

LOS AGROCOMBUSTIBLES: ¿SÓLO CANTO DE SIRENAS? ANÁLISIS DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES Y SOCIALES PARA EL CASO COLOMBIANO

Por: Mario Alejandro Pérez-Rincón ¹

1. Introducción

La crisis de abastecimiento de energía fósil y el calentamiento global ponen en el derrotero de las políticas internacionales y nacionales, la promoción de energías alternativas dentro de las que se destacan los agrocombustibles. En el 2003 por ejemplo, la Unión Europea (UE) publicó una directiva² que establecía que para el año 2005 el 2% de toda la energía usada en el sector del transporte, tenía que derivar de biocarburantes. En el 2010, esta debería incrementarse al 5.5%. Para Colombia, esta opción es parte central de la estrategia de política energética y para ello ha adecuado su marco legal abriendo el camino a la producción de combustibles de origen agrícola. La ley 693/2001 estipula que la gasolina colombiana deberá tener el 10% de etanol en 2009 y alcanzar gradualmente una proporción del 25% en los próximos 15 o 20 años. La Ley 788/2002 (de Reforma Tributaria), introduce exenciones de IVA, Impuesto Global y Sobretasa al componente de alcohol de los combustibles oxigenados. La ley 939/2004 estimula la producción de biodiesel hasta en un 5% para este tipo de motores.

El argumento principal que justifica las políticas a favor de los agrocombustibles a nivel mundial, aunque se centra en aspectos ambientales, incluye también aspectos socio-económicos. Dentro de los primeros se resalta el hecho de que no aumentaría la concentración de CO₂ en la atmósfera, ya que el CO₂ que se desprende en la fase de combustión es el que se ha absorbido en la fase de crecimiento de las plantas gracias a la fotosíntesis. Además, el reemplazo de cierta cantidad de combustibles fósiles por el uso de biocarburantes resolvería parte del problema de escasez de fuentes energéticas y de dependencia de las mismas (Russi, 2007). En términos sociales, la Comisaría de Agricultura y Desarrollo Rural de la UE señalaba: “las materias primas para la

¹ Profesor Universidad del Valle, Cali, Colombia. Master y PhD en Ciencias Ambientales de la Universidad Autónoma de Barcelona (España). E-mail: aleperez@univalle.edu.co.

² Council Directive 2003/30/EC del Parlamento Europeo y el Consejo del 8 de Mayo de 2003, *The promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport*.

producción de biocarburantes proporcionan también en potencia una nueva salida para los agricultores europeos, permitiendo ahora convertirse en verdaderos empresarios”.

Argumentos similares son usados por el gobierno colombiano. En la página web del Ministerio de Agricultura, se plantean los siguientes beneficios de producir biocombustibles para el país: i) Proteger las reservas de petróleo colombiano y disminuir la dependencia del uso de combustibles fósiles; ii) Beneficiar el ambiente por el carácter biodegradable de los mismos; y, iii) Desarrollo agrícola a través de la generación de empleos y la diversificación de cultivos, reduciendo además la importación de combustibles con un ahorro anual para el país de 500 millones de dólares (Minagricultura, s.f.).

Todo parece ser solo “canto de sirenas”. Sin embargo, presentar a los agrocombustibles como la “varita mágica” que resuelve todos los problemas puede resultar un discurso peligroso y engañoso. Diferentes estudios realizados a nivel internacional y nacional han señalado los riesgos de esta alternativa (Pimentel y Patzek, 2005; Russi, 2007; ETC Group; HREV-CBC, 2006; HRW-Diócesis de Quibdo, 2004; Pérez, 2007). Estas opciones a pesar de estar basadas en el uso y explotación de recursos naturales de carácter renovable, conllevan también importantes implicaciones ambientales y sociales en varios aspectos: ampliación de la frontera agrícola a costa de importantes áreas boscosas tropicales; incrementó de la demanda de agua y alteración de los regímenes hidrológicos en cuencas con importantes situaciones de estrés hídrico; contaminación del suelo y el agua con el uso exagerado de insumos agroquímicos para aumentar la productividad; impulso a patrones de desarrollo agrícola que además de ser energéticamente ineficientes (bajo balance energético *output/input*) [Cussó *et al*, 2006; Pimentel, 1996], ponen en riesgo la seguridad alimentaria e incrementan la pobreza al presionar al alza los precios de los bienes básicos al generarse un desplazamiento de la producción de alimentos por la producción para biocombustibles.

Por esta razón, tratar de identificar los impactos ambientales y sociales de la producción de agrocombustibles para la economía colombiana, resulta una necesidad imperiosa para evitar entrar en el juego de la insostenibilidad y del costo socio-ecológico. Así, este escrito pretende avanzar en la identificación y evaluación de los impactos ambientales y sociales de la producción

de agrocombustibles para la economía nacional desde la perspectiva de la Economía Ecológica. Una evaluación rigurosa de estos impactos dará elementos para reconsiderar esta estrategia por parte del gobierno nacional o información a los movimientos sociales para que no se dejen encantar con estos “cantos de sirena” y tratar de desmontar los planes a gran escala como una estrategia inadecuada que pretende, como señala Russi (2007), “matar muchos pájaros de un solo tiro: altos precios del petróleo, cambio climático, seguridad energética y contaminación urbana”.

2. ¿Qué son los agrocombustibles?

Los agrocombustibles son cualquier tipo de combustible líquido, sólido o gaseoso, proveniente de la biomasa vegetal. Este término incluye principalmente dos tipos de combustibles: el Bioetanol (o alcohol carburante) y el Biodiesel.

El *bioetanol*, o alcohol carburante se define como compuesto orgánico líquido, de naturaleza diferente a los hidrocarburos derivados de petróleo, gas natural o carbón, que tiene en su molécula un grupo hidroxilo (OH) enlazado a un átomo de carbono. La norma colombiana NTC 5308 define alcohol carburante, como etanol anhidro obtenido a partir de la biomasa, con un contenido de agua inferior a 0.7% en volumen (Minagricultura, s.f.). El bioetanol es obtenido a través de un proceso de fermentación y destilación de plantas ricas en azúcar (caña de azúcar, remolacha), cereales (maíz, cebada) o madera (biocarburantes de segunda generación). Este substituye a la gasolina. Por su parte, el *biodiesel*, es un combustible para motores diesel, que se obtiene con un proceso llamado transesterificación a partir de semillas oleaginosas (palma aceitera, colza, girasol, soya, etc.). Substituye al diesel o el llamado ACPM en Colombia.

La producción de este tipo de combustibles tiene dos grandes ciclos: el ciclo agrícola, el cual corresponde a la siembra, cultivo y cosecha de la planta, y el ciclo industrial o de transformación de la materia prima en etanol o biodiesel. Así, siendo esta una actividad de tipo agroindustrial, los impactos ambientales y sociales de estas opciones energéticas pasan por ambos ciclos de vida. De tal manera, para su evaluación es necesario abordar el uso de las diferentes funciones ambientales y sus respectivos impactos a lo largo de ambos procesos de producción (Gráfico 1).

3. Impactos ambientales y sociales de la producción de agrocombustibles

Cuando se hace referencia a los impactos ambientales, estos pueden definirse como el efecto positivo o negativo de las actividades antrópicas sobre la estructura y funcionamiento no solo de los sistemas naturales sino también de aquellos transformados por la acción humana como por ejemplo un campo de cultivo, un paisaje o una ciudad (Figueroa *et al*, 1998: 56). En el caso del efecto propiamente sobre el medio, este se refiere a cualquier cambio en la dinámica o condiciones del ambiente (ciclo del agua, estructura del suelo, calidad del aire, etc.), independientemente de la valoración social que pueda existir sobre el mismo. Buena parte de los efectos ambientales son fenómenos físicos, químicos y biológicos, que se han producido históricamente como consecuencia de cualquier acción humana significativa sobre el medio aunque nadie tuviera conciencia de su ocurrencia (Folchi, 2004: 4). Con base en estos criterios se puede establecer que a escala local, existen solapados entre sí, tres órdenes de acciones sobre el medio que acarrearán efectos ambientales: las emisiones y descargas de elementos extraños (contaminación), la extracción y uso de recursos y la transformación del paisaje.

Las acciones de la actividad económica afectan lo que se ha denominado en el lenguaje especializado las funciones ambientales de la biosfera. En particular, se puede señalar que la biosfera desempeña tres funciones esenciales: la función abastecedora, que provee recursos naturales (renovables y no renovables) y energía a la sociedad. La función receptora, que permite asimilar los residuos y desechos producidos por la actividad económica. Y la función de los servicios ambientales que posibilita mantener los procesos naturales para conservar el funcionamiento de la biosfera o el soporte de vida y que además ofrece atractivos lúdicos a la sociedad (Hauwermeiren, 1998 y Pearce y Turner, 1995). Cuando una o más de estas funciones ambientales son afectadas aparece un problema ecológico, pues el ambiente deja de cumplir o lo hace parcialmente con su papel ecosistémico, afectando la sostenibilidad del desarrollo.

