

Adaptación y mitigación del cambio climático con la producción de bioenergéticos en suelos marginales*

Adaptation and mitigation of climate change with bioenergy production on marginal soils

Diego E. Platas Rosado¹, Pedro Zetina Córdoba², Julio Vilaboa Arroniz^{1§} y Remedios Martínez Hernández²

¹Colegio de Postgraduados-Campus Veracruz. Carretera Xalapa-Veracruz, km 88.5. Predio Tepetates. Manlio F. Altamirano. (prof-agroindustrial@uphuatusco.edu.mx).

²Universidad Politécnica de Huatusco. Avenida 1 Núm. 728, Huatusco, Centro, 94100 Huatusco, Veracruz. (dir-pymes@uphuatusco.edu.mx). [§]Autor para correspondencia: juliovilaboa@hotmail.com.

Resumen

El objetivo de esta investigación fue hacer una reflexión, sobre alternativas propuestas para mitigar y adaptarse al cambio climático, mediante la utilización de suelos no aptos (marginales) y aptos (no marginales), para la actividad agrícola que permitan cubrir la creciente demanda de biocombustibles, sin afectar el suministro al consumo humano y animal. Factores como el crecimiento poblacional, cambios en el ciclo de producción agrícola por efectos del cambio climático y la presión ejercida por la búsqueda de fuentes alternas de energía, han ocasionado una crisis mundial con repercusiones a nivel local debido a la globalización, por la disponibilidad de alimentos para consumo humano y animal, lo que ha generado un incremento en los precios. El calentamiento global, originado por los gases de efecto de invernadero, es el disturbio antropogénico más importante sobre los recursos naturales, donde la emisión de CO₂, por el uso de combustibles fósiles es el que más contribuye, por lo que el tema de los biocombustibles ha tomado relevancia por razones ambientales, económicas, así como por la inestabilidad y volatilidad en el precio de los combustibles fósiles, ocasionando un incremento en la demanda de producción agrícola para la generación de energía; sin embargo, la competencia por suelos agrícolas se ha incrementado creando un dilema sobre el uso de suelos marginales y no marginales, para este fin. Aunque se plantea

Abstract

The aim of this study was to reflect on alternatives proposed to mitigate and adapt to climate change, using unfit (marginal) and fit (not marginal) soils, for farming activities that allow to cover the growing demand for biofuels without affecting the supply for human and animal consumption. Factors such as population growth, changes in agricultural production cycle by effects of climate change and the pressure exerted by the search for alternative energy sources, have caused a global crisis with local impact due to globalization, for food availability for human and animal consumption, which has led to an increase in prices. Global warming caused by greenhouse gases, is the most important anthropogenic disturbance on natural resources, where CO₂ emissions by the use of fossil fuels is a major contributor, so the issue of biofuels has taken relevance for environmental and economic reasons, thus by instability and volatility in the price of fossil fuels, causing an increase in demand of agricultural production for power generation; however, competition for agricultural soils has increased creating a dilemma regarding the use of marginal and non-marginal soils, for this purpose. Although it was conceived as a medium-term solution the incorporation of marginal soils to agricultural production to obtain biofuels, but this will be achieved through scientific research and appropriate technologies.

* Recibido: noviembre de 2015
Aceptado: febrero de 2016

como una solución a mediano plazo la incorporación de suelos marginales a la producción agrícola para obtención de biocombustibles, pero esto se logrará con la investigación científica y tecnologías adecuadas.

Palabras clave: bioenergéticos, cambio climático, tipos de suelos.

Introducción

El hombre a través de la agricultura, como actividad preponderante en el desarrollo de las sociedades, ha afrontado la variabilidad del clima adaptando cultivos y en su caso modificando sus procesos productivos para que el daño o el efecto negativo sea el menor posible. Se denomina como cambio climático a la modificación del clima (temperatura, presión atmosférica y precipitaciones, entre otros) con respecto a su historial climático a una escala geográfica determinada; siendo las causales de esta tanto naturales como antropogénicas (Crowley y North 1988; Oreskes, 2004). Pero la intensidad y la velocidad del cambio climático presentan nuevos desafíos sin precedentes, por tanto se requiere de adaptación para evitar, resistir o aprovechar la variabilidad en el clima, la mitigación mediante prácticas agrícolas amigables con el medio ambiente y evitar así la reducción de gases de efecto de invernadero.

Deutsch *et al.* (2008) menciona que el calentamiento global, originado por los gases de efecto de invernadero, es el disturbio antropogénico más importante sobre los recursos naturales, y el impacto negativo sobre las especies varía geográficamente. Las concentraciones atmosféricas de los gases de efecto invernadero (GEI), son dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄) y óxido nitroso (N₂O) (Monteny *et al.*, 2006). La emisión de CO₂ por la quema de combustibles fósiles (petróleo, carbón, gas) es el que más contribuye al efecto de invernadero (Pretty y Conway, 1998).

