

# La trayectoria tecnológica de los biocombustibles en Brasil y México. Dos historias contrastantes

Arcelia González<sup>1</sup> y Yolanda Castañeda<sup>1</sup>

**Resumen.** *El presente trabajo tiene como objetivo analizar la trayectoria tecnológica que se ha seguido en la producción de biocombustibles en Brasil, y la que se pretende seguir en México.*

*La trayectoria de biocombustibles en Brasil, desde la década de los setenta y en donde se ha generado una infraestructura, ha seguido un comportamiento consumidor adecuada para la utilización de los biocombustibles de primera generación, lo cual no exige pasar todavía a la producción masiva de biocombustibles de segunda generación. La producción de biocombustibles en Brasil, en términos económicos, ha tenido un gran éxito, sin embargo, en términos sociales, existen grandes problemas ocasionados por el conflicto por la tierra, y los actores que son beneficiados. En el caso de México, no existe una trayectoria tecnológica propiamente. Se analiza el desarrollo incipiente de esta trayectoria. Se revisan algunos de los casos de proyectos de biocombustibles y se anotan algunas conclusiones finales para ambos países.*

**Palabras claves:** *biocombustibles, trayectoria tecnológica, México, Brasil.*

<sup>1</sup> Profesoras-Investigadoras, Departamento de Sociología, UAM-Azcapotzalco, e-mail: arcindep@hotmail.com y ycz@correo.azc.uam.mx.

**Abstract.** *The objective of this paper focuses on the technologic path in Brazil and Mexico. The biofuels production in Brazil has been very successful, from economic perspective, however, in social terms, there are big problems because of land conflict and others. Respect to Mexico, there is not a developed technologic path. We analyze de beginning of technological path. We review some biofuels projects and we give some conclusions for both countries*

**Key words:** *Biofuels, technologic path, Mexico, Brazil.*

## INTRODUCCIÓN

La producción actual de biocombustibles<sup>2</sup> se está desarrollando dentro de un contexto internacional en donde apremia el uso de energías alternativas a la fósil, llámese petróleo, la cual ha sido el patrón energético por excelencia por décadas dentro del mercado global capitalista. Dentro de diversos foros internacionales y desde la propia perspectiva de las economías más industrializadas y también de algunos países en desarrollo, se ha expuesto la urgente necesidad de producir energías alternativas al petróleo, partiendo de criterios ambientales, con la intención de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero; la preocupación –para algunos países como México– de fuertes problemas de capital, la disminución de reservas de petróleo por centrar su política energética en el combustible fósil, adicional a la fuerte dependencia económica –con

<sup>2</sup> Los biocombustibles son portadores de energía que almacenan la energía derivada de la biomasa, ésta es la fracción biodegradable de productos, desperdicios y productos de la agricultura, forestal y relativa a industrias. Los biocombustibles se pueden clasificar según la fuente y el tipo. Pueden ser sólidos como la leña, el carbón vegetal y los gránulos de madera; líquidos, como el etanol, el biodiesel y el aceite de pirolisis, o gaseosos, como el biogás (FAO, 2008)

países como Estados Unidos– que implica la importación masiva del petróleo.

Para países como Brasil, la producción de biocombustibles ha sido resultado de una trayectoria tecnológica eficaz, con más de 30 años en la implementación de esta tecnología, y que actualmente se presenta como el “modelo a seguir”. La participación social en el desarrollo de esta trayectoria ha sido compleja debido a que este desarrollo –sobre todo de biodiesel– ha sido planteado con el objetivo explícito de involucrar a pequeños productores, sin embargo, este proyecto no ha logrado el principal fin, el cual tiene que ver con el beneficio para la producción familiar.

México ha aprobado, en 2007, La Ley para la Producción y Promoción de Bioenergéticos, con la cual se pretende iniciar una política en la producción de éstos. Existen algunas experiencias en la producción de éstos, una de las cuales es Destilmex, instalada en 2007, convirtiéndose en la primera empresa productora de etanol. La inversión para esta planta fue de 600 millones de dólares y su principal objetivo fue producir etanol. En un inicio realizó pruebas teniendo como materia prima al maíz, sin embargo, su producción se detuvo ante las condiciones y restricciones establecidas en la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos sobre el uso del maíz para fines energéticos. En esta etapa, aunque incipiente, del desarrollo de biocombustibles en México no ha sucedido una consulta social, una participación de organizaciones de pequeños productores o de los propios consumidores a fin de conocer hasta donde los biocombustibles son una alternativa energética sustentable para México.

El presente trabajo tiene como objetivo analizar la trayectoria que se ha seguido en la producción de biocombustibles en Brasil, y la que se pretende seguir en México a fin de evaluar hasta dónde actores importantes, como los pequeños productores o pertenecientes a la agricultura familiar, están o pudieran estar incluidos en el desarrollo de esta trayectoria.

## El desarrollo de Biocombustibles. Dependencia de una trayectoria, creación de una trayectoria y movimientos de resistencia

El desarrollo de biocombustibles ha llevado a diferentes teóricos a interpretar desde posturas diversas la producción de biocombustibles en países líderes.

Michael Carolan, por ejemplo, ha utilizado el concepto de “dependencia de una trayectoria” (path dependency) para explicar la producción actual de bioetanol proveniente de maíz, en Estados Unidos, explicándola como una trayectoria dependiente de configuraciones institucionales ya establecidas y de un comportamiento, también establecido, por parte de los consumidores, en donde la eficiencia energética no es el principal criterio para la utilización de maíz en la producción de etanol (Carolan, 2009).

Para el caso de Brasil, el mismo Carolan ha interpretado el desarrollo de su trayectoria en la producción de etanol, como una “dependencia de una trayectoria”, en el sentido de que desde los setenta hasta ahora se ha utilizado caña de azúcar en la producción de etanol (el cual sería un biocombustible de primera generación<sup>3</sup>). Sin embargo, en su momento, es decir, desde el momento en que se produjeron los autos flex-fuel (lo que implicaba utilizar 50% de gasolina y 50% de etanol) se dio un cambio radical tecnológico. El uso de la caña de azúcar para producir etanol, en

<sup>3</sup> Los biocombustibles de primera generación son generalmente hechos de azúcares, granos o semillas. Se usa sólo una proporción específica de la masa producida de la planta y un proceso, relativamente simple, es requerido para producir el combustible final. Este tipo de combustibles, en especial el maíz y la caña de azúcar, son utilizados para la producción de etanol. La soya y otros aceites vegetales son utilizados para la producción de biodiesel. Los biocombustibles de segunda generación están hechos de masa lignocelulósica, de residuos de biomasa lignocelulósica no comestible, residuos forestales, de cultivos o de comida (FAO, 2008).

Brasil, ha sido el criterio de eficiencia energética, uno de los más importantes y que hace funcionar el modelo. Cuando inicia la producción y la utilización de estos autos –en el que incidieron actores poderosos–, se trataba de la “creación de una nueva trayectoria”, no de una dependencia, misma que se ha mantenido estable hasta la fecha.

Uli Meyer y Cornélius Schubert examinan la noción de Raghu Garud y Peter Karnoe de “creación de una trayectoria” (*path creation*), para enfatizar el papel de cambios estratégicos y la acción deliberada para el desarrollo de nuevas tecnologías (Meyer y Schubert, 2007). El concepto de *path creation* se basa en las mismas condiciones de *path dependency*: el desarrollo tecnológico está determinado tecnológicamente, puede estabilizarse y es difícilmente reversible.

Desde la perspectiva de Meyer y Schubert hay tres principales aspectos en el concepto de “*path creation*”: a) actores poderosos pueden estratégicamente influenciar el desarrollo de una tendencia, al mismo tiempo que estos actores son ellos mismos influenciados por esta tendencia; b) crecientes ganancias son acciones deliberadas vinculadas a amplias dinámicas sociales; c) la creación, pero también el fin de una tendencia pueden ser causadas por acciones deliberadas (Meyer y Schubert, 2007:27). El concepto de “*path creation*” enfatiza la fase de innovación previa al mercado.