Guiándonos por esa clasificación, el Cuadro 1 presenta un inventario de los principales impactos ambientales sobre las diferentes funciones de la biosfera relacionados con la producción de agrocombustibles. Igualmente, presenta la unidad de medida que se puede utilizar para valorar

tales impactos. Además, aunque en el campo social, el desarrollo, producción y comercialización de combustibles de origen agrícola puede tener importantes efectos económicos como generación de empleo, ingresos o contribuir a mejorar la balanza comercial de un país, también lleva aparejado impactos socio-económicos negativos que regularmente no son tomados en cuenta, pero que son necesario considerar para un balance más realista de la estrategia. Estos, también son presentados en el Cuadro 1.

4. Evaluacion de impactos

Por razones de espacio y de objetivos, este artículo no pretende ser exhaustivo en la evaluación de los impactos generados por la producción de agrocombustibles en el país (palma aceitera y caña de azúcar), por lo cual se abordarán los que consideramos más significativos. Los impactos ambientales analizados corresponden a: ahorro de energía y de gases efecto invernadero; presión sobre zonas boscosas; usos del agua y del territorio. Dentro de los impactos sociales se analizarán los relacionados con la seguridad alimentaria.

4.1 Impactos ambientales

- **Ahorro de energía y reducción de gases efecto invernadero**

El principal argumento a favor de los agrocombustibles es que contribuirán al ahorro de energía fósil y ayudarán a reducir la concentración de gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera. Para comprobar el primer punto, es necesario hacer el *balance energético neto* estableciendo la relación *output/input* de energía expresada en Joules (o calorías), que permita apreciar cuanta energía se genera (*output*) por cada *input* energético invertido en la producción de un bien a lo largo de su ciclo de vida (ver Gráfico 1).

En la mayor parte de los balances energéticos se ha encontrado que la agricultura moderna ha alterado la naturaleza de esta actividad. La agricultura pasó de apoyarse en un flujo de energía renovable para transformarse en una actividad muy exigente en combustibles fósiles y recursos no renovables. A este respecto, análisis detallados del ciclo de vida (ACV) de la producción de agrocombustibles revelan que el ahorro de energía puede no ser tan alto como se piensa, e incluso puede llegar a ser negativo según algunos autores para algunos tipos de cultivos. Esto puesto que,

la materia prima que se usa en la producción de agrocarburos se obtiene mediante agricultura intensiva, lo cual implica un alto uso de fertilizantes y pesticidas (basados en petróleo) y maquinaria (que son producidas e impulsadas con derivados del petróleo), ya que con métodos agrícolas menos intensivos, la producción sería mucho menor y los requerimientos de tierra y costos serían mucho más altos (Russi, 2007). Este proceso requiere además del uso de combustibles fósiles (carbón y petróleo) tanto durante las fases de producción como en el transporte desde y hacia las plantas de procesamiento.

Sobre el balance energético en los agrocombustibles hay todavía mucha discusión. En estudios realizados sobre el ciclo de vida tanto del bioetanol como del biodiesel por Pimentel y Patzek (2005), se concluye que en la producción de ambos biocarburos, con los métodos de procesamiento actual, se consume más energía de origen fósil de la que proporcionan posteriormente durante su uso. Así, por cada unidad de energía gastada en energía fósil, el retorno es 0,778 de energía de metanol de maíz; 0,688 unidades en etanol de switchgrass; 0,636 unidades de etanol de madera y el peor balance es el biodiesel de soya con 0,534 unidades de biodiesel. Por su parte, Frondel y Peters (2007), en un trabajo basado en diferentes estudios europeos, muestran que aunque hay un ahorro energético en el uso del biodiesel frente al diesel convencional, el primero no es un sustituto perfecto. De hecho, solo 2/3 partes de energía fósil puede ser ahorrada por este proceso de sustitución (idem, pág. 1679). Ello se explica porque el valor calorífico del biodiesel (32.8 MJ/l) es menor en un 10% que el valor calorífico del diesel convencional (35,7 MJ/l) [IEA, 1999]. Como consecuencia, solo 0.921 de diesel convencional es necesario para el mismo rendimiento generado por un litro de biodiesel (idem, pág. 1678).

También, aunque otras investigaciones han arrojado resultados positivos en términos energéticos, estos se disminuyen cuando el contenido de biocombustible es bajo dentro de la mezcla. Un estudio realizado por los Departamentos de Agricultura y de Energía de los EEUU (1998), encontró una eficiencia energética del 95%, cuando se reemplaza completamente el petróleo por el biodiesel. Pero, cuando se le agrega un 20% de biodiesel (B₂₀) al gasoil, el ahorro en el consumo de petróleo es del 19% (idem, pág. v). Además, el mismo estudio considera que los vacíos de información en el balance energético a lo largo del ACV es más la regla que la excepción. Otro estudio realizado por el Centro de Investigaciones Energéticas (CIMAT) del

Ministerio del Medio Ambiente de España (2005), concluye que el uso de etanol derivado de cereales permite ahorrar un 17% de energía primaria si se mezcla a la gasolina un 85% de etanol (B₈₅). El ahorro disminuye a un 0.28% si la mezcla de alcohol se reduce al 5% (B₅) [Idem, pág. 64]. Pero igualmente al estudio norteamericano, el trabajo tiene algunos vacíos de información que pueden afectar los resultados. En particular, el análisis se circunscribe al territorio español, quedan excluidos del análisis el uso de combustibles para la fabricación de maquinaria y no analizan el gasto energético para la recuperación de los suelos. Estos aspectos, subvaloran el consumo energético del bioetanol. Además señalan, que los mismos resultados advierten que el proceso de obtención de los biocombustibles, especialmente en la etapa de producción de la materia prima, puede y debe ser optimizado para mejorar el balance energético.

Por su parte, los datos presentados por el Ministerio de Agricultura de Colombia, Asocaña y Fedepalma, muestran un optimismo energético que requiere “beneficio de inventario” por el propio carácter de los actores. Para la palma aceitera y la caña de azúcar la eficiencia energética es de 6,6 y 8,3 respectivamente, muy por encima del resto de agrocombustibles, sin mostrar las fuentes de investigación en que se basa esta información (Minagricultura, s.f.).

De todas maneras, la gran dispersión de los resultados, las limitaciones de las investigaciones en términos de sus alcances, las etapas del proceso excluidas de los análisis, los límites geográficos usados (excluyendo casi siempre la energía incorporada y los impactos ambientales trasladados a otros países, como también el gasto energético en el transporte), la no inclusión de los efectos producidos en recursos naturales tan importantes para el proceso productivo de los agrocombustibles como el agua (contaminación y uso) y el suelo (pérdida de su calidad por la agricultura intensiva), y las dificultades de obtener datos lo suficientemente sólidos, dejan duda sobre la validez de los resultados de las estimaciones que arrojan un balance positivo de energía asociada a la producción de agrocombustibles.

Por su parte, con respecto a la contaminación y a la producción de gases efecto invernadero (GEI)³, estos biocombustibles aparecen como una opción "verde" global y local para reducir la contaminación atmosférica. Sin embargo, las ventajas en este aspecto son muy modestas cuando

³ Incluyen: Vapor de Agua H₂O; Dióxido de Carbono (CO₂); Metano (CH₄); Óxidos de Nitrógeno (NO_x); Ozono (O₃); Clorofluorocarburos (artificiales).

la mezcla de bioetanol o biodiesel en la gasolina o en el diesel utilizada para los vehículos es baja. Si se sustituyera el diesel con una mezcla de 5.75% de biodiesel (B_{5,75}) -tal como intenta establecer la UE-, los óxidos de nitrógeno (NO_x) aumentarían de forma insignificante (2%) y el monóxido de carbono (CO) y las partículas en suspensión (PS) disminuirían respectivamente en solo 3% y 6% (Russi, 2007). Por su parte, el estudio realizado por los Departamentos de Energía y de Agricultura de los EEUU (1998) concluye que el uso del biodiesel (B₁₀₀) genera emisiones netas de CO₂ inferiores en más de un 78%, las que se reducen al 15,7% cuando se usa la combinación B₂₀. Para esta combinación, hay reducciones moderadas en las principales emisiones contaminantes: el monóxido de carbono se reduce en 6.9% frente al emitido por el gasóleo, las partículas lo hacen en 4.9%, los óxidos de azufre en 1.6% y los hidrocarburos en 4,4%. Por contra, los óxidos de nitrógeno se incrementan en un 2,7% respecto al uso del gasóleo. Igualmente, el estudio realizado por el CIMAT del Ministerio del Medio Ambiente de España para el etanol producido a partir de cereales encuentra un ahorro de 90% y 4% en emisiones de CO₂ cuando hay combinaciones de etanol en el combustible utilizado en el transporte de 85% y 5% respectivamente. Para N₂O contrariamente los incrementos son en forma respectiva de 395% y 17,7%. El balance general arroja reducciones totales en los GEI de 70 y 3% para B₈₅ y B₅. Frondel y Peters (2007), con base en información originada en varios estudios, encuentran reducciones de los GEI que van entre 41 y 78%. Reducciones similares encuentra un estudio de la EPA (2002) y de Beer y Grant (2007).