Se estima que el cambio en los fenómenos meteorológicos así como la presencia de casos extremos, y en épocas atípicas afecte sensiblemente al sector primario desde el punto de vista productivo, y social ya que de no adaptarse y mitigar este fenómeno afectará la producción de alimentos, la cual por sí misma presenta un déficit a nivel mundial; aunado a ello los habitantes de escasos recursos asentados en la zonas rurales serán lo más afectados. Por ejemplo, se estima que el cambio climático incrementará el número

Keywords: bioenergy, climate change, soil types.

Introduction

The man through agriculture as mainly engaged in the development of societies, has faced climate variability adapting crops and where appropriate modifying their production processes, so the damage or negative impact is as small as possible. It is termed as climate change to the modification of weather (temperature, air pressure and rainfall, etc.) with respect to its climate history at a specific geographic scale; being the causes of this both natural and anthropogenic (Crowley and North 1988; Oreskes, 2004). But the intensity and speed of climate change shows unprecedented new challenges, therefore adaptation is required to avoid, resist or take advantage of the variability in climate, the mitigation through friendly agricultural practices with the environment and thus reducing greenhouse gases.

Deutsch *et al.* (2008) mentions that global warming caused by greenhouse gases, is the most important anthropogenic disturbance on natural resources and the negative impact on the species varies geographically. The atmospheric concentrations of greenhouse gases (GHGs) are carbon dioxide (CO₂), methane (CH₄) and nitrous oxide (N₂O) (Monteny *et al.*, 2006). CO₂ emissions from burning fossil fuels (oil, coal, gas) are the largest contributor to greenhouse effect (Pretty and Conway, 1998).

It is estimated that the change in weather events and the presence of extreme cases and atypical seasons will have a great impact on the primary sector from the point of view of production, and social, as if does not adapt or mitigate this phenomenon will affect food production, which already has a deficit worldwide; added to this, the poor inhabitants settled in rural areas will be the most affected. For example, it is estimated that climate change will increase the number of under-nourished people and can reduce crop yields under irrigation and rainfed from 2020s; and experts say that half of agriculture in Latin America is likely to suffer desertification and salinization by 2050. Different agencies have mentioned as an alternative the production of non-fossil fuels and more friendly environmental technologies to mitigate the effects of global warming and greenhouse gases. The objective of this paper was to conduct a reflection on some alternatives that have been proposed to mitigate and adapt to climate change.

de personas sub-nutridas y puede reducir el rendimiento de los cultivos de riego y temporal a partir del decenio de 2020; y expertos señalan que la mitad de la agricultura de América Latina probablemente sufrirá desertificación y salinización en 2050. Diversos organismos han mencionado como alternativa la producción de combustibles no fósiles y tecnologías más amigables con el medio ambiente que permitan mitigar los efectos de calentamiento global y GEI. El objetivo del presente documento, fue realizar una reflexión sobre algunas alternativas que se han propuesto para mitigar y adaptarse al cambio climático.

Uso del suelo marginal y no marginal para la producción de biocombustibles

Desde un punto de vista agronómico, el suelo es la delgada parte superior del manto de rocas en que penetran las raíces de las plantas y donde éstas toman el agua y las demás sustancias necesarias para su existencia, siendo sus principales componentes los compuestos inorgánicos, nutrientes solubles, materia orgánica, agua y gases (Crespo, 2004). El suelo suministra a la vegetación los nutrimentos necesarios para su funcionamiento (De las Salas, 1987) de ahí la importancia de este componente pues de existir un desequilibrio en su temperatura y composición afectará la producción de los alimentos. La clasificación de suelos (Cuadro 1) tiene como fundamento la erosión, pero es de utilidad para establecer una diferenciación entre suelos no marginales (aptos para la agricultura) y marginales (no aptos para la agricultura).

Además que la erosión en uno de los principales procesos de degradación del suelo (De las Salas, 1987; Gandía y Meliá, 1991). La expresión tierras marginales se utiliza para referirse a los espacios abandonados como consecuencia de su escaso valor productivo; es decir, son aquellos suelos (como sinónimo de tierra agrícola) localizados en zonas de precipitaciones débiles e impredecibles, y donde la temperatura y las condiciones de relieve (terrestre) restringen la productividad natural y el establecimiento de sistemas agrícolas (clases V al VIII) (Gandía y Meliá, 1991). Se entenderán como suelos no marginales a los considerados en las clases I, II, III y IV (Gandía y Meliá, 1991).

