



CienciaUAT

ISSN: 2007-7521

cienciauat@uat.edu.mx

Universidad Autónoma de Tamaulipas

México

Agüero-Rodríguez, José Cruz; Tepetla-Montes, Julia; Torres-Beristain, Beatriz  
Producción de biocombustibles a partir de la caña en Veracruz, México: perspectivas y  
riesgos socio-ambientales

CienciaUAT, vol. 9, núm. 2, enero-junio, 2015, pp. 74-84

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Ciudad Victoria, México

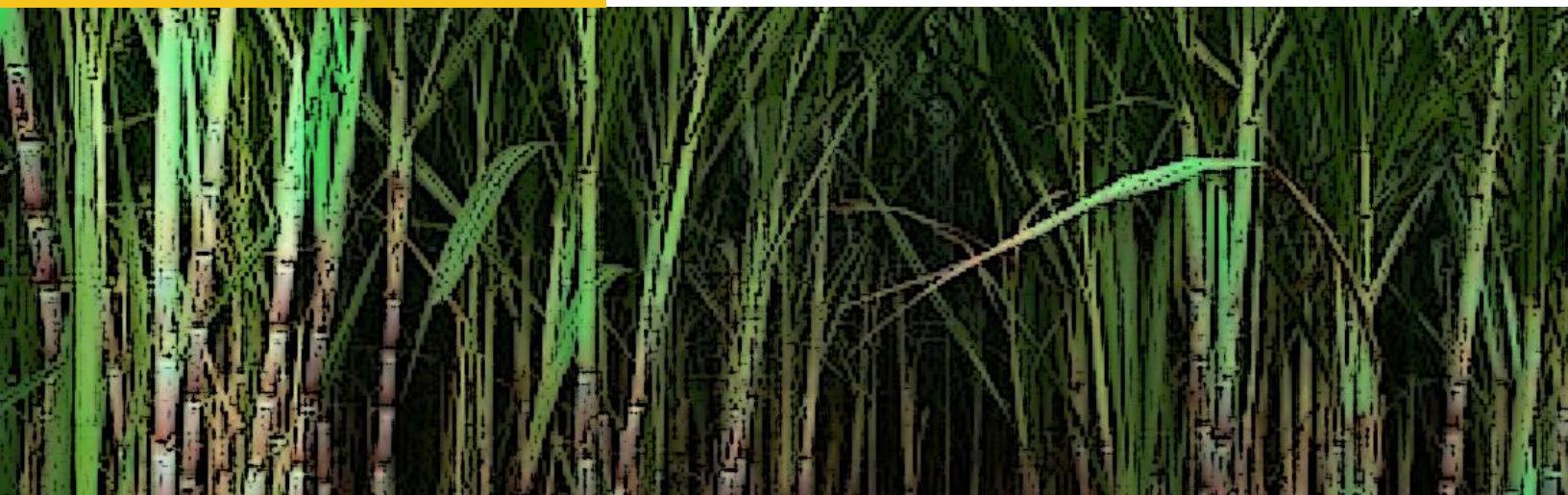
Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942933008>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Tomado de: <https://paulio629.files.wordpress.com/2013/07/cac3bra-de-azucar-sac.jpg>

# Producción de biocombustibles a partir de la caña en Veracruz, México: perspectivas y riesgos socio-ambientales

**Biofuels and sugarcane in Veracruz, Mexico: perspectives and socio-environmental risks**

**José Cruz Agüero-Rodríguez\*, Julia Tepetla-Montes y Beatriz Torres-Beristáin**

Universidad Veracruzana. Facultad de Sociología, campus Córdoba-Orizaba, calle Poniente 7, No. 1383, col. Centro, Orizaba, Veracruz, México, C.P. 94300.

\*Autor para correspondencia: caguero@uv.mx

Fecha de recepción: 10 de enero de 2014 / Fecha de aceptación: 16 de abril de 2015

## RESUMEN

México posee un marco normativo desde 2008 para impulsar la producción de bioenergéticos, pero esta aún no se incrementa en forma significativa; no obstante, existen regiones y estados interesados en ponerse a la vanguardia, como Veracruz, donde el gobierno estatal promueve la siembra de cultivos destinados a la producción de biocombustibles, así como, la reconversión industrial del aprovechamiento de la caña de azúcar. La región Córdoba-Paso del Macho representa una zona de alto interés

porque allí se localizan nueve de los 22 ingenios del estado y están establecidas tres empresas que producen bioetanol. El propósito de este estudio fue analizar el impacto que tendrá la transformación de la política nacional y estatal en materia de biocombustibles, principalmente con caña energética, sus alcances socio-económicos y probables externalidades socio-ambientales al incorporarse como regiones productoras. Se realizó un análisis documental, bibliográfico y hemerográfico, de las publicaciones realizadas sobre

el tema en el periodo de 2009 a 2013. Se visitó ésta región en los meses de julio a agosto de 2011, realizando talleres participativos en tres comunidades, así como 20 entrevistas semi-estructuradas a diversos agentes involucrados en la producción cañera. Los resultados permitieron observar que Veracruz carece de un proyecto energético integral a pesar de sus importantes reservas petroleras y que finca su interés en atraer inversiones extranjeras, dificultando el tránsito hacia una política energética basada en los recursos renovables

y las capacidades locales ambientales, tecnológicas y sociales. Los agrocombustibles representan una alternativa regional, en pequeña y mediana escala para la producción de biocombustibles, pero deben establecerse mecanismos normativos que garanticen el uso diversificado del suelo, para conservar el abastecimiento de alimentos y evitar su encarecimiento. Se requiere adicionalmente considerar la rentabilidad social y establecer mecanismos estrictos de control para preservar las áreas naturales protegidas.

**PALABRAS CLAVE:** Bioenergéticos, reconversión productiva, externalidades socio-ambientales, política energética, recursos renovables.

## ABSTRACT

Mexico has a regulatory framework since 2008 to boost the production of bioenergy, but this has not been yet significantly increased; However, there are regions and states concerned to take the lead, as Veracruz, where the state government promotes the planting of crops for the production of biofuels, as well as, the industrial restructuring of the utilization of the sugar cane. The region of Cordoba-Paso del Macho represents an area of high interest because 9 of the 22 state mills are located there and 3 bioethanol producing companies are established. The purpose of this study was to analyze the impact that will have the transformation of the national and state policies on biofuels, primarily with energy cane, its socio-economic scope and possible socio-environmental externalities when becoming producing regions. A documentary, bibliographic and hemerographic analysis of publications on the subject from 2009 to 2013 was conducted. We visited this region in the months of July to August 2011, conducting participatory workshops in 3 communities, as well as, 20 semi-

structured interviews with various actors involved in the sugar cane production. The results revealed that Veracruz lacks a comprehensive energy project in spite of its significant oil reserves. In addition, the results show that such state heavily relies on attracting foreign investment, hindering the transition towards an energy policy based on renewable resources and local environmental, technological and social capacities. Agrofuels represent a regional alternative, in small and medium-scale for the production of biofuels. Nevertheless, regulatory mechanisms must be established to ensure the diversified use of the soil, to preserve the food supply and to prevent it from becoming more expensive. Furthermore, it is required to consider the social profitability and to establish strict control mechanisms to preserve the protected natural areas.