La producción de biocombustibles en Brasil inicia fuertemente en la década de los setenta, justo a raíz de la crisis internacional de los precios del petróleo. La producción de estos biocombustibles implicó la participación de actores poderosos, como el Estado, a través de importantes subsidios, y grandes empresas especializadas en la producción de azúcar para la producción de alcohol, como es el caso de UNICA, que influenciaron significativamente en el desarrollo de una tendencia que implicó la producción de autos flex-fuel, y un desarrollo tecnológico que llevó a que Brasil se convirtiera, hasta hace pocos años, en el primer productor de etanol a nivel mundial; actualmente

ocupa el segundo lugar, sólo después de Estados Unidos. Por lo anteriormente explicado, Brasil estaría bajo la modalidad de la creación de una nueva trayectoria (“path creation”). Sin embargo, dado que viene siguiendo esta trayectoria desde la década de los setenta del siglo veinte, pareciera estar actualmente bajo la modalidad de dependencia (“path dependency”) dado que han pasado ya cuarenta años con este tipo de tecnología y no ha pasado a lo que actualmente se conoce como biocombustibles de segunda generación, una tecnología que implicaría un cambio radical en cuanto a infraestructura y comportamiento de los consumidores.

Nos interesa analizar cómo ha sido esta trayectoria y cómo han participado, o se han beneficiado, actores específicos, como son los pequeños productores y, en general, la producción familiar, los cuales forman parte importante del conjunto de la producción agrícola de Brasil. En el caso de México, el desarrollo de biocombustibles es incipiente y no se podría analizar todavía el desarrollo de una trayectoria, sin embargo, en el plan de desarrollo que se detallará más adelante, se puede observar que no están contemplados, prioritariamente, los intereses de los pequeños productores.

En el caso de Brasil, así, el desarrollo de biocombustibles se ha establecido por la propia estructura agrícola del país, el desarrollo tecnológico implementado, el apoyo del Estado en los inicios del programa Proálcool, en 1970, el papel de grandes empresas transnacionales concentrando la producción y la venta de etanol, aunado al comportamiento de los precios internacionales del petróleo y el azúcar. Pero la trayectoria tecnológica no estaría completa si no se analiza cuál ha sido el papel de la agricultura familiar o de los pequeños productores en la evolución de la misma.

Andrew Feenberg utiliza el término de racionalización democrática para explicar cómo es que algunos movimientos sociales desafían el raciocinio de la sociedad actual, en donde la tecnología responde a

un específico y prioritario telos, que es el de obtener una ganancia. El concepto de racionalización democrática para este autor sería la participación de la sociedad en su conjunto en el diseño de la tecnología, la cual esté fundada en una acción responsable dentro de un contexto natural y humano. La democracia es, desde la perspectiva de Feenberg, una iniciativa participativa de la sociedad, que emerge desde la propia experiencia y necesidades de los individuos, como un movimiento de resistencia hacia el control que ejerce la sociedad capitalista desde la tecnología. Feenberg señala que los movimientos de reivindicación de derechos, sean democratizadores, ecologistas o movimientos laborales, son una manifestación de la manera en que los individuos pueden emplazar a la tecnología para que se adapte a su propia concepción social y cultural del mundo (Feenberg, 1992).

El comportamiento de algunos movimientos en Brasil ha sido de este tipo, de resistencia, dado que el programa de biocombustibles, sobre todo el de biodiesel, no cumple con las expectativas prometidas por el propio programa. Aunque el de otros es de un gran involucramiento en la propia producción de estos bioenergéticos, sobre todo en el de la producción de etanol.

Existen otros criterios de impacto social a considerar. Como bien lo señala Robert W. Howarth,<sup>4</sup> el uso industrial de biocombustibles está siendo promovido en los países industrializados como una forma de incrementar su independencia energética y uso sustentable para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. En los países en desarrollo los biocombustibles están siendo usados para promover el desarrollo abriendo nuevas oportunidades de negocios, al mismo tiempo que crea trabajos e incrementa ingresos. La producción de biocombustibles, sin embargo, desde la perspectiva de este autor, puede resultar en una varie-

<sup>4</sup> Departamento de Ecología y Biología Evolutiva, de la Universidad de Cornell.

dad de consecuencias ambientales, como grandes cambios en el uso de la tierra, expansiones en la agricultura, cambios en las prácticas agrícolas (Howarth, 2008).

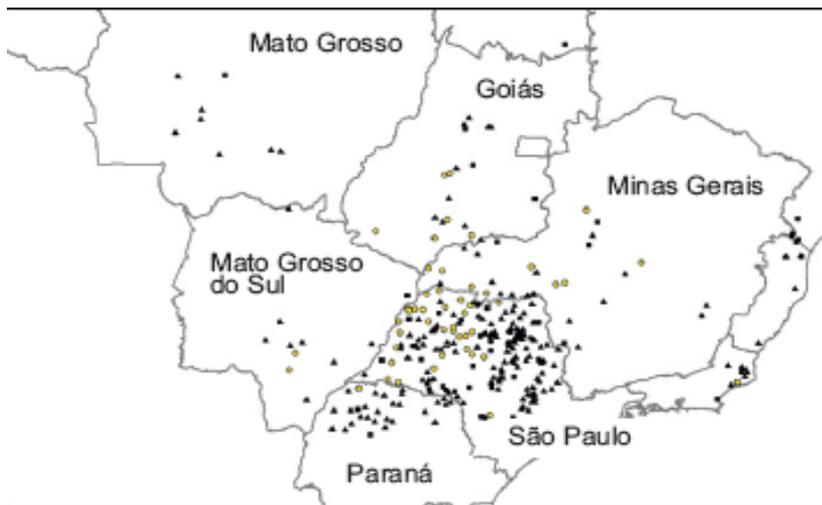
Howarth nos explica que en tanto que la producción de biocombustibles está creciendo globalmente, el potencial de competencia entre la producción de biocombustibles y la producción para alimentos se intensificará. Incluso, aunque se usen cultivos que no compitan actualmente con los alimentos, el potencial de competencia futuro existe en tanto que este último tipo de cultivos crezca en suelos potenciales para producir alimentos.

### **Brasil. Producción de etanol a partir de la caña de azúcar<sup>5</sup>**

La expansión del cultivo de la caña de azúcar se ha venido dando, sobre todo, en el estado de Sao Paulo, donde más de 60% de las plantaciones de caña de azúcar están localizadas, y de las cuales se extrae 62% de la producción de etanol (Goldemberg *et al.*, 2008) (Mapa 1). El hecho de que más de 60% de la expansión en el cultivo de la caña de azúcar sea en Sao Paulo, debilita el argumento según el cual el aumento en la demanda de etanol estaría provocando el desmantelamiento de la Floresta Amazónica (Ferreira, 2007).

<sup>5</sup> Para la elaboración de este apartado realizamos entrevistas a diversos investigadores, empresarios y autoridades gubernamentales en Sao Paulo en el año 2008.

### Mapa 1. Producción de caña de azúcar para la producción de etanol en Brasil



Fuente: Goldemberg *et al.*, *The sustainability of ethanol production from sugarcane*, CENBIO, University of Sao Paulo, Brazil, 2008.

Nota: Los triángulos oscuros representan las usinas existentes, los círculos amarillos las usinas planeadas.

La baja fertilidad de los suelos y las lluvias en la Amazonia hacen difícil el cultivo de azúcar en la región. El cultivo de azúcar necesita de clima seco para formar la sacarosa, por lo que en climas muy húmedos, como el de la región amazónica, la caña absorbe agua en exceso del suelo, lo que impide la formación del azúcar (Ferreira, 2007). De acuerdo a las entrevistas realizadas, se señaló que la Amazonia se encuentra a 2000 km de la producción de caña de azúcar, por lo que esta última no atenta

contra la propia región (Goldemberg, entrevista realizada el 19 de agosto de 2008).

Una de las ventajas del etanol proveniente de la caña de azúcar, frente a la gasolina, es su carácter esencial como recurso renovable, en tanto que la gasolina derivada del petróleo no lo es. El uso de la caña de azúcar para producir etanol no emite significativamente gases de efecto invernadero (principalmente  $\text{CO}_2$ ). Lo que sucede es que el dióxido de carbono, liberado de la producción de etanol, es reabsorbida por la fotosíntesis durante el crecimiento de la caña de azúcar en la siguiente estación del año (Goldemberg *et al.*, 2008).