Así, aunque hay importantes ventajas en la reducción de la contaminación ambiental en el uso de agrocombustibles, estas se reducen cuando el contenido de este tipo de carburante es bajo dentro del total del combustible utilizado, aspecto que precisamente es lo que caracteriza a esta estrategia energética por las limitaciones técnicas y ambientales para usar combustibles 100% agrícolas. Además, dado que estos resultados están íntimamente relacionados con los balances de energía presentados antes, las limitaciones encontradas en los mismos respecto a la información, afectan similarmente los resultados en la contaminación. De tal manera, se puede concluir frente a estas modestas ventajas que los impactos de la producción a gran escala de biocombustibles, son enormes, sobre todo en lo relacionado a la competencia por el uso del territorio (bosques y otros cultivos para la alimentación), agua y el impacto producido en la seguridad alimentaria, aspectos que se miraran a continuación.

- **Competencia por la tierra: presión sobre zonas boscosas**

Después de cinco décadas de actividad, la palma aceitera en el país es un cultivo en consolidación ocupando un territorio de 301 mil has en 2006⁴, con un crecimiento sostenido en los últimos diez años tanto en el área sembrada como en la producción de aceite (8,5% y 5,9% de crecimiento respectivo promedio anual). Por su parte, las exportaciones colombianas crecieron a una tasa anual de 18% y en la actualidad representan el 34% de la producción de aceite de palma, frente a 11% en 1996, siendo un producto cada vez más transable en el mercado internacional (DNP, 2007). Colombia en la actualidad es el primer productor de América y el quinto en el mundo, pasando de producir 409 mil a 711 mil toneladas de aceite en los últimos diez años, con proyecciones al 2010 de 1,1 millón de toneladas en un área sembrada de 443 mil has. Sin embargo, aún se está muy lejos de Malasia e Indonesia, los mayores productores, con un total de 4,2 millones y 5,2 millones de has de palma sembradas y una producción de 15,9 millones y 15,8 millones de toneladas, respectivamente.

El imaginario económico creado por el gran volumen de transacciones de estos países que comparten espacio tropical con nosotros, junto a un contexto donde las exportaciones mundiales del aceite derivado de la palma han crecido en los últimos diez años a tasas promedio anuales de 10,5%, jalonadas por la crisis de los combustibles fósiles, han llevado al país a apostarle al desarrollo a gran escala de este cultivo. Sin embargo, la misma experiencia internacional, no solo de Indonesia y Malasia, sino también de Nigeria, Tailandia y Nueva Guinea, nos muestra que su desarrollo se ha hecho a costa de tumbar bosques y selvas tropicales. Amigos de la Tierra publicó un informe que mostraba que entre 1985 y 2000, las plantaciones palmeras en Malasia fueron responsables de un 87% de la deforestación de este país. En Sumatra y Borneo (Indonesia) unos 4 millones de has de bosque se han convertido en tierras de cultivo de palma aceitera. Además, se programa despejar 6 y 16,5 millones de has adicionales en forma respectiva entre Malasia e Indonesia para sembrar este cultivo, casi todo dirigido a la producción de biodiesel para satisfacer la demanda de la UE (Mombiot, 2006)⁵.

⁴ En 2005, ocupaba el sexto lugar en área sembrada en el país después del maíz, café, arroz, caña y plátano (Minagricultura, s.f.).

⁵ En el Anexo 11 del Plan de Acción para la Biomasa de la Comisión Europea, se ha calculado que para alcanzar la cifra del 5.75% de agrocombustibles establecidos por la UE, se necesitarían 17 millones de hectáreas, es decir, una quinta parte del suelo agrícola europeo. Por ello la Comisión plantea la necesidad de importar buena parte de las materias primas de los países del Sur, estimulando a estos países a sustituir cultivos de alimentos y zonas forestales tropicales por grandes monocultivos de oleaginosas, palmeras o caña de azúcar.

En Colombia los departamentos con más presencia de cultivo de palma corresponden a Nariño, Meta, Casanare, Santander, Cesar y Magdalena. Entre estos concentran el 94% del área sembrada del país (Cuadro 2). Por su parte, Cenipalma y Corpoica plantean que el potencial de expansión del cultivo según criterios edafoclimáticos, es de 3,5 millones de has, encontrándose el área potencial en los mismos departamentos más: Antioquia, Bolívar, Córdoba, La Guajira y Norte de Santander (DNP, 2007). Sin embargo, acorde a otros planes de expansión que ya comienzan a tener desarrollos específicos, existen otras áreas de interés para los palmicultores como son: la costa Pacífica del departamento de Nariño, Caquetá, Putumayo Chocó, Guaviare y Vichada⁶. Estos planes buscan reducir el grado de dispersión de los cultivos que incrementan los costos de producción.

Precisamente, en el Cuadro 2 se puede apreciar paralelamente a la intensidad del cultivo por departamentos, la vocación boscosa de los mismos. Así, se encuentra que aunque en la actualidad los departamentos con menor vocación forestal son los que contribuyen con mayor área sembrada de palma alcanzando las 126.254 has (53,3% del área sembrada en palma), la participación de los departamentos de mediana y gran riqueza forestal contribuyen también de manera significativa con un 45% del área sembrada (106.580 has). Pero no solo eso, los planes de expansión del cultivo de palma aceitera se concentran en buena medida en los departamentos donde la mayor parte del espacio territorial es ocupado por bosques. Con ello se puede decir que en forma similar a los casos de Indonesia y Malasia, la expansión de este cultivo con miras a satisfacer al mercado interno y externo de aceite, buena parte del mismo destinado a la producción de biodiesel, ejercerá una gran presión sobre las reservas forestales y naturales del país, muchas de ellas consideradas como patrimonio de la humanidad por su gran riqueza de biodiversidad.

Por su parte, el cultivo de caña de azúcar, dadas sus características y requerimientos de riqueza de suelos y otras condiciones naturales, no parece ejercer en la actualidad mucha presión sobre los territorios boscosos del país, aunque esto si ocurrió en el pasado. La concentración de este cultivo se desarrolla básicamente en la zona plana del valle del río Cauca, donde se ubica el 97% del área sembrada.

⁶ En la zona del Uraba antioqueño y chocoano, las comunidades que están en la mira de grandes proyectos para sustituir los bosques naturales por plantaciones de palma son: San José y las de los ríos Cacarica, Salaquí, Jiguamiandó y Cubaradó, Los palmeros tienen proyectada la siembra de 200.000 hectáreas solamente en el Chocó, lo que implica inversiones gigantescas en el derribe del bosque, la siembra, las vías, las plantas extractoras y refinadoras para implantar los llamados “desiertos verdes” (Molano, 2005).

- ***Presión sobre el recurso hídrico y la frontera agrícola***

En las diferentes evaluaciones ambientales que se han realizado sobre el cultivo de agrocombustibles con base en el ciclo de vida (Departamento de Energía y Agricultura, 1998; Ciemat, 2005; Frondel y Peters, 2007; Beer y Grant, 2007), poco se hace referencia a la presión que se ejerce sobre el recurso hídrico en las zonas donde se siembran tales cultivos. En forma contraria, algo se plantea sobre la competencia generada por territorio con otros usos (bosques y otros cultivos).

En este contexto, los indicadores biofísicos usados por la *sostenibilidad fuerte*, ayudan a identificar la presión del subsistema económico sobre el ambiente. Para este caso se puede trabajar con dos conceptos interrelacionados. La cantidad de tierra destinada a la siembra de estos cultivos y la *huella hídrica agrícola (HHA)* [$m^3/año$], que corresponde al volumen de agua usada para producir la materia prima requerida para generar los agrocombustibles; en Colombia la caña de azúcar y la palma aceitera. La Huella Hídrica de los Agrocombustibles (*HHAc*), resulta de la sumatoria de los Requerimientos de Agua de cada uno de estos cultivos (RAA_c), dividido entre el *rendimiento* respectivo de los mismos (ton/ha) y multiplicado por la *Producción* (ton/año) de cada uno de ellos (Chapagain y Hoekstra, 2004). Donde los RAA_c son el resultado de parámetros climáticos (evapotranspiración) y del Coeficiente de Absorción del Cultivo (K_c) [Allen *et al*, 1998]. Con base en este concepto, se estimó la *HHA* de los cultivos que pueden ser destinados a producir agrocombustibles con una proyección al año 2010. En el Gráfico 2, se aprecia esta estimación incluyendo el territorio ocupado.