**KEYWORDS:** Agrofuels, productive reconversion, socio-environmental externalities, energy policy, renewable resources.

## INTRODUCCIÓN

La producción de biocombustibles surgió a finales del siglo pasado, como una estrategia para promocionar el desarrollo de energías renovables, limpias y sustentables, ante la crisis de producción de combustibles fósiles y sus efectos negativos a la atmósfera. Estas políticas e instrumentos ambientales internacionales llevaron al establecimiento de una "modernización ecológica" normativa, término utilizado por Beck (2002), que se basa en el uso de combustibles, generados a partir de diversos cultivos, que prometen una menor contaminación e impactar positivamente a los sectores que los produzcan (Gómez-Pere, 2012). Sin embargo, hasta ahora, predomina un modelo de producción a gran escala, que favorece a los países centrales y multinacionales, quienes han

encontrado una veta invaluable de ganancias bajo el discurso de las "energías verdes", en detrimento del desarrollo social y ecosistémico de aquellos países pobres que se han sumado a la producción mundial (Giampietro y kozo, 2009).

Una década después de su implementación, los informes oficiales de la Unión Europea (UE), el Banco Interamericano de Desarrollo (BID), la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y de Organismos No Gubernamentales (ONG's), exponían graves consecuencias no previstas al incrementar la producción y el consumo internacional de biocombustibles (Renewable Fuels Agency, 2008). Según Rosell el crecimiento en la demanda de alimentos entre 1987 y 2007 fue del 2 % anual, pero son los productos utilizados en la producción de biocombustibles los que registraron mayores tasas de crecimiento: aceites vegetales 5.6 %, oleaginosas 4.3 %, maíz 3.1 %, y azúcar 2.4 %. Debido a esto, la crisis alimentaria se profundizó considerablemente y las áreas de cultivo ampliaron la brecha agrícola sobre las áreas boscosas (Laine, 2009). Así, al interior mismo de los organismos impulsores, se incrementaron las dudas sobre los beneficios o daños sociales, económicos y ambientales de la producción a gran escala.

Por otra parte, en 1997 el Protocolo de Kioto, foro internacional organizado por la ONU, reunió 55 naciones para firmar el Convenio Marco sobre el Cambio Climático (CMNUCC), producto de la emisión de Gases Efecto Invernadero (GEI), principal componente antropogénico del Calentamiento Global (CG). Sin embargo, las acciones impulsadas por los países firmantes del Convenio, no han sido suficientes para mitigar los GEI, condicionados por las altas tasas de ganancia o la expectativa de industrialización acelerada. Estados Unidos, China, Canadá, Rusia e India, entre otros, contribuyen con cerca del 50 % de las emisiones globales y se niegan a

firmar el protocolo (Informe, 2009); pero han encontrado, en estas políticas, una veta para "inversiones verdes", convirtiéndose en líderes productores de bioenergéticos. El objetivo principal es conservar el ritmo de consumo exigido por la modernidad, teniendo como meta aliciente el intensificar la acumulación de capital de empresas y países participantes. La UE se propuso como meta al 2010, reducir en 35 % la emisión de GEI, y alcanzar 50 % en 2017; Estados Unidos fijó como meta para 2022 reducir en 20 % sus emisiones e incorporar en 58 % energías renovables. Este optimismo inicial, pronto decayó, los propios impulsos se percataron que los agrocombustibles eran responsables del 75 % del aumento de los precios de los alimentos y, la demanda por tierras de cultivos podría crecer hasta 17 % para 2020, con graves consecuencias sobre las tierras forestadas y destinadas a la agricultura alimentaria. Asimismo, el balance energético entre la producción de biocombustibles y sus beneficios ha sido relativizado, ya que los costos económicos y ambientales son equiparables a la producción de combustibles fósiles (FAO, 2008). Para Giampietro y kozo (2009), ese optimismo temprano devino en "desilusión".

Las políticas globales de los países ricos y organismos multinacionales y financieros pretenden una tercera revolución energética; la producción de biocombustibles e hidroelectricidad serían los principales componentes de las energías renovables incorporadas al consumo energético global. Estas pudieran ser una salida válida considerando que las diversas fuentes energéticas son múltiples y con ventajas comparativas en baja y mediana escala previendo el beneficio social y cuidado ambiental, pero también una salida falsa a la crisis energética y ambiental, si se deja en manos de las empresas transnacionales y sin la reglamentación

coherente de los países productores (Quintana, 2007).

En México de acuerdo con la Secretaría de Energía (SENER, 2009), Veracruz presenta la mejor condición productiva, climática, tecnológica y potencial de tierras para la producción de etanol a gran escala, de acuerdo con los requerimientos del país y exportación futura. Esta intención puede estar poco fundamentada, si no se crean los mecanismos apropiados para generar una agroindustria limpia y socialmente responsable, que involucre a los productores y considere las características de los ecosistemas regionales donde se pretende implantar o intensificar dichos cultivos.

El objetivo de este trabajo fue analizar el efecto que tendrá la transformación de la política energética nacional sobre los factores socio-ambientales existentes en las regiones productoras de biocombustibles y en las regiones previstas para producir, utilizando como modelo a Veracruz, estado líder en producción cañera, que intenta convertirse en eje de estas políticas energéticas en México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Área de estudio

El estado de Veracruz se localiza en la franja costera del Golfo de México, cuya superficie de 72 815 Km<sup>2</sup>, ocupa el 3.7 % del territorio nacional (Gobierno del Estado, 2013). La zona de estudio se ubica en la región conocida como "Las Altas Montañas", precisamente entre las subcuencas del Río Blanco y Cotaxtla/Jamapa. Su abundancia hídrica ha sido fuente de atracción industrial, urbanización intensa y un nicho para cultivos agroindustriales, como la caña de azúcar y el café, desde mediados del siglo XIX (Pare, 2013).

### Metodología

En recorridos de campo, entre julio y agosto de 2011, se recopiló

información sobre padrones de productores, extensión sembrada y cosechada, cobertura de ingenios y alcoholeras.