En la actualidad, el tema de los biocombustibles ha tomado relevancia por razones ambientales (menor emisión de CO₂ al entorno) y económicas (incremento de la demanda de energía a nivel mundial) y productivas como el decremento de los combustibles fósiles tradicionales y la inestabilidad y volatilidad en el precio de los mismos (petróleo y carbón) (SAGARPA, 2006); por lo que se ha generado un aumento en

Using marginal and non-marginal soil for biofuel production

From an agricultural point of view, the soil is thin upper mantle of rocks in which plant roots penetrate and where this take water from, as well as other substances necessary for its existence, being its main components inorganic compound, soluble nutrients, organic matter, water and gases (Crespo, 2004). The ground provides nutrients to the vegetation, necessary for its operation (De las Salas, 1987) hence the importance of this component as if there exist an imbalance in its temperature and composition, will affect food production. Soil classification (Table 1) is founded on erosion, but is useful to draw a distinction between non-marginal soils (suitable for agriculture) and marginal (not suitable for agriculture). In addition that erosion is a major soil degradation processes (De las Salas, 1987; Gandía y Meliá, 1991). The term marginal land is used to refer to abandoned spaces as consequence of their low productive value; that is, are those soils (as synonymous of agricultural land) located in areas with low and unpredictable rainfall, and where temperature and relief conditions (land) restricts natural productivity and the establishment of agricultural systems (classes V to VIII) (Gandía and Meliá, 1991). Non marginal soils shall be understood as those considered in classes I, II, III and IV (Gandía and Meliá, 1991).

Cuadro 1. Clasificación de suelos por tipo de erosión.
Table 1. Soil classification by type of erosion.

Clase	Descripción
Clase I	Excelentes aptitudes para el cultivo Uso 100% agrícola. Uso de métodos ordinarios Suelos profundos, fácil laboreo, planos No presentan encharcamiento Pérdida de fertilidad o formaciones de arcillas (soliflucción)
Clase II	Limitación moderada en el uso Labores adecuadas de fácil aplicación Pendiente suave (erosión moderada) Profundidad mediana Necesidad de drenaje
Clase III	Importantes limitaciones en su cultivo Serios riesgos de deterioro Suelos medianamente buenos Requiere de la rotación de cultivos Riesgo de erosión mayor que 1 y 2; y menor fertilidad Se restringe la elección de cultivos y calendario productivo

Fuente: De las Salas (1987). El suelo como componente del medio. Relación suelo-clima-vegetación.

la demanda de los productos agrícolas para la producción de energía (IICA, 2007). Por ejemplo, las fuentes para la producción de energía en 1980 fueron petróleo (43%), carbón (25%), gas (17%) y biomasa (10.5%), que cubrieron 95% del consumo humano; para el 2004 estas mismas fuentes aportaron el 91% y para el 2030 cubrirán 89% del consumo mundial (López, 2007). El petróleo ha alcanzado precios record tanto a la alza a más 100 USD por barril como a la baja a menos de 43 USD por barril en 2014 (Fernández, 2008).

Los biocombustibles son combustibles líquidos producidos a partir de cultivos agrícolas que se obtienen mediante la industrialización de productos, como el etanol de maíz, trigo, azúcar o la remolacha y el biodiesel de aceite de semillas (Seoánez, 2002; Demibars, 2008). Los biocombustibles se obtienen mediante la industrialización de productos agrícolas tradicionales y no tradicionales como el cártamo (SAGARPA, 2006); la caña de azúcar, los cereales, la remolacha son utilizados para producir bioetanol como sustituto de la gasolina mientras que los aceites vegetales se utilizan para la producción de biodiesel (IICA, 2007), pero la producción de biocombustibles se ha basado principalmente en los cultivos del maíz y caña de azúcar por dos razones: 1). Estos cultivos presentan los mayores rendimientos agrícolas para la producción de etanol (Cunningham, 2007); y 2). El 90% de la producción total de biocombustibles se destina al etanol (IICA, 2007). Por lo que la producción de biocombustibles, principalmente etanol ha generado interés en los países desarrollados con el objetivo de crear una fuente de energía que sea utilizada en el transporte principalmente y que les permita disminuir su dependencia del petróleo extranjero (Cunningham, 2007).

Ventajas del uso de suelo no marginal para la producción de biocombustibles

En la actualidad, la escasez de petróleo y los altos precios del mismo afectan la economía mundial (IICA, 2007; Alessandro, 2006), por lo que existe la necesidad de encontrar fuentes alternas de energía al petróleo, que sean renovables. Los biocombustibles, principalmente maíz y caña de azúcar, se producen en suelos no marginales.

Existen protocolos internacionales como el de Kyoto, que establecen la reducción de emisión de gases de invernadero; y es mediante el uso de biocombustibles como se pretende lograr esta reducción para disminuir el calentamiento global.

Cuadro 1. Clasificación de suelos por tipo de erosión (Continuación).

Table 1. Soil classification by type of erosion (Continuation).

Clase	Descripción
Clase IV	Suelos someros, baja fertilidad Pendientes moderadas Limitado a cultivos herbáceos, deben dedicarse a pastos durante largos periodos Posible cosecha de granos cada sexenio
Clase V	Deben mantener vegetación permanente (pasto o bosque) Pendiente casi horizontal Encharcamiento que no permite cultivos Manejo para evitar pérdidas por encharcamiento Poca erosión por viento o agua
Clase VI	Produce madera o forraje (manejado adecuadamente) Pendientes fuertes Suelos muy someros Pendientes más pronunciadas que IV Sujeta a erosión
Clase VII	Suelos pendientes Erosionados o inundados Accidentados Aprovechamiento de mediano a pobre Si existe la precipitación adecuada puede utilizarse para bosques
Clase VIII	Se emplea para conservación de fauna, esparcimiento, e uso hidrológico

Fuente: De las Salas (1987). El suelo como componente del medio. Relación suelo-clima-vegetación.