En términos de tierra, la superficie sembrada en cultivos con proyección agrocombustible (caña de azúcar, panelera y palma africana) pasó de 318 mil has (7,4% del total de tierras cultivadas) en 1980 a 560 mil (14,2%) en 2001, lo cual representa una dinámica de crecimiento del 2,1% promedio anual. A partir de 2002, donde comienza a proyectarse la política de agrocombustibles en Colombia y hasta 2006, la tierra sembrada se incrementa en 207 mil has, duplicándose su crecimiento al 4,4% anual y alcanzando para ese año un total sembrado cercano a las 800 mil has (18% del total de tierras cultivadas). Para el 2010, la proyección de tierras para estos cultivos alcanzará acorde a Minagricultura las 921 mil has (20% del total), disminuyendo un poco su dinámica de crecimiento al 3,5% anual. El efecto de esta expansión de los cultivos

agrocombustibles, en términos de costos de oportunidad, es la competencia por la tierra con respecto a otro tipo de cultivos con perspectiva alimentaria. Así, por ejemplo un departamento como el Valle del Cauca donde se concentra el 81% del cultivo azucarero, el cual ocupa el 48% del total de las cerca de 400 mil has sembradas allí, tiene que importar de otras regiones cerca del 90% de sus alimentos, dado que el cultivo de los mismos ha sido desplazado por la caña de azúcar. Este proceso de especialización es mucho más acentuado en el sur del departamento y en algunas cuencas hidrográficas como la del río Bolo, donde el cultivo cañero ocupa el 95% de las tierras cultivadas.

Por su parte, con relación al agua, la huella hídrica de estos cultivos con perspectiva agrocarburante, pasó de 3.1 a 5.9 Gm³ (2,1% de crecimiento promedio anual), entre 1980 y 2001 (Gráfico 2). Para el año 2006, la *HHAc* alcanzó un nivel de 8,7 Gm³ lo que significó más que duplicar su crecimiento anual al pasar a 5,4%. En términos de proyecciones al 2010, la *HHAc* alcanzará para este año un nivel de 10,6 Gm³ de consumo de agua, con un crecimiento de 4,6% anual, representando el 21,5% del total de agua consumida por la agricultura frente al 10% de 1980. Esta situación muestra una creciente presión sobre el recurso hídrico por parte de los cultivos con posibilidades agrocombustibles, situación que parece no crítica al compararla con la disponibilidad de agua accesible a nivel nacional que alcanza 440 Gm³ anuales. Sin embargo, dado que los procesos de especialización productiva en este tipo de cultivos se desarrollan, no sobre todo un país, sino sobre regiones y zonas específicas con una determinada dotación de recursos naturales, es sobre estos territorios donde se trasladan específicamente las cargas ambientales de los procesos de especialización. Así por ejemplo, en el caso del Valle del Cauca y en determinadas cuencas hidrográficas al sur del departamento (p.e. río Bolo), con la extensión del monocultivo cañero ya se ven situaciones importantes de estrés hídrico que afectan la sostenibilidad del recurso, generando conflictos con otros usos como el consumo humano y el caudal ecológico. El consumo de agua para el cultivo de caña de azúcar en el Valle del Cauca (1,6 Gm³) ya ocupa el 25% del aporte departamental de agua al río Cauca y en la cuenca del río Bolo, este demanda más del 100% de la oferta hídrica del río teniendo que buscar fuentes alternas superficiales y subterráneas, extendiendo la presión ambiental sobre otras regiones y recursos (Pérez, 2007).

El carácter agua-intensivo de este tipo de cultivos (Gráfico 3), hace que cualquier proceso de especialización agrícola dirigido a los mismos, deba considerar como estrategia fundamental el desarrollo de Planes de Manejo Integral del Recurso Hídrico (PMIRH) que tengan en cuenta las limitaciones ambientales asociadas a la capacidad de soporte de territorios, ecosistemas y recursos. Bajo este panorama, la puesta en marcha de proyectos agrícolas a gran escala como estos, debe considerar la capacidad de las funciones ambientales del recurso hídrico, en un contexto donde las presiones del mercado externo y los grandes grupos económicos nacionales y transnacionales para apropiarse de un negocio que parece prospero, hacen que las posibilidades de gobernabilidad y soberanía del estado para hacer respetar los límites ecológicos se vea cada vez más disminuida. La autoridad ambiental tiene allí un gran reto para desde ya establecer señales claras para promover una gestión sostenible de una alternativa agro-energética que tiene como uno de sus insumos principales al agua, tanto en su función abastecedora como receptora. Sin embargo, las señales parecen contrarias a estos requerimientos: Ley Forestal, Ley del Agua, desregularización estatal y pérdida de autonomía de los territorios comunales.

En este panorama se plantea, que la capacidad potencial de siembra de palma aceitera en Colombia es de 3,5 millones de hectáreas (DNP, 2007), sin considerar la capacidad de la oferta hídrica para soportar este modelo agro-industrial-exportador, ni la demanda por agua de otros sectores incluyendo el caudal ecológico. La presión sobre el recurso hídrico originada por esta cantidad de hectáreas de palma proyectadas, alcanzaría los 48,8 Gm³ de agua. Ello significaría más que duplicar el consumo total de agua actual de la agricultura (43,7 Gm³), teniendo un crecimiento superior al 114% frente al agua consumida en 2005, sin incluir la dinámica de crecimiento de los otros cultivos. De tal manera, sumando ambas cuantías se podría alcanzar una demanda total de agua para uso agrícola cercana a los 95 Gm³, lo cual contribuiría a incrementar el estrés hídrico en muchas de nuestras cuencas hidrográficas y los conflictos por el uso del agua. Igualmente, en términos de territorio, y si no se produce desplazamiento de cultivos, la frontera agrícola se vería casi duplicada alcanzando los 7,5 millones de has. Esta situación generaría impactos ambientales adicionales en muchos aspectos.

4.2 Impactos sociales

- **Seguridad alimentaria**

Acorde a la FAO (1996), “existe seguridad alimentaria cuando todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades alimenticias y sus preferencias en cuanto a los alimentos a fin de llevar una vida activa y sana. Esta definición fue aprobada en la Cumbre Mundial sobre Alimentación de la FAO siendo bastante aceptada como fundamento conceptual por diferentes organismos y naciones. Dicha concepción de seguridad alimentaria involucra sus aspectos clásicos: la disponibilidad de alimentos básicos, la estabilidad de los suministros y el acceso de todos a dichos suministros, y agrega una noción de alimentación adaptada, a lo que se llamaba “utilización biológica de los alimentos”, relacionada con la salud y la nutrición de las personas, es decir la capacidad que tiene cada organismo de asimilar los nutrientes ingeridos (FAO, 2000).

Aunque la definición anterior es ampliamente aceptada, el concepto de seguridad alimentaria asume diferentes connotaciones según los parámetros que define el nuevo modelo de desarrollo, donde se le da más preponderancia a la acción del mercado en relación con la del Estado. En los países en desarrollo que han adoptado como modelo económico la vía del mercado, cada país garantiza su acceso a los alimentos a través de mantener una capacidad para comprarlos no importa si son importados o producidos nacionalmente. En este sentido el acopio físico al interior de cada país para mantener reservas de alimentos deja de ser importante. En esta visión el concepto pasa de la seguridad alimentaria a la autosolvencia alimentaria (Machado y Pinzón, 2002). En países desarrollados (UE, EEUU), se mantiene una política que privilegia las producciones nacionales con el fin de garantizar la independencia alimentaria, en esta concepción la actividad agrícola es estratégica y la sociedad paga por el costo que ello representa (Machado, 1998).

Existe un amplio y variado conjunto de indicadores para evaluar cuantitativa y cualitativamente la seguridad alimentaria de un país. Ellos pueden referirse a la *disponibilidad de alimentos*: la producción, las importaciones y las exportaciones de productos agrícolas y agroindustriales; o a la *estabilidad de la oferta*: el funcionamiento de los mercados tanto nacionales como

internacionales; o a el *acceso a los alimentos*: pobreza, ingresos y empleo; y, a información general sobre el consumo y el estado nutricional de las personas. Todos ellos son pertinentes en la evaluación del estado de la alimentación y la vulnerabilidad de la población (Machado y Pinzón, 2002). Pero también, en el contexto del trabajo que estamos realizando, desde la economía ecológica se pueden desarrollar nuevos indicadores que permiten identificar el nivel de satisfacción de los requerimientos energéticos o calóricos de una población, posibilitando conocer además si la economía se esta orientada a cumplir con este compromiso básico de cualquier sociedad o tiene una perspectiva dirigida a satisfacer los requerimientos de materia prima de la industria, incluyendo la perspectiva agroenergética.

En este caso particular, se miraran tres tipos de indicadores:

- *Disponibilidad (oferta) total de alimentos*: se observará la tendencia de la producción per cápita de alimentos básicos de origen agrícola (ton). Ello permitirá apreciar si la producción de bienes agrícolas con potencial energético ha afectado la disponibilidad de alimentos, utilizando además las proyecciones de Minagricultura hasta el 2010.

