticos. Para participar en su transformación en cantidad suficiente para lograr la escala necesaria, carecen de señales precisas y con certidumbre en el mediano y largo plazos para hacer inversiones; pero tampoco avanzan en la promoción y generación de proyectos con base en las ventajas comparativas nacionales. El principal actor es el Estado en tanto que tiene un carácter monopsónico para la adquisición de los principales productos bioenergéticos modernos en su introducción a las gasolinas y diéseles nacionales, adicionalmente a ser el generador de las macropolíticas que determinan el funcionamiento de la política bioenergética resultante.

La normativa en bioenergía en México es de reciente cuño, con participación diferenciada a través del tiempo por parte de los legisladores y del ejecutivo. Los primeros dando lugar a un contexto legal para la instauración de los bioenergéticos, y el segundo realizando su propia interpretación en función de una orientación sexenal y supeditando y supeditándose a normas de menor rango.

La construcción de una política bioenergética en México está limitada por una política gubernamental de prioridad para los combustibles fósiles en la matriz energética en el corto y mediano plazos. Por otra parte el desarrollo rural no se constituye en un elemento contribuyente primordial para la generación de una política federal en bioenergéticos, no obstante lo mandatado por la LPDB.

Con base en el punto anterior, no existe coherencia ni congruencia en el accionar gubernamental, en tanto que de la misma manera se establecen metas y propósitos en diferentes instancias normativas sin que exista claridad en su fundamento técnico, así como se busca eludir las obligaciones mandatadas por la LPDB mediante la emisión y adecuación de normas reglamentarias con sentidos distintos a la ley, y la supresión de su emisión cuando la ley lo exige. Se proyectan introducciones de bioenergéticos que no se cumplen y se promueven otras introducciones a instancias de entidades del exterior como es el caso de la bioturbosina. No se incluyen aspectos de la bioenergía dentro de los programas como es el caso de la dendroenergía, aunque a nivel de programas se manejen aspectos de la misma sin una coordinación y una vigilancia técnica apropiada.

En la medida en que existe una política bioenergética dispersa y de corto alcance, las Entidades Federativas aprovechan y seguirán aprovechando las disposiciones de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos como un ámbito en donde puedan establecer opciones alternativas, avanzando desigualmente, sin una rectoría de rumbo y con enormes lagunas normativas.

Las consecuencias para el desarrollo rural en el corto y mediano plazos serán identificables a nivel regional y diferenciadas de acuerdo a las características de los proyectos auspiciados por los gobiernos de los estados o impulsados por empresas inversionistas.

UNA POLITICA BIOENERGETICA NECESARIA

Sin lugar a dudas es necesaria la generación de una política bionergética que tenga fundamentos técnicos, establezca objetivos y metas claros y definidos, y brinde los apoyos necesarios en los eslabones de la cadena productiva, para el cumplimiento de objetivos precisados con la participación de los actores sociales.

Dicha política, entonces, debe plasmar en una normativa coherente entre las diferentes regulaciones respetando su jerarquía; y congruente entre las pretensiones de la introducción de los bioenergéticos y el beneficio para los productores, el medio ambiente y la economía nacional. Coherencia y congruencia de la normativa que permitan lograr las metas en el corto, mediano y largo plazos, y que incorpore los diferentes estratos de productores en las diferentes regiones agroecológicas del país.

Se requiere garantizar por parte de los Poderes Ejecutivo y Legislativo que, en la conformación de la Estrategia Nacional de Energía, se tenga una clara definición de la participación de las energías renovables y la trayectoria y ritmo de la transición hacia una nueva composición de la matriz energética.

En particular que de la bioenergía se tenga una definición precisa de su proporción de participación, así como la definición de los plazos perentorios de los diferentes niveles de introducción en la mezcla de combustibles líquidos para el transporte, como en la industria y generación de energía eléctrica. Con ello, establecer condiciones esenciales para la conformación de un mercado

nacional y generando la prioridad para dicho mercado interno. De esta manera se pueda brindar certidumbre a la inversión en los diferentes eslabones de la cadena productiva y a la vez sea posible establecer los apoyos correspondientes para lograr esas metas.

En cuanto a la adquisición de los biocombustibles líquidos para el transporte, la determinación de la proporción de introducción de estos se constituye, en este contexto, en un mandato para el sector Energía y por consecuencia para Pemex, dado su carácter monopsónico en las mezclas de gasolinas y diéseles, por lo que para este último se le requiere las adecuaciones correspondientes para la producción de las corrientes de hidrocarburos adecuadas para el cumplimiento de las normas, su mezclado y comercialización.

En lo que corresponde a la bioenergía en general, se requiere un claro entendimiento de su función para el desarrollo rural, en tanto que la alternativa productiva bioenergética es una ruta para posibilitar en las regiones agrícolas no solo la viabilidad comercial de las unidades de producción y lograr su competitividad, sino como un mecanismo de sustentabilidad en ese desarrollo rural, en la que se consideren las necesidades energéticas de dichas unidades de producción agropecuarias, el beneficio ambiental, la salud pública y los mercados locales y regionales.

Una vez lograda la definición energética a nivel nacional, las dependencias mandatadas tienen que dar arreglo a la normativa para lograr su congruencia y coherencia indispensables, desarrollando la reglamentación que solamente está indicada, ajustar aquella que no responde a dichas características, y generar la

necesaria para evitar lagunas normativas. Esto es crear las reglas en que los participantes tengan certidumbre de los mecanismos y condiciones.

Esa política sólo puede ser construida con la participación de los actores sociales, en términos generales: productores rurales de insumos, industriales de la transformación, académicos e investigadores, organismos de la sociedad civil. Participación que solo es lograble siempre y cuando se lleven a cabo los mecanismos apropiados para que estos actores tengan oportunidad de tener la información, brindar su opinión, establecer las necesidades, objetivos y metas, finalmente ser parte en la toma de decisiones.

Bajo esta premisa, se podrá determinar que la producción cultivos bioenergéticos no generen competencia con alimentos ni problemas ambientales, pero que en términos de la prioridad del desarrollo rural la política deberá atender a la mayoría de la población rural en sus necesidades energéticas desde el autoconsumo en el hogar y la producción primaria, como de sus necesidades tecnológicas en el apoyo a las microindustrias rurales.

En este sentido, se requiere la inclusión de todo programa bioenergético de las diferentes secretarías y dependencias, bajo los mismos objetivos de la política de bioenergía en general y su coordinación, para dar un sentido común a las acciones de dichos programas.