El levantamiento de información se llevó a cabo bajo tres técnicas de investigación: 1) Se realizaron tres talleres participativos, donde asistieron 28 campesinos en las localidades de Francisco Villa, Paso del Macho y la Colonia Agrícola Paraíso del municipio de Paso del Macho. Los talleres permitieron realizar entrevistas semicollectivas a través de un cuestionario semicerrado para contrastar entre los participantes la información de la problemática de la producción cañera, aspectos socioeconómicos, tecnológicos y socioambientales; 2) Para reconocer los planes y perspectivas de la producción de bioetanol en la región, se localizaron tres alcoholeras: Destiladora Energética Atoyac, Destiladora del Papaloapan (se localiza en las inmediaciones de Veracruz y Oaxaca, pero su área de abastecimiento es Veracruz) y Destiladora del Valle de Orizaba; y un ingenio azucarero (San Nicolás). Estas cuatro empresas producen actualmente etanol para consumo interno y para la zona conurbada de Veracruz-Boca del Río (Figuras 1 y 2). Se entrevistó y aplicó un cuestionario semi-cerrado a 15 agentes sociales: cuatro técnicos de las empresas: Destiladora Energética de Atoyac y del Ingenio San Nicolás; y a un funcionario del Instituto Veracruzano de Bioenergéticos (INVERBIO), cinco productores independientes, cinco líderes sindicales, dos del ingenio San Nicolás y tres del ingenio El Potrero; de ellos, tres de los entrevistados pertenecen al Consejo Nacional de Pequeños Propietarios (CNPR) y dos a la Confederación Nacional Campesina (CNC), esta última aglutina a campesinos ejidatarios. 3) Para reconocer la problemática estatal y regional, se revisaron dos programas impulsados por el INVERBIO para el fomento de agro-

combustibles y las proyecciones 2011 a 2016 (INVERBIO, 2011; 2012) y se recopiló información hemerográfica regional y estatal (2009 a 2013), de dos fuentes: El Sol de Orizaba y el Mundo de Córdoba (Archivo interno CAEC-342 RSVS).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados permitieron obtener una visión regional y estatal del futuro de los agrocombustibles en Veracruz, la cual se presenta en las Tablas 1 y 2 por producto, inversión, empresas y regiones.

**Tabla 1**

Agro-combustibles en el Estado de Veracruz. Proyección a 2016.

Table 1. Agro-combustibles in the State of Veracruz. Projection to 2016.

Cultivo	Rend. T/ha	L/ha	L/T	ha	T	L
<b>Yuca</b>	30	8 000	267	26 000	780 000	208 000 000
<b>Sorgo</b>	60	3 900	65	20 000	2 400 000	156 000 000
<b>Caña</b>	70	5 600	80	12 000	840 000	67 200 000
				<b>Subtotal</b>	<b>4 020 000</b>	<b>431 200 000</b>
<b>Jatropha</b>	8	2 950	369	22 000	176 000	64 900 000
<b>Palma de aceite</b>	10	3 250	325	20 000	200 000	65 000 000
				<b>Subtotal</b>	<b>376 000</b>	<b>129 900 000</b>
				<b>TOTAL</b>	<b>100 000</b>	<b>4 396 000</b>
						<b>561 100 000</b>

**Tabla 2**

Proyectos de Bioetanol y Biodiésel en Veracruz por costos de producción. Proyección a 2016.

Table 2. Projects of Bioethanol and Biodiesel in Veracruz for production costs. Projection to 2016.

Proyecto	Ubicación/ Región/Grupo étnico	Municipios	Área sembrada 2016 (ha)	Área sembrada 2011 a 2012 (ha)	Empresas vinculadas	Inversión primaria (millones)	Inversión Industrial (millones)	Empleos directos	Empleos indirectos
<b>Yuca</b>	Zona de Los Tuxtlas/ Reserva de la Biosfera/ Náhuatl	Lerdo de Tejada, Angel R. Cabada, Santiago Tuxtla, Tlilapan, Catemaco y Zontecomatlán	26 000	16 000	Bioetanol del Golfo SAPI S.A de C.V	\$ 676 000 (\$ 26 000/ha)	\$ 977 700 (\$ 47 603/ha)	13 480 (0.5/ha)	13 800
<b>Sorgo</b>	Zona Norte y Sur/ Selva tropical. Régión Ganadea/ Náhuatl-Zoque Popolucas	Pánuco, Acyacuan, Hueyapan, Mecayapan, Chacaltianguis, J. Carranza, Agua Dulce y Moloacan	20 000	23 000	Alimentos Especiales Tenerife	\$ 480 000 (\$ 24 000/ha)	\$ 1 930 600 (\$ 96 513/ha)	2 600 (0.13/ha)	12 000
<b>Caña</b>	Zona Centro y Sur/Selva tropical/ Náhuatl-Zoque popoluca	Tlalixcoyan, Tierra Blanca, Isla Rodríguez, Clara, Azueta, Acyacuan, Hueyapan, Mecayapan, Chacaltianguis, J. Carranza, Agua Dulce, Moloacan y Tezonapa	12 000	12 000	Destiladora Energética Atoyac	\$ 444 900 (\$ 37 000/ha)	\$ 796 200 (\$ 66 350/ha)	4 000 (0.3/ha)	20 000
<b>Jatropha</b>	Zona Centro/ Altas Montañas/ Náhuatl	Tezonapa Zongolica	22 000	1 000	Nature Fuels México	\$ 305 082 (\$ 13 867/ha)	\$ 85 570 (\$ 3 889/ha)	7 353 (0.34/ha)	29 333
<b>Palma de aceite</b>	Zona Sur/ Selva tropical/ Zoque Popoluca	Acyacuan	20 000	4 000	Nature Fuels México	\$ 799 000 (\$ 39 900/ha)	\$ 70 000 (\$ 3 500)	4 000 (0.2/ha)	20 000
<b>TOTAL</b>			<b>100 000</b>	<b>56 000</b>		<b>\$ 2 704 982</b>	<b>\$ 3 860 070</b>	<b>31 433</b>	<b>95 133</b>

Estas proyecciones fueron la base para elaborar una regionalización y análisis georeferencial socioambiental (Figura 1) que permite ver las tendencias de las regiones potenciales para incorporarse a la producción de agrocombustibles.

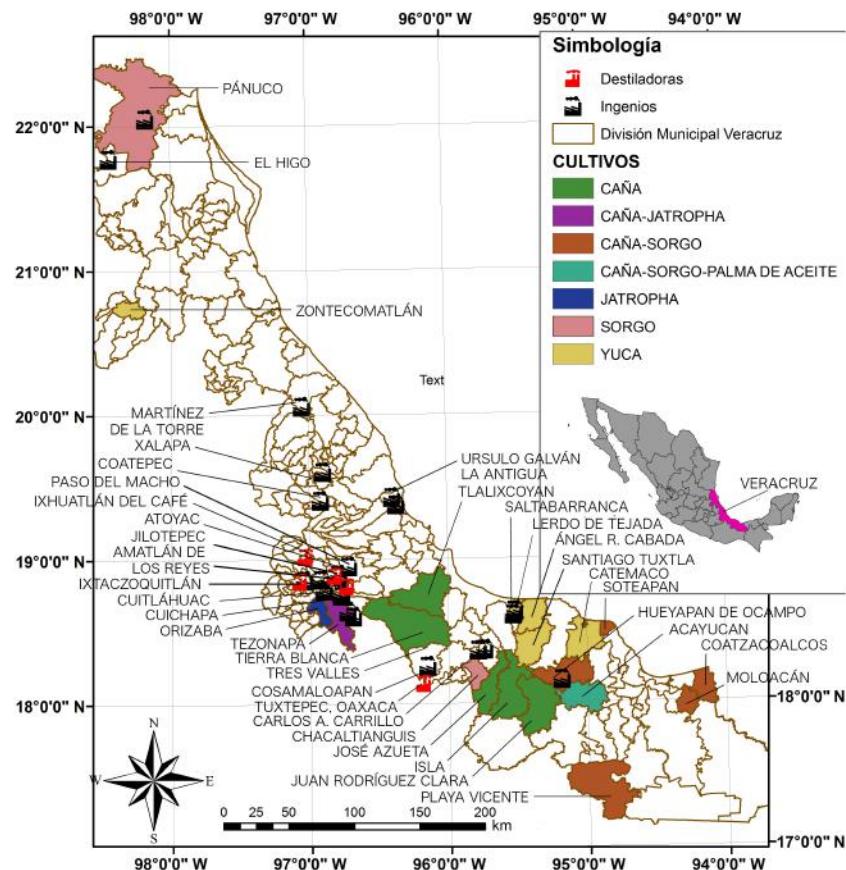
### Políticas públicas y agrocombustibles en México