Otro aspecto importante es el excelente balance energético observado en la producción de alcohol a partir de la caña de azúcar. La relación entre la energía producida y la energía de origen fósil, utilizada como insumo en la producción de etanol, es de 8.3. Esto significa que, por cada unidad de energía empleada en el proceso productivo de etanol, son producidas más de ocho unidades. Este balance es extremadamente favorable, cuando, comparado con el balance energético obtenido en la producción de etanol a partir de maíz (como es el caso de Estados Unidos, el mayor productor de etanol a nivel mundial), es de 1.4 (Ferreira, 2007).

### **Ventajas económicas en la producción de etanol. Eficiencia en la producción de etanol a partir de la caña de azúcar**

En la producción de biocombustibles con base en la caña de azúcar se observa un alto rendimiento, el más alto respecto a otros cultivos (Cuadro 1).

**Cuadro 1. Rendimiento de los biocombustibles para diferentes materias primas y países**

CULTIVO	ESTIMACIONES MUNDIALES/ NACIONALES	BIOCOMBUSTIBLE	RENDIMIENTO DEL CULTIVO	EFICIENCIA DE LA CONVERSIÓN	RENDIMIENTO DEL BIOCOMBUSTIBLE
			(Tone/ha)	(Litros/tone/ha)	(Litros/ha)
Remolacha azucarera	Mundial	Etanol	46,0	110	5 060
Caña de azúcar	Mundial	Etanol	65,0	70	4 550
Yuca	Mundial	Etanol	12,0	180	2 070
Maíz	Mundial	Etanol	4,9	400	1 960
Arroz	Mundial	Etanol	4,2	430	1 806
Trigo	Mundial	Etanol	2,8	340	952
Sorgo	Mundial	Etanol	1,3	380	494
Caña de azúcar	Brasil	Etanol	73,5	74,5	5 476
Caña de azúcar	India	Etanol	60,7	74,5	4 522
Palma de aceite	Malasia	Biodiésel	20,6	230	4 736
Palma de aceite	Indonesia	Biodiésel	17,8	230	4 092
Maíz	Estados Unidos de América	Etanol	9,4	399	3 751
Maíz	China	Etanol	5,0	399	1 995
Yuca	Brasil	Etanol	13,6	137	1 863
Yuca	Nigeria	Etanol	10,8	137	1 480
Soja	Estados Unidos de América	Biodiésel	2,7	205	552
Soja	Brasil	Biodiésel	2,4	205	491

Fuente: FAO, 2008 b), basado en Rajagopal *et al.*, 2007, para los datos mundiales; Naylor *et al.*, 2007, para los datos nacionales.

Así entonces, los criterios de sustentabilidad en la producción de caña de azúcar son 1) balance positivo de emisiones de gases de efecto invernadero; 2) el balance de energía para producir etanol (Guardabassi, 2008).

El criterio de sustentabilidad en la caña de azúcar en Brasil, sin embargo, no sólo deriva de los aspectos antes mencionados, también deriva de la utilización de los residuos de ésta en la producción de combustibles y electricidad. El principal residuo de la caña de azúcar es la paja, el bagazo y la vinaza. La paja, constituida por punteros y hojas, representa aproximadamente de 25 a 30% de la energía total en la planta, rindiendo hasta 10 toneladas por año de material seco. Respecto al contenido energético del bagazo es aproximadamente de 30 a 40% de la energía total de la planta (Braunsbeck y Cortez, 2008).

El valor agregado del sector en la producción de caña de azúcar para producir etanol, con la exploración de productos derivados, puede dar una contribución substancial a la sustentabilidad financiera de la industria. Considerando un rendimiento medio de 75 ton/ha de caña para Brasil, es probable que el rendimiento correspondiente de caña sea de 105 ton/ha (Braunsbeck y Cortez, 2008).

Cerca de 30 ton/ha de biomasa está formada por residuos de caña con un contenido de unidad medio de aproximadamente 50 por ciento. El bagazo, con un contenido de unidad de aproximadamente 50%, representa otras 30 ton/ha. Los residuos de caña, paja y bagazo combinados tienen un valor calorífico bruto de aproximadamente 17GJ/t de materia seca. Por lo tanto, el contenido energético de los residuos recuperables sería de 57 mil GWh de electricidad, suponiendo que la eficiencia global de la tecnología de conversión sea de 30% (Braunsbeck y Cortez; 2008). Así entonces, la biomasa removida de las plantaciones representa un gran volumen de materia prima. Según Braunsbeck y Cortez la intensificación del uso de biomasa en Brasil depende de tres factores clave: costos competitivos: suministro regular y tecnologías comercialmente disponibles y confiables.

## Efectos sociales de la producción de caña de azúcar en Brasil

La producción de caña de azúcar para la elaboración de etanol, sin embargo, no sólo representa el gran modelo a seguir por sus características de eficiencia y sustentabilidad, sino que tiene importantes efectos sociales adversos que cabe aquí señalar. Debido al auge de este tipo de producción dentro del propio país, algunas grandes empresas han realizado fuertes inversiones y compras de tierras que han ocasionado fuertes disputas entre estas empresas y productores campesinos. Este es el caso del Grupo Odebrecht, la cual compró la usina Alcídia, localizada en el municipio de Teodoro Sampaio, en la región de Pontal, de Parapanema. El estado de Sao Paulo, como estado líder en la producción de caña de azúcar, consideró a Pontal como una región que poseía un gran potencial para la producción de etanol. Pontal, sin embargo, se ha caracterizado históricamente por tierras documentadas ilegalmente. Se han intensificado los conflictos entre los trabajadores llamados “sin tierra” y los intereses de los agronegocios, que intentan alejar a los movimientos de campesinos de esta región azucarera. Este conflicto entre campesinos y las grandes empresas interesadas en el negocio de la producción de caña de azúcar se ha venido intensificando desde mediados de los setenta del siglo xx, cuando se inició el Programa Proálcool.

El Programa Nacional de Alcohol, que inicia en 1975 en respuesta al aumento desmesurado de los precios del petróleo, hizo de Brasil un pionero en el desarrollo de biocombustibles, especialmente de etanol. Este programa basó la producción de etanol en la caña de azúcar, de la cual Brasil es el país más competitivo a nivel mundial en términos de costos. La producción aumentó en 600 millones de litros en este mismo año, y en 3.4 billones de litros entre 1979 y 1980 (Wilkinson y Herrera, 2008).

La reforma agraria, implementada a partir de 1988, provocó que creciera, sin embargo, el área ocupada por asentamientos de los trabajadores “sin tierra”, todavía en el año 2003, de manera que el área ocupada

por estos últimos, superaba a la región destinada a la producción de caña de azúcar. En el periodo de 2003 a 2008, no obstante, el área de asentamientos sólo se ha incrementado un 10%, mientras que la expansión del área destinada a la producción de caña de azúcar se ha incrementado en 118 por ciento. En esta región de Pontal se está desarrollando actualmente un fuerte conflicto por la tierra entre organizaciones de campesinos y grandes empresas interesadas en la producción de caña de azúcar para la producción de etanol (Mançano *et al.*, 2010).

A este hecho habría que agregar la migración que se está presentando del noreste a Sao Paulo, debido a la situación de sobreexplotación en la que viven los cañeros, en términos de salarios y tiempo de trabajo dedicado a este tipo de producción (Wilkinson y Herrera, 2010).

## **Producción de Biodiesel en Brasil e ¿inclusión social?**

Aunque la producción de biodiesel en Brasil es relativamente pequeña (ocupa un quinto lugar a nivel mundial) el hecho de que forme parte de un programa del gobierno que pretende la inclusión social, hace de ésta un tema de gran relevancia.

