

## Forum

EL MITO DE LOS BIOCOMBUSTIBLES EN MÉXICO<sup>†</sup>

## [THE MYTH OF BIOFUELS IN MEXICO]

Julio Vilaboa-Arroniz<sup>1\*</sup>, Jose Lopez-Collado<sup>1</sup>, Diego Esteban Platas-Rosado<sup>1</sup>  
and Israel Vilaboa-Arroniz<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Agroecosistemas Productivos S.P.R. de R.L. de C.V. Av. José María Morelos 1205.  
Centro. 95400. Cosamaloapan, Veracruz. Email: juliovilaboa@hotmail.com.

<sup>2</sup> Colegio de Postgraduados, Campus Veracruz. Km. 88.5 Carretera Xalapa-  
Veracruz. Predio Tepetates. Manlio F. Altamirano, Veracruz.

<sup>3</sup> Green Oaks School. Km. 11.5 Carretera Federal Veracruz-Córdoba, La Bocana  
Medellín, Veracruz.

\*Corresponding author

## RESUMEN

Los biocombustibles son una de las estrategias planteadas para la adaptación y mitigación al calentamiento global; originado por los gases de efecto de invernadero que es el disturbio antropogénico más importante que el hombre ha realizado sobre los recursos naturales. Las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero (GEI) son principalmente dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O) siendo el CO<sub>2</sub> por la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas) el que más aporta a dicho efecto. Los biocombustibles son combustibles líquidos producidos a partir de cultivos agrícolas que se obtienen mediante su industrialización para la obtención de combustible (etanol y biodiesel), y se considera que tienen una menor huella ecológica. El objetivo del presente documento es analizar el potencial de esta agroindustria, principalmente en el estado de Veracruz, y si dicha industria es una realidad o un mito.

**Palabras Clave:** Cambio climático; combustibles fósiles; energías limpias; relación peso-dólar; políticas públicas.

## SUMMARY

Biofuels are one of the strategies proposed for adaptation and mitigation to global warming; Originated by greenhouse gases, considered as the most important anthropogenic disturbance that the man has realized on the natural resources. Atmospheric concentrations of greenhouse gases (GHGs) are mainly carbon dioxide (CO<sub>2</sub>), methane (CH<sub>4</sub>) and nitrous oxide (N<sub>2</sub>O), CO<sub>2</sub> released by the burning of fossil fuels (oil, coal, gas). Biofuels are liquid fuels produced from agricultural crops that are obtained through industrialization to obtain fuel (ethanol and biodiesel) and are considered to have very little ecological footprint. The objective of this paper is to analyze the potential of this agroindustry, mainly in the state of Veracruz, and whether the industry is a reality or a myth.

**Keywords:** Climate change; fossil fuels; clean energy; dollar-peso ratio; public policies.

## INTRODUCCIÓN

Las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero (GEI) son dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), metano (CH<sub>4</sub>) y óxido nitroso (N<sub>2</sub>O). La emisión de CO<sub>2</sub> por la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas) es el que más contribuye al efecto de invernadero; esto se debe principalmente por las actividades de producción y consumo en las zonas urbanas del mundo (Pretty y Conway, 1998; Monteny *et al.*, 2006). Las estadísticas más recientes (2016) indican que el consumo de gasolinas en México fue de aproximadamente 823.2 mil barriles diarios (mbd) de los cuales el 81% es gasolina Magna y el resto Premium, de éstos se importa el 79%. Por su parte, el consumo de diésel fue de 387.3 mbd de los cuáles el

74% se importa (SENER, 2017); todo esto indica que existe un déficit en la producción de combustibles, una dependencia de los precios externos y una fluctuación mayor de éstos no solo por el aumento del precio internacional del barril de petróleo sino también por la tasa de cambio peso/dólar. Así los biocombustibles podrían ser no sólo son una alternativa para el cambio climático sino también un mecanismo para equilibrar la balanza comercial de México.

La producción de biocombustibles surge en el contexto de generación de fuentes de energía alternativas basada en la utilización de productos agrícolas con la finalidad de producir combustibles amigables con el medio ambiente y contribuir a la disminución de las concentraciones atmosféricas de los GEI. Los

<sup>†</sup> Submitted October 3, 2017 – Accepted April 30, 2019. This work is licensed under a CC-BY 4.0 International License.  
ISSN: 1870-0462

biocombustibles de primera generación se obtienen al procesar almidón, azúcar y aceites vegetales de cultivos como el maíz, la caña de azúcar, la soya y los aceites vegetales vírgenes para la obtención de bioalcoholes como el metanol y etanol (utilizados como sustitutos de la gasolina). Por su parte, el biodiesel se puede obtener a partir de más de 300 especies vegetales como *Jatropha*, algas, desperdicios orgánicos que se conocen como de segunda generación (Brambila *et al.*, 2013); se considera que los bioenergéticos reducen 12% de la emisión de GEI por la producción y combustión de etanol y 41% por biodiesel (Gil *et al.*, 2006; Laine, 1998; Demibars, 2008). A nivel mundial para producción de etanol pasó de 32,000 millones de litros en 2002 a más de 103,000 millones en 2012; por su parte, el incremento en la producción de biodiesel pasó de 2,000 millones de litros en 2004 a 20,000 millones de litros, siendo los principales productores la Unión Europea, E.E. U.U. y Brasil (Ochoa, 2016).

Por otro lado el incremento en la demanda de alimentos a nivel mundial, las sequías e inundaciones atípicas por efecto del cambio climático, la desigualdad socioeconómica por efecto de la globalización así como la búsqueda de fuentes alternativas de energía han generado una crisis mundial con repercusiones a nivel local por la disponibilidad de alimentos tanto consumo humano como animal (FAO, 2007); por lo que el G20 analizó el papel de los biocombustibles en los cambios de los precios en los alimentos así como modificar las políticas de intervención cuando el mercado los justifique (Laborde, 2013).

Sin embargo, la situación geográfica, las condiciones agroecológicas y el potencial para la producción de energías a partir de especies que no compiten con las destinadas a uso agrícola para la producción de alimentos posicionan a México como un prominente productor de bioenergéticos. Aunque actualmente dicho potencial es limitado pues poco más del 11% de la energía bruta primaria es a partir de fuentes renovables mientras que cerca del 90% es a base de hidrocarburos (Garibay *et al.*, 2009; 2013; PVD, 2011-2016). En este sentido Platas *et al.* (2016) mencionan que la utilización de suelos marginales para la producción de biocombustibles será factible sólo a través de la investigación científica y el diseño de tecnologías adecuadas para tales fines. Aunado a ello, la divergencia entre la degradación de la superficie agrícola y el desabasto en la producción de alimentos en el país dificulta esta posibilidad ya que se documenta que más de 85 millones de hectáreas (mh) (48%) de la superficie nacional (196 mh) presentan algún tipo de degradación de suelos además de la presencia de 7.4 millones de personas que padecen pobreza alimentaria y extrema, así como 400 municipios que registran las peores condiciones de pobreza. La SAGARPA e INEGI reportan que la actividad agroalimentaria en México registró, en 2015,

un incremento de 4.5% en términos anuales en comparación con 2014 generando más de 603 mil millones de pesos (9'575, 640,000 USD, tipo de cambio promedio anual \$15.88, 2015) (3.4 PIB Nominal) (FUNPROVER, 2015); esto debido más al aumento en productividad que al aumento de la superficie sembrada.

