Proyectos industriales agroenergéticos: algunas consideraciones sobre su factibilidad agroambiental

Antonio José López Montes[1]

Introducción

El crecimiento del nivel de vida, lo mismo que el ingreso de nuevos países a estándares del desarrollo, ha incrementado la demanda mundial de energía, producto de un aumento de su gasto en un modelo basado en un consumo del 80% en combustibles fósiles. Las proyecciones del incremento de la demanda energética son realmente preocupantes; sin embargo, aunque se ha generado conocimiento sobre energías renovables, su factibilidad social, técnica y económica no ha sido abordada para aplicabilidad en el corto plazo, lo cual implica permanencia del modelo fósil (Agricultura.org, 2007).

El trópico ha sido considerado como el área del planeta con mayor bio-diversidad; sin embargo, los modelos de producción agropecuaria generalmente ignoran este potencial y se establecen con base en modelos de agro-biodiversidad estrecha. Convencionalmente este fenómeno ha sido documentado en sus causas, efectos y consecuencias sobre el ambiente en general. La necesidad de utilizar otras fuentes de energía en los países desarrollados y en proceso de desarrollo, ha despertado un gran interés en abordar proyectos agroindustriales para generar bio-energía. Esto ha conducido en la mayoría de los casos a abordar el enfoque de plantaciones, fundamentando la factibilidad en aspectos económicos, descuidando el componente biótico y ambiental. El objetivo de este documento es presentar algunas consideraciones sugeridas para el abordaje de dichos proyectos en la región Caribe colombiana.

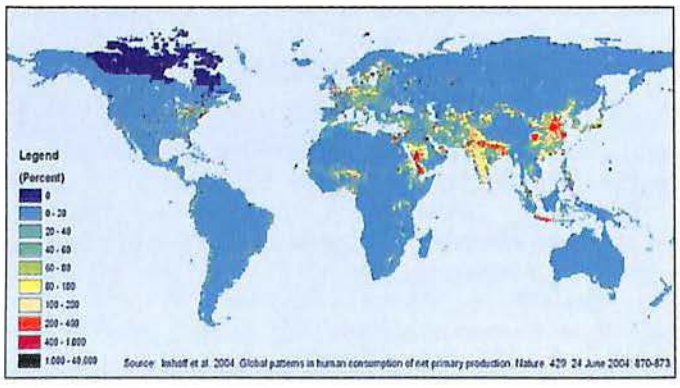
Aspectos ecológicos

Todo agro-ecosistema se caracteriza por un flujo de energía y éste es unidireccional, o sea que no existe recirculación. La energía de los sistemas ecológicos se mide a través de índices tales como la producción primaria bruta, primaria neta y otros. Estos índices también son aplicables a los agro-ecosistemas. Por ejemplo se ha calculado que la producción primaria bruta (PPB) de una parcela de caña de azúcar es de 74 Kcal/m2/día (Odum, 1971), mientras que un agro-ecosistema cuyo subsistema de cultivos estaba compuesto de fríjol, maíz y yuca intercalados resultó con una producción primaria bruta de 60 Kcal/m2/día. La caña sin embargo, requiere alto suministro de agua como riego, fertilización y muchos otros insumos sintéticos. Esto indica que cultivos con menor productividad primaria bruta que la caña podrían integrarse en sistemas de producción basados en cultivos múltiples y así, tener productividad neta igual o superior al monocultivo de caña. Este enfoque basado en la agro-biodiversidad, le confiere ventajas comparativas al trópico y posiciona a sistemas múltiples con posibilidades de competir en áreas donde la caña no es viable desde el punto de vista biofísico, económico como tampoco ecológico. La diversidad contribuye a la competitividad de los sistemas agrícolas debido a que de ésta depende, en gran proporción, de la capacidad de carga del ecosistema y de los agro-ecosistemas.

La apropiación humana de la productividad primaria neta (la cantidad neta de energía solar convertida a materia orgánica en la planta a través de la fotosíntesis) a través del consumo de alimentos, papel, madera, combustibles y fibras, altera la composición de la atmósfera, los índices de biodiversidad, los flujos de energía dentro de la cadena alimenticia y la provisión de importantes servicios del ecosistema. Esto determina la sostenibilidad de la producción de bio-energía y la capacidad de carga de los ecosistemas para producir biomasa y bio-combustibles para exportar (Imhoff, et al., 2004; Imhoff, et al., 2007).

En el mundo solamente dos regiones sobresalen por su vasta capacidad para producir bio-combustibles sin exceder la capacidad de carga de sus ecosistemas, los cuales también deben proveer alimentos, fibras y combustible para suplir las necesidades de poblaciones locales en crecimiento. Estas regiones son América Latina y el Sub-Sahara en África (mapa 1). Zonas con limitado potencial son el sub-continente India, China y el lejano Este, Europa, el Este de Norteamérica y el Oriente Medio. Sin embargo, no sorpresivamente, algunas de estas regiones ya son importadores netos de bio-energía y se espera incremente en el futuro (Imhoff, et al, 2004 and Imhoff, et al, 2007).