Nowadays, the issue of biofuels has taken relevance for environmental reasons (lower CO₂ emissions to the environment) and economic (increase in energy demand worldwide) and productive as the decline of traditional fossil fuels and instability and volatility in their price (oil and coal) (SAGARPA, 2006); so it has generated an increase in demand for agricultural products for energy production (IICA, 2007). For example, sources for energy production in 1980 were oil (43%), coal (25%), gas (17%) and biomass (10.5%) which covered 95% of human consumption; for 2004 the same sources contributed 91% and by 2030 will cover 89% of world consumption (López, 2007). Oil reached record prices both upward to over 100 USD per barrel and downwards to less than 43 USD per barrel in 2014 (Fernández, 2008).

El cambio en las fuentes de energía y la reconversión de la agricultura a la producción de biocombustibles permitirá que los países Latinoamericanos exporten mayor volumen de producción a los países industrializados. Bravo (2001) acorde a estadísticas de la European Commission, menciona que Europa se convertirá en el principal importador de productos agrícolas tanto para el consumo como para la producción de biocombustibles y América Latina será su principal proveedor; ya que la Unión Europea importa 75% de proteína vegetal tanto sólo para la alimentación del ganado (Alessandro, 2006; Bravo, 2001).

EE.UU, principal socio comercial de México importa 61% del petróleo crudo que consume por lo que ha buscado reducir su dependencia al petróleo extranjero mediante la producción de biocombustible (bioetanol) a base del maíz (Pimentel, 2003); pues es el principal productor del grano a nivel mundial (SAGARPA, 2008).

Mayor dinamismo económico en los países con economías emergentes, lo que representa para América Latina, y principalmente México, una oportunidad de negocio. Walter (2005) menciona que para América Latina se han generado grandes megaproyectos para la producción de biocombustibles o para encontrar sostenibilidad en la producción de monocultivos del maíz y caña de azúcar para la producción de biocombustibles.

Desventajas del uso de suelo no marginal para la producción de biocombustibles

Incremento en la escasez de alimentos. En los países industrializados, han comenzado a sustituir el uso de petróleo por biocombustibles lo que ha generado una reconversión de la agricultura (bioetanol principalmente) (Soonet, 2007).

Presión económica y política de las potencias económicas sobre los países con economías emergentes, para el suministro de materias primas tanto para la producción de biocombustibles como para el consumo; lo que generaría un déficit alimentario en los países en vías de desarrollo. Al respecto Soonet (2007) menciona que, los países industrializados han comenzado a sustituir la producción de petróleo por biocombustibles ya sea en sus sistemas agrícolas o mediante la importación de materias primas de países con economías emergentes.

El uso de suelos no marginales destinados para la producción de alimentos será cambiado para la producción de biocombustibles. Por ejemplo, Dakota del Sur, Minnesota

Biofuels are liquid fuels produced from agricultural crops that are obtained by the industrialization of products, such as ethanol from corn, wheat or sugar beet and biodiesel from oil seeds (Seoánez, 2002; Demibars, 2008). Biofuels are obtained by the industrialization of traditional and non-traditional agricultural products such as safflower (SAGARPA, 2006); sugar cane, cereals and beets are used to produce bio-ethanol as a gasoline substitute while vegetable oils are used for biodiesel production (IICA, 2007), but the production of biofuels has been based mainly on corn and sugar cane crops for two reasons: 1). These crops have the highest crop yields for ethanol production (Cunningham, 2007); and 2) 90% of the total production of biofuels are destined for ethanol (IICA, 2007). So biofuels production, mainly ethanol has generated interest in developed countries with the aim of creating an energy source that is used mainly in transport, allowing them to reduce their dependence on foreign oil (Cunningham, 2007).

Advantages of using non marginal soils for the production of biofuels

Currently, oil shortages and high prices of it affect global economy (IICA, 2007; Alessandro, 2006), so there is a need to find alternative energy sources to oil and renewable. Biofuels, mainly corn and sugarcane are produced in non-marginal soils.

There are international protocols like Kyoto, which set the reduction of greenhouse gas emissions; and it is through the use of biofuels as it is intended to achieve this reduction to reduce global warming.

The change in energy sources and the reconversion of agriculture to the production of biofuels will enable Latin American countries to export higher production to industrialized countries. Bravo (2001) according to statistics from the European Commission, says that Europe will become the largest importer of agricultural products for both consumption and production of biofuels and Latin America will be their main supplier; since European Union imports 75% of vegetable protein only to feed livestock (Alessandro, 2006; Bravo, 2001).