El Congreso de la Unión de México, en 2008, aprobó La ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos y la Ley para el Aprovechamiento Sustentable de la Energía (Valdez y Palacios, 2016). Esta ley establece que los bioenergéticos se consideran como combustibles obtenidos de materia orgánica (producto de actividades agropecuarias y pesqueras), residuos domésticos comerciales e industriales, así como microorganismos producidos mediante procesos tecnológicos sustentables (Debernadi *et al.*, 2016). De acuerdo con la Secretaria de Energía (SENER 2009), Veracruz presenta gran potencial productivo y agroecológico de tierras para la producción de etanol a gran escala (Agüero *et al.*, 2015). En el Plan Nacional de Desarrollo 2013-2016 se reconoce que en la última década (2000-2010) el cambio climático ha ocasionado pérdidas económicas alrededor de 250 mmp (3'255, 400,000 USD, tipo de cambio promedio anual \$15.88, 2015) por efecto de sequías, inundaciones y ciclones además que el costo económico por la degradación ambiental representó cerca del 7% del PIB nacional. Dentro de la estrategia "Fortalecer la política nacional de cambio climático y cuidado al medio ambiente para transitar hacia una economía competitiva, sustentable, resiliente y de bajo carbono" propone como línea de acción "contribuir a mejorar la calidad del aire, y reducir emisiones de compuestos de efecto invernadero mediante combustibles más eficientes, programas de movilidad sustentable y la eliminación de los apoyos ineficientes a los usuarios de los combustibles fósiles" (Presidencia de La República, 2013), pero no existe un apartado específico sobre la producción de bioenergéticos en el país. Por su parte, según el Plan Veracruzano de Desarrollo 2011-2016 (PVD) se establece que Veracruz cuenta con potencial para la producción de bioenergéticos para lo cual se haría uso de la biotecnología además que esto daría la posibilidad de reconversión de tierras agrícolas con baja productividad. Aunado a ello, el Gobierno del Estado, manifestaba en dicho plan el acercamiento con los productores que ya estaban incursionando en la nascente agroindustria. Para ello, según el PVD, se plantearon como estrategias, la generación de polos de desarrollo enfocados a los bioenergéticos, el impulso a dicha agroindustria, así como la divulgación sobre la misma (mercado, rentabilidad, precios, entre otros). El objetivo del presente documento es analizar la política pública para la producción de bioenergéticos en México y específicamente en Veracruz, así como discutir la viabilidad ecológica, técnica, económica y social de la producción de bioenergéticos en Veracruz

y contrastarlo con los resultados obtenidos en los últimos seis años.

**CONSUMO DE COMBUSTIBLES EN MÉXICO Y DEMANDA DE BIOCOMBUSTIBLES**

Acorde a datos de la SENER (2017) se reconoce que México, a pesar de ser un país petrolero, no es autosuficiente en la producción de combustibles de origen fósil. La dependencia del exterior tiene un doble impacto en la fluctuación de los precios internos de las gasolinas y diésel; por un lado el precio internacional del barril de petróleo y por otro lado la variación en la

tasa de cambio de peso/dólar; por tanto, existe un déficit en la producción de combustibles y una dependencia de los precios externos; en cuanto a Veracruz, la demanda de es de 39.18 millones de barriles diarios (mbd) para gasolina y 25.33 mbd para diésel (Figura 1) (SENER, 2017); también se observa una tendencia indetenible e irreversible al aumento constante de la demanda de ambos combustibles, el cual varía entre un 10 a 15% anual (Figura 1). Este aumento en el consumo está aparejado a la fluctuación en el número de vehículos registrados en el país (Figura. 2) y en el estado de Veracruz (Figura. 3).

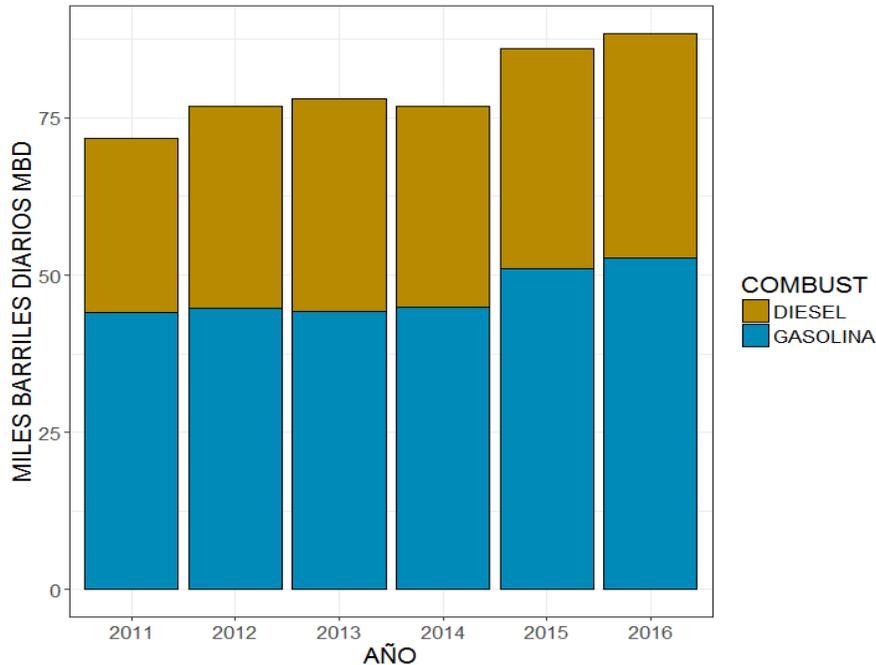


Figura. 1. Consumo de combustibles en el estado de Veracruz 2011-2016.

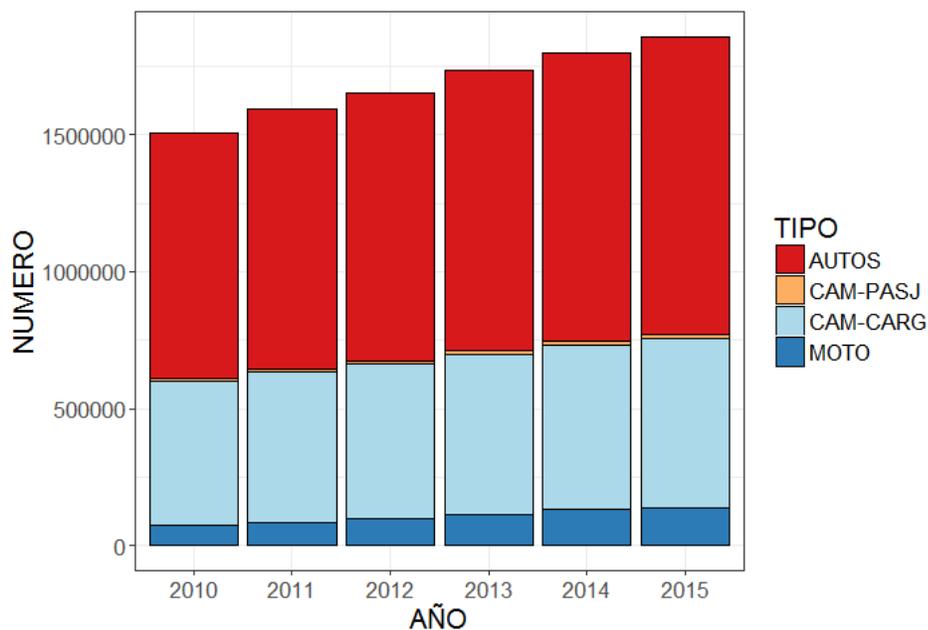


Figura. 2. Número de vehículos registrados para la República Mexicana (INEGI, 2017).