Se desprende de las definiciones de la ENE, y de la normativa bioenergética que se establezcan las condiciones para el desarrollo de la agroindustria según los objetivos nacionales: coordinación de políticas sectoriales, apoyos fiscales, fondos de financiamiento y estrategias comerciales.

A la vez, y conforme a lo establecido en al Ley, se deberán realizar los convenios con las entidades federativas para la coordinación de programas y proyectos, sin perjuicio que se mantenga la rectoría de la federación en la materia.

En tanto que los estudios nacionales del potencial productivo y de las evaluaciones de eficiencia y ciclo de vida, abundan en que la caña de azúcar es la alternativa madura para la producción de biocombustibles, sin perjuicio de la satisfacción de la demanda interna de azúcar, se requieren impulsar nuevas regiones de producción con una relación de productor-industria basada en la obtención de etanol y sus coproductos y subproductos. A la vez realizar la búsqueda de la utilización integral de la biomasa y la investigación agronómica para el aprovechamiento de las especies del género *Saccharum.*

La política bioenergética debe definir inversiones en investigación científica, tecnológica y de despliegue de proyectos piloto, de investigación y desarrollo, demostrativos y semicomerciales, y el desarrollo de los coproductos y subproductos de la industria bioenergética.

Se requiere que las entidades de las instituciones de enseñanza superior y entidades de investigación conformen una alianza con los productores rurales para desarrollar, por una parte, una amplia divulgación de los potenciales de la bioenergía en todas sus vertientes así como de la normativa bioenergética; y por otra parte, una pronta y constante labor de transferencia de tecnología para la obtención de materia prima y para la producción de los diferentes bioenergéticos. De esta manera, con la participación de productores rurales y

técnicos e investigadores, en una acción común y concertada en las diferentes instancias de decisión se logre una intervención sólida en la conformación de la política bioenergética del país

Una vez definidos los diferentes niveles de política bioenergética, se requiere respaldar los proyectos a partir de las fuentes financieras con líneas específicas para los cultivos bioenergéticos, agroindustria y comercialización.

De las Investigaciones Sociales en Bioenergia

Un propósito de las investigaciones sociales sobre la bioenergía es que deben brindar elementos para la toma de decisiones en la conducción del proceso de implantación de esta nueva agroindustria a los pequeños productores rurales organizados de las regiones con características apropiadas para la producción de cultivos bioenergéticos y utilización de biomasa a partir de residuos o efluentes, ya sea para participar de su introducción y desarrollo, ya sea para entrar en condiciones favorables si no es posible su inclusión directa, o bien para la defensa de los recursos y condiciones socioeconómicas de las regiones involucradas.

En tanto que indudablemente existen necesidades insoslayables del país y que las acciones en la producción de bioenergéticos pueden tener importantes repercusiones sociales, ambientales y de seguridad energética, se requiere partir de premisas que establezcan el ámbito de desarrollo de los bioenergéticos:

- Que la producción de biocombustibles represente una opción para impulsar un desarrollo rural sustentable.
- Que en la producción industrial de biocombustibles, los productores de biomasa sean socios de la empresa.
- Que sea atendida la producción de biocombustibles para el consumo de las comunidades y los hogares rurales, la producción agropecuaria y forestal, y las micro y pequeñas industrias rurales.

- Que el país sea productor de biocombustibles y coproductos; y no solo productor de materias primas –biomasa-.
- Que se dé prioridad a la satisfacción de la demanda interna previamente a plantearse la exportación de biocombustibles.
- Que la producción de biocombustibles se realice sin afectación de las áreas de producción de alimentos básicos para la población, de tal manera que se garantice la autosuficiencia alimentaria.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar Villanueva, Luis F. 2004. Recepción y desarrollo de la disciplina de Política Pública en México. Un estudio introductorio. *In* Sociológica. Enero-Abril de 2004 Año 19 número 54.Universidad Autónoma Metropolitana. México pp. 15-37.

Al-Riffai, P. et al. 2010. Global trade and environmetal impact study of the EU biofuels mandate. Final draft report. International Food Policy Institute-IFPRI 123 p.

Arellano Hernández, A. 1999. La producción social de objetos técnicos agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca. 289 p.

Bauen, A.; Berndes, G.; Junginger, M. 2009. Bioenergy - a sustainable and reliable energy source. A review of status and prospects. Executive Summary. IEA Bioenergy: ExCo: 2009:05. UK. 11 p.

FAO, 2008c. Declaración de la Conferencia de Alto Nivel sobre la Seguridad Alimentaria Muncial: Los desafíos del cambio climático y la bioenergía. Roma. 5 de junio de 2008.

BIOFRAC Biofuels Research Advisory Council. 2006. Biofuels in the European Union. A vision for 2030 and beyond. Final Report. European Union EUR 22066. Belgium ..

BIOPOL. 2009. BIOPOL Final Report. Assesment of BIOrefinery Concepts and the implications for agricultural and forestry POLicy. Version 1.4. 68 p.

Biorefinery Euroview – Biopol. 2009. Current situation and potencial of the biorefinery concept in the EU: Strategic Framework and guidelines for its development. Final Report. 137 p.

BNDES. 2008. Bioetanol de caña-de-açucar: energia para odesenvolvimento sustentável. Coordenação Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) e Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE). BNDES - CGEE - FAO - CEPAL . Rio de Janeiro. 1a. Edição. 316 p.

BRD&I. 2006.Vision for Bioenergy and Biobased Products in the United States. Bioeconomy for a sustainable future. USA. 21 p.

CEPAL. (2007) Oportunidades y riesgos del uso de la bioenergía para la seguridad alimentaria

en América Latina y el Caribe. CEPAL/FAO 10 p.

Comisión de las Comunidades Europeas. 2001. Libro Blanco. La polítifca europea de transportes de cara al 2010: lo hora de la verdad. Bruselas. 139 p.

Comisión de las Comunidades Europeas. 2005. Comunciacion de la Comisión. Plan de Acción sobre la biomasa. SEC (2005) 1573. Bruselas. 46 p.

Comisión de las Comunidades Europeas. 2006. Comunicación de la comisión. Estrategia de la UE para los biocarburantes SEC(2006)142. Bruselas 31 p.

Comisión Europea. 2001a. Libro Verde. Hacia una estrategia europea de seguridad del abastecimiento energético. Oficina de publicaciones oficiales de las comunidades europeas. Luxembourg. 109 p.