El Programa Nacional Brasileño de Biodiesel inició oficialmente en diciembre de 2004, con el específico objetivo de promover la inclusión social. De acuerdo a este programa, la materia prima a utilizar variaría conforme a la región –aceite de palma en el norte y aceite de ricino en noreste, la soya y otras cultivos oleaginosos en las regiones restantes (Wilkinson y Herrera, 2010). El gobierno brasileño ofrece exenciones de impuestos a los productores de biodiesel, quienes firman el contrato con las organizaciones familiares de agricultores. El Ministerio de Desarrollo Agrícola ofrece un “Certificado de Combustible Social” a aquellas firmas que cumplan el requisito de dar trabajo a estas organizaciones familiares de agricultores. La compañía de biodiesel está obligada a ofrecer asistencia técnica a los agricultores y a garantizar que se le comprará su cultivo.

A pesar de que este programa de biodiesel considera a diferentes cultivos como materia prima para su producción, dependiendo de la región, hasta el año 2009, la utilización de aceite de ricino ha sido casi nula y en el caso del aceite de palma fue de menos del 1% en el mismo año. Ha sido la soya y las grasas animales las utilizadas en su mayoría como materia prima para la producción de biodiesel (78 y 18 %, respectivamente). Son solamente estos aceites los que han tenido suficiente producción y distribución nacional para apoyar la producción de biodiesel a corto plazo. Asimismo, no se han cumplido las metas del propio programa de biodiesel respecto a inclusión social, en tanto que hasta el 2008 sólo se habían incorporado cerca de 37,000 familias, lejos de la meta inicial de 200,000 familias (Wilkinson y Herrera, 2010).

En la región centro-oeste de Brasil la producción de agricultura familiar de soya está más consolidada que la producción de aceite de ricino de pequeños agricultores. La producción de soya para la producción de biodiesel está directamente vinculada a la propuesta del sello social, promovido por el gobierno brasileño. La empresa transnacional Archer Daniel and Midland (ADM), por ejemplo, ha sido una de las empresas que ha ejercido múltiples contratos con productores de Mato Grosso do Sul. Sin embargo, son los grandes productores y las grandes empresas transnacionales las que, en gran medida, se han beneficiado de la producción de soya para la producción de biodiesel hasta el momento (Wilkinson y Herrera, 2010).

La Confederación Nacional de los Trabajadores de la Agricultura (Contag), en Brasil, sostiene que por lo menos la mitad del biodiesel producido debería dejarse a la agricultura familiar (Wilkinson y Herrera, 2008). Sin embargo, también ha denunciado que el etanol en Mato Grosso do Sul ocupa ya unas 700 mil ha, amenazando expandirse aún más. En este escenario, los pueblos indígenas son un estorbo para la expansión de este bioenergético. Asimismo, el monocultivo de soya en Mato Grosso do Sul ocupa 2.1 millones de ha, de manera que el avance desmedido de los biocombustibles ha provocado la eliminación del 80

de las plantas nativas de este estado. De acuerdo con Egon Eck, coordinador del Consejo Indigenista Misionario (Cimi), la invasión incensante por parte grandes agricultores, y ahora por los productores de biocombustibles, está minando la presencia de tribus nativas; está en juego la sobrevivencia de unos 60 mil indios de las etnias Guaraní Kaiowa y Terena (Contag, 2012).

ActionAid, organización no gubernamental en Brasil, ha denunciado también que el comercio de tierras en gran escala ha avanzado e los últimos años, estimulado por el aumento en los precios de los alimentos y por la expansión de la producción de los biocombustibles. ActionAid señala que en 2008 el comercio de tierras se encontraba alrededor de 4 millones de ha, mientras que entre octubre de 2008 a agosto de 2009, se incrementó a 45 millones de ha. ActionAid también sostiene que la producción de biocombustibles generalmente acontece en detrimento de la producción de alimentos, provoca alza de precios de los mismos y falsas expectativas de trabajo (ActionAid, 2012).

La Federación Nacional de Trabajadores y Trabajadoras de la Agricultura Familiar (Fetra) nace en 2004 en Brasilia. Está organizada en 18 estados con más de 600 sindicatos y asociaciones sindicales en más de 1000 municipios en todo Brasil con aproximadamente 500 mil agricultores y agricultoras asociados. Como parte de sus principales objetivos se encuentra la unificación sindical a fin de fortalecer la agricultura familiar y construir un proyecto de desarrollo sustentable. Para Fetraf, la producción de agrocombustibles es incompatible con un patrón de desarrollo basado en los derechos humanos. Para esta organización es sabido que la producción de biocombustibles se sostiene de la superexplotación del trabajo, de las tierras y de los recursos hídricos, expulsando a trabajadores de sus tierras. Respecto al Programa Nacional de Producción de Biodiesel, señala que el programa no ha tenido una política inclusiva y sólo ha fortalecido la cadena productiva de la soya. La agricultura familiar ha participado sólo como proveedora de materia prima y no ha habido avances en la diversificación de la producción regional del programa (Fetra, 2012)

## **México. Iniciativa de producción de biocombustibles con repercusiones sociales y económicas**

México cuenta con una riqueza natural envidiable a nivel mundial, siendo la extracción de petróleo el recurso que mayores beneficios ha dado al país. Sin embargo, al ser este hidrocarburo de naturaleza finita, es necesario recurrir a la diversificación de las fuentes de energía.

En el caso de México se han desarrollado diversas alternativas como son las energías hidroeléctrica, geotérmica, eólica y solar, todas ellas con una capacidad reducida porque ninguna ha desplazado al combustible de origen fósil.

A partir de los avances desarrollados en países como Estados Unidos y Brasil en la producción de biocombustibles, en México se inicia un proceso para demostrar que se tiene la posibilidad de generar dos tipos de biocombustibles: etanol y biodiesel.

En 2006 fue aprobada la ley de bioenergéticos, corregida en 2007 y publicada en el Diario Oficial de la Federación en el mes de febrero de 2008 como Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, ante la necesidad inminente de escasez de los hidrocarburos fósiles en el mundo, y cuyo objetivo es ofrecer al país “nuevas alternativas energéticas a partir de la gran diversidad geográfica, y que por sus condiciones produce diversas variedades de productos agropecuarios, forestales, biotecnológicos, que permiten producir bioenergéticos que sustituirán a los energéticos tradicionales” (Comisión de Agricultura y Ganadería, 2007).

En la Ley de Bioenergéticos se plantean las competencias de las Secretarías involucradas en el proceso. Las principales facultades de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (Sagarpa), Secretaría de Energía (Sener) y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) son las siguientes:

**Cuadro 2. Facultades de las secretarías en la ley de bioenergéticos**

<b>Sagarpa</b>	<b>Sener</b>	<b>Semarnat</b>
<p>I. Elaborar programas sectoriales relativos a la producción y comercialización de Insumos.</p> <p>II. Regular Normas Oficiales Mexicanas relativas para la producción sustentable de Insumos.</p> <p>III. Evaluar periódicamente el impacto en materia de seguridad y soberanía alimentaria y desarrollo rural de los programas, incluyendo un análisis de costo beneficio e informarlo a la sociedad.</p> <p>IV. Elaborar el Programa de producción sustentable de Insumos para Bioenergéticos.</p> <p>V. Imponer sanciones por infracciones a las leyes y disposiciones aplicables que deriven de acciones relacionadas con la aplicación de la Ley.</p> <p>VI. Asesorar a los productores en el desarrollo de cultivos destinados a la producción sustentable de insumos para producir Bioenergéticos.</p> <p>VII. Apoyar la organización de los productores y demás agentes.</p> <p>VIII. Permisos previos para la producción de bioenergéticos a partir del grano de maíz, mismos que se otorgarán solamente cuando existan inventarios excedentes de producción interna de maíz para satisfacer el consumo nacional.</p>	<p>I. Elaborar programas relativos a la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución, la comercialización y el uso eficiente de Bioenergéticos.</p> <p>II. Otorgar y revocar permisos para la producción, el almacenamiento, el transporte y la distribución por ductos, así como la comercialización de Bioenergéticos;</p> <p>III. Emitir los criterios y lineamientos para otorgar permisos.</p> <p>IV. Regulación para promover el uso de las tecnologías más adecuadas</p> <p>V. Expedir los criterios para las adquisiciones de los Bioenergéticos por las entidades paraestatales, a efecto de minimizar el impacto económico y presupuestal a las mismas.</p> <p>VI. Programas en donde se tomaran en cuenta principalmente la producción nacional sobre la importación, la definición de plazos y regiones para la incorporación del etanol como componente de la gasolina, y la incorporación del biodiesel.</p> <p>VII. Evaluar el impacto sobre el balance energético y hacerlo de conocimiento público.</p> <p>VIII. Imponer las sanciones por infracciones a la presente Ley.</p>	<p>I. Prevenir, controlar o evitar la contaminación de la atmósfera, aguas, suelos y sitios originada por las actividades de producción de Insumos y de Bioenergéticos.</p> <p>II. Evaluar y autorizar en materia de impacto ambiental las instalaciones para la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución y la comercialización de Bioenergéticos.</p> <p>III. Aplicar las regulaciones en materia forestal, de vida silvestre y bioseguridad de organismos genéticamente modificados conforme a lo dispuesto en la Ley de Bioseguridad de Organismos Genéticamente Modificados para asegurar la preservación de los recursos naturales y de la biodiversidad.</p> <p>IV. Vigilar para que no se realice el cambio de uso de suelo de forestal a agrícola con el fin de establecer cultivos para la producción de Bioenergéticos.</p> <p>V. Evaluar los aspectos de sustentabilidad e impacto de los programas.</p> <p>VI. Vigilar e inspeccionar el cumplimiento de las Leyes y disposiciones en materia ambiental, así como ordenar medidas de seguridad y sancionar por infracciones a las mismas.</p>