US, Mexico's main trading partner imports 61% of crude oil that consumes, so it has sought to reduce its dependence on foreign oil through the production of biofuel (bioethanol) made of corn (Pimentel, 2003); it is the leading producer of grain worldwide (SAGARPA, 2008).

e Iowa, principales productores de maíz en EE.UU, dedican 50% de su producción a la producción de biocombustibles; lo que genera un déficit en suministro de maíz para consumo humano y la ganadería. Otro ejemplo de ello se presenta en la Unión Europea (UE); quién acordó que para 2020 todos los combustibles (utilizados en transporte) deben contar con 10% de origen biocombustible, por lo que tendrán que destinar 72% de la superficie agrícola a la producción de energía (Bravo, 2001).

Los países con economías emergentes no cuentan con el volumen de producción suficiente para destinar la producción al consumo humano y animal y a la vez les permita la producción de biocombustibles o la exportación de los mismos. Según datos de la Secretaría de Agricultura Ganadería Pesca y Alimentación, SAGARPA (2008) en el año 2007, de la disponibilidad total de maíz (producción e importación) que tenía México 56% se destinó para consumo humano, 27% para el sector pecuario, 11.5% para la industria, y 5.3% para otros usos.

El establecimiento de monocultivos, como el maíz y caña de azúcar, tanto para el consumo humano como para la producción de biocombustibles aumentará el número de plagas y enfermedades por la falta de rotación de cultivos (Pimentel, 2003).

Pros del uso de suelo marginal para la producción de biocombustible

Utilización de áreas no utilizadas actualmente en producción agrícola. Por lo que se podrían ocupar los suelos clasificados como IV, V, VI, VII y VIII siempre y cuando se desarrolle la tecnología (variedades y equipo) para tal efecto (De las Salas, 1987).

La producción de cultivos con fines bioenergéticos en suelos marginales presenta factibilidad, ya que no compiten con la producción destinada para el consumo humano en cuanto a disponibilidad de suelo, agua y otros recursos necesarios para la producción (Bravo, 2001).

Incorporar a la producción comercial a productores que destinan su producto al autoconsumo; lo que les generará mayores beneficios económicos.

Utilización de productos no tradicionales (como la remolacha), que permitan la producción de biocombustibles; de tal forma que la producción de cultivos tradicionales sea destinada para el consumo humano y la ganadería

Greater economic dynamism in countries with emerging economies, which represents a business opportunity for Latin America and mainly for Mexico. Walter (2005) mentions that for Latin America have been generated large megaprojects for biofuels production or to find sustainability in the production of monocultures from corn and sugar cane for biofuels production.

Disadvantages of using non marginal soils for biofuel production

Increased food shortages; in industrialized countries, have begun to replace the use of oil for biofuels which has generated a reconversion of agriculture (mainly bioethanol) (Soonet, 2007).

Economic and political pressure from economic powers on countries with emerging economies, for the supply of raw materials for both biofuel production to consumption; which would lead to food shortages in developing countries. In this regard Soonet (2007) mentions that industrialized countries have begun to replace oil production for biofuels either in their farming systems or by importing raw materials from emerging economies.

The use of non-marginal soils intended for food production will be shifted to biofuels production. For example, South Dakota, Minnesota and Iowa, main corn producers in the US, spend 50% of their production to biofuels production; generating a deficit in corn supply for human consumption and livestock. Another example is in the European Union (EU); who agreed that by 2020 all fuels (used in transport) should have 10% of biofuel source, so it will have to allocate 72% of agricultural land to energy production (Bravo, 2001).

Emerging economies do not count with enough production volume to allocate it for human and animal consumption and allowing them at the same time biofuels production or export it. According to the Ministry of Agriculture, Livestock, Fisheries and Food, SAGARPA (2008) in 2007, of the total maize availability (production and imports) that Mexico had, 56% was used for human consumption, 27% for livestock, 11.5% for industry, and 5.3% for other uses.

The establishment of monocultures such as corn and sugarcane, both for human consumption and for biofuels production will increase the number of pests and diseases by lack of crop rotation (Pimentel, 2003).

y el cultivo de los no tradicionales para la producción de biocombustibles; con lo cual, se evitarían problemas de déficit alimentario. Esto bajo la premisa que las características agronómicas de los cultivos no tradicionales sean las adecuadas para su establecimiento, desarrollo y producción en suelos marginales.

Contras del uso del suelo marginal para la producción de biocombustibles

Tanto el maíz como la caña de azúcar requieren de condiciones agroecológicas específicas para su desarrollo y funcionamiento que permitan una producción adecuada para la generación de biocombustibles; pero la mayoría de los suelos marginales carecen de éstas condiciones. Por lo que la relación clima-planta-suelo debe considerarse como un sistema integrado. En el caso específico de la caña de azúcar, Jiménez *et al.* (2004) menciona que las características inadecuadas del suelo crea restricciones en el desarrollo y funcionamiento del cultivo.