Comisión Intersecretarial de Desarrollo Rural Sustentable. 2007. Nuevo Programa Especial Concurrente para el Desarrollo Rural Sustentable 2007-2012 México 124 p.

Committee on Biobased Industrial Products NRC. 2000. Biobased industrial products: Research and commercialization priorities. National Academy of Sciences. National Academy Press 147 p.

Delucchi Mark A. 2006. Lifecycle Analyses of Biofuels Draft Report. Institute of Transportation Studies University of California, Davis. 78 p.

Díaz Padilla, Gabriel. 2007. Potencial productivo de seis especies de interés bioenergético en México. INIFAP.

Directive 2003/30/ce du Parlement Européen et du Conseil du 8 mai 2003 Journal Officiel de l'Union européenne L 123/42-46

Directive 2009/28/EC of the European Parliament and of the council of 23 april 2009. Official Journal of the European Union. L 140/16 EN 5.6.2009

Domac, J. et al. Socioeconomic drivers in implementig bioenergy projects. In Biomas & Bioenergy Volume 28, Issue 2, February 2005 pp. 97-106

EISA Energy Independence & Security Act. USA Public Law 110-140 December 19, 2007

Energy Policy Act of 2005. USA. Public Law 109-58-Aug,8 2005

European Comission. 2006. CARS 21 A competitive automotive regulatory system for the 21st century. Final Report. Enterprise and Industry Directorate-General. Luxembourg. 73 p.

FAO (2008) Oportunidades y desafíos en la producción de biocombustibles para la seguridad alimentaria y del medio ambiente en América Latina y el Caribe. Brasilia 14-18 Abril LARC/08/4 S

FAO Forestry Department. 2004. Unified bioenergy terminology UBET. World Energy Programme. Food and Agriculture Organization of the United States. Rome. 50 p.

FAO. 2006. Presentación de la Plataforma Internacional de Bioenergía (IBEP). Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. 17 p.

FAO. 2008a. 30ª. Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Oportunidades y desafíos en la producción de biocombustibles para la seguridad alimentaria y del medio ambiente en América Latina y el Caribe. Brasilia 14-18 Abril LARC/08/4 S

FAO. 2008b. Conferencia de alto nivel sobre la seguridad alimentaria mundial: Los desafíos del cambio climático y la bioenergía. Roma. Junio 2008. Bioenergía, seguridad y sostenibilidad alimentariasL hacia el establecimiento de un marco internacional. HLC/08/INF/3

Fondo Sectorial de Investigación en materia agrícola, pecuaria, acuacultura, agrobiotecnología y recursos fitogenéticos. Resultados – Convocatoria SAGARPA 2008. 24 de noviembre de 2008.

González Madrid, Miguel. 1999. ¿A qué llamamos políticas públicas? In Iztapalapa No. 46 julio-diciembre 1999 pp. 11-34

Goodman, D.; Sorj, B.; Wilkinson, J. 1987. From farming to biotechnology: a theory of agro-industrial development. Basil Blackwell. Great Britain. 202. p.

GREF. 2009. Segundo Congreso Internacional de Bioenergéticos en el Foro Global de Energías Renovables. GREF. UNIDO- México, León, Guanajuato. Octubre 2009. http://www.grefmexico2009.org/index.php?id=43 Consulta 22 de noviembre de 2010.

Hernández Arellano, Antonio. La producción social de objetos técnicos agrícolas. Antropología de la hibridación del maíz y de los agricultores de los valles altos de México. UAEM . México 1999. 289 p.

Hubert, M. King.; Nuclear energy and the fossil fuels *In* Spring Meeting of the Southern District

Division of Production. American Petroleum Institute, San Antonio, Texas, March 7-9,1956. Publication No. 95 Shell Development Company. Houston, Texas.

IEA Bioenergy. 2009. Annual Report 2008. IEA Bioenergy: EXCO:2009:01. New Zealand. 122 p.

IEA. 2009. Key world energy statistics 2009. International Energy Agency. Paris. 78 p.

INIFAP. 2008. INIFAP, agente técnico para la formación de planta piloto de biodiésel en Chiapas. Teresa Gómez Hernández. www.inifap.gob.

IPCC, 2007: Climate Change 2007: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland.

Lei Nº 11.097, De 13 De Janeiro De 2005 D.O de 14.01.2005. Brasil

Ley De Desarrollo Sustentable De La Caña De Azúcar Diario Oficial de la Federación 22 de agosto de 2005. México. 40 p.

Ley De Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (LPDB). Diario Oficial de la Federación Primero de febrero de 2008. México. 12 p.

Madlener, R.; Myles, H. 2000. Modelling socio-economic aspects of bioenergy systems: a survey prepared for IEA Bioenergy Task 29. IEA-Bioenergy. http://www.task29.net/assets/files/reports/Madlener_Myles.pdf

Ocampo Ledesma, Jorge. 2007. Paradigmas tecnológicos, sujetos tecnológicos. Universidad Autónoma Chaping. CIESTAAM. Ciencia, Tecnología y Sociedad No. 2. Chapingo, Mex. 38 p.

Office of Biomass Program.2009. Biomass Multi-year Program Plan 2009. Energy Efficiency and Renewable Enerbgy. U.S. Department of Energy. USA 145 p.

ONU. 1992. Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 1992; Naciones Unidas.

Organización de las Naciones Unidas (ONU) . 2007. Bioenergía sostenible: un marco para la toma de decisiones. ONU-Energía. 68 p

Palloix, Christian. La internacionalización del capital. H. Blume Ediciones. Madrid. 1978. Madrid. 242 p.

Pemex-Refinación. 2009. Convocatoria a la licitación pública nacional mixta fuera de la cobertura de los tratados de libre comercio suscritos por los estados unidos mexicanos. No. Compranet 18576112-022-09. No. Interno r9-ln-027-008. Pemex-Refinación. http://www.compranet.gob.mx/ Consulta el 23 de noviembre de 2009.

Presidencia de la República .(2007) Plan Nacional de Desarrollo 2007-2012. DOF 31-05-2007 .Gobierno de los Estados Unidos Mexicanos. México. 322p.

Programa Nacional de Produçao e uso de Biodiesel. Biodiesel o novo combustível do Brasil.. http://www.biodiesel.gov.br/ Consultado el 23 de noviembre de 2009

Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. 1998

Quintero Ramírez, Rodolfo. 1985. Fundación Javier Barros Siera. – Centro de Investigación Prospectiva. 499 p.