Fuente: Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, 2008.

En 2009, se aprueba el Reglamento de la Ley y se funda la Estrategia Intersecretarial de los Bioenergéticos. El objetivo de esta instancia es desarrollar y generar proyectos que no afecten la seguridad alimentaria y la sustentabilidad ambiental, así como coordinar a las diversas instancias involucradas en la alternativa energética en su nivel estatal y federal.

A pesar de las atribuciones indicadas en la Ley para cada una de las Secretarías y la intención de realizar una coordinación adecuada y eficaz, existe la preocupación respecto de las actividades realizadas por la Comisión Nacional Forestal (Conafor), órgano descentralizado de Semarnat, quien ha destinado recursos económicos en el Programa Proárbol para la producción de *Jatropha curcas*, materia prima en la elaboración de biocombustibles, siendo la Sagarpa la instancia encargada de esta labor a través del Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico (Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A. C., 2012; López, 2012)

Esta situación está propiciando una discusión a corto plazo con la Semarnat porque el Programa Proárbol, desde 2008, ha promovido el cultivo de *Jatropha curcas* y se ha mostrado dispuesta a apoyar durante 2011-2012 el establecimiento de 10 mil ha de plantaciones en los estados de Chiapas, Michoacán, Morelos, Guerrero, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán, así como patrocinar a los productores con 7 700 pesos por ha; aun cuando la Ley de Bioenergéticos establece para esta instancia: “vigilar para que no se realice el cambio del uso del suelo del forestal a agrícola con el fin de establecer cultivos para la producción de Bioenergéticos” con la intención de prevenir el abuso en la producción de una materia prima dirigida a biocombustibles, con posibles problemas permanentes en la erosión o salinización de los suelos y con consecuencias sociales y económicas para los dueños de las propiedades.

Este es uno de los tantos problemas que la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos tendrá que enfrentar en su instrumentación.

Asimismo, en la producción de biocombustibles en México, las materias primas con las que se disponen son numerosas, por tal motivo, a partir del 2007-2008 el Instituto Nacional de Investigaciones, Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) organiza un grupo de investigación en bioenergía para atender ciertas demandas que solicitara la Sagarpa a partir de la aprobación de la Ley de Bioenergéticos; así se constituye un mega proyecto con el apoyo de varias universidades del país con dos objetivos: el primero, trabajar materiales como la *Jatropha* e higuera para la elaboración de biodiesel, y el segundo, generar variedades a partir de la remolacha azucarera y sorgo dulce para producir etanol (Montes, 2012). Para el INIFAP ha sido una experiencia interesante que le ha permitido realizar una serie de pruebas con los materiales en todo México.

El INIFAP cuenta con 27 Campos Experimentales y 57 investigadores dedicados a realizar pruebas en los posibles cultivos bioenergéticos (Cuadro 3).

### **Cuadro 3. Cultivos aprobados para pruebas destinadas para producir bioenergéticos**

<b>Cultivo</b>	<b>Bioenergético</b>	<b>Número de estados de la República</b>
Caña de Azúcar	Etanol	22
Higuera	Biodiesel	30
<i>Jatropha</i>	Biodiesel	28
Palma de aceite	Biodiesel	8
Remolacha azucarera	Etanol	32
Sorgo dulce	Etanol	22

Fuente: Sener.

Para el caso de sorgo dulce, el INIFAP ya tenía experiencia porque había realizado estudios en este grano para fines distintos a la producción de etanol; décadas anteriores se efectuaron trabajos en la India y en Estados Unidos, obteniendo conocimiento en su producción y conservando importantes colecciones de sorgo.

Al mismo tiempo que se daba el proceso de aprobación de la Ley de Bioenergéticos, el INIFAP generaba materiales para producir etanol a partir del sorgo dulce. En 2010, el instituto saca una variedad llamada RB Cañero, que compite con la caña de azúcar porque aumenta la productividad del cultivo y de su biomasa para elaborar biocombustibles.

Dentro de las cualidades del sorgo dulce, Noé Montes García (2012), líder del Programa Nacional de Sorgo por el campo experimental Río Bravo en Tamaulipas, menciona que es un material que ha sido probado en 18 estados de la República, desde el 2008 hasta la actualidad; presenta de 14 hasta 18° Brix en el jugo del tallo, y al corte se obtiene 13 y 14% de sacarosa. En su evaluación la variedad presenta rendimientos de 70 ton de tallo por ha y el proceso es totalmente mecanizado. Además solamente se utilizan 4 kilos de semilla por ha<sup>6</sup> para su siembra en comparación de la caña de azúcar que se necesitan 10 ton de semilla para la misma superficie. Otro aspecto a destacar es que requiere poca agua y fertilizante, así como la facilidad de obtener de dos a tres cosechas en algunas partes de México al año, tanto en tierras de temporal como de riego, y la caña requiere de 10 a 12 meses para obtener una sola cosecha.

Las pruebas han estimado que los rendimientos por hectárea convertidos en etanol varían entre 2 800 a 4 500 litros cada tres meses y medio (Montes, 2012). Se considera que los mayores niveles de azúcares que sirven para elaborar bioetanol, el cual se mezcla con la gasolina

<sup>6</sup> La semilla de sorgo dulce se consigue en el mercado nacional a \$100.00 el kilo. También el productor puede adquirir semilla importada de Estados Unidos a \$200.00 el kilo.

convencional, podría reducir hasta 30% las emisiones de gases contaminantes generados por los automóviles (Sagarpa, 2010).

La eficiencia energética del sorgo dulce es muy alta, entre seis y siete unidades de energía que salen por cada unidad que se gasta; en el otro caso la caña es muy parecida (Montes, 2012).

En Veracruz se ha trabajado en algunos ingenios, en especial con el denominado Central Energética de Atoyac, donde se realizan pruebas utilizando el bagazo del sorgo, después de extraer el azúcar, teniendo como un subproducto energía,<sup>7</sup> y esto eleva la eficiencia energética del sorgo, dando como resultado que el ingenio produce ya su propia electricidad.

Para Montes García (2012), el sorgo dulce ofrece un potencial significativo porque existe ya un material como el RB Cañero, y en el caso de la *jatropha* no ha sido posible que el país tenga suficiente semilla, ni una variedad propia para sacar al mercado. Es necesario generar a mediano plazo un programa con este objetivo; en cambio el sorgo dulce a corto plazo ya cuenta con la tecnología y la semilla; además es la misma infraestructura que se usa para producir cultivar e industrializar caña de azúcar, es decir no cambia nada.