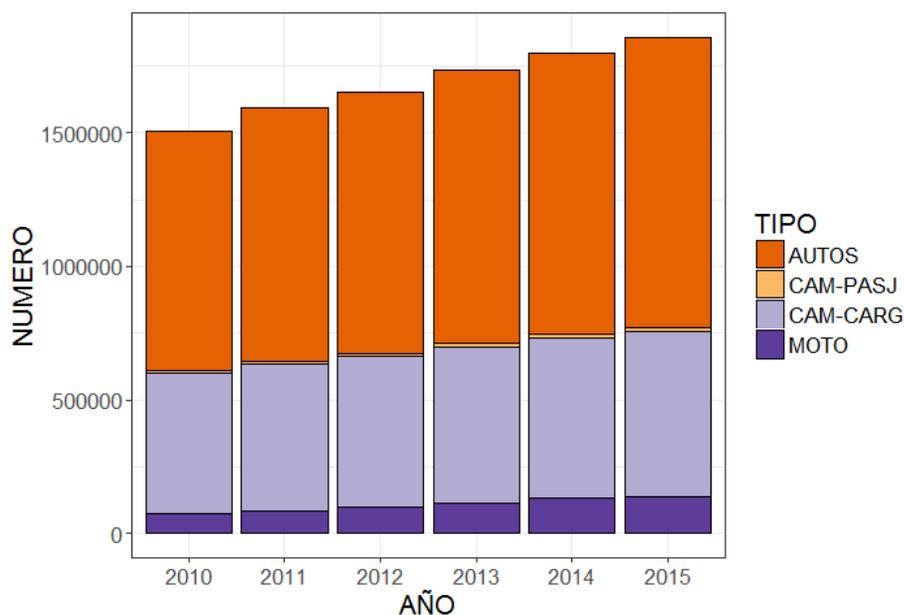


Figura. 3. Número de vehículos registrados para el estado de Veracruz (INEGI, 2017).

Cabe mencionar que México presenta un incremento exponencial en el número de vehículos en los últimos 20 años, esto trae consigo el congestionamiento de tránsito en las ciudades y aumento exponencial de la contaminación y GEI. Los biocombustibles se justificarían más en referencia a la menor emisión de CO<sub>2</sub> por unidad de energía producida que por el agotamiento de combustibles fósiles.

### ¿ES FACTIBLE LA PRODUCCIÓN DE BIOENERGÉTICOS?

A nivel mundial, la reorientación de la agricultura hacia la producción de biocombustibles es generada por la disminución en el stock de combustibles fósiles y por los vaivenes en el precio del petróleo, lo que ha motivado que los países industrializados destinen parte de su superficie y producción de cultivos a satisfacer el mercado de energéticos; así, Brasil produce bioetanol con caña de azúcar y EE.UU. con maíz lo que demuestra que cuentan con la infraestructura y capacidad tanto productiva como tecnológica para generar cantidades suficientes de biocombustibles para cubrir una proporción importante de la demanda interna de esos países (Demibars, 2008; Guerrero *et al.*, 2013). Debernardi *et al.* (2016) mencionan que el cultivo de caña de azúcar es el productor de biomasa y biocombustibles de mayor importancia en relación a energía renovable siendo la eficiencia energética promedio de los ingenios azucareros de 0.92 barriles de petróleo por tonelada de azúcar producida. El precio de referencia por tonelada de azúcar para la zafra 2016-2017 es de \$12,700.0/ton lo que equivale a \$679.87 USD (tipo de cambio promedio anual \$18.68, 2016); a este precio por tonelada de azúcar México no puede ser competitivo en la producción de etanol. Por su parte,

Valdés y Palacios (2016) mencionan que la producción de bioenergéticos se extendió como una estrategia para la obtención de energías limpias *versus* los combustibles fósiles. Sin embargo, esta reorientación de cultivos de primera generación y sus derivados ha incrementado el precio de los alimentos, así como la deforestación de selvas primarias. A su vez, Demibars (2008) y Guerrero *et al.* (2013) consideran que satisfacer la demanda de biocombustibles a bajo costo requiere considerar otras fuentes de materia prima, por ejemplo, palma africana (*Elaeis guineensis*) con capacidad productiva en el sur-sureste mexicano (Chiapas, Veracruz, Tabasco y Campeche) y que ha sido utilizada en otros países como Colombia (Fontalvo *et al.*, 2014). En este sentido, Brambila *et al.* (2013) encontraron que el bioetanol (a partir de la caña de azúcar) y la caña de azúcar (materia prima del bioetanol) tienen un comportamiento inestable en precios por lo que debe existir una flexibilidad para producir ambos o cada uno por separado acorde al cambio en los precios en el mercado. Según la Red Mexicana de Bioenergía (REMBIO) la producción de bioenergéticos en México es posible si se logran acuerdos entre los sectores agrícolas y agroindustriales, así como el desarrollo de ciencia y tecnología que permita establecer las directrices productivas, económicas y ambientales a seguir. En el mismo tenor Valero *et al.* (2011) mencionan que en México se carece de la experiencia e infraestructura a nivel nacional además que el paradigma de la producción de energías limpias haya sido más en el sentido de re-incentivar el agro mexicano que en el fomento de dicha agroindustria; a su vez las externalidades negativas ambientales durante el proceso de cultivo y producción de bioenergéticos son mayores que las externalidades positivas en la emisión

de reducción de contaminantes que en el momento de su consumo.

