

Bioturbosina. Producción de cultivos energéticos para la aviación comercial*

Jet Biofuel. Production of energy-related crops for commercial aircraft

Ibis Sepúlveda González^{1§}

¹Posgrado del Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo. Carretera México-Texcoco km 38.5, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230.

[§]Autora para correspondencia: ibiss9@gmail.com.

Resumen

Las más grandes compañías de fabricación de aviones, entre ellas Boeing y Airbus y la asociación internacional de líneas aéreas International Air Transport Association (IATA), decidieron jugar un doble papel: contribuir en la disminución de emisiones de gases efecto invernadero y asegurar la disponibilidad de combustible barato. Para ello se ha hecho un plan para agregar a la turbosina una fracción creciente de bioturbosina. En México esto se trabajó en el “plan de vuelo para los biocombustibles sustentables”, convocado por ASA entre junio de 2010 y marzo de 2011. La bioturbosina debe reducir la emisión de GEI en más 50% en su ciclo de vida, con respecto a la turbosina. También se espera que, gracias a la tecnología, en el tiempo baje el costo de la bioturbosina mientras, por escasez, suba el del petróleo (Herrera y Morgan, 2010; García, 2010). De esta manera, a nivel mundial estas compañías han establecido que para 2015 se debe adicionar 1% de bioturbosina a la turbosina, para 2017; 10%, para 2020; 15% y así sucesivamente hasta cambiar al menos 50% del origen del combustible aéreo para 2050. En México se vende 2% del combustible aéreo del mundo. Esto significa una demanda inicial de 40 millones de litros de bioturbosina para 2015 y de unos 700 millones de litros para 2020. El grupo encargado de la promoción del biocombustible aéreo a nivel mundial (Roundtable on Sustainable Biofuels- RSB, con sede en la École Polytechnique Federale de Lausanne) estableció

Abstract

The largest aircraft making companies, among them Boeing and Airbus, and International Air Transport Association (IATA), decided to take double role: to contribute on greenhouse gas emissions effect decrease and to ensure economic fuel availability. In order to add to jet fuel an increasing mixture of biofuel, a plan was developed. In Mexico this plan was set under “Flight Plan Towards Sustainable Biofuels” agenda, convoked by ASA between June 2010 and March 2011. When compared to jet fuel, jet biofuel must reduce greenhouse gas emission in more than 50% during its life cycle. It is also expected that when time elapses, thanks to technology, jet biofuel cost will be cut down, while petroleum will rise due its scarcity (Herrera and Morgan, 2010; García, 2010). In this way, at global level these companies had established that for year 2015 it must add 1% of jet biofuel to jet fuel, for 2017; 10%, for 2020; 15%, and so on up to 50% as minimum to replace source of aircraft fuel for year 2050. Mexico shares 2% of aircraft fuel sales at worldwide level. This means a starting 40 millions liters demand of jet biofuel for year 2015 and around 700 millions liters for year 2020. The body in charge of promoting worldwide aircraft biofuel (Roundtable For Sustainable Biofuels - RSB, headquartered in École Polytechnique Federale from Lausanne) established 12 principles to fulfill in

* Recibido: abril de 2011
Aceptado: marzo de 2012

12 principios que deben cumplirse para ser aceptados como proveedores de aceites para bioturbosina. Estos tienen que ver con sustentabilidad ecológica y equidad social. En la ponencia se analizan las condiciones de México para responder a esta primera demanda real de biocombustibles, así como sus probables efectos.

Introducción

La inquietud mundial por combustibles en 2011, está muy fundamentada. Las reservas probadas de petróleo van a la baja y esto se combina con los problemas políticos y sociales en Medio Oriente y un invierno 2010-2011 excepcionalmente frío en el Hemisferio Norte. Todo esto está dando como resultado un alza en los precios del petróleo, que llegó a US\$ 108.00 por barril de Brent.

Hay muchas fuentes de energía alternativas, pero que, por el momento, resultan más caras, o difíciles de manejar y riesgosas, o que requieren cambios en el tipo de motores hoy en uso. Por eso, las miradas se han volcado a los biocombustibles etanol, biodiesel y bioturbosina -el 11 de julio de 2011, la ASTM international, anteriormente conocida como la Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM), que es un líder reconocido a nivel mundial en el desarrollo y la entrega de las normas internacionales de consenso voluntario, aprobó la mezcla de hasta 50% de bioturbosina en motores de aviones comerciales y militares. Por supuesto, los biocombustibles, sobre todo los agrocombustibles de primera generación, compiten y competirán por suelo y otros recursos productivos con la producción de alimentos.

A nivel mundial hay escasez de biocombustibles. Salvo Brasil, que lleva más de 40 años trabajando en la producción de combustibles renovables, para la gran mayoría de países el ordenamiento de la Unión Europea (UE) con respecto a que a partir de 2015 no podrán aterrizar aviones en cuyo combustible no vaya una mezcla de biocombustible (bioturbosina en México) so pena de pagar altísimas multas, y que los países que no puedan surtir mezcla con bioturbosina quedarán fuera de ruta, representa una situación muy delicada, puesto que no hay oferta en el mercado mundial.

Así, representantes de diversas compañías transnacionales han llegado al país en búsqueda de materia prima para el combustible, sondeando diversas opciones. México resulta atractivo por la extensión de su territorio, su clima y

order to be accepted as jet biofuel oils supplier. These are related to ecological sustainability and social equity. The conditions Mexico can offer to face this first real biofuels demand as well as their likely effects are analyzed in the agenda.

Introduction

In 2011 the global concern about fuels is seriously founded. Proven petroleum reserves are under negative growth and this is combined with political and social issues in the Middle East region and an exceptionally cold 2010-2011 winter in the Northern hemisphere. All these factors together give as result increasing petroleum price, which rose towards US\$ 108.00 a barrel for Brent crude.

There are many alternative sources of energy, but nowadays they are more expensive or harder to process and dangerous, or they require changes in the type of engines currently used. This is why all efforts have been focused on biofuels like ethanol, biodiesel and jet biofuel—on July 11th, 2011, ASTM International, previously known as the American Society for Testing and Materials (ASTM), which is a worldwide known leader that develops and publishes voluntary consensus international standards, approved mixture of up to 50% jet biofuel in commercial and military aircraft engines. Of course, biofuels, specially the first generation agricultural fuels, will compete with food crops by land and other productive resources.

At world level there is scarcity of biofuels. The EU regulation in the sense that starting from 2015 airplanes whose fuel is not a mixture of biofuel (jet biofuel in Mexico) are not allowed to land, unless paying extremely high fees, and that countries which can not supply fuel mixture with jet biofuel will be out of route, for almost any countries, due there is no offer in global market, it represents a very complex scenario, except for Brazil which has more than 40 years working in renewable fuels production.

Thus, representatives of several transnational companies had been in the country searching fuel raw material, assessing different options. Mexico is very attractive due its size, weather and large young population, all of them being milestones for biomass production or oils needed for biodiesel and jet biofuel production.

porque tiene una amplia población joven, elementos todos necesarios para la producción de la biomasa o los aceites necesarios para el biodiesel y la bioturbosina.