En últimas fechas el Programa de Producción Sustentable de Insumos para Bioenergéticos y de Desarrollo Científico y Tecnológico 2009-2012, a cargo de Sagarpa y el Programa de Introducción de Bioenergéticos, a cargo de la Secretaría de Energía (Sener), tienen contemplado al agave como materia prima para la producción de etanol. Se considera que este cultivo para ser utilizado como biocombustible tiene un gran potencial en relación a la caña de azúcar (Cuadro 4).

<sup>7</sup> El bagazo del sorgo dulce se hace polvo, después se convierte en pelusa, ésta se quema produciendo energía que se transforma en electricidad. Otro subproducto del bagazo del sorgo es la producción de papel.

**Cuadro 4. Escenario de la introducción de etanol Agave-Caña de Azúcar (Volumen en millones de litros por año)**

	<b>Agave</b>	<b>Caña de Azúcar</b>
Producción etanol (L/has/año)	9 462	5 237
Requerimiento de agua	Bajo	Muy alto
Costo producción (\$/L)	5.8	6.2
Costo total (\$/ha)	89 700	49 647
Utilidad (\$/ha)	35 199	16 968

\*L: litro de etanol.

Fuente: FIRA y Sener.

Para Montes (2012), el principal problema para producir etanol o biodiesel con los cultivos mencionados anteriormente es el empleo de agua. Su experiencia le permite señalar que se deben impulsar cultivos con menor requerimiento de agua. Por ejemplo, en el caso de la remolacha para producir etanol exige un alto uso de agua. Para el sorgo dulce y la jatropha no requieren demasiada agua, pero para este último cultivo es forzoso buscar suficiente semilla y aumentar los rendimientos porque apenas se inicia la reproducción de la jatropha teniendo que recurrir al mercado de importación, ya que el INIFAP no ha logrado desarrollar variedades. Otro inconveniente es que la jatropha se produce manualmente porque es un arbusto. Es posible que en el caso de biodiesel, la higuierilla sea una planta con mejor potencial.

A pesar de las observaciones anteriores, la Estrategia Nacional de Energía de la Sener y el INIFAP consideran que podría existir potencial en la jatropha porque se están destinando esfuerzos en los 27 centros de investigación para generar y adaptar tecnologías para producir este cultivo, así como en el caso de la higuierilla que se emplea para el biodiesel. También se argumenta que la planta jatropha puede desarrollarse en regiones con alta o baja precipitación pluvial, así como en suelos po-

bres, pero los mejores rendimientos se obtienen en suelos arenosos de fertilidad media a escasa, no considerados adecuados para cultivo de alimentos (López, 2012b).

Para reforzar lo anterior, INIFAP sostiene que en México existe una superficie de 18 mil ha que se encuentran en condiciones óptimas para sembrar semillas, que posteriormente se podrían utilizar para producir biocombustible. Asimismo, se cuenta con el apoyo de la Comisión Nacional Forestal, a través del programa ProÁrbol 2007-2011, quien erogó recursos económicos cercanos a los 30 millones de pesos para sembrar ocho mil 113 hectáreas (López, 2012b).

El INIFAP, a partir de 2012, se convierte en líder de un Programa Sectorial con Sagarpa por cinco años, en éste se encuentran participando el Tecnológico de Monterrey, la Universidad de Nuevo León y el Instituto Tecnológico de Veracruz, cuyo uno de los objetivos es ofrecer en diversos estados demostraciones y cursos con parcelas demostrativas para presentar ventajas y desventajas del sorgo dulce (Montes, 2012).

Se considera que en el caso de los productores, la producción de sorgo dulce representaría mayores ingresos porque se tienen altos rendimientos, en algunos casos se han alcanzado de 80 hasta 118 ton/ha, lo que permite aumentar la rentabilidad del productor. Además no compete con cultivos alimentarios porque hay suelos degradados, pobres y de temporal que son subutilizados y pueden ser utilizados para este fin. Hay ciclos de producción en donde el productor puede dedicarse a la siembra de maíz, y en el siguiente periodo sembrar sorgo en zonas de temporal para sacar mayor eficiencia en el uso del suelo (Montes, 2012).

## **En la búsqueda de producir biocombustibles**

A partir de 2008, con la aprobación de la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos, surgen dos iniciativas prioritarias para la producción de biocombustibles: la primera –como ya se explicó en el apartado

anterior– fue determinar e implementar estrategias para el desarrollo de materias primas para la alternativa energética; la segunda, tiene que ver con el compromiso que tiene México de reducir el uso de Eter Metil Terbutílico (MTBE) que se importa principalmente de Estados Unidos. El objetivo es que los biocombustibles: etanol y biodiesel sean los oxigenantes que reduzcan o eliminen la importación de MTB –10 mil barriles diarios– (Hernández, 2009), además cabe destacar que este producto tiene un efecto negativo en la salud al contener sustancias cancerígenas.

Pemex, en 2009, convoca para que las empresas mexicanas le surtan etanol durante cinco años a partir de 2011 (Sánchez, 2012). Para este propósito, en enero de 2010, se lleva a cabo la primera licitación para la compra de etanol, pero el bajo precio que ofrece la paraestatal no permite que exista una concurrencia importante de empresarios participantes. Tan solo tres empresas concurren: Destilmex, Destiladora del Valle de Veracruz y Biotecnología de Combustibles. Además cabe aclarar que la única empresa instalada para producir etanol es Destilmex en Navolato, Sinaloa.<sup>8</sup> Sin embargo, Pemex otorga en marzo de ese año a la empresa Destiladora del Valle de Veracruz la licitación, quince días después la paraestatal le retira la concesión a la empresa por incumplir con la fianza solicitada y ante el alza en el precio de la caña de azúcar que hizo irrealizable la producción del biocombustible por parte de la compañía.

En febrero de 2012, Pemex convoca a una segunda licitación (Sánchez, 2012), pero el precio ofrecido a las empresas sigue siendo tan bajo que son pocas las empresas alcohólicas que estarían dispuestas a participar. La paraestatal basa el precio del energético a partir del menor valor que tenga la gasolina Magna y el etanol de la Costa Este de Estados

<sup>8</sup> “El precio base de compra de Pemex fue de 8.20 pesos por litro y Destilmex ofreció venderlo en 10.87, contra un precio de 7.87 pesos de Destiladora del Valle, y de 8.16 pesos por litro de Biotecnología de Combustibles” (Ramírez, 2010).

Unidos. Hay que agregar que en esta segunda licitación, Pemex reduce sus pretensiones de adquirir biocombustibles de 176 millones de litros contemplados en 2011 a 50 millones de litros, mismos que estarían destinados para consumirse en los estados de Oaxaca y Chiapas (Ramírez, 2012).

Las únicas empresas participantes fueron la Alcoholar de Zapopan en Jalisco y Destilmex. La primera empresa se encuentra produciendo siete millones de litros de etanol a partir de caña de azúcar en Córdoba, Veracruz, mientras Destilmex, en su ingenio que tiene en Chiapas, producirá 11 millones de litros al año, a partir del uso de melaza.

Finalmente, en el acta de Notificación de Fallo emitida por Pemex, en esta segunda licitación, señaló que no sería posible abastecer a Oaxaca y Chiapas con el biocombustible porque los dos concursantes ofertaron cotizaciones mayores por más de 50% a la que la paraestatal pretendía pagar que era de \$9.19 por litro para el caso de Salinas Cruz, Oaxaca, y \$9.39 para la de Tapachula, Chiapas. Las empresas Alcoholar de Zapopan ofertaron con 14.50 y Azucarera la Fe y Zucrum en Tapachula, propiedad de Destilmex, con \$14.20. Por este motivo, la licitación quedó de nuevo declarada desierta (Ramírez, 2012b).

Se tiene conocimiento, por los medios de comunicación, que más de 40 proyectos se han presentado con la intención de invertir en la producción de biocombustibles, sin embargo, consideramos que la incertidumbre en el precio ofrecido por el energético y el tipo de materia prima a utilizar ha llevado a detener este tipo de iniciativas.