La primera agroindustria bioenergética fue establecida en 2007 en Michoacán; posteriormente Veracruz, en 2008, anunció la construcción de una planta para la producción de biodiesel y otra para la producción de bioetanol con una inversión de 30 mdp (\$327,600,000 USD, tipo cambio promedio \$10.92, 2008) para la siembra de 17 mil hectáreas en cultivos como sorgo dulce, caña de azúcar, *Jatropha*, yuca y palma de aceite. La empresa BioFields en 2009, anunció una inversión de 850 mdd (\$11,466,500,000.00 MEX, tipo de cambio promedio \$13.49, 2009) en Sonora para la obtención de etanol a partir de algas verdeazuladas y la construcción de una planta de etanol (a base sorgo) con el apoyo de la Asociación Nacional de Productores de Biocombustibles con la finalidad de incorporar cerca del 6% de etanol a las gasolinas de Petróleos Mexicanos (PEMEX). Por otro lado, Chiapas cuenta con un proyecto de introducción sobre el biodiesel y se tienen proyectos pilotos en estados como Colima, Nuevo León, Puebla y Quintana Roo (Huerta *et al.*, 2010). En cuanto a proyectos de investigación se ha documentado que los cambios en la alimentación bovina (principal fuente de metano CH<sub>4</sub> del sector agropecuario) y el uso de hormonas (somatotropina) pueden tener un impacto favorable en la reducción gases de efecto de invernadero GEI (Monteny, 2006; Demibars, 2008; Capper *et al.*, 2008). No obstante, la mayoría de la ganadería bovina desarrollada tanto en México como en Veracruz es de doble propósito (DP) que se caracteriza por el pastoreo extensivo, bajo nivel tecnológico y escasa infraestructura. En Veracruz y México se han construido biorrefinerías a escala piloto para la obtención de bioenergéticos a base de residuos de agave; la producción de bio-hidrógeno a partir de *E. coli*. Aunado a ello, se han realizado estudios con *Jatropha curcas*, pero falta profundizar en aspectos como el manejo agronómico, así como su industrialización (Hernández, 2011). De igual forma, en Chiapas, a nivel experimental, se ha logrado obtener biodiesel a partir de aceite vegetal de cocina (Callejas y Quezada, 2008). Al respecto, Pathak, H. y Wassmann, R. (2007) y Garibay *et al.* (2009) establecen que el uso de materias primas de segunda generación, la utilización de residuos sólidos urbanos y el uso de microlagas pueden ser una alternativa efectiva para la producción de bioenergéticos. No obstante, dicha industria se encuentra en fase experimental o pruebas piloto sin la posibilidad de hacer masiva tanto la producción como la transformación careciendo estas investigaciones antes mencionadas del análisis económico correspondiente.

En teoría, una parte de la superficie y producción agrícola que anteriormente se destinaba para consumo humano y animal pudiese reorientarse a la producción de bioenergéticos. Sin embargo, en la actualidad el

consumo de combustibles (gasolina y diésel) podría duplicarse; por ejemplo, la flota vehicular (pasajeros ligeros) aumentará de 770 millones en 2007 a 1.7 miles de millones en 2030. Otro ejemplo es el caso de Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA) quien tenía como meta para 2015, la sustitución del 1% de la turbosina por biocombustibles (40 millones de L al año) e incrementarlo al 15% para 2020 (Alessandro, 2006; IICA, 2007; Baltazar, 2013) todo esto requerirá de una fuerte oferta de bioenergéticos. Se estima que para el año 2050 el suministro de biocombustibles necesitaría una superficie mayor a los 380 millones de hectáreas siendo establecidas en los países con economías emergentes de tal forma que la autosuficiencia y soberanía alimentaria de los países de primer orden no se vea afectada generando posiblemente la intervención en los precios de los alimentos con relación al mercado y a la producción de biocombustibles (Demibars, 2008; Ochoa, 2016). Por ejemplo, las fuentes para la producción de energía en 1980 fueron del 90% de combustibles fósiles (cubrieron el 95% del consumo humano) mientras que el 10% a partir de biomasa; para el 2004, los hidrocarburos cubrieron el 91% y para el 2030 se estima que será alrededor del 89% del consumo mundial con lo que se prevé que la disponibilidad de combustibles fósiles va en decremento (Huerta *et al.*, 2010; Ochoa, 2016). Aunado a ello, se estima para el periodo 2040-2050 la población mundial superará los 9 billones de personas por tanto los alimentos que se requerirán por año serán aproximadamente igual a la cantidad total de alimentos producidos a todo lo largo de la historia de la humanidad (Capper *et al.*, 2008).

## EL CASO DE VERACRUZ

En 2011 el Gobierno del Estado estableció una inversión al campo veracruzano de 9,500 mdp (\$118,085,000.00 USD, tipo de cambio promedio \$12.43, 2011). En el primer informe de Gobierno (2010-2011) se menciona que Veracruz es líder nacional en la producción de combustibles fósiles no obstante reconoce la necesidad de desarrollar tecnologías a través de fuente renovables utilizando materias primas para la producción de bioenergéticos como la caña de azúcar, palma de aceite, sorgo, yuca y *Jatropha*. Las políticas públicas en este sentido originaron la creación del Instituto Veracruzano de los Bioenergéticos (INVERBIO) para el desarrollo del campo y potencializar dicha agroindustria. Para este periodo se iniciaron acciones, según el Gobierno del Estado, en el municipio de Perote con la instalación de biodigestores, para la zona sur se anunciaron apoyos para la producción de palma africana (cerca de 4,500 ha) en beneficio de 2,000 productores.

En lo que respecta a la caña de azúcar se anunció el apoyo de 12,000 hectáreas para la producción de bioetanol, aunado a ello, se estimó el potencial del

estado para la siembra de *Jatropha* (700 ha) entregando 750 mil plántulas de esta especie a productores del norte del estado, así como la constitución de 21 Sociedades de Producción Rural para dicho fin en beneficio de 900 productores en poco más de 2,500 ha. En este sentido, para el mismo periodo, el INVERBIO reportó cinco proyectos estratégicos para la producción de bioetanol a partir de los cultivos de sorgo dulce, *Jatropha*, palma de aceite, caña de azúcar y yuca; y se realizó la caracterización de 40 municipios del estado para la producción de dichos cultivos. También se planeó el establecimiento de un semillero de 200 ha (3.1 mdp) (241,351 USD tipo de cambio promedio \$12.43, 2011) para sembrar 1,000 ha de yuca en la región de los Tuxtlas. Así mismo dicho instituto reportó la instalación de 12 módulos experimentales de sorgo para la selección de variedades con potencial de siembra de 6,000 ha (Gobierno del Estado de Veracruz, 2011).

Para el segundo Informe de Gobierno (2011-2012), el Gobierno del Estado, reportó a través del INVERBIO, El Fondo de Inversión para la Productividad de Cultivos Bioenergéticos con un monto de 30 mdp (\$2,279,635.26 USD tipo de cambio promedio \$13.16, 2012) para el apoyo en líneas de crédito a productores para la siembra de cultivos de sorgo dulce, *Jatropha*, palma de aceite, caña de azúcar y yuca en más de 17,000 ha. También, se reportó un padrón de poco más de 4,500 productores (cerca de 33,000 ha) distribuidos en siete empresas o grupos industriales (Gobierno del Estado de Veracruz, 2012). De igual forma, para el 2012-2013, el Gobierno del estado reportó 30 mdp (\$2,351,097.18 USD tipo de cambio promedio \$12.76, 2012) para la reactivación de las cadenas productivas relacionadas a la producción de bioenergéticos, así como la siembra de 6,000 ha (1,200 productores beneficiados). En el mismo tenor reportó 44 acciones para incentivar la producción de materia prima que permitiría el abasto de la industria instalada en el estado.