La disminución vertiginosa de las reservas mundiales de petróleo y la amenaza del calentamiento global, asociada al consumo de energías no renovables, originó una serie de políticas, tratados y convenios internacionales a los cuales México se unió, generando en 2008 La Ley de Promoción y Desarrollo de Biocombustibles (LPDB) y la Comisión de Bioenergéticos. Las estrategias nacionales para la promoción y producción de agrocombustibles están establecidas en la Ley de Desarrollo Sustentable (LDS), que regula los permisos de producción y su comercialización. La norma ambiental NOM-086-SEMARNAT-SENER-SCFI-2005, SENER (2006b), regula la disminución de contaminantes en automotores con un mínimo de 2.7 % de oxígeno en peso, para lo cual, la paraestatal Petróleos Mexicanos (PEMEX), utiliza MTBE (Metil Terbutil Éter) y TAME (Teramil Metil Éter) (SENER, 2006b), de uso obligado en tres Zonas Metropolitanas (ZM), densamente pobladas y contaminadas: El Valle de México, Jalisco y Monterrey. Para sustituir la mezcla de éteres anteriormente mencionados con bioetanol, en 2010, se requerían 411.9 mil m<sup>3</sup> de etanol anhidro, y la oferta en esa fecha era casi nula (Narváez y col., 2010).

La demanda nacional de biocombustibles ha propiciado la generación de importantes iniciativas para producir agroenergéticos en el norte, centro y sur del país, donde se ha introducido

**Figura 1**

Producción de biocombustibles en Veracruz, proyección 2012 a 2016.  
Figure 1. Biofuels production in Veracruz, projection 2012 to 2016.



el cultivo de caña energética, sorgo, jatropha, palma de aceite e higuerilla (SENER, 2006a; 2009; Yuñez-Naude, 2008).

### Reconversión agro-industrial y biocombustibles

En México, a través del Programa de Introducción de Bioenergéticos (PIBE) 2008 a 2012, se propuso cultivar 300 000 ha de biomasa para la generación de combustibles, bajo una política en la que el desarrollo sustentable y la seguridad alimentaria eran centrales, declarando que, a través de este programa: "se establecen las bases por las que la actividad agropecuaria se integra a la actividad energética, coadyuvando a la diversificación energética

y al desarrollo sustentable, sin poner en riesgo la seguridad alimentaria del país, con el fin de contribuir a la diversificación energética y al desarrollo sustentable" (SENER, 2009). Sin embargo, en México como en el resto del mundo, esta "diversificación energética" tendrá un fuerte impacto negativo en el campo, ya que la producción a gran escala de biomasa se fundamenta en la producción agrícola primaria, que aporta el 75 % de la energía incorporada a los biocombustibles. Esto implica la inminente apertura de nuevas tierras, afectando la producción agropecuaria, debido a que la producción masiva de biocombustibles requiere de tierras de alta productividad y abun-

dante agua (UCCS, 2009). Además, implica intensificar el monocultivo en contraposición de aquellos cultivos asociados o agrosistémicos, como el café y el desplazamiento de tierras forestales y agrícolas dedicadas al consumo humano (Salazar y Masera, 2010). Actualmente, se calcula que la siembra de material destinada a la producción de los biocombustibles ha desplazado cerca de 60 millones de campesinos alrededor del mundo; apenas se crean dos trabajos por c/100 ha de soya o 10 trabajos por 100 ha de caña de azúcar (Giampietro y col., 2013).

Las políticas sobre bioenergéticos se muestran contradictorias, así el propósito de "Preservación de los recursos naturales y la biodiversidad, contribuyendo a la disminución de las emisiones de CO<sub>2</sub>", parece poco probable, porque el balance energético para producir agrocombustibles, así como sus costos económicos y ambientales son cuestionables (Salazar y Masera, 2010). La mayoría de los estudios técnicos realizan el balance energético a partir de la combustión de bioenergéticos, cuyas propiedades son más benignas en la emisión de GEI, pero no consideran los procesos entrópicos en su producción y transformación y las externalidades negativas que conllevan (Barros, 2012). Así, la política energética nacional no apuesta a la autosuficiencia energética, si no a su transnacionalización y una estrategia de extracción sin límites (Harvey, 2007); afortunadamente, a la fecha, los biocombustibles no se han constituido en prioridad energética.

### **Veracruz, fomento y producción de agrocombustibles**

En 2008, con la implementación de la LPDB, el gobierno de Veracruz incluyó en su programa energético la producción de biocombustibles como meta prioritaria (Gobierno del Estado, 2008; 2011). El término

biocombustible abarca dos tipos de energéticos: el biodiésel y el bioetanol o etanol anhidro. El primero es producido a partir de plantas oleaginosas como girasol, soya, palma africana, jatropha; mientras que para generar el bioetanol se utilizan sustancias ricas en azúcares o almidones, como la caña de azúcar, la yuca, cereales y remolacha azucarera, entre otras. El Plan de Energéticos en materia de agrocombustibles planteó un techo agrícola de 100 000 ha para 2016, considerando que en 2011 iniciaba con 22 000 ha sembradas; suponiendo una cosecha anual por producto se obtendrían: 4 396 000 T de biomasa, equivalentes a 561 100 000 L de biocombustibles, de los cuales, 431 200 000 estarían destinados a la oferta de bioetanol y, 129 900 000 L para biodiésel (INVERBIO, 2011) (Tabla 1). Un proyecto de estas dimensiones requiere: disposición de tierras aptas, su compra directa o indirecta, contratos o renta a largo plazo; paquetes tecnológicos específicos; reorganización de productores; nuevas relaciones entre productores/empresas/gobierno; y sobre todo, políticas públicas capaces de incentivar la producción y garantizar beneficios sociales sin dañar el ambiente.