En la actualidad, existen algunas experiencias en la producción de biocombustible, una de ella es Destilmex, instalada en 2007, convirtiéndose en la primera empresa productora de etanol, la inversión para esta planta fue de 600 millones de dólares; su principal objetivo fue producir etanol. En un inicio realizó pruebas teniendo como materia prima al maíz. Sin embargo, se detiene su producción ante las condiciones y restricciones establecidas en la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos sobre el uso del maíz para fines energéticos (González y

Castañeda, 2008; 2011), grano que es idóneo para obtener etanol, pero en 2011 no fue posible tener un abasto suficiente ante las heladas sufridas en el estado de Sinaloa (Diarte, 2012).

La planta tiene la capacidad de producir 350 mil litros diarios de etanol, que equivalen a 72.6% de los 176 millones de litros que Pemex necesitaba para arrancar el programa de gasolinas limpias, como fue la propuesta de la paraestatal en 2011 para abastecer a la ciudad de Guadalajara<sup>9</sup> (Cruz, 2010).

En agosto de este año, el Ing. Jesús Óscar Diarte Gómez (2012), Gerente de la planta, señaló que la propuesta de Destilmex hoy en día es producir el etanol en base a sorgo dulce, pero de inicio la planta no se creó para usar esta materia prima, ni el estado de Sinaloa es productor de este cultivo.

Destilmex inicia una nueva curva de aprendizaje y el INIFAP está llevando a cabo un proyecto en el cual Sinaloa se contempla como una entidad con un potencial para la producción de sorgo dulce (Montes, 2012).

En general existen algunas propuestas para construir plantas de biocombustibles, como es el caso del estado de Tamaulipas, en donde la empresa Biomex encabeza un proyecto de inversión de 135 millones de dólares para instalar una planta de etanol que tendría como materia prima al sorgo dulce, abastecida por los productores de la región, quienes serían patrocinados por la Sagarpa y el gobierno estatal para cubrir la demanda del grano (James, 2012).

<sup>9</sup> Esta iniciativa formaba parte de la Sener a través de un programa global que pretendía obtener una producción de 880 millones de litros de etanol, es decir, la zona metropolitana de Guadalajara recibiría un volumen anual de 176 millones de litros de etanol; para Monterrey serían 150 millones y para la Ciudad de México 554 millones (Cruz, 2010).

Una experiencia en la producción de biodiesel se encuentra en el estado de Chiapas, a partir de una iniciativa que involucra tanto a los productores, como la instalación de dos plantas industriales destinadas a diferentes fines.

A mediados del 2012, se inauguró en Cintalapa, Chiapas, la Primera planta extractora de aceite de *Jatropha Curcas* del país, con una inversión de seis millones 600 mil pesos. La finalidad es completar el círculo productivo de cosecha, transformación, comercialización. Para hacer posible el funcionamiento de la empresa se sembraron 10 mil hectáreas se *Jatropha curcas* por 2358 productores. El aceite que se extraerá en Cintalapa se enviará a la primera planta de biodiesel instalada en Puerto Chiapas, con una capacidad de 20000 litros diarios del energético, y ya transformado en biodiesel se expenderá en la primera biodieselera del país, instalada en Tuxtla Gutiérrez y Tapachula (Instituto de Comunicación Social de Chiapas, 2012).

## CONCLUSIONES

La trayectoria de los biocombustibles en Brasil ha seguido fundamentalmente un comportamiento de "path creation", y posteriormente de "path dependence", es decir, inicia con un cambio tecnológico radical cuando introduce sus autos que utilizan etanol, cambiando todo el patrón del comportamiento del consumidor y posteriormente, siguiendo sus propias bases tecnológicas y toda una infraestructura construida y desarrollada desde la década de los setenta, con su Programa Proálcool. La producción de biocombustibles en Brasil se presenta actualmente en términos de eficiencia energética, como un real modelo a seguir, por el "éxito" que ha logrado a lo largo de todos estos años, en el que no existe por el momento una materia prima con la que se logre más eficiencia energética que con la caña de azúcar brasileña. Su "éxito" también se manifiesta por el carácter sustentable de toda la producción de etanol, en

donde es utilizado cada uno de los componentes que conlleva la producción de éste.

El modelo “exitoso”, sin embargo, se desvanece cuando se analiza el impacto social que ha traído la producción de etanol, desde la década de los setenta hasta el momento; uno de los principales problemas sociales es el conflicto por la tierra que está provocando el destino de grandes extensiones de ella para la producción de caña de azúcar, lo cual ha llevado a desplazamientos de campesinos que protestan por sus espacios.

Otro aspecto, de no menor relevancia, es la situación laboral de los cañeros, los cuales viven, en algunas regiones como las del noreste, con muy bajos salarios y en condiciones de sobreexplotación. Además la producción de cualquier monocultivo ocasiona deterioro de la diversidad biológica y del propio suelo.

La producción de biodiesel en Brasil, a diferencia de la producción de caña de azúcar, desde su inicio se plantea la inclusión social laboral de productores familiares agrícolas. Desde esta perspectiva, parecería que si bien con la caña de azúcar no se logra atender las necesidades de pequeños agricultores, con la producción de biodiesel sí. Sin embargo, en la producción de biodiesel –también en la de caña azúcar– los grandes productores y las grandes empresas nacionales y transnacionales son los que se están beneficiando. Además, si bien algunos expertos en biocombustibles –José Goldenberg, entre ellos– señalan que la producción de caña de azúcar no invade la Amazonia, en el caso de la producción de biodiesel si existe este riesgo, dado que está utilizando soya, y la producción de ésta se localiza en espacios de la Amazonia.

Se puede observar así, que en el desarrollo de esta trayectoria los pequeños agricultores y los productores organizados en la agricultura familiar no han sido involucrados para beneficiarse de este mismo desarrollo, sólo en apariencia. Los movimientos de agricultores cuestionan el modelo de biocombustibles, lo están haciendo desde dos perspectivas: por un lado, denunciando que no están siendo incluidos, como lo prometía al menos el Programa Nacional de Biodiesel, y por otro, que está

atentando contra los derechos de campesinos e indígenas sobre sus tierras, además de atentar contra la seguridad alimentaria. Están actuando así, como movimientos de resistencia.

En el caso de México, no se puede considerar que existe una trayectoria, debido al ingreso tardío de este país a la producción de biocombustibles y que no existe hasta el momento una producción significativa.

Para México es un reto avanzar en la producción de biocombustible, no solamente porque debemos disminuir las importaciones de MTBE y disminuir los niveles de contaminación, sino porque existen actores sociales dispuestos a incursionar en este tipo de tecnología de vanguardia en el sector privado y social.

El país cuenta con los recursos humanos para desarrollar variedades que no compitan con los cultivos alimenticios, y en este caso el INIFAP juega un papel estratégico, reconocido por los productores que tienen la intención de ser los proveedores de la materia prima de los biocombustibles; en ese sentido, desarrollamos capacidades que nos liberan de la dependencia en la compra de semillas del exterior.

Por el momento las repercusiones sociales de la incipiente trayectoria de los biocombustibles en México se encuentra en la decidida posición de no utilizar al maíz como la materia prima para la elaboración del etanol, y ello se ha dado a partir de la sociedad organizada que impuso en la Ley de Bioenergéticos, un candado que impide su uso, y a partir de los rechazos en las solicitudes por utilizar maíz para biocombustibles, iniciando un proceso por encontrar las materias primas idóneas.

Un problema que debe ser analizado con cuidado es el problema del precio de los biocombustibles, las dos licitaciones realizadas por Pemex demuestran que la política de precios no puede basarse en el mercado internacional ni en el precio de la gasolina Magna que constantemente se encuentra al alza, es necesario aceptar que si el país pretende desarrollar una tecnología en alternativas energéticas debe pagar el costo del aprendizaje y apoyar tanto a la industria, como a los productores, en especial a

los medianos y pequeños que se atrevan a este nuevo aprendizaje, como ha sido el cultivo de la *jatropha* o el sorgo dulce.

Para los dos países la producción de biocombustibles es contrastante porque sus trayectorias surgen por actores sociales diferentes, en el caso de Brasil el apoyo del Estado ha sido fundamental en el fortalecimiento de esta producción, y para el caso de México, el apoyo del Estado no ha contribuido a que la producción de biocombustibles tenga un desarrollo significativo.