- *La estabilidad en el tiempo de dicha disponibilidad*, es decir el funcionamiento de los mercados, tanto nacionales como internacionales. Acá se observará la evolución de los precios de los principales productos asociados a la producción de biocarburantes. Hacemos referencia a: azúcar, aceite y panela. Un cambio en los precios de estos bienes, los cuales son básicos dentro de la canasta familiar, afecta el ingreso disponible para otros gastos alimenticios y de otro tipo, teniendo repercusiones sobre la seguridad alimentaria.

- *Afectación de los requerimientos energéticos o calóricos de las personas*. Se apreciará la evolución del *output* energético agrícola⁷ respecto a los requerimientos energéticos por persona. Igualmente miraremos la tendencia del *output* energético dirigido a la alimentación humana y el dirigido a la producción de materia prima para la industria.

Disponibilidad per cápita de alimentos

Este es un indicador de la dinámica del esfuerzo económico, y relaciona la producción de alimentos básicos y la población. Su tendencia a lo largo del tiempo muestra la capacidad de un

⁷ Este trabajo solo incluye el análisis de las necesidades caloríficas de la población y no las proteínicas y de otro tipo. Igualmente, esta excluido de análisis el *output* energético de origen animal.

país por esforzarse en la producción de alimentos en relación con el cambio demográfico. Se define como la relación entre la producción y el número de habitantes (Machado y Pinzón, 2002):

$$PC = PA / PT \quad (1)$$

Donde, PC = producción per cápita, PA = volumen de producción de alimentos (ton), PT = población total. El índice mide la producción en toneladas por habitante, o puede expresarse en kilogramos por persona (kg/persona).

Como se observa en el Gráfico 4, en Colombia la producción per cápita de alimentos de origen agrícola ha tenido un comportamiento inestable a lo largo del periodo analizado, aunque con una ligera tendencia al descenso. Se pueden distinguir cuatro periodos. Una caída importante en el primer quinquenio de los ochenta hasta alcanzar los 390 kg/persona en 1985; un incremento en los siguientes años estabilizándose alrededor de 420 kg/persona hasta 1996; un descenso significativo en 1998 en donde alcanza el nivel más bajo de 371 kg. A partir de este año, se produce un continuo incremento estabilizándose alrededor de 400 kg/persona en los años transcurridos del presente del siglo. Las proyecciones del Ministerio de Agricultura al 2010 son optimistas estimándose que para ese año alcanzará los 458 kg por persona. El comportamiento de la oferta de alimentos agrícolas básicos durante lo corrido del siglo, parecería indicar que la política de promoción de los agrocombustibles a partir de 2002, no estaría afectando mucho la seguridad alimentaria vista desde este indicador. Hay que decir sin embargo, que este incremento no significa siempre que la población esté consumiendo más alimentos, pues buena parte de ella puede irse al exterior vía exportaciones.

Comportamiento del precio de los alimentos

El incremento de los precios de los alimentos puede tener como consecuencia la reducción relativa en la disponibilidad de bienes alimenticios. Un ejemplo reciente se vio con el precio del maíz en EEUU que aumentó a su valor más alto en 10 años debido a la creciente demanda en ese país de bioetanol derivado del maíz. México -principal importador de maíz de EEUU- resultó especialmente afectado ya que la gente debió pagar hasta 30% más por uno de sus alimentos

básicos: la tortilla de maíz. Este fenómeno ya comienza a ser conocido con el término “etanolinflación”⁸.

Para el caso particular colombiano, miraremos la evolución de los precios del azúcar y la panela (etanol) y el aceite de palma (biodiesel). En el Gráfico 5, se puede apreciar el comportamiento de estos precios en lo transcurrido del presente siglo. Así encontramos que en general ha habido una tendencia al crecimiento de los precios de los tres productos analizados tanto a nivel nacional como internacional. En el caso particular del precio de la panela y el azúcar, su respectivo índice pasó de un nivel de 61 y 73 en enero de 2000 a 119 y 106 respectivamente en julio de 2007, significando ello crecimientos mensuales promedio de 1% y 0,5% para cada tipo de bien básico. Ello obviamente debió haber golpeado la canasta familiar de los más pobres que son los que destinan más recursos a la adquisición de este tipo de bienes.

Por su parte, el precio del aceite de palma también creció en el periodo analizado aunque un poco más irregularmente. Mientras el precio internacional del aceite pasó de US\$ 310 a US\$ 506 por tonelada entre 2000 y 2006 (9% de crecimiento anual), el precio a nivel nacional creció a un ritmo un poco menor al pasar de \$ 804 mil/ton a \$ 1,12 millones/ton en el mismo periodo. Esto representa un crecimiento anual de 5.6%. Además, se observa un importante descenso entre 2003 y 2005 del aceite palmicola en el mercado nacional al pasar de \$ 1,56 millones por tonelada a \$ 1,1 millones. El menor crecimiento del precio local frente a los precios internacionales esta relacionado con la revaluación del peso y con la disminución de los aranceles dentro del Mercado Andino y con Mercosur, que redujo la tasa de importación al aceite crudo de soya que compite con el de palma, presionando los precios hacia abajo (Fedepalma, varios años).

En general, el comportamiento al alza de los precios de estos tres productos básicos de la canasta familiar durante este siglo, permite afirmar que la política de promoción de agrocombustibles a nivel nacional e internacional, ha generado un efecto negativo en la disponibilidad real de alimentos a través de lo que se conoce como el efecto ingreso, el cual se ve disminuido en términos relativos por el encarecimiento del precio de los productos básicos, los cuales por su baja elasticidad precio de la demanda, desplazan el consumo de otros bienes. Este efecto tiene

⁸ El precio internacional del maíz amarillo y del blanco pasó de US\$ 88 y US\$ 87/ton en 2000 a US\$ 138 y US\$ 151/ton respectivamente en 2006.

impactos importantes sobre la seguridad alimentaria de la población, en especial de las familias de más bajos ingresos.

Afectación de los requerimientos energéticos de las personas

En la estimación del *output* energético se ha considerado solo el flujo de bienes agrícolas, sin incluir las calorías de origen animal⁹. En el Gráfico 6, se aprecia el *output* energético per capita generado por la actividad agrícola colombiana con proyección al año 2010. La energía primaria de origen agrícola se ha dividido en dos componentes: la derivada de la producción de alimentos básicos que tiene como destino el abastecimiento directo de las necesidades calóricas humanas y que se constituye en el componente principal de la seguridad alimentaria de un país; y la energía primaria dirigida a abastecer de materias primas a la industria. Igualmente, se presenta los requerimientos energéticos per cápita al año para sostener una vida en forma saludable (Menchú, 2006; Naredo y Campos, 1980).

De esta gráfica resultan varios aspectos de interés para analizar el tema que nos ocupa: el conflicto entre la producción de agrocombustibles y la seguridad alimentaria. Por un lado, se observa una tendencia decreciente en el comportamiento del *output* energético per cápita de productos alimenticios básicos a lo largo del periodo estudiado, al pasar de 2,7 GJ en 1980 a 2,2 GJ en 2006. Las proyecciones de Minagricultura, permiten una pequeña recuperación hasta 2.4 GJ en 2010. Esta situación de por sí ya es preocupante pues la actividad económica interna no está dirigida a satisfacer los requerimientos energéticos primarios de la población colombiana. En segundo lugar, a partir del año 2000, hay una tendencia de la dinámica energética primaria a producir más energía para satisfacer los requerimientos de la agroindustria. Este énfasis se acentúa a partir de 2004 y las perspectivas de Minagricultura al 2010, hacen más redundante este sesgo energético. Así, mientras el *output* energético agroindustrial fue en promedio de 1.75 GJ

⁹ El valor energético por unidad de producto se ha realizado a partir de Moreiras *et al* (1996) y McCance y Widdowson's (2002). Para café se tomó a Duke (1983) y para paja y capacidad de combustión a Naredo y Campos (1980). La información sobre la producción agrícola es de FAOSTAT y el Ministerio de Agricultura. La producción total de caña de azúcar y de palma africana fue convertida respectivamente a azúcar y aceite, con base en coeficientes reportados por ASOCAÑA y FEDEPALMA. La población se obtuvo del DANE. Las unidades que expresan el aporte energético corresponden a: 1 Kcal = 4184 Joules (J); 1 MJ = 10⁶ J; 1 GJ = 10⁹ J; 1 MGJ = 10¹⁵ J. El ser humano necesita en promedio consumir unas 2.400 calorías diarias, suponiendo una actividad física moderada y un 10% de pérdidas asociadas al desperdicio y mal manejo de alimentos (Menchú, 2006). Esto significa un requerimiento anual calórico de 3,67 GJ. El proceso para el cálculo del *output* energético es sencillo: los contenidos energéticos (calorías o Joules por gramo) de cada alimento, se multiplican por la producción agrícola en toneladas de cada cultivo y la suma de todos genera el *output* energético de la agricultura en un año dado.

por persona entre 1980-2000, este se incrementó a 1.81 Gj entre 2000-2004. Para 2006 se alcanza un *output* de energía primaria de 2,34 Gj y las proyecciones de Minagricultura suponen obtener un nivel de energía para el uso agroindustrial de 2,78 Gj.