INVERBIO es un organismo estatal creado para promover y gestionar la producción, transformación y comercialización de agrocombustibles en Veracruz, de acuerdo al Plan Energético estatal. Este organismo se propone producir etanol anhidro y biodiésel para la sustitución de MTBE y TAME, en proporción de 5.7 % en éteres y mezcla de 10/90 etanol/gasolinas, para la oxigenación de hidrocarburos de acuerdo con las normas ambientales. Para alcanzar la meta establecida, de 100 000 ha de producción de agrocombustibles, se requiere una inversión del orden de 2 704 982 pesos, para

el aseguramiento de la materia prima, e inversiones industriales y tecnológicas estimadas en 3 860 070 pesos. La yuca sería el cultivo más rentable para etanol anhidro por su alto rendimiento por ha y una inversión primaria e industrial moderada (Tabla 2). Después, la caña energética, con rendimientos de 80 L/T, la cual requiere inversiones primarias e industriales por ha muy por arriba de la yuca. Las empresas interesadas deberán realizar inversiones cuantiosas del orden de 2 mil millones de pesos y 1 mil millones de pesos para su procesamiento futuro (Tabla 2), Gobierno del Estado, 2008). En biodiésel, la jatropha presenta las mejores condiciones de productividad, inversión y empleo para el campo (Quimbaya, 2010). Es un cultivo perenne, su vida productiva dura hasta 25 años y presenta menores costos de producción que la palma de aceite (Sotolongo y col., 2007).

### **Relación organizacional: empresas/estado/productores**

En Veracruz, las empresas que ya iniciaron operaciones en siembra, contratación e inversiones en infraestructura a futuro, son las transnacionales: Grupo Báltico y su filial Alimentos Especiales Tenerife, quienes adquirieron la Destiladora del Valle de Orizaba en 2011 (Rodríguez, 2011), así como Nature Fuels México y, el Ingenio San Nicolás, ubicado en Cuichapa, Veracruz, filial de la Sugar Refinig Inc, perteneciente al grupo Florida Crystals Corporation, corporativo que controla la mayor parte de la producción y el comercio mundial de azúcar, interesada en la producción de bioetanol. Las empresas con capital nacional son: Destiladora Atoyac, Destiladora del Papaloapan y Bio-etanol del Golfo SAPI S.A. de C.V., quienes cuentan con la mayor capacidad para su reconversión a la producción de

bioetanol (Tabla 2). Las destiladoras en general podrían reconvertir sus procesos de producción de alcohol etílico a etanol anhidro hasta en un 30 %.

La relación gobierno-empresas-productores es importante para el desarrollo de estos emprendimientos y la transferencia de valor que realiza y realizará al subsidiar prácticamente las inversiones en materia prima y su transformación. Existen dos estrategias: la inversión directa e indirecta con ejidatarios y propietarios, y los subsidios gubernamentales y su gestión ante los grupos financieros. Veracruz ha privilegiado esa relación atrayendo capitales transnacionales de Brasil, España y Estados Unidos principalmente, quienes se asientan en nichos fiscales y normativas privilegiadas para el control de las nuevas áreas de expansión, la reorganización de productores y jornaleros, volúmenes y precios contratados de antemano, creación de infraestructura por el estado, dotación de tierras e inversión del erario público para la construcción de parques industriales (Imagen del Golfo, 2012).

Es importante destacar, que algunos de estos agronegocios están insertados en regiones cuya categoría ambiental es de Áreas Naturales Protegidas (ANPs), como la Reserva de la Biosfera de los Tuxtlas al sur de Veracruz y territorios étnicos de conservación. En este sentido, la empresa Bioetanol del Golfo SAPI S.A. de C.V. planeó sembrar 16 000 ha de yuca para producir 1 millón 500 000 T/a de biomasa, en tierras pertenecientes a los municipios que constituyen el corazón de esta ANPs (Enríquez, 2007; INVERBIO, 2011), (Tabla 2). Estos proyectos por sus dimensiones requieren Manifestación de Impacto Ambiental (MIA) y cambio de uso del suelo, que al parecer no han sido obstáculos para su implantación, dado el papel gestor del estado. El riesgo a considerar es que la yuca, como

monocultivo, requiere áreas de mucha humedad o riego, competirá con especies nativas que hacen posible la biodiversidad, y su conversión a agrocombustible la haría deficitaria como alimento (Cortes y col., 2010).

En las regiones norte y centro del estado (Figura 1), se pretende expandir la producción de sorgo, palma y caña. Introducir estos cultivares como monocultivos requerirá amplias extensiones de tierra, lo que eliminará la posibilidad de asociación de cultivos. La empresa Bioetanol del Golfo SAPI S.A. de C.V. ya cultiva 20 000 ha de sorgo en el municipio de Pánuco, región ganadera y productora de caña de azúcar, maíz, sorgo y soya para alimento humano y ganadería. El proyecto considera reorientar el riego de la presa Chicayan y el sistema de riego Pujol Coy, entre Pánuco y Ozuluama, para sorgo y caña etanolera. Su capacidad de riego es de 75 000 ha y sólo abastece 35 000 ha con múltiples problemas de abastecimiento, captación de agua y falta de mantenimiento; sometida a eventos extremos, que van de prolongadas sequías a inundaciones periódicas, consecuencia del cambio climático.

Los territorios indígenas, tradicionalmente marginados, son fuente importante de agua y humedad en las zonas serranas. En la sierra náhuatl de Zongolica y Tezonapa, región de alta marginalidad, la transnacional española Grupo Báltico ha firmado contratos y convenios tecnológicos con el gobierno estatal y productores, para introducir más de 1 000 ha de palma de aceite y jatropha en tierras de acahual (tierras maiceras en descanso), pastizales o reductos arbóreos consideradas como tierras "ociosas" o "improductivas". En esta misma región, la transnacional norteamericana Nature Fuels de México tiene un proyecto para incorporar 2 000 ha de caña energética. En 2011 ya contaba con 6 000 ha de jatropha, su meta para

el 2012 fue introducir 17 000 ha, involucrando 11 sociedades de producción rural y cerca de 800 socios, en contratos de 30 años (FUNPROVER, 2012a).

En la región náhuatl, zoque-popoluca de Acatlán (Figura 1), ya se extiende el cultivo de caña energética y sorgo, también por Grupo Báltico; área tradicionalmente productora de café, maíz, chile y ganadería, con reluos de selva tropical. El proyecto fue incorporar más de 4 000 ha de caña y 3 000 ha de sorgo en nueve municipios de esta región (Tabla 2). Las comunidades étnicas y campesinas quedarán expuestas a contratos de 30 años o más, sometidos al monocultivo, dependencia tecnológica de alto costo, precios establecidos de antemano y endeudados con las instituciones financieras (FUNPROVER, 2012b).

### Plan cañero y bioenergéticos en Veracruz

La SENER (2009), concluye que esta es la materia prima más recomendable por su alto rendimiento de entre 80 T/ha a 100 T/ha, moderados costos de producción e infraestructura, y a que Veracruz tiene el mejor potencial en caña energética.

Las industrias azucareras y alcoholes podrían realizar una reconversión tecnológica relativamente sencilla para producir etanol anhidro como un subproducto más en sus procesos industriales. PEMEX ha concedido 12 permisos para producir bioetanol, estos empresarios están dispuestos a destinar el 30 % de su producción a biocombustibles. Durante el ciclo 2010 a 2011, la industria nacional azucarera ocupó una superficie de 647 681 ha de caña en 15 estados de la República, con 57 ingenios azucareros. Veracruz es el principal productor con una superficie de 262 531 ha de caña con 40 % del total nacional, cuenta con 22 ingenios y aporta 36 % del azúcar

nacional (CNPR, 2011), por lo que en un proceso de reconversión productiva ocuparía un lugar preponderante.