Socialmente, en ambos casos, sin embargo, es común el cuestionamiento del beneficio social para los países, aclarando que para el caso de México esperamos que la experiencia brasileña sirva para superar los posibles efectos negativos de la alternativa energética. Hasta ahora, por lo menos, no han sido consultados pequeños productores en el incipiente desarrollo de los biocombustibles en México, parece ser que, al igual que en Brasil son los grandes productores los posibles beneficiados de este desarrollo.

## BIBLIOGRAFÍA

- ActionAid, "Segurança Alimentar", en [www.actionaid.org.br](http://www.actionaid.org.br)
- Braunbeck, O. y L. A. Cortez, 2008, "O cultivo da Cana de Açúcar e o Uso dos Resíduos", en Rosillo C. *et al.* (coord.), *Uso da Biomassa para Produto de energia na indústria brasileira*, Editora da UNICAMP, Campinas, SP, Brasil.
- Carolan, S., 2009, "A Sociological Look of Biofuels: Ethanol in the Early Decades of the Twentieth Century and Lessons for Today", en *Rural Sociology*, March, vol. 74, núm. 1, Rural Sociological Society, University of Missouri, Columbia.
- Ceceña, E. y A. Barreda (coord.), 1995, "Producción Estratégica y Hegemonía Mundial", Siglo XXI, México.

- Comisión de Agricultura y Ganadería, 2007, "Proyecto de Decreto que expide la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos", Sesiones de la Cámara de Diputados del Honorable Congreso de la Unión, 30 de octubre.
- Consejo Civil Mexicano para la Silvicultura Sostenible, A. C., 2012, Red de Monitoreo de Políticas Públicas, en [http://www.ccmss.org.mx/descargas/NOTA\\_INFO\\_31.Biocombustibles\\_y\\_bosques\\_en\\_Mexico](http://www.ccmss.org.mx/descargas/NOTA_INFO_31.Biocombustibles_y_bosques_en_Mexico), consultado en 08/2012.
- CONTAG, 2012, "O povo Guaraní Kaiowá", en <http://www.contag.org.br>, consultado en 01/2012
- Cruz, L., 2010, "Atora marco legal a biocombustíveis", en *Reforma*, 20 de septiembre.
- FAO, 2008a, "Conferencia de Alto Nivel sobre Seguridad Alimentaria Mundial: Los Desafíos del Cambio Climático y la Bioenergía", Roma, 3-5 de junio, en [www.fao.org](http://www.fao.org).
- FAO, 2008b, "El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Biocombustibles: perspectivas, riesgos y oportunidades", Roma, 3-5 de junio, en [www.fao.org](http://www.fao.org).
- Feenberg, A., 1992, "Democratic Rationalization, Technology, Power and Freedom", en R. Sharff (eds.), en <http://dogma.free.fr>
- Ferreira, J., 2007, "Biocombustíveis: A experiencia brasileira e o desario da consolidacao do mercado internacional", en *Biocombustíveis no Brasil. Realidades e perspectivas*, Sao Paulo.
- Federación Nacional de Trabajadores y Trabajadoras de la Agricultura Familiar (FETRAF), 2012, en [www.fetra.org.br](http://www.fetra.org.br), consultada en 02/2012.
- Goldemberg *et al.*, 2008, "The sustainability of ethanol production from sugarcane" (en prensa), Brasil.
- González, A. y Y. Castañeda, 2008, "Biocombustibles, biotecnología y alimentos. Impactos sociales para México", en *Argumentos*, núm. 57, Nueva Época, año 21, mayo-agosto.

- González, A. y Y. Castañeda, 2011, "Biocombustibles, Estados Unidos, su estrategia hegemónica competitiva y la influencia en la política energética de México", en *Sociedades Rurales*, vol. 11, núm. 21, junio.
- González, A., 2006, *Políticas de propiedad intelectual y bioseguridad en biotecnología. Una propuesta regional dentro del marco internacional*, Tesis de Doctorado, Facultad de Ciencias Políticas y Sociales, UNAM.
- Hernández, A., 2009, "Promete Sener etanol Nacional", en *Reforma*, 8 de octubre.
- Howarth, R. *et al.*, 2008, "Introducción: Biofuels and the Environment in the 21st Century", en R. W., Howarth y S. Bringezu (eds.), *Biofuels: Environmental Consequences and Interactions with Changing Land Use. Proceedings of the Scientific Committee on Problems of the Environment (SCOPE) International Biofuels Project Rapid Assessment*, September, Gummersbach Germany, Cornell University, Ithaca, NY, EUA, en <http://cip.cornell.edu/biofuels/>.
- Instituto de Comunicación Social de Chiapas, 2012, en <http://www.comunicacion.chiapas.gob.mx/documento.php?id=20120710125812>, consultado en 2012.
- James, F., 2012, "Empiezan obras de primera planta de etanol local en México", en *Business New Americas*, agosto 21, en <http://www.bnamericas.com/news/petroleoygas/empiezan-obras-de-primeraplanta-de-etanol-local>, consultado en 2012.
- López, A., 2012a, "No corresponde Semarnat ni a Conafor impulsar el cultivo agroindustrial: CCMSS", en *Reforma*, 9 de julio.
- López, A., 2012b, "Florecen nuevos biocombustibles", en *Reforma*, 23 de julio.
- Mançano, B. *et al.*, 2010, "Agrofuel Politics in Brasil: Paradigmatic and Territorial Disputes", en P. McMichael y I. Scoones (Edit.), *Journal of Peasant Studies*, Vol. 37, Special Issue: The Politics of Biofuels, Land and Agrarian Change.

- Meyer, U. y C. Schubert, 2012, "Intregating path dependency and path creation in a general understanding of path constitution. The role of agency and institutions in the stabilisation of the technological innovations", en *Science, Technology & Innovation Studies*, Vol. 3, núm. 1, EUA.
- Ramírez, M., 2010, "Toma ventaja en licitación de etanol", en *Reforma*, 26 de enero.
- Ramírez, M., 2012a, "Decide paraestatal no iniciar programa de gasolinhas limpias en Guadalajara, Monterrey y el D.F.", en *Reforma*, 20 de marzo.
- Ramírez, M., 2012b, "Fracasa gobierno en gasolina verde", en *Reforma*, 22 de junio.
- Sagarpa, 2010, "Libera INIFAP variedad de sorgo para producción de biocombustibles", en <http://www.sagarpa.gob.mx/saladeprensa/boletines2/paginas/2010B586.aspx>, consultado en 2012.
- Secretaría de Energía (Sener), 2006, "Potencialidades y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México", en Sener, BID y Deutsche Gesellschaft fur Tehcnische Zusammenarbeit (GTZ), México, noviembre.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP), 2007, *Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012*, México, 2007.
- Socolow, R. et al., 2004, "Solving the Climate Problem. Technologies Available to Curb CO2 Emissions", Environment.
- Teresko, J., 2007, "Dupont does"; "Biotechnology", en [www.industryweek.com](http://www.industryweek.com), abril.
- Wilkinson, J. y S. Herrera, 2008, "Subsidios para a disussao dos agrocombustiveis no Brasil", en *Agrocombustíveis e a Agricultura Familiar e Camponesa. Subsidios ao Debate*, AccionaAid Basil Fundacao Heinrich Boll Oxfam Internacional, Federacao de Organos para Asistencia Social e Educacional, Rede Brasileira pela Integracao dos Povos, Rio de Janeiro.
- Wilkinson, J. y S. Herrera, 2010, "Biofuels in Brazil. Debates and impacts", en *Journal of Peaseant Studies* 37:(4): 749-768.

## ENTREVISTAS

Diarte Gómez, Jesús Óscar, 2012, Gerente de la Planta Destilmex, 31 de agosto.

Guardabassi, P. 2008, ayudante técnica en el Centro de Estudios de Biomasa en Brasil, 19 de agosto.

Montes García, Noé, 2012, Líder del Programa Nacional de Sorgo, INIFAP, Campo Experimental Río Bravo en Tamaulipas, 14 de noviembre.

Sánchez Adán, Ricardo, 2012, Director General de Promoción de Bioenergéticos de la Secretaría de Energía, 14 de noviembre.