Este sesgo, resultado de la política de promoción de agrocombustibles en el plano nacional e internacional y de los altos precios de las materias primas de origen agrícola para uso industrial, genera un cambio estructural en la producción energética primaria agrícola. Acorde a las perspectivas de Minagricultura, en 2010 la generación de energía primaria agrícola para la industria superará en cerca del 18% la energía producida para el consumo humano directo (2,8 vs. 2,3 Gj por persona respectivamente). Esta situación hace que se mantenga el déficit energético primario para suplir las necesidades calóricas por persona en un nivel promedio de 1,4 Gj en los últimos 11 años analizados, desde 2000 (ver Fig. 6). Este déficit en la generación de energía primaria agrícola frente a las necesidades calóricas per cápita, es resuelto con energía de procedencia animal y por las importaciones de alimentos, modelo que además de acentuar la dependencia nutricional externa, genera altos impactos ambientales asociados al desarrollo pecuario.

En este contexto, la estrategia de promover la producción y uso de agrocombustibles no ayuda a solucionar el problema del déficit alimentario en términos calóricos de la población colombiana. Por el contrario, se produce un sesgo hacia la producción agrícola con potencial de satisfacer las necesidades energéticas de la movilidad. Este sesgo puede ser observado en la Figura 7, donde se aprecia los claros efectos de la política de producción de agrocombustibles en Colombia, en el sentido de apropiarse en forma creciente del *output* energético generado por la agricultura nacional al pasar de un 33% en 1980 a 46,4% en 2006. En términos absolutos significó un incremento de 1.6 a 2,5 Gj por persona en el mismo periodo, para un crecimiento promedio anual del 1.2%. Las perspectivas de Minagricultura mantienen la misma tendencia hasta llegar esta participación en 2010 a cerca del 50% (2,5 Gj/hab.), del total de energía primaria generada por la agricultura colombiana.

Todos estos fenómenos afectan en forma importante la seguridad alimentaria, pues la generación de calorías primarias agrícolas no esta dirigida a satisfacer los requerimientos energéticos de la

población sino a satisfacer las demandas de la agroindustria y ahora las necesidades energéticas del transporte. Ello válida la afirmación del escritor británico George Maniot al decir que: “En una competencia entre su demanda por combustible y la demanda por alimentos de los pobres, los conductores ganarían siempre” (citado por Bravo, 2006).

4. CONCLUSIONES

- Hemos escuchado decir sin inmutarse: “el biodiesel y el etanol son combustibles con impacto ambiental cero”. Frases de cajón que no son ciertas. El proceso de transformación de la materia prima (caña, frutos de palma, maíz, soya, etc.) en agrocombustibles, implica el uso de las funciones ambientales (abastecedora y receptora) a lo largo del ciclo de vida del producto final (etanol y biodiesel), tanto en su fase de producción agrícola como de transformación, que hacen que los impactos ambientales y sociales se extiendan en forma amplia a lo largo de una gran cadena productiva, impactando diferentes vectores ambientales (tierra, agua, aire, biodiversidad, salud), diferentes grupos sociales (pequeños agricultores, comunidades pobres, grupos vulnerables) y extendiéndose por diferentes territorios nacionales y continentales, aspecto que se intensificará en la medida en que estos combustibles de origen agrícola aumenten su transabilidad internacional.
- Dada esta realidad, la producción y consumo de agrocombustibles no tienen un efecto neutro sobre la sociedad y el ambiente. Afectan de diferente manera las funciones ambientales y a los grupos sociales. Los impactos son amplios y se pueden destacar: afectación de zonas boscosas; cambio en los consumos de agua para uso agrícola; uso intensivo del suelo; contaminación hídrica y atmosférica; cambio en la producción de gases efecto invernadero; cambio neto en el uso de energía fósil; afectación de la biodiversidad de especies y agrícola; afectación del paisaje; efectos sobre la seguridad alimentaria; concentración de la propiedad; efectos en la mecánica automotriz; cambio en los costos de sostenimiento y reparación de vehículos, entre los principales.
- Aunque el balance energético neto y el relacionado a la producción de GEI arrojan resultados positivos para la producción de agrocombustibles al compararlos con los combustibles fósiles, estos se reducen cuando el contenido de biocombustible es menor, como es lo habitualmente usado a nivel mundial y en el caso colombiano. Además, los estudios

realizados tienen limitaciones en la información pues excluyen de la misma varios aspectos importantes: el impacto generado sobre otros países asociado a lo que se conoce como *costo ambiental trasladado* de un territorio a otro para mantener sus niveles de consumo; costo ambiental relacionado con el transporte; desestimación de efectos sobre el uso y contaminación del agua y el suelo tanto del propio proceso productivo como de los subproductos generados (vinasa y glicerina), entre otros. Todo ello deja duda sobre la validez de los resultados de las estimaciones que arrojan un balance positivo de energía asociada a la producción de agrocombustibles.

- La presión que el cultivo de palma africana en particular, ejerce sobre las reservas forestales y naturales del país, se manifiesta en que los departamentos con mayor vocación boscosa contribuyen actualmente con una parte importante del área sembrada, el 45% (107 mil has). Pero más aún, los planes de expansión del cultivo de palma aceitera se concentran en mayor medida en los departamentos con mayor riqueza forestal, pudiendo seguir el modelo desarrollado por Indonesia y Malasia, en donde la producción aceitera y de biodiesel se hace a costa de reducir las áreas boscosas. El cultivo de caña de azúcar por su parte, ya tuvo en el pasado ese efecto desplazamiento de zonas de reserva forestal como puede corroborarse en el departamento del Valle del Cauca entre los años 1940 y 1980.
- La presión de los cultivos con perspectiva agrocombustible sobre el uso del territorio para la actividad agrícola se manifiesta en la dinámica de crecimiento de su área sembrada, la cual se acentuó a partir del establecimiento de la política agroenergética colombiana en 2002. El crecimiento promedio anual de la tierra sembrada alcanzó el 4,4% hasta 2006. Para el año 2010, el Ministerio de agricultura plantea cubrir con palma el 20% de las tierras cultivadas en Colombia (921 mil has), lo cual implicará el desplazamiento de otros cultivos esenciales para la alimentación básica colombiana, priorizando la producción de bionergía para la movilización vehicular por encima de la de comida para la población.
- La estrategia de masificación de los cultivos agrocombustibles para ciertas partes del territorio nacional, significa intensificar la presión sobre el recurso hídrico en las cuencas hidrográficas donde se desarrollan o piensan desarrollar tales cultivos, dado su carácter agua-intensivo. Por tal razón, resulta fundamental diseñar Planes de Manejo Integral del Recurso Hídrico que consideren la capacidad de soporte de un territorio y las restricciones ambientales asociadas de los ecosistemas fluviales. La autoridad ambiental debe jugar un rol protagónico

en la exigencia de estrictos parámetros ambientales que respeten la capacidad de los ecosistemas hídricos para el establecimiento a gran escala de este tipo de cultivos. Sin embargo, su carácter estratégico como generador de divisas y captador de grandes capitales, junto a su perfil latifundista, limita la gobernabilidad y soberanía de la autoridad ambiental, y del estado en general, para evitar ganar competitividad en los mercados nacionales e internacionales a través de la externalización de las externalidades, siendo asumidas éstas por la población nativa y los ecosistemas de las regiones agroenergéticas.

- Para evaluar el conflicto generado entre la producción y consumo de agrocombustibles y la seguridad alimentaria en Colombia, se utilizaron tres tipos de indicadores: *la disponibilidad de alimentos*, *la estabilidad de la oferta*, y *el nivel de satisfacción de los requerimientos calóricos* de la población. En el primer punto, se encuentra que aunque hay una tendencia general a reducirse la disponibilidad per cápita de alimentos en ton, esta tiene signos de recuperación desde el 2000. Ello permitiría afirmar que la política de agrocombustibles que se inició en 2002, no ha afectado la seguridad alimentaria vista bajo la lupa de este indicador. Sin embargo, ello hay que tomarlo con beneficio de inventario porque parte de este crecimiento puede haber enriquecido las exportaciones.
- Con respecto a la estabilidad del mercado de alimentos, hay suficiente evidencia para considerar que la política de promoción de agrocombustibles a nivel nacional e internacional, ha afectado la seguridad alimentaria en Colombia a través del alza de los precios de algunos productos básicos de la canasta familiar asociados a la producción de biocombustibles (azúcar, panela, aceite y maíz, aunque este último no se incluyó en el análisis). El impacto sobre la seguridad alimentaria se produce a través del efecto ingreso, el cual desplaza la curva de demanda hacia abajo disminuyendo el consumo de estos bienes o de otros bienes básicos de la canasta familiar.
- Frente a los requerimientos energéticos de la población se concluyen tres aspectos relevantes:
 - i) Existe una tendencia decreciente en el comportamiento del *output* energético per cápita de productos alimenticios básicos a lo largo del periodo estudiado, mostrando que la actividad económica sacrifica la satisfacción de los requerimientos energéticos primarios de la población colombiana por abastecer a la industria de materia prima.
 - ii) Este sesgo energético se acentúa a partir de 2002, como resultado de la política de promoción de agrocombustibles, generando una situación en la que, a pesar del déficit energético para suplir de requerimientos

calóricos a la población, se intensifica la producción de energía primaria para satisfacer los requerimientos industriales y ahora la demanda de combustibles de origen agrícola para el transporte. Esta situación acentúa el modelo de dependencia nutricional de los aportes energéticos de origen animal y de las importaciones, modelo que sacrifica el papel estratégico que debe tener la alimentación para los países e incrementa los impactos ambientales por el uso intensivo de los recursos naturales que caracteriza a la actividad pecuaria. iii) La estrategia de promover la producción y uso de agrocombustibles, contrario a ayudar a resolver el problema del déficit alimentario en términos calóricos, intensifica el sesgo hacia la producción agrícola con potencial de satisfacer las necesidades energéticas de los sectores industriales y ahora del transporte.