Mapa 1. Patrón global de consumo humano de la producción primaria neta de los ecosistemas.



Fuente: Imhoff, et al., (2004).

[1] *I.A., PhD Sistemas de producción y fitomejoramiento participativo. CORPOICA CI Turipaná. ajlopez@corpoica.org.co; ajlmturi@yahoo.co.uk*

Aspectos ambientales

La generación de energía a partir de agro-cultivos energéticos puede ser considerada desde dos enfoques: a) de plantación basada en monocultivo uni-específicos y b) basado en la agro-biodiversidad de arreglos múltiples que es multi-específica.

Foto1. *Sistema de plantación basado en monocultivos uni-específicos.*

En ambos enfoques, la factibilidad agroambiental debería contemplar los posibles cambios en el uso del suelo y la aptitud biofísica de las tierras; esto indudablemente determina la magnitud del cambio tecnológico a adoptar por micro-ambientes en el segundo caso o por ambientes orientados a adaptación amplia (estandarizados) en el primer caso. El enfoque basado en agro-biodiversidad, tiene un efecto menos negativo sobre el ambiente, toda vez que implica aplicar tecnología de acuerdo a condiciones medioambientales locales.

Foto 2. *Sistema basado en la agro-biodiversidad de arreglos multi-específicos.*

Por su parte, el enfoque de plantación determina uso intensivo estandarizado de maquinaria, fertilizantes y otros insumos externos de impacto negativo reconocido sobre el ambiente. Independiente del enfoque de producción de la materia prima, su procesamiento en planta implica la generación de subproductos los cuales son de dos tipos a saber: a) sub-productos verdes del cultivo (follajes, tallos) y b) sub-productos del procesamiento de la materia prima (vinazas, vagazos y otros líquidos contaminantes). Un enfoque unidireccional orientado a producir energía, considera estos como contaminantes; mientras que un enfoque sistémico basado en procesos, permite identificar la potencialidad de estos sub-productos y los puede convertir en co-productos que implican reducción del potencial contaminante y generación de valor agregado que podría mejorar la competitividad del sistema de producción agro-energético.

El cambio climático

Las temperaturas medias de la superficie del globo terrestre han aumentado 0.74 °C ± 0.18°C estimada por una tendencia lineal sobre los últimos 100 años (1906-2005). La tasa de calentamiento sobre los últimos 50 años, es casi el doble a la registrada a través de los últimos 100 años (0.13°C ± 0.03°C vs. 0.07°C ± 0.02°C por década). Por su parte, la precipitación generalmente ha incrementado en el hemisferio Norte en latitudes superiores a 30°N a través del período 1900 a 2005, pero una tendencia decreciente ha predominado en los trópicos desde el año 1970. Entre 10°N y 30°N, la precipitación se ha incrementado marcadamente desde 1900 hasta 1950, pero declina después de 1970 (Trenberth, et al., 2007).

En Latinoamérica tropical el cambio del clima ha representado, en los últimos años, mayor frecuencia de eventos climáticos extremos, por ejemplo, lluvias intensas en Venezuela durante los años 1999 y 2005, inundaciones en las pampas argentinas durante los años 2000 a 2002, granizadas en Bolivia durante el 2002 y en el Gran Buenos Aires durante el 2006, el nunca antes visto huracán Catarina, sobre las aguas del Atlántico Sur y el record de la temporada de huracanes del caribe en el 2005 (Pena, et al., 2007). Además, incrementos de la temperatura de aproximadamente 1°C en las últimas décadas, en Centro y Suramérica han traído como consecuencia la disminución del área glaciar, principalmente en Bolivia, Perú, Colombia y Ecuador (Trenberth, et al., 2007). Las proyecciones para América Latina del IPCC (Trenberth, et al., 2007) indican reducción de la precipitación en algunas zonas y aumentos generalizados de la temperatura ambiente. En el caso colombiano, las tendencias observadas y las proyecciones en el cambio climático presentan aumentos de temperatura en la región Caribe colombiana (Pabón, et al., 2000).

Es reconocido que el uso de agro-energía, podría contribuir entre otros a combatir el cambio climático a través del reemplazo de energía fósil creando un ambiente bajo en carbón (Ceja, 2008). Sin embargo, considerando que el concepto de agro-energía es más que bio-combustibles, es indispensable abordar este paradigma desde varios puntos de vista que permita entender, valorar y aplicar la multifuncionalidad del agro-ecosistema.