El Gobierno de Veracruz, mencionó la instalación del Parque Industrial de Sotavento con una inversión de 980 mdp (\$76,802,507.84 USD tipo de cambio promedio \$12.76, 2013) para la producción de etanol a base de caña de azúcar y sorgo dulce con la generación de 400 empleos directos y 3,000 indirectos en 4,000 ha bajo el esquema de agricultura por contrato para transformar 4,000 t de materia prima para la producción de biocombustibles (Gobierno del Estado de Veracruz, 2013). Para el Cuarto Informe de Gobierno (2013-2014) se anunció la ejecución del 80% de los proyectos productivos que representa la instalación de cuatro complejos etanoleros (Atoyac, Coatzacoalcos, Cosamaloapan y Orizaba) con capacidad instalada de superior a los 140 millones L etanol por año y una inversión de 1,850 mdp (\$139,097,744.36 USD tipo de cambio promedio

\$13.30, 2014); también se reportó la instalación de primer punto de venta de etanol en el país (6,000 autotransportes beneficiados) y la molienda de cerca de 1.8 millones de toneladas de caña de azúcar para la producción de 98 millones de litros de etanol (zafra 2013-2014) (Gobierno del Estado de Veracruz, 2014).

Para el periodo 2014-2015, el Gobierno del Estado, reportó al estado de Veracruz como el principal productor de etanol a nivel nacional con cerca de 120 millones de L anuales; de igual forma, anunció la construcción de 30 estaciones para distribución de bioetanol en los municipios de Coatzacoalcos, Tierra Blanca, Orizaba, Cosamaloapan, Córdoba y Veracruz con una inversión cercana a 2,500 mdp (\$133,832,976.45 USD tipo de cambio promedio \$18.68, 2016) al finalizar el 2016 (Gobierno del Estado de Veracruz, 2015). Para el periodo 2015-2016, el Gobierno del Estado reportó, en coordinación con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Forestales y Pecuarias (INIFAP) y el Colegio de Postgraduados el desarrollo de variedades para el cultivo de bioenergéticos (COLMEX 94-8) para la producción de etanol y caña de azúcar así como la creación de condiciones favorables para la instalación de dos complejos (Tierra Blanca y Puente Nacional) para el suministro de etanol anhidro a Petróleos Mexicanos (PEMEX) con una capacidad superior a los 300 millones de litros de etanol para 2020 (Gobierno del Estado de Veracruz, 2016).

El Gobierno del Estado, para el año 2016, se estableció como meta una producción de 200 millones de litros de etanol; del mismo modo, se dio a conocer la construcción de una planta productora de etanol ubicada en el municipio de Tierra Blanca, Veracruz con cero descarga de contaminantes y con una producción de 600 mil litros de alcohol anhidrido diario pero se carece de información oficial sobre la construcción de dicha infraestructura; aunado a ello, en el informe de la cuenta pública 2014, el Órgano de Fiscalización Superior (Orfis) consideró que de los 62 millones 803 mil 701 pesos (\$4, 722,082.78 USD tipo de cambio promedio \$13.30, 2014) de presupuesto para INVERBIO no existen registros de la utilización de dichos recursos; así existen cifras inconsistentes, redundantes e inexactas por parte de la versión oficial con respecto a la producción de bioenergéticos en Veracruz pues a pesar de lo reportado en cuanto a logros (2010-2016) el Gobierno del Estado, en 2017, decidió la extinción del Instituto Veracruzano de Bioenergéticos ya resulta inviable financiera y económicamente (Gobierno del estado de Veracruz, 2017) así, es importante una revisión y análisis de las políticas públicas en cuanto a la producción de bioenergéticos en México (Laborde, 2013; Ochoa, 2016; Platas *et al.*, 2016).

## ¿CUÁL ES LA DEMANDA DE BIOCOMBUSTIBLES PARA EL ESTADO DE VERACRUZ?

La demanda potencial de biocombustibles se puede estimar para el caso del etanol como complemento de las gasolinas, usualmente al 5 y 10% del contenido. Para el 5% se tiene un estimado en los últimos años entre 803 y 963.6 mil barriles por año y se duplica para el 10%. El equivalente en superficie de caña de azúcar para producir esta cantidad de alcohol con una productividad entre 30.7 y 41.6 barriles de etanol por hectárea se obtuvo por simulación Monte Carlo (Figura. 4). Para producir el 5%, se tiene un intervalo de confianza al 95% entre 20.4 y 28.7 mil ha de caña de azúcar con un valor mediano de 23.4 mil ha mientras que para el 10% se tiene un intervalo de confianza al 95% entre 40.7 y 57.6 mil ha con un valor mediano de 46.8 mil ha. En el estado de Veracruz se sembraron 287.8 mil ha en 2015 (SIAP, 2017), por lo cual la superficie potencial dedicada a la producción de etanol es del 16.3%. El potencial de producción de etanol para biocombustible es alto pues se tiene una infraestructura instalada que se ocupa en cerca del 44% aunque la producción de alcohol es con fines industriales y de bebidas alcohólicas (Becerra 2009). Sin embargo, diversos problemas entre ellos de productividad y estructurales limitan su implementación. El desarrollo de la industria del bioetanol es un proceso que en Brasil llevó varios años

(Goldenberg, 2008) y requiere la participación activa del Estado.

La demanda de biodiesel para el caso de *Jatropha*, un cultivo que se considera de alto potencial se analizó de la misma manera (Figura. 5). Para cubrir el 5 % de las necesidades, el valor mediano de superficie es de 153.5 mil ha mientras que su intervalo de confianza al 95 % se encuentra entre 92 y 293.9 mil ha. En el caso que se desee cubrir el 10 % de las necesidades, el valor mediano de superficie es de 305.7 mil ha mientras que el intervalo de confianza al 95% varía entre 184.7 y 560.1 mil ha. La superficie requerida de este cultivo es extensa pues su producción de biodiesel por unidad de superficie es muy limitada, aproximadamente 3.9 barriles por ha. La sostenibilidad del cultivo de *Jatropha* ha sido cuestionada previamente; por ejemplo. Banerjee *et al.* 2017 mencionan que, en Yucatán, México no se encontraron beneficios sociales sustanciales de sostenibilidad y la simple inclusión de proyectos gubernamentales no garantiza el éxito de los mismos por lo que se requiere un conocimiento más diversificado de la problemática local antes de implementar tales proyectos. Aunque se han creado plantas para producir biodiesel, estas no han sido sostenibles debido a diversos problemas, entre ellos falta de suministro de materia prima (Montero *et al.*, 2015). En general, se ha sugerido desarrollar esta industria a largo plazo con grandes inversiones en infraestructura y estímulos a la producción agrícola (SENER, 2006).