Reglamento de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. DOF. 18-06-2009. SENER

Rossi Andrea; Lambrou, Yianna. 2008. Gender and equity issues in liquid biofuels production. Minimizing the risks to maximize the opportunities. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAO. Rome. 30 p.

Rothkopf, Garten. 2007. A blueprint for green energy in the Americas. Strategic Analysis of opportunities for Brazil and the hemispher. Featuring: The global biofuels outlook 2007. Washington D.C.

Roundtable on Sustainable Biofuels. RSB Principles & Criteria for Sustainable Biofuel Production. RSB-STD-20-001 (version 1.0) RSB Principles and Criteria 12/11/09. Ecole Polytechnique Federal de Laussane. CEN – Energy Center.
http://cgse.epfl.ch/page84341.html Consultado el 23 de noviembre de 2009

Rubio, Blanca. 2001. Explotados y excluidos. Los campesinos latinoamericanos en la fase agroexportadora neoliberal. Plaza y Valdés. Universidad Autónoma Chapingo. México. 239 p.

SAGARPA. 2009a. Estrategia Intersecretarial de los Bioenergéticos. SAGARPA, SENER, SE, SHCP, SEMARNAT. 27 p.

SAGARPA. 2009b. Programa de producción sustentable de insumos para bioenergéticos y de desarrollo científico y tecnológico. 25 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (2007). Programa Nacional de la Agroindustria de la Caña de Azúcar, PRONAC. 48 p.

Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (2007)Programa Sectorial de Desarrollo 2007-2012. SAGARPA. México. 96 p.

Secretaría de Desarrollo Urbano y Medio Ambiente. Obtención de aceite vegetal derivado de la planta *Jatropha curcas* cuya finalidad es la obtención de biodiésel. Gobierno del Estado de Yucatán. s/f. 55 p.

Secretaría de Energía. 2007 Programa Sectorial de Energía 2007-2012. SENER. México.. 52 p.

Secretaría de Energía. 2006. "Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México".SENER -BID – GTZ. México.

Secretaria de Relaciones Exteriores. Proyecto Mesoamérica. Programa mesoamericano de biocombustibles. http://www.proyectomesoamerica.org/ Consulta 23 de noviembre de 2009.

SEMARNAT Programa Sectorial de Medio Ambiente y Recursos Naturales 2007-2012 México

SENER - Sistema de Información Energética - http://sie.energia.gob.mx/sie/bdiController. Consulta del 08 de mayo de 2010

SENER. 2007.Balance Nacional de Energía 2006. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. Dirección General de Información y Estudios Energéticos. Secretaría de Energía. 1a. Edición. México. pp. 36 y 39.

SENER. 2008.Primer Congreso Internacional de Biocombustibles. Guadalajara, Jalisco. 7 y 8 de mayo de 2008. SENER. http://www.biocombustibles.gob.mx/ Consulta 22 de noviembre de 2010

SENER. 2009. Programa de Introducción de bioenergéticos. México. 37 p.

Sepúlveda González, Ibis. 1992. El Cambio tecnológico en el desarrollo rural. Universidad

Autónoma Chapingo. México.159 p

_____2012. Bioturbosina. Producción de cultivos energéticos para la aviación comercial. Artículo aceptado para publicación en la Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, Vol. 3 (3) 2012. 21 p

Sepúlveda González, Ibis. 1992. El Cambio tecnológico en el desarrollo rural. Universidad Autónoma Chapingo. México.159 p.

Sims, R. *et al.* 2008. From 1st. to 2nd. Generation biofuel technologies. An overview of current industry and RD&D activities. IEA Bioenergy. OECD/IEA. Paris. 120 p.

Skutsch, M., E. de los Rios, S. Solis, E. Riegelhaupt, D. Hinojosa, S. Gerfert, Y. Gao, and O. Masera. 2011.Jatropha in Mexico: environmental and social impacts of an incipient biofuel program. Ecology and Society 16(4): 2011.

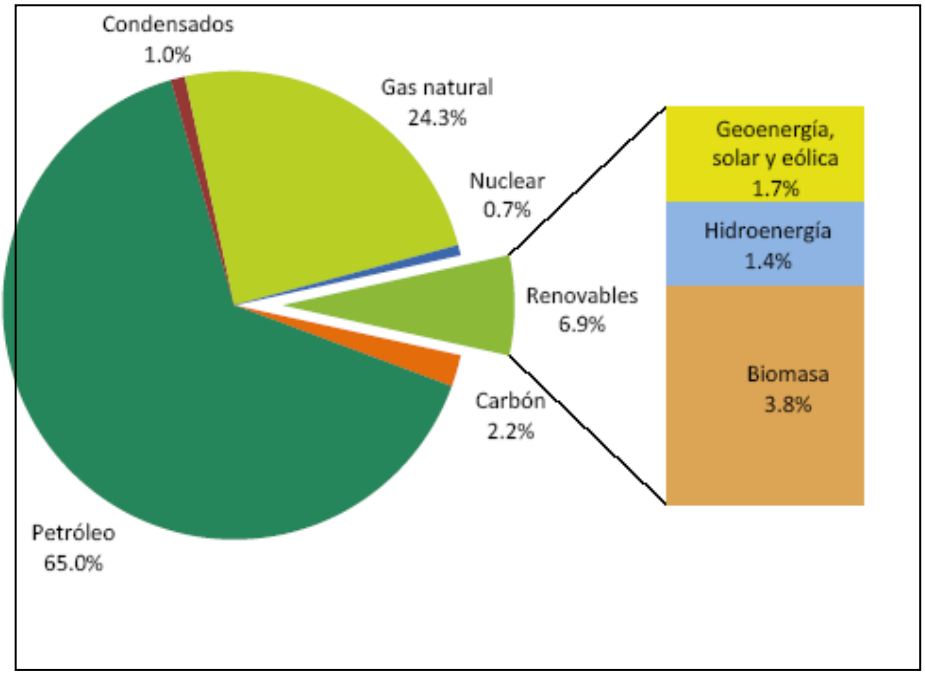
Torres Roldán, F.; Gómez Morales, E. (2006) "Energías renovables para el desarrollo sustentable en México. Secretaría de Energía –Deutsche Gesellschaft für echnischeZusammenarbeit (GTZ) GmbH. México

Tripartite Task Force Brazil, European Union & United States of America. 2007. White Paper on internationally compatible biofuel standards.94 p.