Acorde a la clasificación de suelos presentada, los cultivos del maíz y caña de azúcar, como los principales cultivos ocupados para la producción de biocombustibles no se pueden establecer en suelos marginales (clases IV, V, VI, VII y VIII).

Además, de acuerdo a lo planteado por Cunningham (2007), el maíz y caña de azúcar presentan los mayores rendimientos agrícolas para la producción de etanol; pero al no contar con las condiciones agroecológicas adecuadas los rendimientos serán menores a lo esperado e incluso nulos. Aspecto relacionado a la definición de "tierras marginales" (espacios abandonados como consecuencia de su escaso valor productivo).

Bravo (2001) menciona que la incorporación de tierras marginales, para la producción de biocombustibles no es una solución que permita que todos los involucrados obtengan beneficios; toda vez, que en la mayoría de los casos, los suelos marginales se encuentran en posesión de indígenas o productores que destinan la producción al autoconsumo, y la pretensión de sacarlos de este tipo de producción para incorporarlos a la agricultura para la obtención de biocombustibles puede generar perturbaciones en los poseedores de estos suelos.

Además, en la mayoría de los casos se requerirá de paquetes tecnológicos adecuados que permitan el establecimiento desarrollo y producción de cultivos (tradicionales o no tradicionales), para la producción de biocombustibles con

Pros of using marginal soil for biofuel production

The use of areas not currently used for agricultural production. So it could be occupied soils classified as IV, V, VI, VII and VIII as long as it develops technology (varieties and equipment) for such purpose (De las Salas, 1987).

Crop production for bioenergetics purposes on marginal soils is feasible, and do not compete with production intended for human consumption in terms of soil, water availability and other resources needed for production (Bravo, 2001).

Incorporating commercial production to producers, whose products are intended for home consumption, would generate greater economic benefits for them.

Use of non-traditional products (such as beets), that enables biofuels production; so that the production of traditional crops is destined for human consumption and livestock and cultivation of nontraditional for biofuels production; thus, food deficit problems would be avoided; this under the premise that the agronomic characteristics of nontraditional crops are appropriate for their establishment, development and production on marginal soils.

Cons of using marginal soils for biofuel production

Both maize and sugarcane require specific ecological conditions for its development and operation to enable an adequate production for the generation of biofuels; but most marginal soils lack these conditions. So climate-plant-soil relationship should be considered as an integrated system. In the specific case of sugar cane, Jiménez *et al.* (2004) states that inappropriate soil characteristics creates restrictions on crop development and function.

According to soil classification presented, corn and sugar cane crops as the main crops used for biofuels production cannot be established on marginal soils (classes IV, V, VI, VII and VIII).

Furthermore, according to the points made by Cunningham (2007), corn and sugar cane present the highest crop yields for ethanol production; but by not having the right ecological conditions, the yields will be lower than expected or even null. Aspect related to the definition of "marginal lands" (abandoned spaces due to their low productive value).

la finalidad que los rendimientos obtenidos sean suficientes para satisfacer la demanda de materias para la producción de biocombustibles.

¿Producir alimentos o biocombustibles?

El crecimiento poblacional, los cambios climáticos en los ciclos productivos así como la inestabilidad en los mismos debido a los efectos del cambio climático como sequías e inundaciones atípicas y la búsqueda de fuentes alternativas de energía a base de cultivos agrícolas han generado una crisis mundial con repercusiones a nivel local, debido a la globalización, por la disponibilidad de alimentos tanto consumo humano como animal que han generado una alza en los precios (FAO, 2007). Se estima que la población aumentará a 9 billones de personas alcanzando una estabilización en 2040-2050; los alimentos necesarios para enfrentar los requerimientos nutricionales durante la primera mitad del siglo XXI serán aproximadamente igual a la cantidad total de alimentos producidos a todo lo largo de la historia de la humanidad (Capper *et al.*, 2008); estos factores en conjunto, han generado una crisis mundial en la disponibilidad de alimentos, ocasionando un incremento en los precios de los alimentos como el sorgo y maíz (Soonet, 2007; FAO, 2007).

Por su parte, el Banco Mundial (BM), estima que los precios de los granos van a seguir a la alza de manera constante hasta 2015 por lo que recomienda a los países redefinir su política agrícola con la finalidad de garantizar el suministro de granos. Por ejemplo, el precio internacional del maíz en 2006 era de 87.66 USD t⁻¹ para enero del 2008 el precio por tonelada en el mercado internacional llegó a 194.32 USD t⁻¹ siendo el incremento de 121.7%; por su parte en el sorgo, para este mismo periodo, el incremento fue del 83% (de 94.2 a 172.8 USD t⁻¹) (Fernández, 2008); el BM, desde ese lustro, estimaba el incremento de los precios de los granos de manera constante hasta 2015.