Aunque en otros países existen varios cultivos no comestibles productores de aceite, entre ellos jatropha (*Jatropha curcas*), higuera (*Ricinus communis*), camelina (*Camelina sativa*) y salicornia (*Salicornia acetaria*), en México sólo se está trabajando en *Jatropha* e higuera. Recientemente han adquirido especial relevancia las microalgas productoras de aceite

México consume más de 3 200 millones de litros anuales de combustible de aviación, que se distribuyen en 62 aeropuertos, de los cuales, 75% se concentra tan sólo en 6 (ASA, 2010). En México, la dependencia directamente encargada de surtir el combustible aéreo es Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), organismo descentralizado del Gobierno Federal. ASA ha convocado a un grupo amplio y plural de investigadores, académicos, funcionarios, inversionistas, productores y políticos, a verter información, a conocer más sobre el tema, a opinar y a discutir sobre el gran reto que la demanda internacional presenta para el país. Así, ASA organizó talleres especializados entre los meses de junio de 2010 y marzo de 2011, cuyas ponencias han sido fuente principal para este trabajo. De los talleres de ASA, denominados Plan de Vuelo Hacia los Biocombustibles Sustentables, se espera que salga un documento amplio y comprehensivo que sirva para presentar a los diversos actores que deben intervenir en el proceso y les proporcione una panorámica que precise el papel que deben jugar y los resultados esperables.

La mesa redonda para combustibles sustentables

Con la finalidad de que la era de los biocombustibles, al menos para la aviación, no sea el inicio de una etapa de mayores problemas para la Tierra y para los seres humanos, que no utilice terrenos aptos para la producción de alimentos y compita con ellos, que no genere ni de lejos tantas emisiones como las actuales -en 2008 la industria de la aviación comercial generó 677 millones de toneladas de bióxido de carbono (CO₂) ASA, 2011- que promueva el uso de terrenos actualmente en desuso y que apoye con ello el desarrollo rural y social de los pobres del campo, se estableció la mesa redonda para biocombustibles sustentables (Roundtable on Sustainable Biofuels, RSB).

La RSB es el estándar de certificación global y multi-actor para biocombustibles sustentables que quieran acceder a mercados regulados, aplicable a todo tipo de biocombustible

Although in other countries there are non-edible oils producing crops, among them Barbados nut (*Jatropha curcas*), castor oil plant (*Ricinus communis*), camelina (*Camelina sativa*) and glasswort (*Salicornia acetaria*), in Mexico only Barbados nut and castor oil plant are used. Farming of oil producing microalgae has recently achieved great importance.

Mexico's yearly aircraft fuel consumption is more than 3.2 billion liters, which are distributed in 62 airports, from which 75% are concentrated only in 6 (ASA, 2010). In Mexico, the body responsible for supplying airplane fuel is Aeropuertos y Servicios Auxiliares (ASA), Mexico's federal airport operator. ASA has convoked a wide and plural group of researchers, college members, officers, investors, producers and politicians to contribute with information, to know about this matter, to argue and discuss about the challenge that international demand represents for Mexico. Between June 2010 and March 2011, ASA arranged an agenda whose presentations have been the main source for this work. The aim of this agenda, known as Flight Plan Towards Sustainable Biofuels, is to get a broad and comprehensive document used to show to different stakeholders that must participate in the process and to provide them an overview about the role they need to play and the expected outcome.

Roundtable for sustainable fuels

With the goal that biofuels era, at least for aircraft, does not become the beginning of an era with greater problems for Earth and mankind, that does not take lands already used in food production and compete with them, that does not generate emissions so far as the current ones -in 2008 aircraft industry was responsible for 677 millions tons of carbon dioxide (CO₂) (ASA, 2011)-, that promotes the use of lands currently unused and that supports rural and social development of countrymen, the Roundtable on Sustainable Biofuels (RSB) was established.

RSB is the global certification standard and multiple-stakeholder for sustainable biofuels that need access to standardized markets, and it applies to all kind of biofuel and raw material. It has coverage on whole supply chain. RSB headquarters are located in École Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland.

RSB (Rudolph, 2010) set 12 principles and criteria:

y de materias primas. Tiene cobertura sobre toda la cadena de suministro. La sede de RSB está en la École Polytechnique Federale de Lausanne, Suiza.

La RSB (Rudolph, 2010) estableció 12 principios y criterios:

- Principio 1. Marco legal
- Principio 2. Planeación, monitoreo y mejora continua
- Principio 3. Emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)
- Principio 4. Derechos humanos y laborales
- Principio 5. Desarrollo rural y social
- Principio 6. Seguridad alimentaria local
- Principio 7. Conservación
- Principio 8. Suelo
- Principio 9. Agua
- Principio 10. Aire
- Principio 11. Uso de la tecnología, insumos y manejo de residuos
- Principio 12. Derechos a la tierra

Para tener acceso a los mercados de materias primas para bioturbosina, los oferentes deberán cumplir con todos y cada uno de los 12 criterios, cumplimiento que tiene que ser certificado por un organismo *ad hoc* acreditado para ello. Los análisis de ciclo de vida término creado por los evaluadores ambientales para cuantificar el impacto ambiental de un material o producto desde que se lo extrae de la naturaleza hasta que regresa al ambiente como desecho. En este proceso sistémico se consumen recursos naturales y se emiten desechos (Fuentes, 2010), serán fundamentales en los estudios de certificación.

En México no existen por el momento organismos nacionales con la capacidad legal para otorgar las certificaciones que la RSB exige, pero antes de 2015, fecha en que ASA debe incorporar bioturbosina al combustible aéreo, tiene que haberlos o traer a los certificadores del extranjero. Los oferentes de los aceites u otras materias primas, deberán pagar sus certificaciones.

Los cultivos

Jatropha curcas L. Esta planta, conocida también como piñón mexicano es originaria de Mesoamérica, por lo que en México existe una amplia variabilidad genética. Como cultivo es reciente, aunque hay productores que señalan que la están cultivando desde hace unos cuatro años. Se ha llevado la semilla a otros países, debido a lo cual la India es el principal productor, aunque Mozambique

- Principle 1. Legal framework
- Principle 2. Planning, supervision and continuous improvement
- Principle 3. Greenhouse gas (GHG) emissions effect
- Principle 4. Human rights or labor rights
- Principle 5. Social and rural development
- Principle 6. Local food security
- Principle 7. Conservation
- Principle 8. Soil
- Principle 9. Water
- Principle 10. Air
- Principle 11. Technology use, raw material and waste management
- Principle 12. Land rights

To have access to jet biofuel's raw materials markets, suppliers must fulfill all and every principle, and this needs to be certified by an authorized consultant body. The life cycle impact assessments are performed by environmental consultants in order to measure ambient impacts associated with material or product's life from raw material extraction through disposal again to environment. During this process natural resources are used and waste is generated (Fuentes, 2010), which will be key in the certification studies.

In Mexico currently there is no national consultant body with legal ability to release the certifications that RSB demands, but before 2015, deadline defined by ASA to add jet biofuel to airplane fuel, there must be one or, on the other hand, to bring foreign certification bodies. Oils or other raw materials suppliers must pay their certifications.

Crops

Jatropha curcas L. This plant, known also as purging nut, it has its origin in Mesoamerica, therefore wide genetic varieties exist in Mexico. Although there are producers that state they have been cultivating it since four years, this crop is recently used. Seed had been sent to other countries, becoming India main producer, although Mozambique is also an outstanding producer -Sun Biofuels from Mozambique recently exported jatropha oil shipment to Germany, to be used by Lufthansa in jet biofuel. This airline is currently searching for 400 millions liters of jet biofuel (<http://biofuelsdigest.com/bdigest/2011/07/26>). It is a perennial species with high oil content in seed (from 26.4 to 56.9% in laboratory tests), from which greater

también es muy importante -Sun Biofuels de Mozambique exportó recientemente un embarque de aceite de jatropha a Alemania, para ser utilizada en bioturbosina por Lufthansa. Esta línea aérea está buscando actualmente 400 millones de litros de bioturbosina. (<http://biofuelsdigest.com/bdigest/2011/07/26>)-. Se trata de una especie perenne con altos contenidos de aceite en su semilla (26.4 a 56.9% en pruebas de laboratorio), de la que se esperan altos rendimientos (alrededor de 4 toneladas por hectárea). Hay variedades tóxicas y no tóxicas. En México existen alrededor de 41 variedades. El 76% son endémicas.