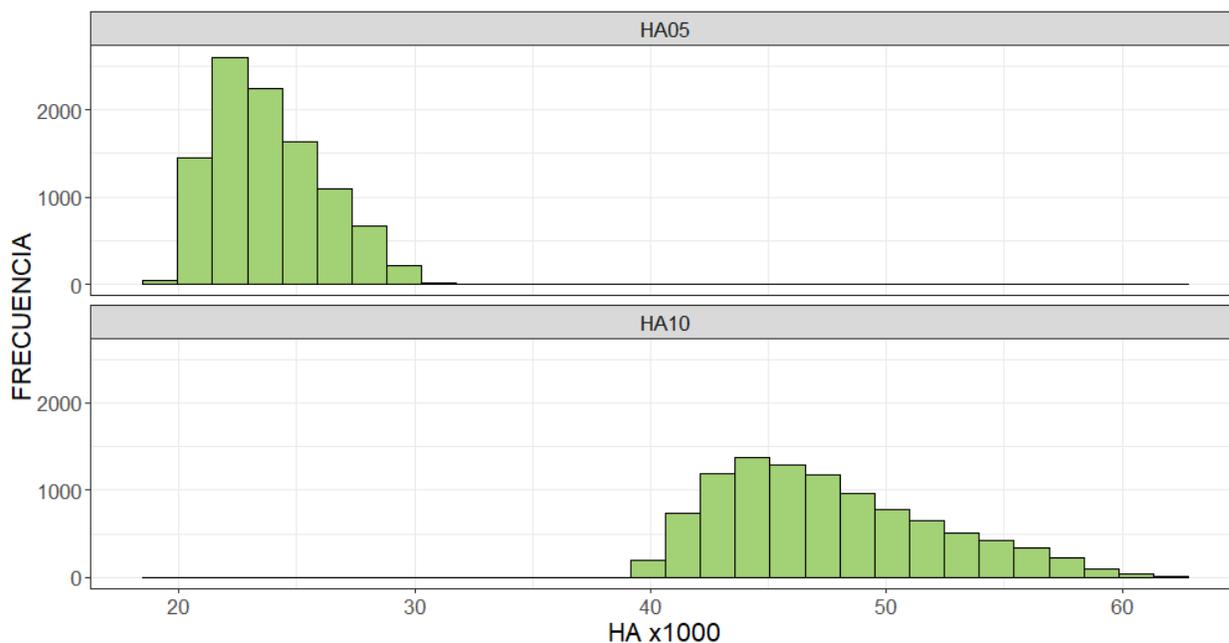


Figura 4. Superficie estimada (miles Ha) para producir el 5 y 10% (HA05, HA10) de las necesidades de gasolina en los últimos seis años para el estado de Veracruz (2011-2016).

Una síntesis de los cultivos más prometedores en la producción de biodiésel en cuanto a la superficie estimada para cubrir la demanda al 5% y la superficie sembrada real (año 2015) se presenta en la Figura. 6 con datos de productividad de la Tabla 1.

En ninguno de los casos (Fig. 6) la superficie sembrada cubre el potencial de siembra para la producción de biodiésel; los porcentajes de siembra para la producción son: palma africana 28.1%, Cocotero 0.01%, colza 0%, cacahuete 0.13%, girasol 0.16%,

soya 4.3% y *Jatropha* 0%; es decir, una conversión a corto plazo para la producción de biodiésel no es factible considerando que estos cultivos satisfacen demandas de aceite para otros usos como consumo alimenticio o industrial. Esto indica también que debe existir una estrategia a largo plazo para promover uno o más cultivos en la producción de biodiésel (SENER, 2006), como fue el caso de la producción de etanol en Brasil que le llevo varios años la implementación de un plan de sustitución de gasolina por etanol (Goldenberg, 2008).

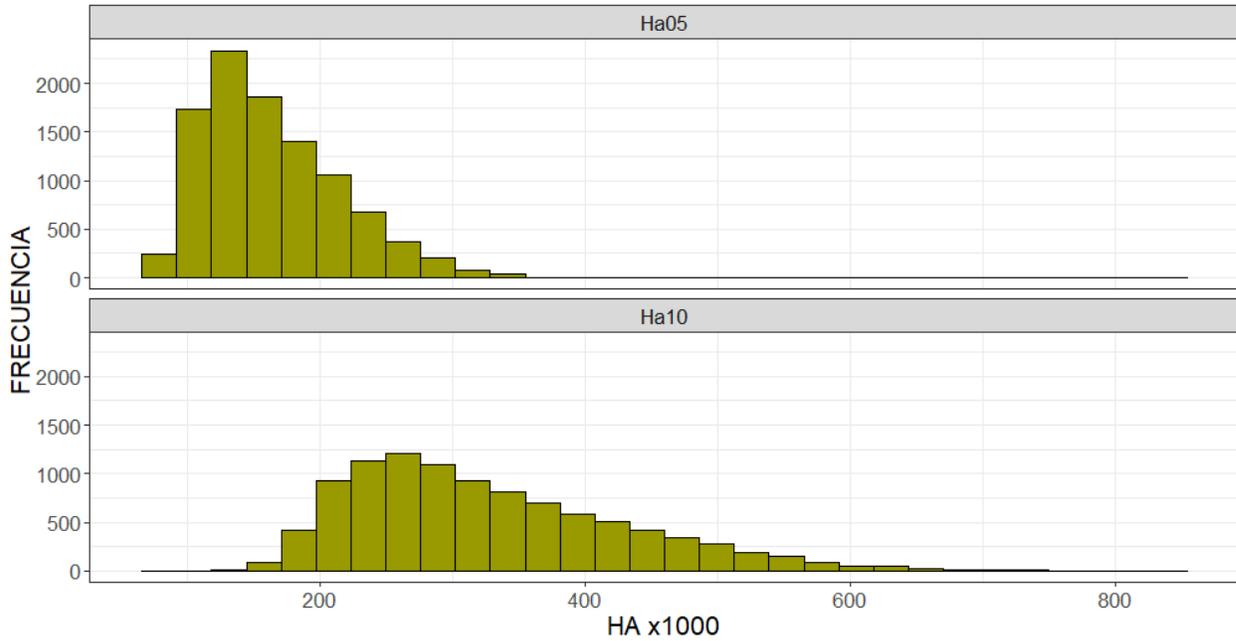


Figura 5. Superficie estimada (miles Ha) de siembra de *Jatropha* para producir el 5 y 10% (Ha05, Ha10) de las necesidades de diésel en los últimos seis años para el estado de Veracruz (2011-2016).