Vargas, R.; Rodríguez-Padilla Víctor. La energía en la Alianza para la Seguridad y Prosperidad en América del Norte. NORTEAMÉRICA. Año 1, número 1, enero-junio de 2006. Pp. 145-162

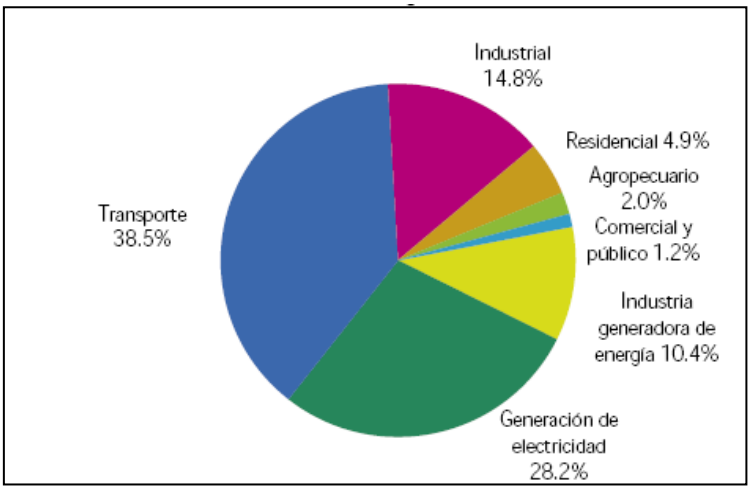
ANEXO 1 ESTADISTICAS

Estructura de la producción de energía primaria 2010 9,250.7 PJ



Fuente: Balance Nacional de Energía 2010. SENER. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. México. 2011. p. 25

Estructura de las emisiones de CO_2 del consumo energético por sector de consumo 2010 407.3 Tg de CO_2.



Fuente: Balance Nacional de Energía 2010. SENER. Subsecretaría de Planeación Energética y Desarrollo Tecnológico. México. 2011. p.44

Estado actual, potencial y costos de energías renovables y no renovables

Aplicaciones	Fuentes/ tecnologías	Situación en México		Referencia internacional	
		Producción de energía en México [GW promedio][1]	Potencial técnico-económico [GW promedio][1]	Costo de la energía [US$/GJ]	Costo de inversión [US$/kW]
Electricidad	Gas natural	13.9[2]	-	$7.0-19.4[5]	$898[3,5]
	Carboeléctrica	4.0[2,6]	-	$6.5-7.3[5]	$2,069[3,7]
	Diesel y combustóleo	5.8[2]	-	$11.3-15.6[5]	$2,483[3,8]
	Eoloeléctrica terrestre	0.066[2,9]	3[10]	$15-20[11]	$1,700[4]
	Eoloeléctrica marina	0	-[12]	$20-35[11]	$2,700[13]
	Solar fotovoltaica fuera de red	0.000001[14]	0.02[15]	$110-170[11]	$16,000[16]
	Solar fotovoltaica en red	0	0.09[17]	$80-140 [11]	$8,000[4]
	Concentración solar	0	-[12]	$30-50[11]	$2,200[18]
	Grandes hidroeléctricas (>10 MW)	3.0[2]	39[19]	$8-11[11]	$2,100[18]
	Pequeñas hidroeléctricas (<10 MW)	0.16[2]	3[20]	$10-20[11]	$2,300[18]
	Bioenergía	0.09[2,21]	10[22]	$15-30[11,23]	$1,550[18,23]
	Geotermoeléctrica	0.85[2]	10[24]	$10-20[11]	$3,800[18,25]
Calor	Caldera industrial	9.4[14,26]	-	$8.5[27]	$140[27]
	Calentador de agua	3.9[14,28,29]	-	$24[29,30]	$10[31]
	Calentadores solares de agua	0.14[14]	3.2[32]	$3-50[11]	$630[33]
	Bioenergía moderna	-[34]	4.7[35]	$2-7[27]	$530[27]
	Geotermia	-[36]	-[37]	$1.5-5[11]	$200[38]
Combustibles líquidos para el transporte	Gasolina	44[14,39]	-	$17[30]	-[40]
	Diesel	18[14,39]	-	$14[30]	-[40]
	Bioetanol	-	3[42]	$7.5-9[11,43]	$580[33]
	Biodiesel	0.005[44]	0.7[42]	$11-22[11]	$300[33]

[1] La producción anual de energía se mide aquí por medio de la unidad "GW promedio". Cada GW promedio de energía eléctrica o térmica equivale a 8760 GWh ó 31.5 PJ al año; cada GW promedio de bioetanol equivale a 1.49 millones de m³ al año; cada GW promedio de biodiesel equivale a 0.90 millones de m³ al año.

[2] Valores estimados a partir de cifras de la Prospectiva del Sector Eléctrico y de la Comisión Reguladora de Energía.

[3] Comisión Federal de Electricidad, Costos y Parámetros de Referencia para la Formulación de Proyectos de Inversión en el Sector Eléctrico

Fuente: Energías Renovables para el Desarrollo Sustentable en México. SENER – GTZ. México -2009. p. 45

Potencial energético de la biomasa en México. Resumen General.

Fuentes de bioenergía (tipo de recurso)	Producción Millones de tMS/año (excepto * y #)		Potencial energético PJ/año	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Combustibles de madera				
Provenientes de bosques naturales	49.9	85.8	997	1,716
Provenientes de plantaciones	22.5	62.3	450	1,246
Subproductos de la extracción forestal y la industria maderera	3.6		71	
Subtotal			*1,518*	*3,033*
Agrocombustibles				
Subproductos agrícolas	57.5		863	
Subproductos agro-industriales	13.5		202	
Subproductos pecuarios	7,378*		148	
Cultivos energéticos	10,509#		269	
Subtotal			*1,482*	
Subproductos de origen municipal				
Subproductos de origen municipal	1,743*		35	
TOTAL			**3,035**	**4,550**

Notas: * Unidades de producción = millones de m3 de biogás/año.
Unidades de producción = millones de litros de combustible (etanol o biodiesel) al año.

Fuente: La bioenergía en México. Un catalizador del desarrollo sustentable. Masera Cerutti, Omar. Coord. Mundi Prensa.- ANES-REMBIO-CONAFOR. México. 2006. p. 31

Consumo de leña en toneladas y PJ para usuarios exclusivos y mixtos por entidad federativa 2010, 2020 y 2024.