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), está desarrollando investigación agronómica: evaluación de genotipos en diferentes ambientes; desarrollo de tecnología de producción (podas, fechas de siembra, fertilización, poscosecha), selección de variedades y selección de tecnologías. La institución ha establecido 2012 como el año en que podrá informar sus resultados (Zamarripa, 2010).

También el INIFAP ha establecido las zonas potenciales para este cultivo. Así, señala que en el país existen un millón 926 748 ha con potencial alto y dos millones 774 182 ha con potencial medio. Esto significa más cuatro millones y medio de hectáreas de regiones aptas para esta plantación. Las condiciones son climas cálidos, no superiores a los 1 500 msnm.

Las plantaciones más extensas están en Chiapas y en Sinaloa, con semillas no tóxicas y tóxicas provenientes en su mayor parte de la India.

ProÁrbol, de la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) asignó presupuesto para plantaciones forestales comerciales con *Jatropha* para los años 2007 a 2010 a los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz y Yucatán para un total de 33 205 hectáreas. De éstas, sólo se establecieron plantaciones en los estados de Chiapas, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca y Yucatán en un total de 3 031 hectáreas, durante el periodo 2008 a 2010. Para 2011-2012, CONAFOR se propone apoyar el establecimiento de 10 000 mil hectáreas de plantaciones de *jatropha*, principalmente en las zonas con mayor potencial, focalizando recursos en los estados de Chiapas, Michoacán, Morelos, Guerrero, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas y Yucatán.

yields are expected (around 4 ton ha⁻¹). There are toxic and non-toxic varieties. Around 41 varieties exist in Mexico, from which 76% are endemic.

The National Research Institute for Agricultural, Forestry and Livestock (INIFAP) is developing agronomic research: assessment of genotypes in different environments; development of production technology (pruning, planting dates, fertilization, post-harvest), varieties selection and technologies selection. 2012 has been set by the Institute like year in which it would inform results (Zamarripa, 2010).

Also INIFAP has set potential zones for this crop. According to its reports there are 1 926 748 ha with high potential and 1 774 182 ha with intermediate potential in Mexico. This means more than 4.5 million ha of suitable soils for this crop. Its conditions are warm weather, with less than 1 500 masl.

Largest plantations are in Chiapas and Sinaloa, with toxic and non toxic seed coming most of them from India.

ProÁrbol, from National Forestry Commission (CONAFOR), allocated budget for commercial forest plantations with *Jatropha* from year 2007 to 2010 in the states of Campeche, Chiapas, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, Morelos, Oaxaca, Quintana Roo, Sinaloa, Tabasco, Tamaulipas, Veracruz and Yucatán for total surface of 33 205 ha. From these, plantations were set only in Chiapas, Guerrero, Michoacán, Morelos, Oaxaca and Yucatán with total surface of 3 031 ha during 2008-2010 period. For 2011-2012 period, CONAFOR proposal is to set 10 000 ha of *jatropha* plantations, mainly in the zones with greater potential, focusing resources in states of Chiapas, Michoacán, Morelos, Guerrero, Oaxaca, Sinaloa, Tamaulipas and Yucatán.

The supports consist in \$7 398 per ha for plantation settling and maintenance during first year, adding an amount between \$438 and \$1 096 for technical assistance and from \$548 to \$876 for plantation insurance covering first two years, depending on surface and risk type (SEMARNAT, 2010).

Castor oil plant (*Ricinus communis* L.). This plant has great adaptation in Mexico's territory, but it has never been used in large portions of land. It is a yearly plant, with 4 to 5 months cycle, but can produce during two or three years, like

Los apoyos consisten en \$7 398 por hectárea para establecimiento y mantenimiento de la plantación durante el primer año, más una suma entre \$438 y \$1 096 para asistencia técnica y desde \$548 hasta \$876 por concepto de seguro de la plantación para los dos primeros años, dependiendo de la superficie y el tipo de riesgo (SEMARNAT, 2010).

Higuerilla (*Ricinus communis* L.). Esta planta tiene una gran adaptación en todo el territorio mexicano, pero hasta ahora nunca se había cultivado en grandes extensiones. Se trata de una planta anual, que tiene un ciclo vegetativo de 4 a 5 meses, pero que puede llegar a producir por dos o tres años, como un cultivo semiperenne. La higuerilla, de la que se extrae el aceite de ricino o aceite castor, se ha utilizado desde hace muchos años como planta medicinal, principalmente para problemas digestivos, pero también para la gripe, infecciones y golpes externos.

La higuerilla se cultiva comercialmente en más de 30 países. Tiene frutos semiespinosos que pueden ser dehiscentes -que se abren espontáneamente al madurar- o indehiscentes, lo que tiene mucha importancia para la cosecha. En América, Brasil, Colombia y Costa Rica tienen la delantera en su cultivo. Como cultivo anual, puede ser parte de un esquema de rotación de cultivos. Existen variedades enanas susceptibles de mecanizar.

El INIFAP ha estimado que en México existen 6.3 millones de hectáreas con “potencial productivo medio en áreas de temporal”. Requiere suelos con pH neutro, porque no tolera la salinidad. Prospera bien hasta los 1 800 msnm. Su producción en el país es muy reciente, por lo que no se conoce con exactitud el rendimiento medio por hectárea. En la India, éstos varían de 1.3 a 3.6 toneladas por hectárea y en Brasil de 1 a 4 toneladas por hectárea de semilla (Cárdenas, 2010). Sus rendimientos en aceite varían de 45 a 50%.

Palma africana (*Elaeis guineensis*). Esta plantación es originaria de África Oriental y actualmente se cultiva en numerosos países de Asia, África y América Latina. Entre todos sobresale Malasia donde se produce 50% de toda la cosecha mundial, con palmas modificadas genéticamente y bajo el control de la transnacional Unilever. Entre sus requerimientos están una humedad relativa de 75% (1 800 a 2 200 mm anuales bien distribuidos) y altas temperaturas.

a semi-perennial crop. The castor oil plant, from which castor oil is extracted, by many years has been used as medicinal plant, mainly for digestive problems, but also to treat cold, infections and external contusions.

Castor oil plant is commercially cultivated in more than 30 countries. It has semi-thorny fruits which can be dehiscent -that spontaneously open at maturity- or indehiscent, which is very important for the crop. Brazil, Colombia and Costa Rica are the main producers in America. Just like other annual crops, it can be used in rotation scheme. There are dwarf varieties susceptible to mechanize.

According to INIFAP, Mexico has an estimate of 6.3 millions ha with “intermediate productive potential in rainfall zones”. Due salinity affects this plant, it requires soils with neutral pH. Its conditions are less than 1 800 masl. Its yield per hectare is not known with certainty due its harvest is very recent in Mexico. In India, yield ranges from 1.3 to 3.6 tons ha⁻¹; and from 1 to 4 tons ha⁻¹ in Brazil. Oil yield varies from 45 to 50%.