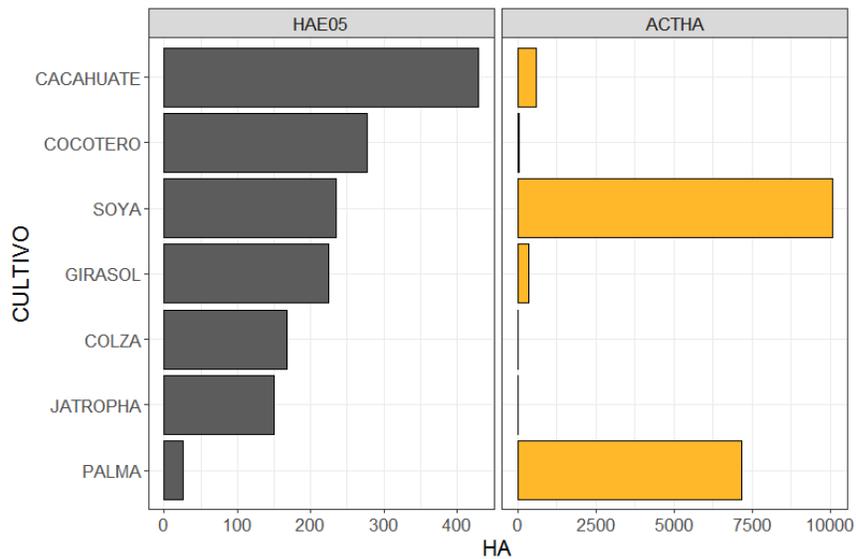


Figura 6. Superficie potencial requerida (HAE05 en miles de Ha) y superficie sembrada (ACTHA, año 2015) de cultivos con potencial de producción de biodiésel.

Tabla 1. Producción de biodiesel a partir de algunos cultivos relevantes (Fuente: Brown, 2006; Elbehri *et al.*, 2013).

CULTIVO	LHA
Palma	3700
Cocotero	340
Colza	562
Cacahuete	220
Girasol	420
Soya	402
Jatropha	630

Litros por hectárea

### CONCLUSIÓN

En México la producción de bioenergéticos no es aún viable ni técnica ni económicamente tanto por la producción agropecuaria como por la infraestructura requerida para la transformación de la materia prima. Además, muchos de los trabajos reportados se encuentran a nivel experimental y/o en fases primarias de desarrollo sin ser a escala industrial y/o comercial. La superficie agrícola necesaria para la producción de combustibles biológicos compite con la requerida para producir alimentos, forrajes y otro tipo de servicios ambientales; por tanto, se requiere de un cambio tecnológico, la reorientación de la agricultura y una revisión de las políticas públicas en cuanto a dicha agroindustria pues para el desarrollo y competitividad del sector se requiere de la participación del Estado.

### REFERENCIAS

- Agüero, J. C., Tepetla, J., Torres, B. 2015. Producción de biocombustibles a partir de la caña en Veracruz, México: perspectivas y riesgos socio-ambientales. *Ciencia UAT* 9(2): 74-84.  
<http://www.redalyc.org/pdf/4419/441942933008.pdf>.
- Alessandro, J. 2006. La producción de biocombustibles. Universidad Nacional de la Plata (UNLP). Argentina. 13 p. [www.eco.unne.edu.ar/SanLuis2006/area7b.pdf](http://www.eco.unne.edu.ar/SanLuis2006/area7b.pdf). Consultado 03 de julio de 2008.
- Banerjee, A., Halvorsen, K.E., Eastmond-Spencer, A., Sweitz, S.R., 2017. Sustainable development for whom and how? Exploring the gaps between popular discourses and ground reality using the Mexican *Jatropha* biodiesel case. *Enviro Manage* 59(6): 912-923.
- Becerra, L.A. 2009. La industria del etanol en México. *Economía-UNAM*. 6 (16): 82-98.  
<http://www.ejournal.unam.mx/ecu/ecunam16/ECU001600606.pdf>.
- Brown, L.R., 2006. Plan B 2.0 rescuing a planet under stress and a civilization in trouble. Norton & Co. New York. 24-27 pp.  
<http://www.redalyc.org/pdf/302/30226978007.pdf>.
- Callejas, E. S. y Quezada, V. G. 2008. Los Biocombustibles. *El Cotidiano*. 157: 78-82.  
<http://elcotidianoenlinea.com.mx/pdf/15709.pdf>.
- Brambila, J., Martínez, M., Rojas, M., Pérez, V. 2013. La Bioeconomía, las bio-refinerías y las opciones reales: el caso de bioetanol y el azúcar. *Agrociencia* 47 (3)281-292.
- Capper, J., Castañeda-Gutiérrez, E., Cady, R., Barman, D. 2008. The environmental impacts of recombinant bovine somatotropin (rbST) use in dairy production. *PNAS*. 105 (28): 9668-9673.  
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/18591660>.
- Debernardi, H., Ortíz, L., Rosas, D. 2016. Energía disponible a partir de biomasa de residuos de caña de azúcar (*Saccharum spp.*). *Agroproductividad* 9(7): 68-72.  
<http://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/download/792/657/>.
- Demibars, A. 2008. Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. *Energy Conversion and Management* 49: 2106-2116.  
[http://www.technologia.gda.pl/dydaktyka/archiwum/12-13/2/s/easm\\_tos/pdf/Seminarium\\_3\\_1A\\_2A.pdf](http://www.technologia.gda.pl/dydaktyka/archiwum/12-13/2/s/easm_tos/pdf/Seminarium_3_1A_2A.pdf).
- Elbehri, A., Segerstedt, A., Liu, P., 2013. Biofuels and the sustainability challenge: A global assessment of sustainability issues, trends and policies for biofuels and related feedstocks. FAO, Roma, Italia. 54-65 pp.  
<http://www.fao.org/docrep/017/i3126e/i3126e.pdf>.
- Food and Agriculture Organization. FAO. 2007. Evaluación de la situación de la seguridad alimentaria mundial. 33° periodo de sesiones. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. Italia. 18 p.