La reconversión de caña de azúcar a etanol anhidro en Veracruz, es un proyecto auspiciado por los gobiernos federal y estatal y empresarios agroindustriales desde 2008 en la región cañera de Córdoba-Paso del Macho, una de las más importantes regiones productoras de caña de azúcar en el país. Ahí se localizan nueve de los 22 ingenios y cuatro destiladoras existentes en el estado. Su inminente puesta en marcha involucra por lo menos cuatro empresas: las destiladoras Atoyac y del Papaloapan de capital nacional y; el Ingenio San Nicolás y la Destiladora del Valle de Orizaba de capital transnacional (Figura 2). Este ingenio

ha incorporado tecnología suficiente para la generación de energía eléctrica y está preparado para la producción inmediata de 50 000 L/d de bioetanol (Arizpe y Agüero, 2011). Estas cuatro factorías han transitado a una reconversión tecnológica y reorganizativa en espera de las adecuaciones normativas e institucionales de PEMEX, (demandante monopólico), necesarias para la producción de bioetanol y su comercialización. La Destiladora del Papaloapan en Zárate Colorado, municipio de Tuxtepec, Oaxaca, tiene su zona de abastecimiento en la región Veracruzana de Tierra Blanca-Joachin y Tlalixcoyan, Veracruz. De hecho, las tres destiladoras y el grupo Dortmund se adjudicaron en 2009 la primera licitación convocada por PEMEX-Refinación para proveer a la

paraestatal de 823 000 000 de L/a, durante cinco años; sin embargo, declinaron por el elevado precio de la caña de azúcar, al competir con los ingenios azucareros, y el bajo precio de compra del biocombustible (INVERBIO, 2012). Este reto implicaba incrementar la frontera agrícola cañera en el estado por 100 000 ha de nuevos cultivos, un aumento de 38 % de la superficie actual, o bien competir con la superficie cañera existente, hecho que contravendría las disposiciones previstas en la ley de bioenergéticos para evitar el desplazamiento de alimentos y deforestar áreas de conservación. Es precisamente por la competencia entre la caña de azúcar y la energética, que la primera licitación de PEMEX en 2009 no se pudo concretar a pesar de que era un contrato millonario.

## Figura 2

Producción de bioetanol y zona de estudio.  
Figure 2. Bioethanol production in the study zone.



La industria del bioetanol en México aún no es una realidad, debido a la incertidumbre existente en los precios monopólicos de PEMEX, la frágil fluctuación de los precios en la caña de azúcar en el mercado nacional e internacional, las normas ambientales y de autosuficiencia alimentaria prevista en la legislación de biocombustibles (SENER, 2006a).

Las estrategias y esquemas de promoción, financiamiento, contratación de tierras y contratos de compra-venta de las empresas, tienen algunos aspectos comunes. La Destiladora de Atoyac se localiza en el municipio del mismo nombre, en Veracruz, y desde 2010 empezó a producir su propia energía eléctrica y a impulsar procesos de innovación tecnológica para incursionar en la producción de bioetanol para el mercado nacional e internacional. Su meta al 2016 es producir 150 000 L/d de bioetanol, por lo que requerirá introducir 10 000 ha de nuevas tierras (Aguirre, 2011). Su crecimiento depende de sus inversiones y alianzas estratégicas con los diferentes niveles de gobierno. Hasta 2012 había invertido cerca de 700 millones de pesos en innovación tecnológica, compra de parcelas, desmonte, alineación de terrenos, perforación de pozos profundos y sistemas de riego (Tabla 1). La estrategia del gobierno estatal, para la reconversión en 2012, fue la asociación con las alcoholeras Atoyac y del Papaloapan para introducir 6 000 ha de caña energética, acción que permitió beneficiar a 350 productores directos y crear 10 000 jornales; adicional a esto, la industria incrementó 150 empleos directos y 125 indirectos (INVERBIO, 2012). El Ingenio San Nicolás cuenta con su zona de autoabastecimiento, pero reorientar su producción a biocombustibles

implica adquirir tierras propias para garantizar sus stocks productivos, la calidad y temporalidad de la materia prima para su producción estándar y el control propio de sus procesos productivos. Estos datos permiten establecer que las tres empresas tienen entre sus planes la adquisición de tierras propias para la siembra de agro-energéticos.

El gobierno estatal invirtió en el año 2012, a través de la Comisión Nacional del Agua (CNA), 26 000 000 de pesos para la construcción del sistema de riego Tlalixcoyan, que irrigará 2 000 ha para caña energética. Aplica un sistema crediticio que consiste en aportar el 10 % como fondo de garantía por productor/ha y el 90 % restante canalizado a la banca privada y FIRA (Fondo de Inversiones para el Desarrollo Rural). Para 2012 y 2013, la meta fue invertir 80 000 000 de pesos como fondo de garantía y 800 000 000 de pesos en inversión privada-FIRA para financiamientos de caña (Gobierno del Estado, 2008).

La Destiladora del Papaloapan pretende constituirse en la planta etanolera más grande del país, con capacidad para moler 9 000 T/d y producir 500 000 L/d de etanol. Actualmente muele 3 000 T/d y cuenta con 2 000 ha propias. En los últimos años ha invertido 500 millones de pesos para innovación tecnológica, compra de tierras, preparación de terrenos, sistemas de riego y organización de productores.

El subsidio en infraestructura también es canalizado hacia la producción de biocombustible; en el municipio de Tierra Blanca, la CNA y el gobierno estatal rehabilitan 15 000 ha de riego en el distrito de Joachín, buscando alcanzar un total de 36 000 ha para optimizar su capacidad productiva. Por otra parte, los productores asociados a

la Destiladora del Papaloapan recibirán apoyos mediante esquemas crediticios. En 2009, esta empresa recibió una donación de 80 ha del gobierno municipal, con el compromiso de instalar otra planta etanolera y expandir sus propios cultivos, sin necesidad de comprar tierras. El distrito de riego estaba destinado originalmente a la producción de arroz y caña de azúcar con propósito alimentario, por lo que la inminente reconversión hacia los agrocombustibles, tendrá un efecto negativo en el abasto alimentario.

Los apoyos de INVERBIO comprenden: capacitación, instalación de viveros, organización de productores, estudios de impacto ambiental, paquetes tecnológicos, parcelas demostrativas, canalización de financiamientos, asistencia técnica con universidades e institutos tecnológicos, servicio social a bajo costo, investigación y transferencia tecnológica. Así, estas empresas se perfilan como las verdaderas beneficiarias de la reconversión productiva para agrocombustibles.