Aunado a ello, si para el lustro pasado, EE.UU principal productor y exportador de maíz preveía destinar 30% de su cosecha (más de 12% de la producción mundial de maíz) a la producción de biocombustibles (etanol) (Cunningham, 2007; García, 2008). Para 2050 el suministro de biocombustibles requerirá de 385 millones de hectáreas siendo establecidas las zonas de producción en los países en desarrollo (Demibars, 2008; Walter, 2005). En el caso de México, en 2009 se aprobó la Ley de Promoción y Desarrollo de la Bioenergía (LPDB), que estipula que para la producción de biocombustibles sólo se destinaría el excedente de la producción de maíz; sin embargo, el país

Bravo (2001) menciona que la incorporación de tierras marginales para la producción de biocombustibles no es una solución que permita a todos involucrados obtener beneficios; ya que, en la mayoría de los casos, las tierras marginales están en manos de indígenas o productores que las destinan para el autoconsumo, y el intento de sacarlas de este tipo de producción para incorporarlas a la agricultura para la producción de biocombustibles puede generar perturbaciones en los propietarios de las tierras.

Además, en la mayoría de los casos se requerirá de paquetes tecnológicos para permitir el establecimiento, desarrollo y producción (tradicional o no tradicional) de biocombustibles para que los rendimientos obtenidos sean suficientes para cubrir la demanda de materias para la producción de biocombustibles.

Produce food or biofuels?

El crecimiento poblacional, los cambios climáticos en los ciclos de producción y la inestabilidad en ellos debido a los efectos del cambio climático como sequías e inundaciones atípicas y la búsqueda de fuentes alternativas de energía a base de cultivos agrícolas han generado una crisis mundial con repercusiones a nivel local, debido a la globalización, por la disponibilidad de alimentos tanto consumo humano como animal que han generado una alza en los precios (FAO, 2007). Se estima que la población crecerá hasta 9 billones de personas estabilizándose en 2040-2050; suficiente para cubrir los requerimientos nutricionales durante la primera mitad del siglo XXI serán aproximadamente iguales a la cantidad total de alimentos producidos a lo largo de la historia de la humanidad (Capper *et al.*, 2008); estos factores en conjunto, han generado una crisis mundial en la disponibilidad de alimentos, ocasionando un incremento en los precios de los alimentos como el sorgo y maíz (Soonet, 2007; FAO, 2007).

Por su parte, el Banco Mundial (BM) estima que los precios de los granos seguirán aumentando hasta 2015 por lo que recomienda a los países redefinir su política agrícola con la finalidad de garantizar el suministro de granos. Por ejemplo, el precio internacional del maíz en 2006 era de 87.66 USD t⁻¹ para enero del 2008 el precio por tonelada en el mercado internacional llegó a 194.32 USD t⁻¹ siendo el incremento de 121.7%; por su parte en el sorgo, para este mismo periodo, el incremento fue del 83% (de 94.2 a 172.8 USD t⁻¹) (Fernández, 2008); el BM, desde ese lustro, estimaba el incremento de los precios de los granos de manera constante hasta 2015.

Además, si para el lustro pasado, EE.UU principal productor y exportador de maíz preveía destinar 30% de su cosecha (más de 12% de la producción mundial de maíz) a la producción de biocombustibles (etanol) (Cunningham, 2007; García, 2008). Para 2050 el suministro de biocombustibles requerirá de 385 millones de hectáreas siendo establecidas las zonas de producción en los países en desarrollo (Demibars, 2008; Walter, 2005). En el caso de México, en 2009 se aprobó la Ley de Promoción y Desarrollo de la Bioenergía (LPDB), que estipula que para la producción de biocombustibles sólo se destinaría el excedente de la producción de maíz; sin embargo, el país

no es autosuficiente en este rubro; en el corto plazo para producción de biocombustible (etanol) se tendrían que destinar 700 mil hectáreas y en 20 años un millón 700 mil, lapso en el que aumentará el gasto en importaciones de maíz y caña de azúcar, principalmente García (2008).

Conclusiones

La producción de biocombustibles es una necesidad social imperante actualmente y en el futuro, tanto como estrategia al agotamiento de los hidrocarburos como mitigación del cambio climático a través de la disminución de emisión de CO₂ por los automóviles. Sin embargo, la competencia por suelos agrícolas va en incremento y ese es el reto; una solución a mediano plazo será la incorporación de suelos marginales a la producción de granos y otras materias primas para biocombustibles, pero esto solo se logrará con la investigación científica, diseño y operación de tecnologías adecuadas a estos suelos.