- <http://www.fao.org/docrep/meeting/026/M D776s.pdf>.
- Fontalvo, M., Vecino, R., Pérez, Barrios, A. 2014. El aceite de palma africana *Elae guineensis*: Alternativa de recurso energético para la producción de biodiesel en Colombia y su impacto ambiental. *Prospect* 12(1): 90-98. <http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v12n1/v12n1a11.pdf>.
- Fundación Produce Veracruz (FUNPROVER). 2015. México: baja productividad agrícola, problema fundamental de México en Alimentación: FAO Agroentorno febrero. 162: 27-28. [http://www.cofupro.org.mx/cofupro/cofupro\\_web.php?idseccion=1855](http://www.cofupro.org.mx/cofupro/cofupro_web.php?idseccion=1855).
- Garibay, A., Vázquez, A., Sánchez, M.P., Serrano, L., Martínez, A. 2009. Biodiesel a partir de microalgas. *Biotecnología* 3(13): 38-61. [http://www.academia.edu/31824668/Biodiesel\\_a\\_Partir\\_de\\_Microalgas](http://www.academia.edu/31824668/Biodiesel_a_Partir_de_Microalgas).
- Gil, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S., Tiffany, D. 2006. Environmental economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *PNAS*. 103 (30): 11206-11210. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16837571>.
- Gobierno del Estado de Veracruz. Gaceta Oficial Extraordinaria del Estado de Veracruz 314. Tomo CXCVI. Xalapa de Enríquez. Martes 8 de agosto de 2017. [https://sisdti.segobver.gob.mx/signa/doc\\_gaceta.php?id=1455](https://sisdti.segobver.gob.mx/signa/doc_gaceta.php?id=1455).
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2011. Primer Informe de Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. <http://primerinforme.veracruz.gob.mx/>. Consultado septiembre 2017.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2012. Segundo Informe de Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. 2012. <http://segundoinforme.veracruz.gob.mx/>. Consultado septiembre 2017.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2013. Tercer Informe de Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. <http://tercerinforme.veracruz.gob.mx/>. Consultado octubre 2017.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2014. Cuarto Informe de Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. <http://cuartoinforme.veracruz.gob.mx/>. Consultado octubre 2017.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2015. Quinto Informe de Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. <http://quintoinforme.veracruz.gob.mx/>. Consultado octubre 2017.
- Gobierno del Estado de Veracruz. 2016. Sexto Informe de Gobierno del Estado de Veracruz de Ignacio de la Llave. <http://sextoinforme.veracruz.gob.mx/>. Consultado noviembre 2017.
- Goldenberg, J. 2008. The brazilian biofuels industry. *Biotechnology for biofuels*. 1(6): 1-7. <https://biotechnologyforbiofuels.biomedcentral.com/articles/10.1186/1754-6834-1-6>
- Guerrero, A., Anguebes, F., Castelán, M., Morales, V., Córdova, A., Zavala, J., Bolaños, E. 2013. Optimización de la síntesis de biodiesel a partir de aceite crudo de palma africana (*Elaeis guineensis* Jacq). *Agrociencia* 47 (7): 649-658. *Agrociencia* 47 (7): 649-658. <http://www.redalyc.org/pdf/302/30228899002.pdf>.
- Hernández, J. 2011. Evaluación de *Jatropha curcas* en sistemas agroforestales para la producción de biocombustible en el norte de Veracruz. México: Universidad Autónoma de Chapingo. 34 p. <https://chapingo.mx/revistas/revistas/articulos/doc/r.rchscfa.2011.09.068.pdf>.
- Huerta, L., Garza, L.E., Veda, D.D., Omaña, J.M. 2010. La producción de biodiesel en el estado de Chipas. *Rev. Mex. de Ec. Agric. y de los Rec. Nat.* 3(2): 77-96. <https://chapingo.mx/revistas/phpscript/download.php?file=completo&id=MjEwOQ==>.
- Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). 2017. Vehículos de motor registrados en circulación. [http://www.inegi.org.mx/est/lista\\_cubos/consulta.aspx?p=adm&c=8](http://www.inegi.org.mx/est/lista_cubos/consulta.aspx?p=adm&c=8). Consultado septiembre 2017.
- Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2007. La agricultura frente a los nuevos retos del desarrollo. Informe Situación y perspectivas de la agricultura y la vida rural en las Américas. Resumen. IICA. 66 p.
- Laborde, D. 2013. Biocombustibles, medio ambiente y alimentos: la trama se complica. *Revista Claridades Agropecuarias* 238: 36-43. <https://info.aserca.gob.mx/claridades/revistas/238/ca238-36.pdf>.
- Laine, J. 1998. La caña y azúcar y la palma de coco: Fuentes de investigación y desarrollo para el

- mejoramiento ambiental. *Interciencia* 1998. 23 (2) 113-116. <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/339/33933113/1>.
- Monteny, G., Bannik, A., Chadwick, D. 2006. Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 112: 163-170. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.473.5992&rep=rep1&type=pdf>.
- Montero, G., Stoytcheva, M., Coronado, M., García, C., Cerezo, J., Toscano, L., Vázquez, A.M., León, J.A., 2015. An overview of biodiesel production in México. In: Biernat, K. (Ed.). *Biofuels- Status and Perspective*. InTech. DOI: 10.5772/58662.
- Ochoa, R. 2016. ¿Es el momento de revisar las políticas de los biocombustibles? *Revista Claridades Agropecuarias* 269: 38-46. <http://www.infoserca.gob.mx/claridades/revistas/159/ca159.pdf>.
- Pathak, H. y Wassmann, R. 2007. Introducing greenhouse gas mitigation as a development objective in rice-based agriculture: I. Generation of technical coefficients. *Agricultural Systems*: 808-825. <https://econpapers.repec.org/RePEc:eee:agsys:v:94:y:2007:i:3:p:807-825>.
- Platas, D., Zetina, P., Vilaboa, J., Martínez, R. 2016. Adaptación y mitigación del cambio climático con la producción de bioenergéticos en suelos marginales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Pub. Esp.* 14: 2857-2866. <http://www.redalyc.org/pdf/2631/263144474017.pdf>.
- Pretty, N., Conway, R. 1998. The blue baby syndrome and nitrogen fertilizers: A high risk in the tropics. IIED. Gatekeeper series N° 5. England. <https://www.semanticscholar.org/paper/The-Blue-Baby-Syndrome-and-Nitrogen-Fertilisers-%3A-A-Pretty-Conway/4345273b341db87fe9d7475de5fecd938a2f90ad>.
- Secretaría de Energía (SENER). 2006. Potenciales y viabilidad del uso de bioetanol y biodiesel para el transporte en México. Secretaría de Energía, México. [https://www.researchgate.net/profile/Luiz\\_Nogueira2/publication/272820587\\_Potenciales\\_y\\_viabilidad\\_del\\_uso\\_de\\_bioetanol\\_y\\_biodiesel\\_para\\_el\\_transporte\\_en\\_Mexico/links/54efd3a50cf2432ba6573dbb/Potenciales-y-viabilidad-del-uso-de-bioetanol-y-biodiesel-para-el-transporte-en-Mexico.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luiz_Nogueira2/publication/272820587_Potenciales_y_viabilidad_del_uso_de_bioetanol_y_biodiesel_para_el_transporte_en_Mexico/links/54efd3a50cf2432ba6573dbb/Potenciales-y-viabilidad-del-uso-de-bioetanol-y-biodiesel-para-el-transporte-en-Mexico.pdf). Consultado noviembre 2017.
- Secretaría de Energía (SENER). 2017. Sistema de información energética. <http://sie.energia.gob.mx/>. Consultado: marzo 2017.
- Servicio de Información Agroalimentaria y pesquera (SIAP). 2017. Anuario estadístico de la producción agrícola 2016. [http://infosiap.siap.gob.mx/agricola\\_siap\\_gb/icultivo/index.jsp](http://infosiap.siap.gob.mx/agricola_siap_gb/icultivo/index.jsp). Consultado: 27-03-2017.
- Valero, J., Cortina, S., Vela, S. 2011. El proyecto de biocombustibles en Chiapas: experiencias de los productores de piñon en el marco de la crisis rural. *Estudios Sociales* 19:120-144. 2011. <http://www.redalyc.org/service/redalyc/downloadPdf/417/41719205005/1>.
- Valdés, O.A., Palacios, O.M. 2016. Evolución y situación de plantaciones para biocombustibles: perspectivas y retos para México. *Agroproductividad* 9(2): 33-41. [https://www.researchgate.net/publication/299124525\\_Evolucion\\_y\\_situacion\\_actual\\_de\\_plantaciones\\_para\\_biocombustibles\\_perspectivas\\_y\\_retos\\_para\\_Mexico](https://www.researchgate.net/publication/299124525_Evolucion_y_situacion_actual_de_plantaciones_para_biocombustibles_perspectivas_y_retos_para_Mexico).