Las energías renovables pueden convertirse en una opción para la sustentabilidad futura del país y no en un simple discurso "verde" para justificar un modelo de derroche energético, siempre y cuando incorporen la responsabilidad social y ambiental requerida. Un valioso instrumento de gestión ambiental, es el ordenamiento territorial estatal y municipal, que permitiría hacer un mejor uso del espacio, la planeación de cultivos asociados y complementarios, como los sistemas agrosilvopastoriles, y la delimitación de áreas para cultivos agroalimentarios y bioenergéticos, como ya sucede en Cuba (Sotolongo y col., 2007). Sería necesario fijar normas de coinversión, rentabilidad de la producción y políticas distributivas, para garantizar a los

productores beneficios sustantivos y no convertirse en trabajadores en su propia tierra. El fomento a la pequeña y mediana escala podría prever la intensificación de daños ambientales, principalmente en el caso de la caña de azúcar y alcoholeras, con serios problemas de contaminación ambiental por aplicación de fertilizantes químicos, pesticidas, vertimiento de melazas y vinazas a las fuentes de agua y la tierra, sobre las Cuenca Jamapa-Atoyac y Río Blanco, que tenderían a agravarse, sin una adecuada prevención (Pare, 2013). También podría ser una salida válida a la crisis estructural de este sector social, sin atentar con el abasto alimentario de la gramínea. Otros cultivos alternativos, podrían ser opciones importantes para la generación de energías y diversificación productiva en el campo y conservación ecosistémicas, como la siembra de *Jatropha curcas* en agrosistemas silvopastoriles o de conservación del suelo en zonas áridas (Quimbaya, 2010).

## CONCLUSIONES

Veracruz es un estado rico en ecosistemas diversos, incluyendo

ANPs y zonas indígenas de conservación, que representan un enorme potencial para el cultivo de alimentos y agrocombustibles, pero carece de un proyecto energético integral y parece fincar su interés en atraer inversiones foráneas. Se requiere transitar hacia una política energética basada en los recursos renovables y las capacidades locales ambientales, tecnológicas y sociales. Se necesita generar mecanismos normativos y políticos que garanticen el uso diversificado del suelo, la rentabilidad social hacia los productores y medidas ambientales suficientes para revertir los intensos procesos de degradación y contaminación ligados a la producción de azúcar y alcohol en la región. Sin la adecuada normatividad, la producción intensiva de agrocombustibles puede intensificar los conflictos sociales por el control de los recursos naturales, despojo de tierras, control y contaminación del agua, encarecimiento de alimentos e intensificación de la migración. Es necesario formalizar el Plan

de Ordenamiento Territorial y Ecológico estatal y municipal para determinar las áreas susceptibles de siembra de agrocombustibles, evitando competir con la producción de alimentos y evitando afectar las ANPs. El Gobierno y PEMEX podrían integrar un sector energético de renovables para garantizar, subsidios y precios justos a las organizaciones campesinas, bajo condiciones de autonomía que permitiría su incorporación integral a la producción de bioenergéticos en el país y un camino al desarrollo regional sustentable, evitando la transferencia de valor a las transnacionales y normar los grupos empresariales nacionales. ||

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se realizó con recursos del Programa PROMEP/103.5/10/5006, para la Universidad Veracruzana, denominado "Riesgos socioambientales, vulnerabilidad y desarrollo sostenible", dentro del programa de Apoyo a la Incorporación de Nuevos Profesores de Tiempo Completo.

## REFERENCIAS

- Aguirre, R. (2011). Central energética de Atoyac es fundamental. Inverbio, en Agencia Imagen del Golfo. [En línea]. Disponible en: <http://www.bioenergeticos.gob.mx/>. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- Archivo Hemerográfico Regional (2009). Documento interno del Cuerpo Académico Riesgos Socio-ambientales y Vulnerabilidad Social CAC-345 RSVS.
- Arizpe, N. y Agüero, J. (2011). Reconversión cañera y biocombustibles en Veracruz, México, ¿para quién?. Revista Ecología Política. 1(41): 67-73.
- Barros, S. (2012). Brazil. Biofuels Annual BR12013, en Annual Report 2012. [En línea]. Disponible en: [http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual\\_Sao%20Paulo%20ATO\\_Brazil\\_8-21-2012.pdf](http://gain.fas.usda.gov/Recent%20GAIN%20Publications/Biofuels%20Annual_Sao%20Paulo%20ATO_Brazil_8-21-2012.pdf). Fecha de consulta: 20 de septiembre de 2013.
- CNPR, Confederación Nacional de Productores Rurales (2011). Producción azucarera 2010-2011. [En línea]. Disponible en: [http://www.caneros.org.mx/site\\_caneros/descargas/pleno\\_aguascalientes/presentacion\\_Blackaller.pdf](http://www.caneros.org.mx/site_caneros/descargas/pleno_aguascalientes/presentacion_Blackaller.pdf). Fecha de consulta: 5 de septiembre de 2013.
- Beck, U. (2002). La sociedad del riesgo global. España: Siglo XXI. 300 Pp.
- Enríquez, P. (2007). Panorama General de la industria alcoholera y los biocombustibles, en CONAE, SENER. [En línea]. Disponible en: <http://conae.gob.mx/work/sites/CONAE/resources/LocalContent/4386/3/biocombustibles.pdf>. Fecha de consulta: 23 de octubre de 2013.
- Cortes, S., Chavarriaga, P. y López, C. (2010). Biocombustibles y Biotecnología: la yuca como modelo de investigación. Acta Biológica Colombiana. 15(1): 3-24.
- FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations (2008). Biocombustibles, perspectivas, retos y oportunidades. FAO. Roma, Italia. [En línea]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/011/i0100e/i0100e00.HTM>. Fecha de consulta: 6 de septiembre de 2013.
- FUNPROVER, Fundación Produce Veracruz (2012a). Inverbio destinará 30 mdp a producción de cultivos bioenergéticos, en Agroentorno. [En línea]. Disponible en: <http://www.funprover.org/agroentorno/marzo012pdf/INVERBIOdestinacultivbioenerget.pdf>. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- FUNPROVER, Fundación Produce Veracruz (2012b). Programa agrícola para 2012 para bioenergéticos en Agroentorno. [En línea]. Disponible en:

- en: <http://www.funprover.org/agoentorno/febrero012.pdf/> INVERBIOdestinacultivbioenerget.pdf. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- Giampietro, M. and Kozo, M. (2009). The biofuel desilusion. The fallacy of large scale agro-biofuels production. London: Earthscan. 320 Pp.
- Giampietro, M., Aspinal, R., Burkens S., Caudillo, J., Diaz, M., and Flammini, A. (2013). An innovative accounting framework to the food-energy-water nexus. FAO. [En línea]. Disponible en: [http://www.fao.org/docrep/019/i3468e/i3468e.pdf?utm\\_source=twitter&utm\\_medium=social+media&utm\\_campaign=faoknowledge](http://www.fao.org/docrep/019/i3468e/i3468e.pdf?utm_source=twitter&utm_medium=social+media&utm_campaign=faoknowledge). Fecha de consulta: 13 de enero de 2014.
- Gobierno del Estado (2008). Programa, en Veracruz y la energía. Gobierno del Estado de Veracruz. [En línea]. Disponible en: <http://www.invedem.gob.mx/files/2014/03/tf07-pvd-ver-y-la-ener.pdf>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2013.
- Gobierno del Estado (2011). Promueve Inverbio inversión para detonar la industria de biocombustibles. [En línea]. Disponible en: <http://gobiernover.blogspot.mx/2011/01/promueve-inverbio-inversion-para.html>. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- Gobierno del Estado (2013). Ubicación. [En línea]. Disponible en: [http://www.elclima.com.mx/ubicacion\\_geografica\\_de\\_veracruz.htm](http://www.elclima.com.mx/ubicacion_geografica_de_veracruz.htm). Fecha de consulta: 22 de octubre de 2013.
- Harvey, D. (2007). Breve historia del neoliberalismo. España: Editorial Akal. 256 Pp.
- Imagen del Golfo (2012). Abrirá Veracruz convocatoria para biocombustibles. Xalapa, Veracruz, México. [En línea]. Disponible en: <http://www.imagendelgolfo.com.mx/resumen.php?id=292321>. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- Informe (2009). UNFCCC, United Nations Framework Convention on Climate Change. [En línea]. Disponible en: [http://www.lareserva.com/home/principales\\_responsables\\_efecto\\_invernadero](http://www.lareserva.com/home/principales_responsables_efecto_invernadero). Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- Inverbio, Instituto Veracruzana de Fomento Agropecuario (2011). Desarrollo agrícola para la producción de biocombustibles 2011-2016 (PW). Gobierno del Estado de Veracruz (documento interno).
- Inverbio, Instituto Veracruzano para el fomento de biocombustibles (2012). Programa Agrícola. Gobierno del Estado de Veracruz. [En línea]. Disponible en: <http://www.funprover.org/agoentorno/marzo012.pdf/> INVERBIOdestinacultivbioenerget.pdf. Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2012.
- Laine, J. (2009). El neocolonialismo del oro verde. Interciencia. 34(6): 377 Pp.
- Narváez, M., Sánchez M. y Menjivar J. (2010). Cambios en las propiedades químicas y en la actividad de los fosfatos en suelos cultivados con maíz dulce (*Zea mays L.*) fertilizados con vinazas. Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín (RFNAM). 63(2): 5533-5541.
- Gómez-Pere, R. T. (2012). *El cambio climático, pasado, presente y futuro*. España: Editorial Océano. 336 Pp.
- Pare, L. (2013). "Veracruz bajo la lupa. Megaproyectos y justicia ambiental", en suplemento *La Jornada Ecológica*. Edición especial. [En línea]. Disponible en: <http://www.jornada.unam.mx/2013/09/30/eco-b.html>. Fecha de consulta: 20 de diciembre de 2013.
- Quintana, V. (2007). Biocombustibles y Agricultura Campesina. [En línea]. Disponible en: <http://romperelcercoinformativo.blogspot.mx/2007/08/biocombustibles-biodiversidad-y-nuestro.html>. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- Renewable Fuels Agency (2008). The Gallagher Review of the indirect effects of biofuels production. [En línea]. Disponible en: [https://www.unido.org/fileadmin/user\\_media/UNIDO\\_Header\\_Site/Subsites/Green\\_Industry\\_Asia\\_Conference\\_Maanila\\_GC13\\_Gallagher\\_Report.pdf](https://www.unido.org/fileadmin/user_media/UNIDO_Header_Site/Subsites/Green_Industry_Asia_Conference_Maanila_GC13_Gallagher_Report.pdf). Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- Rodríguez, M. (2011). Llegó una nueva empresa al lugar donde estaba la Destiladora del Valle de Orizaba, en [alcalorpolitico.com/informacion/llego-una-nueva-empresa-al-lugar-donde-estaba-la-destiladora-del-valle-de-orizaba-83484.html#Va3LR29XD94](http://www.alcalorpolitico.com/informacion/llego-una-nueva-empresa-al-lugar-donde-estaba-la-destiladora-del-valle-de-orizaba-83484.html#Va3LR29XD94). Fecha de consulta: 20 de enero de 2012.
- Rosell, J. y Viladomiu, L. (2008). La producción de agro-combustibles y el aumento de los precios de los alimentos. Universitat Autònoma de Barcelona. [En línea]. Disponible en: <http://www.asfac.org/fitxers/AVISOS/2009/DRUAB-Informeagrocarburantes-Julio2008.pdf>. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- Salazar, A. y Masera, O. (2010). México ante el cambio climático. Resolviendo necesidades locales con impactos globales. UCCS. [En línea]. Disponible en: <http://www.oikos.unam.mx/Bioenergia/images/PDF/CC/CC-General/DossierUCCS-CC10A.pdf>. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- SENER, Secretaría de Energía (2006a). Potenciales y viabilidades del uso de bioetanol y biodiésel en el transporte en México. Gobierno Federal. [En línea]. Disponible en: <http://www.bioenergeticos.gob.mx/descargas/SENER-BID-GTZ-Biocombustibles-en-Mexico-Resumen-ejecutivo.pdf>. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- SENER, Secretaría de Energía (2006b). "Análisis integrado de las tecnologías, el ciclo de vida y la sustentabilidad de las opciones y escenarios para el aprovechamiento de la bioenergía en México", en *Imagen del Golfo*. Octubre, 2008. [En línea]. Disponible en: [http://www.inecc.gob.mx/descargas/climatico/e2008e\\_bioenergia.pdf](http://www.inecc.gob.mx/descargas/climatico/e2008e_bioenergia.pdf). Fecha de consulta: 25 de septiembre de 2013.
- SENER, Secretaría de Energía (2009). Programa de Introducción de Bioenergéticos. [En línea]. Disponible en: <http://www.campomexicano.gob.mx/bioener/descargas/Programa-Introduccion-de-Bioenergeticos.pdf>. Fecha de consulta: 25 septiembre de 2013.
- Sotolongo, J., Díaz A., Montes-de-Oca S., Del Valle Y. y García S., (2007). Potencialidades energéticas y medioambientales del árbol Jatropha curcas en las condiciones edafológicas de la región semiárida de la provincia de Guantánamo. *Tecnología Química*. 27(2): 76-82.
- UCCS, Unión de Científicos Comprometidos con la Sociedad (2009). La producción de agrocombustibles en Chiapas. Programa de Recursos Naturales. [En línea]. Disponible en: [http://www.uccs.mx/downloads/index.php?id=file\\_4d3679551c6af](http://www.uccs.mx/downloads/index.php?id=file_4d3679551c6af). Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.
- Quimbaya, P. A. (2010). El uso actual del cultivo de la jatropha Curcas L. en sistemas agropastoriles y silvopastoriles y su potencial para contribuir al desarrollo social y económico de un cultivo en expansión mundial. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. Villavicencio-Meta. [En línea]. Disponible en: <http://www.corpoica.org.co/sitioWeb/Documento/JatrophaContrataciones/MONOGRAFA.pdf>. Fecha de consulta: 8 de octubre de 2013.
- Yúñez-Naude, A. (2008). "El TLCAN, las políticas públicas y el sector rural y el maíz". *Prensa Rumbo Rural, CEDRSSA*. [En línea]. Disponible en: <http://www.financierarural.gob.mx/informacionsectorrural/Documents/TLCAN-Yunez.pdf>. Fecha de consulta: 23 de septiembre de 2013.