Nacional	Consumo total de leña 2010 (tms)	Consumo total de leña 2010 (PJ/año)	Consumo total de leña 2020 (tms)	Consumo total de leña 2020 (PJ/año)	Consumo total de leña 2024 (tms)	Consumo total de leña 2024 (PJ/año)
TOTAL	17’900,804	268.513	17’031,810	255.477	16’713,958	205.706

Fuente: Montserrat Serrano, Adrián Ghilardi, Omar Maser y Teresita Arias. “Evolución del uso de leña en México” CIECO-UNAM. 2011. En VIII Reunión Nacional Red Mexicana de Bioenergía A.C. Agosto 2011

Consumo de Carbón Vegetal en México según sectores y fuente

Consumo de carbón vegetal por sector	SEMARNAT Anuario Nacional Forestal, 2006	Masera et al., 2010
Sector comercial en 2005 (Mt/a)	Sin datos	0.21
Sector residencial en 2005 (Mt/a)	Sin datos	0.44
Consumo total de carbón en 2005 (Mt/a)	0.06	0.65
Leña equivalente al carbón consumido (MtMS)	0.29	3.19

Fuente: Evolución del uso de leña en México. Serrano, M., Ghilardi, A., Masera, O. y Arias, T. En VIII Reunión Nacional Red Mexicana de Bioenergía A.C. Agosto 2011

Estufas de leña eficientes y limpias en México

Institución promotora	Cantidad de estufas
Proyectos de organizaciones civiles	+/- 76,400-estimado
Proyectos de organizaciones sociales de base	1,300
Proyectos gubernamentales	279,469 (comunicados SEDESOL 2007-2010)

Fuente: Estufas de leña. Rodolfo Díaz Jiménez, Victor Berrueta Soriano, Omar Masera Cerutti. Red Mexicana de Bioenergía A.C. Cuadernos Temáticos sobre Bioenergía No. 3. 2011. México. pp. 17-20.

Biodigestores registrados o documentados en México

Sistemas de biodigestión Esquema MDL	PDD* – Establos Lecheros	PDD* – Granjas Porcícolas	Total PDD*
563	54	88	142
	Construidos	**En Construcción**	
	290	273	
Sistemas de biodigestión apoyados por FIRCO (2008-2009)	**Construidos**	**En Construcción**	
154	73	81	

Fuente: Diagnóstico General de la Situación Actual de los Sistemas de Biodigestión en México. FIRCO-SAGARPA. 2011.

*Project Design Document

Plantas de producción de biocombustible en el estado de Chiapas

Planta de producción	Capacidad de transformación	Modelo / Procedencia	Localización
Biodiésel	2,000 litros/día	PE2000/Suecia*	Tuxtla Gutiérrez*
Extracción de aceite de piñon	10 Ton semilla/día		
Biodiésel	28,000 litros/día		
Biodiésel	8,000	AB4000 México/Colombia*	Tapachula*
Biodiésel	20,000	Fuel Matic Inglaterra*	Puerto Madero*

Elaboración a partir de:
Instituto de Reconversión Productiva y Bioenergéticos. Impactos socioeconómicos y ambientales de la cadena de producción de biodiesel en Chiapas. I.Q. Eder Caballero Moreno. En VIII Reunión Nacional Red Mexicana de Bioenergía A.C. Agosto 2011
*"Sistema producción-consumo de biodiésel en Chiapas". Jorge Adrián Ortiz Moreno. Licenciatura en Ciencias Ambientales. UNAM. En VIII Reunión Nacional Red Mexicana de Bioenergía A.C. Agosto 2011

Comparativo de fuentes de información para superficie de jatrofa en Chiapas.

Unión de Sociedades Bioenergéticas			
Ha aprobadas	**Ha sembradas**	**Ha cosecha 2010**	**Rendimiento esperado 2010**
17.000	10,000	6,000	500 Kg/Ha
IRPAT			
Ha 2007	**Ha 2009**	**Ha Cosecha 2010**	**Rendimiento Esperado 2010**
5,201	15,753	2,719	300-500 Kg/Ha

Fuente: "Sistema producción-consumo de biodiésel en Chiapas". Jorge Adrián Ortiz Moreno. Licenciatura en Ciencias Ambientales. UNAM. En VIII Reunión Nacional Red Mexicana de Bioenergía A.C. Agosto 2011

Estadísticas de la caña de azúcar 2000-2009. Producción de alcohol.

CONSOLIDADO NACIONAL						
CONCEPTO	**Unidad**					
		2008/09	**2007/08**	**2006/07**	**2005/06**	**2004/05**
Alcohol Producido	**LTS**	14’504,473	19’427.526	38’865,959	50’068,096	59’326,646
Alochol producido por Ton de miel	**LTS**	268.803	258.051	240.004	237.600	219.724

CONSOLIDADO NACIONAL						
CONCEPTO	**Unidad**					
		2003/04	**2002/03**	**2001/02**	**2000/01**	**1999/00**
Alcohol Producido	**LTS**	34’558,142	46’744.002	46’744,002	61’626,192	67’050,234
Alochol producido por Ton de miel	**LTS**	238.155	175.663	175.663	181.669	262.762

Fuente: Unión Nacional de Cañeros, A.C.-CNPR. Comité Ejecutivo Nacional 2007-2010.