Oil Palm (*Elaeis guineensis*). This plant is from West Africa and actually is harvested in many countries from Asia, Africa and Latin America. The most important is Malaysia with 50% of worldwide share, with genetically modified palms and under control of transnational company Unilever. It requires 75% of relative humidity (from 1 800 to 2 200 mm per year evenly distributed) and high temperatures.

Due crop characteristics and deforestation, soil is exposed to sunlight and rain, which leads to its erosion, compression and impoverishment. Palm cultivation contributes to climatic change due deforestation and therefore to global warm, causing lack of rain (Hidalgo, 2002).

It is estimated that in Nicaragua is economically viable for 25 years. Average oil yield is between 3.5 and 3.8 ton ha⁻¹ per year for oil, but only if technological conditions and producer's capacity are improved, yield can rise up to 5.5 or 6 tons ha⁻¹ of crude oil per year (Nireblog-Agronomía, 2009).

Oil palm produces edible oil, which contravenes sustainability principles set by RSB. However, in Chiapas, where weather conditions allow it, there are palm plantations in more than 17 756.75 ha of surface, to which there would be added 5 000 ha planted in 2007 under Main Plan for Oil Palm Product System Chiapas 2004-2014 (Castro, 2009).

Debido a las características del cultivo y la deforestación, el suelo queda expuesto a los rayos solares y a las lluvias, lo que conlleva a su erosión, compactación y su empobrecimiento. El cultivo de palma contribuye al cambio climático por la deforestación y con ello al calentamiento global, aunado a ello, se dan otros procesos de deforestación y como consecuencia la falta de lluvias (Hidalgo, 2002).

En Nicaragua sostienen que es económicamente viable por 25 años. El rendimiento de aceite promedio en Nicaragua anda entre 3.5 a 3.8 toneladas por hectáreas por año de aceite, pero mejorando las condiciones tecnológicas y la capacidad de los productores el rendimiento puede elevarse a 5.5 a 6 toneladas de aceite crudo por hectárea al año (Nireblog-Agronomía, 2009).

La palma africana o palma aceitera produce aceite comestible, por lo que quedaría fuera de los principios de sustentabilidad establecidos por la RSB. Sin embargo, en Chiapas, donde las condiciones climáticas lo permiten, hay plantaciones de palma cuya superficie se calculaba en más de 17 756.75 hectáreas, a las que habría de adicionarle 5 000 hectáreas más plantadas en 2007 Plan Rector del Sistema Producto Palma de Aceite Chiapas 2004-2014 (Castro, 2009).

Agaves. La enorme producción de biomasa susceptible de obtenerse de diversos tipos de agaves en terrenos no aptos para el cultivo, hace de los agaves una opción a considerarse en la producción de bioturbosina. Su producción se estima en 40 a 100 toneladas de materia seca por hectárea por año, con bajos requerimientos de insumos (Vélez, 2010). Esta información, vertida en una ponencia del Plan de Vuelo, requiere verificación técnica más precisa-. No se promueve la biomasa para la producción de biocombustibles de segunda generación. Faltan incentivos para la utilización de la biomasa.

A continuación se presenta un diagrama de flujo proporcionado por una de las empresas que tienen la patente para la refinación de la bioturbosina (UOP de Honeywell), donde se puede observar que tanto los aceites como la biomasa son materias primas para la producción del combustible aéreo, aunque con distintos procesos de elaboración (Figura 1).

Sin embargo, se requiere de un estudio puntual para conocer la disponibilidad de biomasa de agaves, así como para estimar los costos de producción de planta y de plantación en terrenos marginales.

Agave. The huge biomass production which is able to be obtained from several types of agave in soils not suitable for cultivation makes agave an option to consider in jet biofuel production. Its production is estimated between 40 to 100 tons of dry matter per hectare by year, with low requirements of supplies (Vélez, 2010). This information, from a presentation during Flight Plan agenda, requires precise technical verification. Biomass for second generation biofuels is not promoted. There is lack of incentives for biomass usage.

Bellow is flow diagram provided by Honeywell's UOP, which holds jet biofuel refining patent. It can be seen that as well oils as biomass are raw material for jet fuel production, but with different manufacturing processes.

However, deeper study is required to know availability of agave biomass, and for estimating plant production costs and planting in marginal lands.

Also, jet biofuel production based in agaves is within raw material biomass sources and it represents:

Requirements of research in processing (UOP).

High transportation costs due its large volume.

There are several and supplementary biomass sources: vegetal and urban disposal.

Energy efficiency analysis.

Economical profitability analysis.

Other raw materials for jet biofuel

Algae. Oil producing microalgae are an important source for non-edible oils production. Again they convert Mexico in a country very suitable for its production, due its wide coastal surface with warm weather throughout year and high sun radiation.

Bellow there is a list with some advantages of algae, in particular if CO₂ is added for commercial production:

High photosynthetic efficiency.

2nd Generation Renewable Jet Fuel from Oils and Biomass

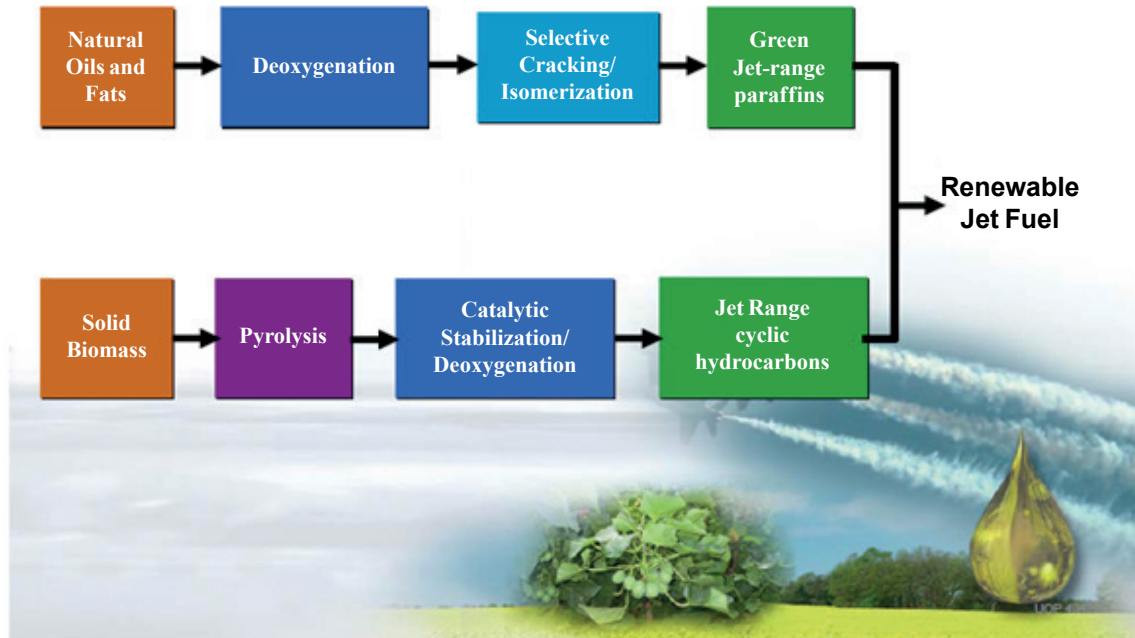


Figura 1. Segunda generación de combustible para aviones a partir de aceite renovable y la biomasa.
Figure 1. 2th generation renewable jet fuel from oils and biomass.