Al analizar los efectos que el cambio climático tiene y podría tener sobre la agricultura, se identifica que los proyectos agro-energéticos podrían tener un efecto directo sobre el cambio climático más allá del reemplazo de uno u otro combustible fósil. Por lo tanto, el abordaje de este tipo de proyectos debe considerar como un elemento fundamental de planeación, el

efecto del cambio climático en la zona de interés. Este tipo de análisis determinará si se utiliza un enfoque de plantación uni-especifico o si por el contrario es más apropiado uno basado en agro-ecosistemas complejos multi-específicos.

A este respecto, incrementos de temperatura ambiente según UNEP (2006) influenciarán el rendimiento de los cultivos a través de: a) dar especial atención a zonas óptimas para el crecimiento de los cultivos, b) el cambio de los patrones de precipitación (cantidad y variabilidad) y de evado-transpiración potencial, c) Reduciendo el almacenamiento de humedad de invierno en nieve y áreas glaciares, d) dar especial énfasis a los hábitat de plagas y enfermedades de cultivos, e) afectando el rendimiento de los cultivos a través del efecto de dióxido de carbono y temperatura y f) reduciendo área de tierras para cultivo a través del aumento del nivel del mar y vulnerabilidad a inundaciones.

Para ilustrar la interacción de doble vía entre bio-combustibles como sustituto de combustibles fósiles y cambio climático sobre la producción de bio-combustibles y agro-energía en general, se presenta el ejemplo de la iniciativa colombiana sobre proyectos agroindustriales para producir etanol y almidón a partir de yuca en la microregión Sabanas Colinadas de Sucre y Córdoba.

En esta micro-región CORPOICA (2007) identificó tres zonas de producción de yuca. El análisis mensual de la precipitación, temperatura y evaporación en la zona 1 (zona de mayor área cultivada, y de mayor interés para los proyectos mencionados) durante los periodos 1986-1992 y 1993-2000, indicó que no hubo variación significativa en la tendencia, pero si se registró aumento de temperatura durante todos los meses del año del segundo período, comparado con el primero. Los aumentos variaron entre 0.06 y 0.45 °C, registrándose los mayores aumentos entre julio (0.35 °C) y octubre (0.45 °C). Considerando que en el segundo semestre se completa el período crítico del cultivo (agosto) y se inicia el proceso de llenado de raíces, aumentos excesivos de temperaturas podrían ser limitantes severos de la productividad de dichos cultivos por las siguientes razones:

a) En el cultivo de yuca, existe una marcada interacción entre el genotipo y la temperatura en el rendimiento final de raíces (Irikura, et al., 1979); es decir, el comportamiento de un clon de yuca se afecta con aumentos de temperatura, por lo que se debería tener cuidado en la selección de genotipos cuya base genética proceda de genotipos adaptados a bajas temperaturas; b) la ramificación se incrementa con temperaturas altas hasta un cierto nivel, pero se inhibe con temperaturas muy altas (28C o mas) (Irikura, et al., 1979 y Keating 1981), lo cual reduciría la producción de hojas y por tanto el índice de área foliar y su capacidad fotosintética; c) a estas temperaturas la materia seca se reduce ligeramente debido a una disminución en la fotosíntesis neta causada por una elevada respiración (Keating, 1981); d) temperaturas altas y foto períodos largos, disminuyen la proporción de materia seca que llega a las raíces (Irikura, et al., 1979; Keating 1981) y; e) el crecimiento de la yuca a temperaturas fluctuantes es muy diferente al crecimiento bajo temperaturas constantes (Cock, 1985).

En consecuencia, estudios de adaptabilidad para reducir la vulnerabilidad al cambio climático, además de que no existen en nuestras condiciones, son de carácter urgente como herramienta generadora de conocimiento que permita mejorar y en lo posible lograr óptimos en el proceso de toma de decisiones para el desarrollo de este tipo de proyectos no solo en yuca si no en otros cultivos del país.

Aspectos agronómicos

Las mayores diferencias entre los agro-cultivos energéticos y los cultivos alimentarios convencionales estriban en que los primeros son más tolerantes a condiciones climáticas desfavorables y son menos perecederos. Esta característica es muy atractiva, ya que la vulnerabilidad climática y las pérdidas post-cosecha reducen significativamente los beneficios económicos derivados de las inversiones realizadas por los hogares rurales (IICA, 2007). Este principio es fundamental en la determinación de donde producir cada uno de los agro-cultivos y no entrar en un proceso de sustitución de especies lo cual vulnera la identidad cultural y la seguridad alimentaria.

Agronómicamente, la producción de agro-cultivos energéticos debería considerar los siguientes puntos:

1. Producción primaria neta de la o las especies seleccionadas. Se debe aprovechar la agro-biodiversidad del trópico para combinar especies en sistemas integrados de producción.