Literatura citada

- Alessandro, J. M. 2006. La producción de biocombustibles. Universidad Nacional de la Plata (UNLP). Argentina. 13 p. Disponible en: <http://www.eco.unne.edu.ar/SanLuis2006/area7b.pdf>.
- Bravo, E. 2001. Agrocombustibles y el fortalecimiento de los agronegocios en América Latina. Red por una América Latina libre de transgénicos. 11 p. Disponible en: <http://www.censat-org/ambientalistas/62/dic/agronegocios.pdf>.
- Capper, J.; Castañeda-Gutiérrez, E. and Cady, R. 2008. Barman D. The environmental impacts of recombinant bovine somatotropin (rbST) use in dairy production. PNAS. 105(28):9668-9673.
- Crespo, V. C. 2004. Mecánica de suelos y cimientos. 5ª edición. México. Editorial Limusa.
- Crowley, T. J. and North, G. R. 1988. Abrupt climate change and extinction events in Earth history. Science. 240(4855):996-1002.
- Cunningham, R. Biocombustibles como alternativas de los combustibles fósiles ¿Solución integral o apenas un paliativo? Petrotécnica 2007:36-55.
- Demibars, A. 2008. Biofuels sources, biofuel policy, biofuel economy and global biofuel projections. Energ Convers Manage. 49: 2106-2116.
- Deutsch, C. A.; Tewksbury, J. J.; Whey, B. R.; Sheldon, K. S.; Ghalambor, K. C.; Haak, C. D. and Martin, R. P. 2008. Impacts of climate warning on terrestrial ectotherms across latitude. Proceedings of the National Academic of Science of the United States of America. 105(18):6668-6672.
- De las Salas, G. 1987. El suelo como componente del medio. Relación suelo-clima-vegetación. In: Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América Latina. 1ª edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura IICA. Costa Rica.

biofuels production (ethanol) (Cunningham, 2007; García, 2008). By 2050 the supply of biofuels will require 385 million hectares being established the production areas in developing countries (Demibars, 2008; Walter, 2005). In the case of Mexico, in 2009 was approved the Law for the Promotion and Development of Bioenergy (LPDB), which stipulates that only corn surplus production will be allocated for biofuels production; however, the country is not self-sufficient in this area; in the short term for biofuels production (ethanol) it would have to spend 700 thousand hectares and in 20 years one million 700 thousand, time in which will increase the expenses on corn and sugar cane imports García (2008).

Conclusions

Biofuel production is a currently prevailing and future social need, both as a strategy to exhaustion of oil as climate change mitigation through the reduction of CO₂ emissions from cars. However, competition for agricultural land is increasing and that is the challenge; a solution in the medium term will be the incorporation of marginal soils to grain production and other raw materials for biofuel, but this will only be achieved through scientific research, design and operation of technologies appropriate for these soils.

End of the English version



- FAO. 2007. Evaluación de la situación de la seguridad alimentaria mundial. 33º periodo de sesiones. Comité de Seguridad Alimentaria Mundial. Italia. 18 p.
- Fernández, 2008. El mercado de los granos forrajeros. Asociación Mexicana de Engordadores de Ganado (AMEG). México. 2008.
- García, H. 2008. Biofuel in Mexico: transition to ethanol used and its social and environmental effects. Research report of Oxfam International. 7 p.
- Gandía, S. y Meliá, J. 1991. La teledetección en el seguimiento de los fenómenos naturales. In Recursos renovables: Agricultura. Edit. J. Meliá y Gandía S. Universidad de Valencia.
- 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.
- Jiménez, A.; Vargas, V.; Wilver, E.; Aguirre, M. y Rodríguez, D. 2004. Aptitud Agroecológica para el cultivo de la caña de azúcar en el sur de Tamaulipas, México. Investigaciones Geográficas. Instituto de Geografía. Universidad Nacional Autónoma de México. México. Boletín 53. 58-74 pp.

- López, A. 2007. La industria de la energía: El nuevo competidor. FIRA. México.
- Monteny, G. J.; Bannik, A, and Chadwick, D. 2006. Greenhouse gas abatement strategies for animal husbandry. *Agric Ecosyst Environ.* 112:163-170.
- Oreskes, N. 2004. Beyond the ivory tower. The scientific consensus on climate change. *Science.* 306(5702):1686.
- Pimentel, D. 2003. Ethanol fuels: energy balance, economics and environmental impacts are negative. *Nat Resour Res.* 12: 127-134.
- Pretty, N. J. and Conway, R. G. 1998. The blue baby syndrome and nitrogen fertilizers: A high risk in the tropics. IIED. Gatekeeper series N° 5. England.
- SAGARPA. 2008. Indicadores Básicos del Sector Agroalimentario y Pesquero. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 39 p.
- SAGARPA-IICA. 2006. Perspectivas de los biocombustibles en la Argentina y Brasil. 1ª edición. Argentina. IICA-SAGPyA.
- Seoáñez, M. 2002. Tratado de la contaminación atmosférica. Ediciones Mundi-Prensa Libros.
- Soonet, F. 2007. ¿Biocombustibles o Alimentos? Un análisis desde la teoría económica. Asociación de Economía Agraria. Instituto de Economía y Finanzas. Facultad de Ciencias Económicas. Universidad Nacional de Córdoba. Argentina. 9 p.
- Walter, P. 2005. La agricultura industrial y transnacionalización en América Latina. ¿La transgénesis de un continente? Serie de textos básicos para la formación ambiental N° 9. 1ª edición. Programa de las Naciones Unidas para el medio ambiente. Red de formación ambiental para América Latina y el Caribe. México. 47 p.