- Bajo esta realidad, se puede afirmar que en un escenario internacional y nacional de inestabilidad de precios de parte de los productos básicos de la canasta familiar, en donde existe una gran demanda de energía alternativa de origen agrícola por los altos precios del petróleo, la seguridad alimentaria de la población resulta una de las sacrificadas en la aplicación de la estrategia de promoción del sector agrocombustible en Colombia.
- El balance que hemos desarrollado en este artículo, nos muestra que en términos ambientales y sociales, la producción y uso de agrocombustibles no es una solución neutra y que por el contrario puede resultar peor el remedio que la enfermedad. Frente a las modestas ventajas que presenta esta opción energética relacionadas con la reducción del consumo de energía fósil y la disminución de los GEI, aspectos que además son cuestionadas, las desventajas de la producción a gran escala de biodiesel y etanol, son enormes, sobre todo en lo relacionado a la competencia por el uso del territorio (bosques y otros cultivos para la alimentación), agua y el impacto producido en la seguridad alimentaria.
- La política internacional y nacional de energía y combustibles esta caracterizada por un enfoque de oferta en donde la prioridad es mantener los niveles y patrones de consumo, para lo cual es requerida una determinada cantidad de energía. El desarrollo económico y tecnológico intentan abastecer, de diferente manera, estos requerimientos energéticos, sin consideraciones ambientales ni sociales. Bajo este esquema, los biocarburantes aparecen como la solución tecnológica que posibilitará mantener los niveles de consumo, “evadiendo las restricciones ambientales”. Sin embargo, como ya se vio, presentarlo así, no es sólo falso sino también peligroso. Estas políticas no abordan el control de la demanda del consumo

energético, como una alternativa que puede ayudar a resolver el conflicto entre energía y desarrollo sostenible. Como lo señala Russi (2007), “los agrocombustibles no contribuirán a la solución de los problemas energéticos, fomentando por el contrario un falso optimismo de que hay una solución tecnológica para resolver el problema de nuestra excesiva dependencia a los combustibles fósiles”. La única forma posible de lograrlo es modificar nuestros patrones de consumo con medidas de ahorro energético y de diversificación de fuentes de energía”.

Referencias

Allen, R.G., Pereira, L.S., Raes, D., y Smith, M (1998). *Crop evapotranspiración – Guidelines for computing crop water requirements* – FAO Irrigation and drainage paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/X0490E/x0490e00.htm>.

ASOCAÑA (s.f.). [en línea]. Disponible en: <http://www.asocana.com.co> [Consulta: s.f.]

ASOCAÑA (varios años). Informes anuales. Disponibles en: <http://www.asocana.com.co>.

Beer, T. y Grant, T., 2007. *Life-cycle analysis of emissions from fuel ethanol and blends in Australian heavy and light vehicles*. Journal of Cleaner Production, 15: 833-837.

Bravo, E., 2006. *Encendiendo el debate sobre los biocombustibles*. Quito, Rallt, Acción Ecológica, Hivos.

Chapagain, A. K. y Hoekstra, A.Y. (2004). *Water Footprints of Nations*. Volume 1: Main Report. Value of Water, Research Report Series No. 16, November. UNESCO-IHE, Delft, The Netherlands. Disponible en: <http://www.waterfootprint.org/Reports/Report16.pdf>.

CIEMAT, 2005. *Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte*. Centro de Investigaciones, Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas del Ministerio de Medio Ambiente de España. Madrid.

Cussó, X., Garrabou, R., y Tello, E. (2006). *Social metabolism in an agrarian region of Catalonia (Spain) in 1860-1870: flows, energy balance and land use*. *Ecological Economics* 58: 49-65.

DANE, 2005. [en línea]. Disponible en: www.dane.gov.co. [Consulta s.f.]. Departamento Administrativo Nacional de Estadística.

Departamento de Energía y Agricultura, 1998. *Life Cycle Inventory of Biodiesel and Petroleum Diesel for Use in an Urban Bus*. Springfield, USA.

DNP, 2007. *Estrategia para el desarrollo competitivo del sector palmicultor colombiano*. Departamento Nacional de Planeación, Bogotá, Documento Conpes 3477.

Duke, J., 1983. *Handbook of Energy Crops*, unpublished.

EPA, 2002. *A comprehensive analysis of biodiesel impacts on exhaust emissions*. Environmental Protection Agency. Draft Technical Report EPA420-P-02-001.

European Parliament, 2003. *The promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport*. EP and Council Directive, 2003 /30/EC of the of the Council of 8 May 2003, Bruselas.

- FAO**, 1996. *Cumbre Mundial sobre Alimentación, Plan de Acción, párrafo I*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma, Octubre.
- FAO**, 2000. *Manual para el diseño e implementación de un sistema de información para la seguridad alimentaria y la alerta temprana. (SISAAT)*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, Roma.
- FAOSTAT** (s.f.). [en línea]. Disponible en: www.faostat.fao.org/agricultura_y_montes [Consulta: s.f.]
- FEDEPALMA** (s.f.) [en línea]. Disponible en: <http://www.fedepalma.org/> [Consulta: s.f.]
- FEDEPALMA** (varios años). Desempeño del sector palmero colombiano. Disponible en: http://www.fedepalma.com/document/2006/balance_2005.doc
- Figuerola, A., Contreras, R. y Sánchez, J.** (1988). *Evaluación de impacto ambiental: un instrumento para el desarrollo*. Cali, Colombia, Corporación Universitaria Autónoma de Occidente, CUAO.
- Folchi, M.** (2004). *Los efectos ambientales del beneficio de minerales metálicos: un marco de análisis para la historia ambiental*. Presentado en: III Congreso de Historia Ambiental de América Latina y el Caribe, La Habana, Cuba, Octubre 25-27.
- Fronde, M. y Peters, J.**, 2007. *Biodiesel: A new Oildorado?* Energy Policy, 35: 1675-1684.
- Hauwermeiren Van, S.** (1998). *Manual de Economía Ecológica*. Santiago de Chile, Programa de Economía Ecológica, Instituto de Ecología Política.
- HRE-CBC**, 2006. *El flujo de aceite de palma Colombia-Bélgica/Europa. Acercamiento desde una perspectiva de derechos humanos*. Human Rights Everywhere y Coordination Belge por la Colombia, Bruselas.
- HRE-Dioecesis del Chocó**, 2004. *El cultivo de la palma africana en el Chocó: legalidad ambiental, territorial y derechos humanos*. Colombia.
- Machado, A.**, 1998. *Marco conceptual y estratégico de la seguridad alimentaria en Colombia*. En “El pan nuestro. Problemas de seguridad alimentaria”, Ed Carlos Fernando Rivera, Bogotá, IICA.
- Machado, A. y Pinzón, N.**, 2006. *Indicadores para el seguimiento de la seguridad alimentaria en Colombia 1970-2000*. Bogotá, Red de Desarrollo Rural y Seguridad alimentaria, RESA.
- McCance y Widdowson's**, 2002. *The composition of Foods*. Sixth Summary Edition, Food Standards Agency, Royal Society of Chemistry, Cambridge, UK.
- Minagricultura** (s.f.). [en línea]. Disponible en: <http://www.minagricultura.gov.co> [Consulta: s.f.]
- Menchú, M.** (2004). Breve análisis de la situación alimentaria en Centroamérica, Guatemala.
- Minagricultura** (varios años). *Censo Nacional Agropecuario*.
- Minagricultura**, 2006. Estadísticas la cadena de la panela en Colombia. Bogotá, Observatorio de agrocadenas de Colombia. En: http://www.agrocadenas.gov.co/panela/panela_reportes.htm
- Molano, A.** (2005). *¿Qué hay detrás de lo de San José?* San José de Apartadó, Colombia, Associazione peri popoli minacciati. En: <http://www.gfbv.it/3dossier/colombia/sanjose1-es.html>
- Monbiot G.**, 2005. Peor que los combustibles fósiles. En: <http://www.zmag.org/Spanish/0106monbiot2.htm>.
- Moreiras, O., Carvajal, A. y Cabrera, L.**, 1996. Tablas de composición de alimentos. Ciencia y técnica. Madrid, Ediciones Pirámide.