Además, la producción de bioturbosina con base en agaves se inscribe dentro de las fuentes de biomasa como materia prima y el trabajo con ella presenta:

Requerimientos de investigación en el procesamiento (UOP).

Altos costos de transporte por su gran volumen.

Hay fuentes diversas y complementarias de biomasa: residuos vegetales y desechos urbanos.

Análisis de eficiencia energética.

Análisis de rentabilidad económica.

Otras materias primas para bioturbosina

Algas. Las microalgas productoras de aceite son una fuente muy importante para la producción de aceites no comestibles. Las microalgas nuevamente hacen a México

Higher grow rate than any other source.

High oil productivity.

Little space requirements.

Fixing CO₂.

Can use blackwater.

Disposal is reusable.

Can produce secondary metabolites with pharmaceutical interest.

According to studies from Scientific Research Center of Yucatán (CICY), algae commercial production is not in the near future (Barahona, 2010). However, there are companies with outstanding and apparently highly competitive development.

un país muy adecuado para su producción, debido a su amplia superficie de litorales con clima cálido todo el año y alta radiación solar.

A continuación se enumeran algunas de las ventajas de las algas, sobre todo si se les adiciona CO₂ para una producción comercial:

Alta eficiencia fotosintética.

Mayor tasa de crecimiento que cualquier otra fuente.

Alta productividad de aceite.

Requieren poco espacio.

Fijan CO₂.

Pueden utilizar aguas residuales.

Los residuos son utilizables.

Pueden producir metabolitos secundarios de interés farmacéutico.

De acuerdo a las investigaciones del Centro de Investigaciones Científicas del estado de Yucatán (CICY) al respecto, la producción comercial de algas está lejana (Barahona, 2010). Sin embargo, hay empresas que tienen ya desarrollos muy importantes y al parecer, altamente competitivos.

Grasas, sebos y aceites comestibles usados. Esta es una fuente importante para producción de biodiesel, y eventualmente bioturbosina, en países europeos y en Brasil, en América. Sus materias primas principales son las grasas que se colectan en los rastros y el aceite usado en la elaboración de alimentos por parte de grandes empresas.

Sin embargo, la utilización de esta fuente, para que sea sustentable y no consuma más energía en el proceso de recolección que la que se obtendría, requiere de inicio de:

Contratos con rastros y empresas procesadoras de alimentos.

Infraestructura de recolección en empresas alimentarias y depósitos receptores localizados disponibles para los desechos de la población en general.

Used grease, fats and edible oils. This is an important source of biodiesel production, and eventually for jet biofuel, in European countries and in Brazil, in America. Their main raw materials are greases collected in slaughter houses and oil used for large food manufacturing companies.

However, usage of this source, in order to be sustainable and that not consumes more energy during collection process than it would be, initially requires:

Contracts with slaughter houses and food processing companies.

Collection infrastructure in food companies and receiving containers with available location for general population disposal.

Population education on used edible oils disposal.

As it can be seen, all are potentially feasible options, but many research and development is needed in the country to set them in efficiently production conditions, and there is an option to which Mexican government is already strongly pushing.

Seeds processing to obtain oils and by-products

From our point of view, oils demand for biofuels can only be fulfilled by combination of suppliers and sources of raw materials. This would be a route to revitalize depressed agricultural sectors. However, in order that primary producers get greater extent of supply chain, it seems necessary they hold processing stage of seeds they produce. This requires organization, as later will be discussed, so they can become oil suppliers, not only from oleaginous seeds. Oil extraction from oleaginous seeds is a process that requires several phases, in general terms: cleaning, peeling, slicing and milling, mechanical extraction and solvent extraction. The most usual extraction methods are pressing and centrifuge. Crude oils and paste are the products. They can be used for animal food and even to obtain proteins for human consumption, they normally contain more than 9% in oils. To seize most of this excess, solvent-based degreasing procedure is used, which usually keeps pastes or cakes intact for nutritional use. Hexane is the most used material as solvent.

Educación de la población para el desecho de aceites comestibles usados.

Como se puede observar, todas las opciones son potencialmente factibles, pero falta mucha investigación y desarrollo en el país para ponerlas en condiciones de ser productivas y eficientes, aunque hay una opción a la que ya el gobierno mexicano le está apostando fuertemente.

El procesamiento de las semillas para obtención de aceites y subproductos

Desde nuestro punto de vista, la demanda de aceites para biocombustibles sólo puede ser satisfecha por una combinación de oferentes y fuentes de materias primas. Esto pudiera ser una opción para reactivar sectores agrícolas deprimidos. Sin embargo, para que los productores primarios obtengan una fracción mayor del valor de la cadena, parece necesario que se apropien de una etapa del procesamiento de las semillas que produzcan. Esto requiere de organización, como se discutirá más adelante, para que puedan ser oferentes de aceite, no sólo de semillas oleaginosas. La extracción de aceites de las semillas oleaginosas es un proceso que requiere de varias fases, en términos generales: limpieza, descascarillado, troceado y molido, extracción mecánica y extracción por solventes. Las formas más usuales de extracción son por prensado y por centrifugado. Los productos son aceites crudos y pastas. Estas, que pueden usarse para la alimentación animal e incluso en la obtención de proteínas para consumo humano, contienen normalmente más de 9% de aceites. Para aprovechar parte importante de este excedente, se procede a un procedimiento de desgrasado por solventes, que no suele inutilizar las pastas o tortas para su uso nutricional. El material más utilizado como solvente es el hexano.

El procedimiento no resulta técnicamente muy complicado, pero requiere de estudios precisos en cuanto a localización de las plantas extractoras y tamaño de planta, todo ello sujeto a la superficie de las siembras o plantaciones, a lo compacto de las áreas y al rendimiento de las variedades de los cultivos. También es muy importante considerar las bodegas para guardar las semillas, su conservación hasta la extracción, la infraestructura carretera y el transporte, comercialización y usos alternativos de los aceites, tortas y otros subproductos.

Sin estos estudios que valoren la rentabilidad de los procesos, podrán establecerse plantas extractoras que sólo aumenten la cantidad de elefantes blancos, infraestructura perdida en el campo mexicano.

The procedure is technically quite simple, but requires precise studies as long for extraction plants localization and plant size, all depending on sowing or plantations surface, on soils density and crops varieties yield. Also is very important to consider warehouse to keep seeds, their conservation up to extraction, roadway infrastructure and transport, marketing and alternative use of oils, cakes and other by-products.

Without these studies that assess process profitability, only extraction plants that are useless, lost of infrastructure in Mexican country is obtained.

Legislation

Law for Promotion and Development of Biofuels (Cámara de Diputados, 2008) is released on February 1st, 2008. Becoming public on June 18th, 2009 and on November 13th 2009 rules for granting permissions for production, storing, transport and marketing of biofuels from anhydrous ethanol and biodiesel type are emitted. In the first revision approved on April 2007 it comprised only corn and sugar cane production as biomass sources for ethanol and only mentioned promotion of crops for biodiesel production (García, 2009). To coordinate policies of Federal Government Administration in biofuels matters, the Inter-secretariat Committee for Biofuels Development is created. Body comprised by Energy Secretariat (SE), which plays like head office: Ministry of Agriculture, Livestock, Rural Development, Fisheries and Food (SAGARPA); Environment and Natural Resources Secretariat (SEMARNAT); and Finance and Public Credit Secretariat (SHCP).

According to the law, activities subject to license are production, storing, transport, duct distribution and marketing of ethanol and biodiesel. Complex law about requirements for every license exists, even for non-edible oils that can produce biofuel. Some of these requirements are in such law and other are implicitly in reference to other laws and make difficult to handle production and transformation process of biofuels materials.