2. Eficiencia energética de cada una de las especies. No es posible comparar un agro-ecosistema basado en caña de azúcar en condiciones del Valle del Cauca, con uno de yuca en condiciones del Caribe colombiano. Integrando especies en agro-cultivos energéticos, se podrían obtener sistemas de producción más eficientes energéticamente que el monocultivo uni-específico.

3. Aspectos medioambientales que determinan la productividad de la materia prima fuente de energía. Agro-cultivos amiláceos (yuca, papa, batata, maíz, entre otros), tienen regulaciones medioambientales que pueden diferir de aquellos cuya materia prima sea por ejemplo jugos azucarados, etc.

4. Aspectos medio-ambientales que determinan la productividad de los subproductos. La fertilidad del suelo y el clima podrían determinar el contenido de nutrientes de las vinazas o la calidad energética de un bagazo.

5. Utilizar la demanda de nutrientes por unidad de rendimiento, para determinar la aptitud de las tierras. Ésta debe medirse de acuerdo a la demanda de nutrientes para obtener determinado rendimiento del cultivo en relación con su capacidad extractora de nutrientes del suelo, sin sobrepasar el umbral de degradación.

6. Definir el suplemento de nutrientes con base en la extracción de estos por unidad de productividad. El nivel crítico de los elementos en el suelo, debe ser uno de los criterios centrales en la definición del umbral de sostenibilidad de la fertilidad de las tierras, junto con la demanda de nutrientes por unidad de rendimiento.

7. El manejo agronómico basado en micro-ambientes lo que implica zonificar tierras y germoplasma a utilizar. La respuesta del germoplasma es sitio-especifica. Podrían ser pocas las variedades e híbridos que tienen adaptabilidad y estabilidad amplia.

8. Seleccionar germoplasma basado en comportamientoen micro-ambientes utilizando índices de superioridad combinados con los de estabilidad espacial y temporal. Germoplasma evaluado para agro-energía, debe ser evaluado por su desviación con respecto a los rendimientos máximos de cada micro-ambiente.

Bibliografía

Agricultura.org, (2007) La Agro-energía llama a las puertas del campo Aragonés. (http://www.agricultura.org/noticias/noticias.asp?IdNoticia=12768). Accesada, Septiembre 18 de 2007.

Cock, J.H. (1985) Cassava: Physiological basis. In: Cock, J.H. and Reyes, J.A. Eds. Cassava: Research, Production and Utilization (Cassava Program), CIAT-PNUD. 33-62p.

Conseil europeen des jeunes agriculteurs, CEJA (2008) CEJA Declaration on Agroenergy and Climate Change. Ref: CEJA-N-128-2007-EN. http://www.ceja.org/downloads/S/Seminars/2007/Campania,%20Italy/CEJA-N-128-2007-EN_Declaration_agrofuels_cliamte_change.pdf. Accesado Julio 2 de 2008.

CORPOICA, (2007) Validación del Capítulo Estudio de Mercados del proyecto "Viabilidad del montaje y puesta en marcha de la planta productora de alcohol carburante con base en el procesamiento de la yuca en el departamento de Sucre".134p.

IICA, (2007) Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: i.etanol / IICA. San José: 181 p.

Imhoff, Marc L., Lahouari Bounoua, Taylor Ricketts, Colby Loucks, Robert Harriss, and William T. Lawrence. 2004. Global patterns in human consumption of net primary production. Nature, 429, 24 June 2004: 870-873.

Imhoff, Marc L., and Lahouari Bounoua. 2006. Exploring global patterns of net primary production carbon supply and demand using satellite observations and statistical data. Journal of Geophysical Research, 111, D22S12, doi:10.1029/2006JD007377.

Irikura, Y., J.H. Cock, and K. Kawano. (1979). The physiological basis of genotype temperature interactions in cassava, Field crops Res, 2, 227-239.

Keating, B.A. (1981). Environmental effects on growth and development of cassava (Manihot esculenta Crantz) with special reference to photoperiod and temperature. Ph.D. Thesis, dept of Agric, Univ. of queensland, Australia.

Odum, H.T. (1971) Environment, power and society. Wiley, New York. 1971. 331

Pabón et al. (2000).Cambio climático, tendencias y proyecciones y diferencia entre cambio y variabilidad. U. Nacional.

Trenberth, K.E., P.D. Jones, P. Ambenje, R. Bojariu, D. Easterling, A. Klein Tank, D. Parker, F. Rahimzadeh, J.A. Renwick, M. Rusticucci, B. Soden and P. Zhai, 2007: Observations: Surface and Atmospheric Climate Change. In: Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, K.B. Averyt, M. Tignor and H.L. Miller (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

United Nations Environmental Programme, UNEP (2006). Geoyearbook, an overview of our changing environment. Global environment outlook year book, 2006. 91p.