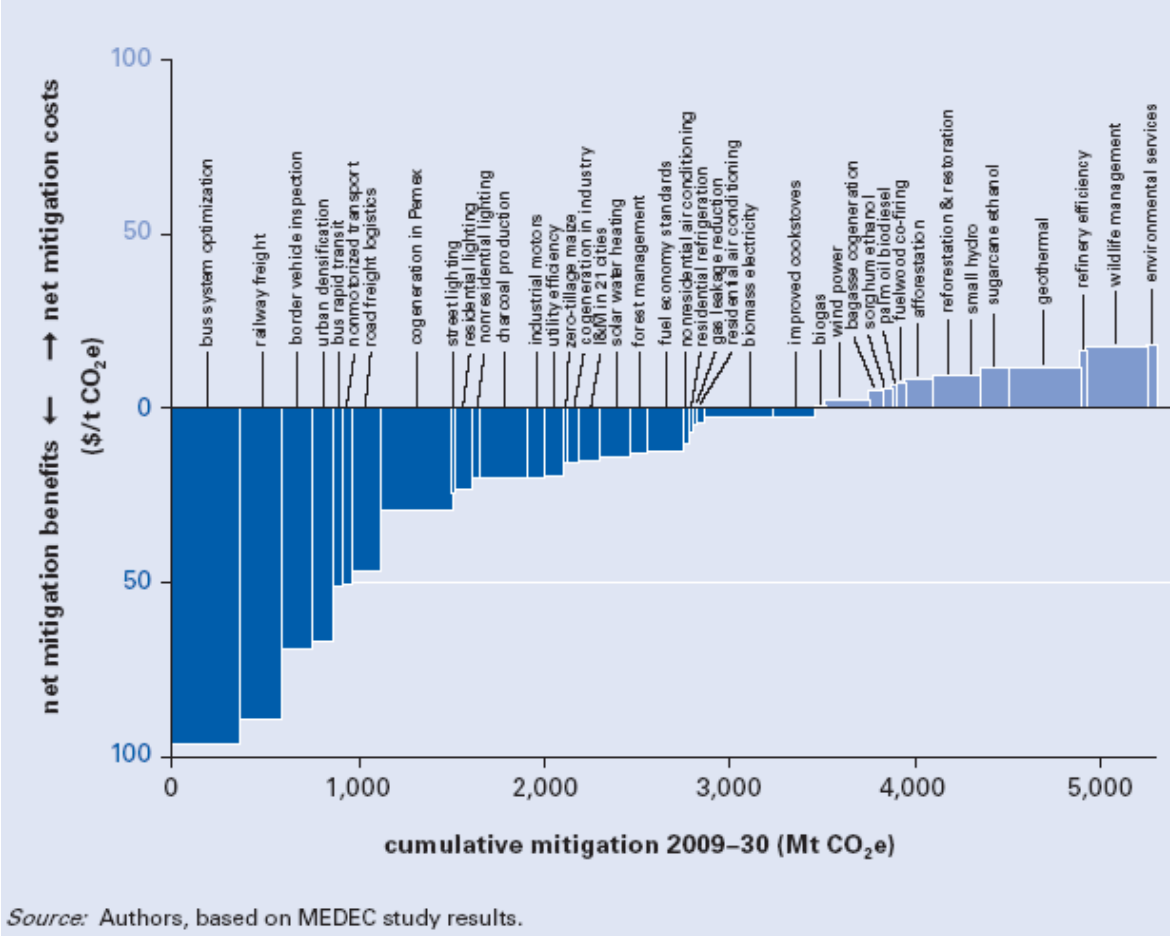
Proyectos para la producción de bioenergéticos 2009.

(Proyectos que han sido de conocimiento de SAGARPA)

Localización	Tipo de Proyecto	Responsable	Tipo de biomasa	Producción (Millones de litros anuales)	Comentarios
Baja California	Bioetanol	Impulsa Gob. del Edo.	Sorgo	ND	Pendiente proyecto y Plan de negocio
Colima	Bioetanol	Impulsa Gob. del Edo.	Caña de azúcar	54	Pendiente proyecto y Plan de negocio
Jalisco	Bioetanol	Promotor Jorge Álvarez Zepeda	Caña de azúcar y sorgo dulce	109.5	Se proponen dos nuevas plantas productoras de Etanol y la recomversión de Ingenio J. María M. Pendiente proyecto y plan de negocios (Primera etapa)
Morelos	Bioetanol	Compañía Morelense Agroindustrial y MAN Ferrostaal México S.A. de C.V. Ing. Enrique Olivera Melo Medina	Sorgo Dulce	200	Inició prueba de variedades P-V 2008 Operación Industria 2010 Pendiente plan de negocios
Morelos	Bioetanol	C.N.C. (Unión Local de Productores de Caña de Azucar)	Caña de Azúcar	50	Pendiente proyecto y Plan de negocio
Oaxaca	Bioetanol	Impulsa Gobierno del Estado.	Caña de Azúcar	43	Proyecto completo. Se identifican un proyecto adicional
Querétaro	Bioetanol	BIOETAMEX (grupo COMEX) Alfredo Achar Tussie	Sorgo Sorgo Duce Celulosa	122	Pendiente Plan de negocios
Sinaloa	Bioetanol	DEXTILMEX, S.A. de C.V. C. Oscar Roberto Diarte Chaidez	Maíz	110	Pendiente Permisos SENER y SAGARPA
Sinaloa	Bioetanol	MEXSTARCH, S.A. de C. V. Ing. Luis Ramón Lorence Rubio	Maíz	38	Pendiente Permisos SENER y SAGARPA
Sonora	Bioetanol	BIOFIELS Energía Renovable y Sustentable. C.J., Eduardo González	Algas verde azules	945	Pendiente Plan de negocio
Tamps	Bioetanol	Impulsado por el Gob. del Edo.	Caña de Azúcar	186	Pendiente Plan de negocio
Tamps	Bioetanol	Impulsado por el Gob. del Edo.	Sorgo	190.3	Pendiente Plan de negocio
Tamps	Bioetanol	Compañía Agroenergética Los Aztecas S.A. de C.V.	Caña de azúcar	185.76	Pendiente Plan de negocio
Veracruz	Bioetanol	BIOCOM S.A. Filial de Servicios Azucareros del Trópico S.A. de C.V. La Gloria. José Seoane Castro.	Caña de Azucar	14	Pendiente Plan de negocio Se identifican tres proyectos adicionales
ND	Bioetanol	CITROTECNO, S.L.	Cítricos	ND	Pendiente Proyecto y Plan de negocios
ND	Bioetanol	Rosanna Feruggi Pereda,. Red Nacional de Productores y Empresarias Sociales A.C.	Yuca	0.200	Pendiente Proyecto y Plan de negocios
ND	Bioetanol	Empresas Santos	Caña de azúcar	180	Pendiente proyecto y plan de negocios
ND	Bioetanol	Zajay de R.L. de C.V.	Café	1.46	Pendiente proyecto y plan de negocios
Chiapas	Biodiesel	Impulsa Gob. del Edo. (Instituto para el fomento de la agricultura tropical)	Jatropha	3.5	Proyecto con tecnología Colombiana
Colima	Biodiesel	Impulsa Gob. del Edo.	Jatropha	17.5	Pendiente Proyecto y Plan de negocio
Michoacán	Biodiesel	Bioenermex de México, S.A. de C.V. C. Jorge Terrones López	Jatropha y Higuerilla	ND	Pendiente Proyecto y Plan de negocio Planta Industrial en pruebas
Michoacán	Biodiesel	Jatro BioFuels, Dr. Christoph Weber	Jatropha	ND	Pendiente proyecto y Plan de negocios.
Morelos	Biodiesel	Carlos Camacho Gaos, Director general de PRETIUM S.C.	Jatropha	ND	Pendiente proyecto y Plan de negocio
Oaxaca	Biodiesel	Impulsa Gob Edo..	Jatropha	ND	Pendiente proyecto y Plan de negocio
Puebla	Biodiesel	José Luis Coutyolenc y Gabriel Hinojosa.	Pongamia, Jatropha	ND	Pendiente proyecto y Plan de negocio
Sinaloa	Biodiesel	BioD Sinaloa, Biodiesel Industries, INC. Delaware Corporation C. Russell Teall	Jatropha	12	Pendiente proyecto y Plan de negocio
Sonora	Biodiesel	Seawater Foundation. HT Ciruit y Carl Hodges de Seawater Foundation	Salicornia bigelovii	2.5	Pendiente Plan de negocio.
Yucatán	Biodiesel	Grupo KUO operando bajo la empresa Kuosol, SA de CV, José Luis Pérez Fernández	Jatropha	200	Pendiente proyecto y Plan de negocios.
Veracruz	Biodiesel	Palmicultores del Campo S.P.R. de R.L. C. Gloria	Palma de aceite	150	Pendiente proyecto y Plan de negocios.
ND	Biodiesel	Robert Constantini y Antonio Echeverría, The Avery Group	Algas	8,176	Pendiente proyecto y Plan de negocios.
Guerrero	Biodiesel	Bioenergy SA de CV	Aceites y grasas	0.073	Como una primera etapa el uso de aceites y grasas gastados
Monterrey	Biodiesel	Bioil Marco Gabriel Paz	Aceites y grasas	0.073	Pendiente el Plan de negocio.
Campeche	Pellets	Estrattego	ND	ND	ND
Cd. Valle Hermoso, Tamps.	Etanol	Bioenergéticos Mexicanos S.A.P.PI. de C.V.	ND	ND	ND
Carrillo Puerto, Q. Roo	Pellets	Peletizadora del Caribe Mexicano, S.A. de C.V.	ND	ND	ND
Caborca, Sonora y Guadalajara, Jalisco.	Etanol	Destiladora del Noreste, S.A. de C.V.	ND	ND	ND
Lázaro Cárdenas, Michoacán	Biodiesel	Vecenergy Bida de México, S.A. de C.V.	ND	ND	ND
Morelos, Puebla	Biodiesel	EOS / March Total Management S.A. de C.V.	ND	ND	ND
Tlahualilo, Durango	Biodiesel	Rafael Rios Trejo	ND	ND	ND
Coxcatlan Puebla	Biodiesel	Cultivos Ambientales	ND	ND	ND
Panuco, Ver.	Bioetanol	Terra Helios Alternative Solutions, S.A. de C.V.	Sorgo dulce	136	En búsqueda de inversionistas