OriginOil and Manhattan project

On February 22nd, 2011 appeared in Biodiesel Magazine (www.biodieselmagazine.com) the news about Mexican government, together with Californian company OriginOil, would start pilot project in Ensenada, Baja California, for

La legislación

El 1 de febrero de 2008 se promulga en México la Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos (Cámara de Diputados, 2008). El reglamento se hace público el 18 de junio de 2009 y el 13 de noviembre de 2009 se emiten los lineamientos para el otorgamiento de permisos para la producción, el almacenamiento, el transporte y la comercialización de bioenergéticos del tipo etanol anhidro y biodiesel. En una primera versión aprobada en abril de 2007 básicamente se contemplaba la producción de maíz y caña de azúcar como fuentes de biomasa para etanol y sólo se indicaba la promoción de cultivos para la producción de biodiesel (García, 2009). Para coordinar las políticas de la Administración Pública Federal en materia de bioenergéticos, se crea la Comisión Intersecretarial para el Desarrollo de los Bioenergéticos. Se trata de un órgano colegiado, integrado por las Secretarías de Energía (SE), que lo preside: la Secretaría Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA); Secretaría Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT); y Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP).

De acuerdo al reglamento, son actividades sujetas a permisos la producción, el almacenamiento, el transporte, la distribución por ductos y la comercialización de etanol y biodiesel. Existe toda una normatividad bastante complicada con respecto a los requerimientos para obtener los permisos para cada fase del proceso de producción, manejo y comercialización de algún biocombustible, incluso de los aceites no comestibles que pueden dar origen al biocombustible. Estos requisitos están algunos explícitos en el citado Reglamento y otros implícitos que hacen referencia a otras leyes y que dificultan grandemente los procesos de producción y transformación de materiales para los biocombustibles.

OriginOil y el proyecto Manhattan

El 22 de febrero de 2011 apareció en la revista electrónica Biodiesel Magazine (www.biodieselmagazine.com), la noticia de que el gobierno mexicano, junto con la empresa californiana OriginOil, pondrán en funcionamiento un proyecto piloto en Ensenada, Baja California, para la producción de aceite de algas destinado, en primera instancia, a la producción de bioturbosina. El proyecto de colaboración, llamado Proyecto Manhattan, será financiado por el gobierno mexicano a través de una serie de subvenciones de la SE que serán administradas por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) en un plan multianual. Estas declaraciones las hizo Riggs Eckelberry, ejecutivo principal de OriginOil.

production of algae oil used for jet biofuel production, in first term. The collaboration project, known as Manhattan Project, will be funded by Mexican government through several subventions from SE that will be managed by National Council of Science and Technology (CONACYT) in multiple-years plan. These statements were made by Riggs Eckelberry, OriginOil's CEO.

He also stated that the project has three phases for this year; therefore he would be working in location ("alpha site" in Baja California) for the second quarter of year and for the end of the third phase would be producing two hectares, one with algae ponds and the other one with photobioreactor. This project will be repeated in a second phase where 1 000 ha of coastal line will be used for algae production, also at "seed" level. Genesis companies (Genesis Ventures) and their partners, who participate in the project, are willing to invest in development at large scale of "beta sites" in Mexico.

Based on a previous project set in Sonora and on the results obtained by OriginOil in Karratha, Australia, it is planned that 1 hectare produces 74 kilograms of lipid per day.

According to Dr. José Sánchez Piña, Vicepresident of Production and Growing Systems of OriginOil Inc., to obtain jet biofuel required in Mexico for year 2020, an industrial production can be achieved "with 22 950 ha of open sky bonds with an initial investment of 1 606 million dollars or construction of 11 475 ha of photobioreactors with an initial investment of 1 893 million dollars. Also, 1 530 ha of bonds can be used together with heterotrophic reactors sets with capacity to process 1 683 millions of liters per day, which would initially cost 872 millions dollars. Operation costs about \$40 000 dollars per hectare per year need to be added -including production, harvest, oil extraction and processing to jet biofuel-, independently of used technology" (Sánchez, 2011). In this work, the author shows a map from Mexico where around 60% of total surface is suitable for oil algae production, in coastal lines at open bonds and in non-coastal regions by advanced automated photobioreactors.

Recommendations and conclusions

Facing scarcity of fuels, recently worsen by Japan earthquake which made clear weakness and risk of using nuclear energy, it is more evident than ever that biofuels will be a need in the short term, not only to produce aircraft fuels.

También señaló que el proyecto contempla tres fases para este año, por lo que se espera ya estar trabajando en terreno (sitio Alfa en Baja California) para el segundo trimestre del año y que para el final de la tercera fase van a estar en producción dos hectáreas, una con estanques de algas y la segunda con un fotobiorreactor. Este proyecto se replicará en una segunda fase donde se ocuparán 1 000 hectáreas de costa para la producción de algas, también a escala “semilla”. Las empresas Génesis (Genesis Ventures) y sus socios, parte del proyecto, están dispuestas a invertir para desarrollar en México “sitios Beta” de gran escala.

Con base en un proyecto que ya se había establecido en Sonora y en los resultados obtenidos por OriginOil en Karratha, Australia, se plantea que una hectárea de algas puede producir 74 kilos de lípidos al día.

De acuerdo al Dr. José Sánchez Piña, Vicepresidente de Sistemas de Producción y Crecimiento de OriginOil Inc., para conseguir la bioturbosina requerida en México para 2020, se puede lograr la producción industrial “con 22 950 hectáreas de estanques a cielo abierto con una inversión inicial de 1 606 millones de dólares o la construcción de 11 475 hectáreas de fotobiorreactores con una inversión inicial de 1 893 millones de dólares. También, se pueden usar 1 530 hectáreas de estanques aunadas a baterías de reactores heterotróficos con capacidad para procesar 1 683 millones de litros diarios, lo cual costaría 872 millones de dólares inicialmente

A esto hay que agregar gastos de operación de \$40 000 dólares por Hectárea anualmente -incluye producción, cosecha, extracción de aceite y procesamiento en bioturbosina, independientemente de la tecnología usada” (Sánchez, 2011). En el trabajo citado, el autor presenta un mapa de la república mexicana donde se muestra que aproximadamente 60% de la superficie total nacional es apta para la producción de aceite de algas, en las líneas costeras en estanques a cielo abierto, y en las regiones no costeras mediante la instalación de fotobiorreactores automatizados avanzados.

Recomendaciones y conclusiones

Ante la escasez de combustibles, agudizada muy recientemente por el terremoto de Japón que dejó en evidencia las debilidades y riesgos del uso de la energía nuclear, se hace más evidente que nunca que los biocombustibles serán una necesidad en el corto plazo, no sólo para elaborar combustibles aéreos.

This creates a window of opportunities for countries like Mexico, with large land surface, suitable weather as well for production of oil-based raw materials for jet biofuels, as for ethanol production and with large young population that due lack of jobs in their hometowns, they are forced to emigrate within Mexico and abroad.

For the time being, first true market arises and will demand virtually all non-edible oil that could be produced. Mexico imports near 95% of oleaginous seeds that process (López, 2008) and with actual added demand already mentioned, there will be possibilities of sale and use oleaginous seed that can be harvested. Of course, the goal is not to use lands already for agricultural use, then competing with food production, but to use lands with hydric deficit and low quality superficial soils would be a good alternative for crops like jatropha and castor oil, which have very low requirements and high rusticity.

Jatropha is a plantation that can last up to 30 years, then it is important to carefully choose land where it would be set, but castor oil is a yearly crop that can be introduced in rotation cycle of low demanding requirement crops in marginal lands, without competing with other traditional crops either causing ecological issues like monoculture (Sepúlveda, 2011).

In 2011, thanks to their production costs even fossil fuels prices, like jet fuel, are lower than their biological equivalent fuels, like jet biofuel. Therefore, in the forecast and business plans for new production, it is important to consider all co-products and by-products that could emerge during their processing, because if producers considers only oils sale, profitability would be negative.

Also alternative markets are an option to consider, like pharmaceutical industry, specially for castor oil plant (castor oil and secondary metabolites), tanneries and, specially, the possibility of processing at low scale to transform it in biodiesel, by means of transesterification process giving glycerin as by-product. Other option is to seek supplement crops with animal breeding, since cakes left after oil extraction process have high protein content, which is the most expensive and indispensable component in livestock diets. The husk can also be used to add organic matter to soils.

Other outstanding issue is to evaluate available roadway infrastructure, as well local roads in field as highways to move grains to distribution centers for extraction facility

Esto abre una ventana de oportunidad a países como México, con un amplio territorio, un clima adecuado para la producción tanto de materias primas para biocombustibles basados en aceites, como para la producción de etanol y con abundante población joven que, por falta de oportunidades de empleo en sus lugares de origen, se ven obligados a emigrar, dentro y fuera del país.

Por lo pronto, se abre un primer mercado cierto que demandará prácticamente todo el aceite no comestible que pueda producirse. México importa cerca de 95% de las semillas oleaginosas que procesa (López, 2008) y con la demanda agregada actual ya referida, habrá todas las posibilidades de venta y utilización de las semillas oleaginosas que se puedan cultivar. Por supuesto, no se trata de utilizar superficies que tengan vocación agrícola pues así si se competiría con la producción de alimentos, pero utilizar terrenos con deficiencia de agua y con suelos someros de poca calidad, puede ser una opción muy favorable para cultivos como la *Jatropha* y la higuera, que tienen requerimientos muy escasos y alta rusticidad.

La *Jatropha* es una plantación que puede durar hasta 30 años, por lo que es importante seleccionar con mucho cuidado el terreno donde se establecería, pero la higuera es un cultivo anual que puede perfectamente entrar en un ciclo de rotación de cultivos poco exigentes en terrenos marginales, sin competir así con otros cultivos tradicionales ni provocar problemas ecológicos como monocultivo (Sepúlveda, 2011).

Actualmente, en 2011, aún los precios de los combustibles fósiles, como la turbosina, son más bajos que los que se supone que tendrían sus similares biológicos, como la bioturbosina, atendiendo a sus costos de producción. Por lo tanto, en las proyecciones y planes de negocio para las nuevas producciones, es muy importante considerar todos los coproductos y subproductos que pudieran resultar de los procesos, pues si sólo se piensa en la venta del aceite, los resultados económicos serán probablemente negativos. También es muy relevante considerar mercados alternativos, como la industria farmacéutica, sobre todo en el caso del aceite de higuera (aceite de ricino o aceite castor y metabolitos secundarios), la curtiduría y sobre todo, la posibilidad del procesamiento en pequeño del aceite para transformarlo en biodiesel, a través de un proceso de transesterificación que da glicerina como subproducto. Otra opción muy importante es buscar complementar los cultivos con cría de animales, pues las tortas que quedan después de la extracción del aceite, tienen un elevado contenido en

and from there to target market. Due is already defined by law and rules, as mentioned before, it is indispensable to foresee the transport means and truck features.

This is by obvious reasons an option to revitalize rural sector, in particular for countrymen producers that usually own marginal and currently unused lands, due lack of productive options, lack of technical assistance, infrastructure and incentives to settle crops. Nevertheless, to seize this opportunity is necessary to organize small producers. This must be met, since large surfaces will be needed in order to obtain profitable production when settling down a processing center.

To push this organization, the cooperative figure can be used, but under a scheme that makes no conditions to producers to be linked to the other workers' scheme and that the payment is directly related to the quantity of product they deliver. An option to make efficient the technical assistance is by means of contract agriculture, even if the entity that makes the contract is a rural cooperative, which has oil extracting facility. In this way, facility rules all productive process, taking charge of technical assistance, supply of required raw material on time, attention to emergencies that would arise and recommendations for harvest in timely and properly way.

Other two factors to consider before commit with a new crop project are agronomic research and technical assistance. Although INIFAP is working on agronomic matters, results are slow and actual institute team members find hard to communicate it. If keep waiting until spreading results that would be obtained by the Institute and wait for multiplication of necessary seeds, the chance to make it profitable would vanish for Mexican countrymen and their lands will be rented for this same purpose, but probably by transnational companies, which will pay much less to them and will not allow to overcome misery.

By all these reasons, groups that take this production of new crops as challenge (although castor oil and *Jatropha* are plants that live in wild or greenhouse, they have never been used for commercial purposes) will have to take care of obtaining and testing materials -Colombia, through CORPOICA, developed and recently released castor oil plant variety *Nila Bicentenaria*, with yields between three and four tons per hectare in 12 to 14 months. *Nila B* prospers with mild cold at heights ranking from

proteínas, que es el componente más caro e indispensable en las dietas pecuarias. Las cascarillas también pueden ser usadas para incorporar materia orgánica a los suelos.

Una consideración relevante es valorar la infraestructura carretera con que se cuenta, tanto de “caminos de saca” en campo, como de carreteras para transportar granos al centro de acopio de la planta extractora y de ésta al mercado objetivo. El tipo de medio de transporte, las características de los camiones, es indispensable de conocer y prever, pues como se veía en la parte de regulaciones, todo ello está sujeto a reglamentos y revisiones.

Por supuesto, ésta se considera una opción de reactivación para el campo, sobre todo para los productores de tipo campesino que suelen ser los poseedores de tierras marginales y actualmente ociosas, tanto por falta de opciones productivas, como de asistencia técnica, infraestructura y apoyos para establecer los cultivos. Sin embargo, para aprovechar esta oportunidad es indispensable la organización de los pequeños productores. Es un requisito *sine qua non*, puesto que se necesitarán superficies considerables en producción para que sea rentable establecer un centro de procesamiento.

Una figura que podría utilizarse para esta organización, es la cooperativa, pero bajo un esquema ligero que no condicione a los productores a ligarse a las formas de trabajo de sus compañeros y se les pague estrictamente en relación a la cantidad de producto que entreguen. Una forma de hacer eficiente la asistencia técnica es mediante los mecanismos de la agricultura de contrato, aunque quien contrate sea una cooperativa rural, pero que tenga su planta extractora de aceite. De esta manera, la planta debería ser la estructuradora del proceso productivo total, encargándose de la asistencia técnica, la provisión de los insumos necesarios en los momentos oportunos, la atención de las emergencias que pudieran presentarse y las recomendaciones para la cosecha en el tiempo y forma adecuada.

La investigación agronómica y la asistencia técnica son otros dos factores a considerar antes de comprometerse con un proyecto sobre un cultivo nuevo. Aunque el INIFAP está trabajando sobre los aspectos agronómicos, de acuerdo a lo expresado por el líder, los resultados son lentos y difícilmente comunicables por el equipo institucional encargado actualmente. Si se espera a la divulgación de los resultados que se obtengan por el instituto y a la multiplicación de las semillas necesarias, la oportunidad quedará atrás para los mexicanos(as) y sus tierras serán rentadas para el mismo objetivo, probablemente por transnacionales, cuyos pagos no permitirá a los campesinos salir de la miseria.