Fuente: La Jornada del Campo. 18 de junio de 2009. Número 21. p. 5

Curva de costo marginal de abatimiento de intervenciones de reducción de emisiones de carbono.



Source: Authors, based on MEDEC study results.

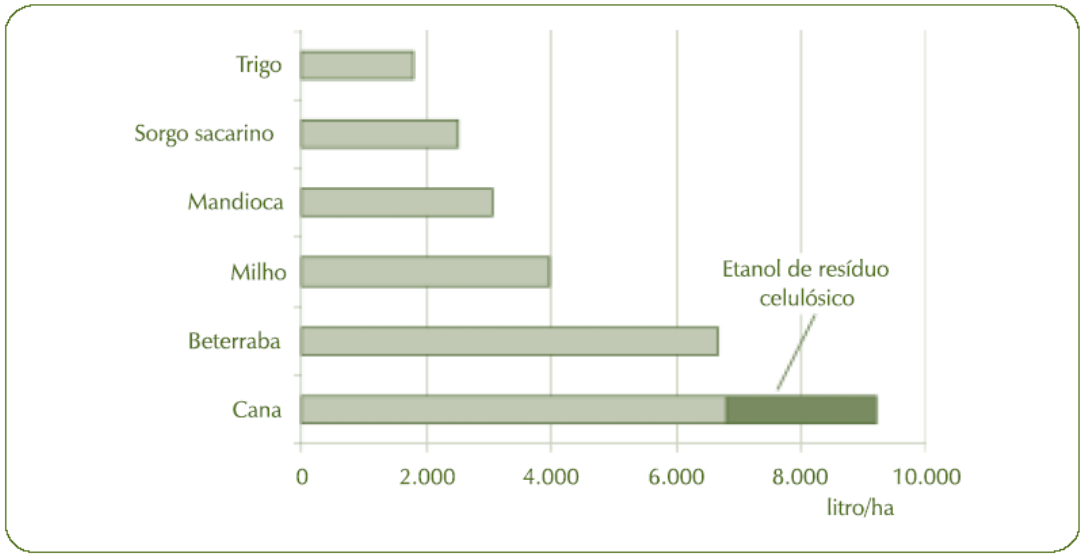
Low Carbon Development for Mexico. Conference Edition. Johnson, Todd; Alatorre,C.; Romo, Zayra, Liu, Feng. The World Bank. 2009. p. 8. MEDEC (México: Estudio sobre la Disminución de Emisiones de Carbono- MEDEC).

Rendimientos de aceite para las principales fuentes de aceites combustibles y no comestibles

Type of oil	Oil yield (kg oil/ha)	Oil yield (wt.%)
Non-edible oil		
Jatropha	1590	Seed: 35–40, kernel: 50–60
Rubber seed	80–120	40–50
Castor	1188	53
Pongamia pinnata	225–2250	30–40
Sea mango	N/A	54
Edible oil		
Soybean	375	20
Palm	5000	20
Rapeseed	1000	37–50

Fuente: Gui MM, Lee KT, Bhatia S. Feasibility of edible oil vs. Waste edible oil as biodiésel feedstock. Energy 2008:33:1646-53 *In* N.N.AN. Yusuf, S.K. Kamarudin, Z. Yaakub. Overview on the current trenes in biodiésel production. Energy conversión and Management 52 (2011) p. 2742

Productividad media de etanol por superficie para diferentes cultivos



Fonte: Modificado de GPC (2008).

Fuente: Bioetanol de Cana-de-Açucar. Energia para o desenvolvimento sustentable. BNDES e CGEE. FAO- CEPAL- Rio de Janeiro. 2008. p. 71