1 800 to 2 100 masl (CORPOICA, 2011)- as well as *in situ* experiments together with producers. For sure, the first years of these new crops should not achieve huge economic success, and they would be prepared for this, but they need to be aware that they are opening a new option with great future.

Then crop of non-conventional and non-edible oleaginous oils is a challenge that countrymen and NG organizations must face, like an opportunity to support recovery of unused lands, and probably in middle term, to obtain a good income for countrymen, who actually have as option to emigrate, which is even harder and harder to achieve due ongoing conditions in northeast orchards production (frosts and cereals high cost, which has led to a change in crop patterns) and all issues related to crossing the border towards USA.

On the other hand, is very important being aware of initiatives like Project Manhattan. It is worth to mention that government supports with public resources, even for CONACYT research, to private transnational companies that have well defined processes and, like in this case, even patented process. And is worth to mention not because supporting private companies, it has been done before through CONACYT, but because there is no opportunity for the company to distribute profits, since they employ very few personnel thanks to its high technology. Without any doubt, at the beginning they will work in sectors already environmentally affected, but afterwards, depending on profitability margins, they will move towards suitable lands, “renting complete common lands” –term used by OriginOil representative-, because according to the potential map of Mexico filled with microalgae plants that OriginOil CEO issued, Mexico could become the supplier of algae oil at worldwide level, but through and for large transnational company.

End of the English version



Literatura citada

- ASA. 2010. Consideraciones. En <http://plandevuelo.asa.gob.mx/wb/>.
- ASA. 2011 Biocombustibles de aviación. En <http://plandevuelo.asa.gob.mx/wb/>.

Por lo anteriormente asentado, los grupos que se comprometan en este tipo de producciones nuevas (aunque tanto la higuierilla como la *Jatropha* son plantas que se han dado de manera silvestre o en traspatio, pero no como cultivos comerciales), tendrán que encargarse de conseguir y probar materiales - Colombia, a través de CORPOICA, desarrolló y recientemente liberó la variedad Nila Bicentenario de higuierilla, con rendimientos de entre tres y cuatro toneladas por hectárea en 12 a 14 meses. Nila B prospera con frío moderado en altitudes de 1 800 a 2 100 msnm (CORPOICA, 2011)- así como hacer experimentación *in situ* con los mismos productores. Seguramente los primeros años de estos cultivos nuevos no serán de grandes logros económicos, y hay que estar preparados para ello, pero sí estar conscientes de que están abriendo una nueva posibilidad con mucho futuro.

El cultivo de oleaginosas no convencionales y no comestibles es, entonces, un reto que deberían asumir las organizaciones campesinas y las Organizaciones No Gubernamentales (ONG), como una oportunidad de apoyar la recuperación de tierras ociosas, y probablemente a mediano plazo, conseguir un ingreso decoroso para la gente del campo a la que actualmente sólo le queda el impulso de migrar, impulso cada vez más difícil de hacer realidad por las condiciones en que se está dando la producción de hortalizas en el noroeste (heladas y altos precios de los cereales, lo que ha conducido a un cambio de patrón de cultivos) y las dificultades de todo tipo para traspasar las fronteras hacia el norte.

Por otro lado, es importante estar muy al tanto de iniciativas como el Proyecto Manhattan. Resulta curioso, por decir lo menos, que el gobierno apoye con recursos públicos, incluso para investigación CONACYT, a empresas privadas transnacionales que tienen muy bien definidos y hasta patentados sus procesos, como es este caso. Y, lo curioso no es apoyar a empresas privadas, pues a través de CONACYT se ha hecho siempre, sino en proyectos como este que no se ve por donde pueda realizar distribuciones de sus utilidades, puesto que ocupan muy poco personal por su alta tecnología. Sin duda de inicio comenzarán a trabajar en zonas ya ambientalmente impactadas, pero después, dependiendo de los márgenes de ganancia, avanzarán sobre buenos terrenos, “rentando ejidos completos” -expresión utilizada por el representante de OriginOil-, porque de acuerdo al mapa potencial de México lleno de plantas de microalgas presentado por el directivo de OriginOil, México podría ser el surtidor de aceite de algas para todo el mundo, pero a través y para, un gran consorcio transnacional.

- ASTM. 2011. ASTM aviation fuel standard now specifies bioderived components. En <http://www.astmnewsroom.org/>.
- Barahona, F. 2010. Microalgas para combustibles. Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán (CICY). D. F., México.
- BiofuelsDigest. 2011. Sun biofuels commences shipment of *Jatropha* oil from Mozambique. En <http://biofuelsdigest.com/bdigest/2011/07/26>.
- Cámara de Diputados (CD). 2008. Ley de Promoción y Desarrollo de los Bioenergéticos. Diario Oficial de la Federación, México, D. F.
- Cárdenas, C. 2010. La higuierilla, un cultivo bioenergético. Enerall. En: <http://plandevuelo.asa.gob.mx>.
- Castro, S. G. 2009. Otros mundos. AC/Amigos de la Tierra México.
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). 2011. CORPOICA lanzó primera variedad colombiana de higuierilla para clima frío moderado. En CORPOICA hace grande el agro colombiano. En <http://www.corpoica.org.co/sitioweb/>.
- Fuentes, A. 2010. Ciclo de vida. Red mexicana de bioenergía, A. C., México.
- García, M. P. 2009. Actores en bioenergéticos. Inédito. Doctorado en Ciencias Agrarias, Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Estado de México, México.
- García, M. P. 2010. Biorrefinerías y agricultura. Ensayo predoctoral. Doctorado en Ciencias Agrarias, Departamento de Sociología Rural. Universidad Autónoma Chapingo (UACH). Estado de México.
- Herrera, V. y Morgan, D. 2010. Sustainable aviation fuel. Global Overview. BOEING Commercial Airplane. En <http://plandevuelo.asa.gob.mx/wb/>.
- Hidalgo, D. O. 2002. El cultivo de la Palma Africana en Chiapas. En http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Biodiversidad/.
- López, P. E. 2008. Análisis y perspectivas del mercado mundial de aceites, grasas y proteínas. ANIAME, México. 58:12-21.
- Nireblog-Agronomía, 2009. Guía de manejo de palma africana. En <http://agronomia.nireblog.com/>.
- Rudolph, M. 2010. Round table on sustainable biofuels (RSB). École Polytechnique Federale de Lausanne, Swiss. *In*: <http://plandevuelo.asa.gob.mx>.
- Sánchez, P. J. 2011. Experiencia operativa de producción comercial de microalgas para biocombustibles en México. OriginOil. En: <http://plandevuelo.asa.gob.mx>.

Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT). 2011. Plantaciones forestales comerciales de piñón de aceite (*Jatropha curcas*). Coordinación General de Producción y Productividad. P Gerencia de Desarrollo de Plantaciones Forestales Comerciales. In: <http://plandevuelo.asa.gob.mx>.

Sepúlveda, G. I. 2011. Cultivos bioenergéticos. Síntesis de presentaciones. En <http://plandevuelo.asa.gob.mx>.

Zamarripa, A. 2010. Zonas con mayor potencial de cultivos orientados a la producción de Bioturbosina. En <http://plandevuelo.asa.gob.mx>.

Vélez, A. 2010. Biomasa. Proyecto agaves. En <http://plandevuelo.asa.gob.mx>.