Naredo, J. M. y Campos, P., 1980. *Los balances energéticos de la agricultura española*. Agricultura y sociedad 15: 196, 198 y 214.

Pearce, D. y Turner, K., 1995. *Economía de los Recursos Naturales y del Medio Ambiente*. Madrid, Celeste Ediciones.

Pérez, M., 2007. *Comercio internacional y medio ambiente en Colombia. Mirada desde la economía ecológica*. Cali, Colombia. Programa Editorial Universidad del Valle.

Pimentel, D. y Pimentel, M., 1996. *Food, energy, and society*. University Press of Colorado, Niwot, USA.

Pimentel, D. y Patzek, T., 2005. *Ethanol production using corn, switchgrass and wood; biodiesel production using soybean and sunflower*. *Natural Resources Research*, 14 (1): 65-75.

Russi, D., 2007. *Social Multi-Criteria Evaluation and Renewable Energy Policies*. Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Barcelona, Cerdanyola, España.

CUADROS Y GRAFICOS

Cuadro 1. Impactos ambientales y socio-económicos de los agrocombustibles

	Problemas	Unidad de medida del impacto	Aspectos ambientales y sociales impactados			
			Funciones ambientales impactadas directamente			Aspectos Socio-económicos
			Función abastecedora	Función receptora	Función servicios y soporte	
AMBIENTALES	Disminución zona boscosa	Hectáreas sembradas zonas boscosas	X	X		
	Consumo de agua	m ³	X			
	Uso intensivo del suelo	Salinización		X		
	Contaminación hídrica	DBO ₅ ; SST		X		
	Contaminación atmosférica	Emisiones (Ton/año) y concentraciones (µg/m ³) CO ₂ ; CO; PM ₁₀ ; SO ₂		X	X	
	Calentamiento global	Emisiones de gases de efecto invernadero (Ton/año) Global Warming Potential (GWP)		X	X	
	Balance energético	Output energético/ Input energético	X	X		X
	Biodiversidad (agrícola y de especies)	# de especies Has cultivo X /Has cultivadas totales			X	X
Afectación del paisaje	Cambio de paisajes			X	X	
SOCIO-ECONÓMICOS	Precios de alimentos	\$/unidad de consumo (azúcar, panela, índice de precios básicos de alimentos)				X
	Seguridad alimentaria	Producción per cápita de alimentos Estabilidad en el tiempo (\$) Impacto en canasta familiar (\$/canasta familiar) Autosuficiencia alimentaria Output energético per cápita /Requerimientos nutricionales				X
	Aumento costos propietario vehículo	\$/Km/galón/combustible				X
	Dependencia importación alimentos	Importación de alimentos (ton y \$)				X
	Concentración de la propiedad	Has/propietario				X
	Salud pública	Índice de enfermedades respiratorias				X
	Derechos humanos	Desplazamiento y derechos adquiridos				X
	Mecánica automotriz	Duración del motor (años)				X

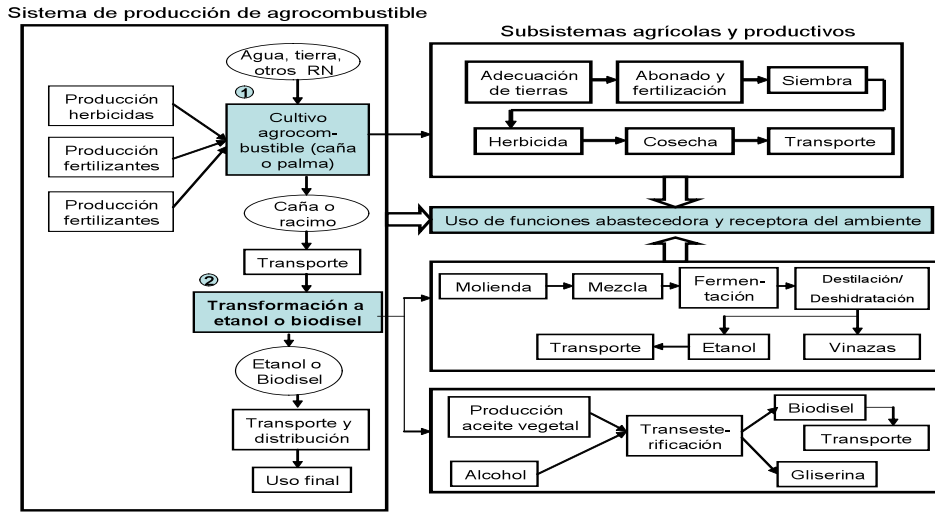
Cuadro 2. Superficie sembrada y proyectada con palma aceitera para Colombia

Departamentos	Vocación boscosa	Superficie sembrada 2005 (has)	%	Áreas proyectadas
Poca vocación boscosa (1)				
Bolívar	1	3.560	1,5	X
Casanare	1	11.983	5,1	X
Cesar	1	32.669	13,8	X
Córdoba	1	0	-	X
Cundinamarca	1	3.189	1,3	
La Guajira	1	328	0,1	X
Magdalena	1	28.683	12,1	X
Santander	1	45.842	19,3	X
<i>Subtotal</i>		126.254	53,3	
Alguna riqueza boscosa (2)				
Antioquia	2	354	0,1	X
Norte Santander	2	3.743	1,6	X
<i>Subtotal</i>		4.097	1,7	
Mediana y gran riqueza boscosa (3 y 4)				
Meta	3	74.950	31,6	X
Caquetá	4	385	0,2	X
Chocó	4	3.245	1,4	X
Nariño	4	28.000	11,8	X
Guaviare	4	0		X
Putumayo	4	0		X
Vichada	4	0		X
<i>Subtotal</i>		106.580	45,0	
TOTAL		236.931	100,0	

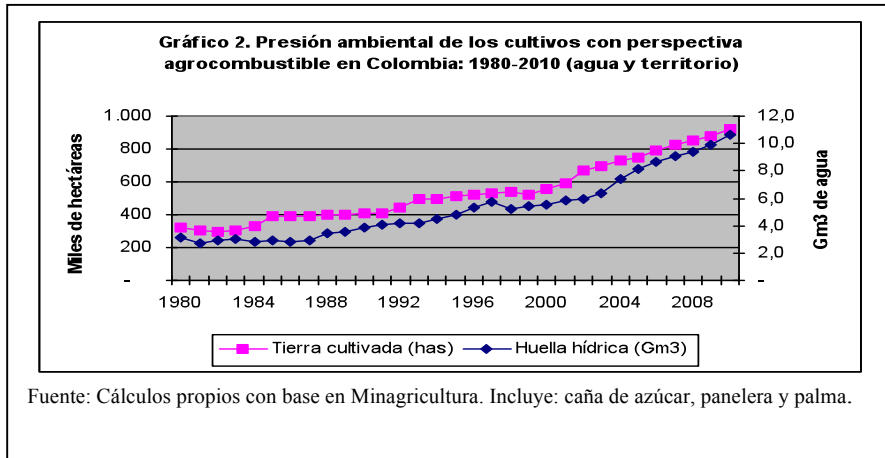
Fuente: Minagricultura y DNP (2007).

1/ Área boscosa menor al 25% del territorio; 2/ Área de bosques menor al 40% del territorio; 3/ Área boscosa menor al 60% del territorio; 4/ Área de bosques mayor al 80% del territorio del departamento.

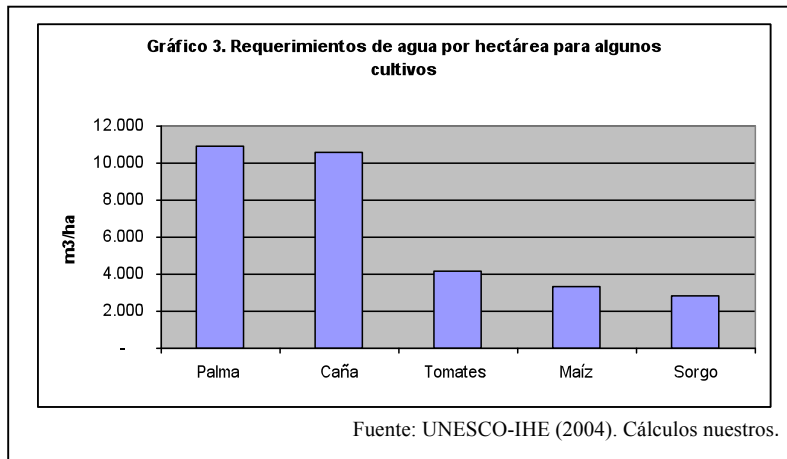
Gráfico 1: Esquema agregado de actividades y procesos implicados en la producción de etanol y biodiesel



Fuente: Propia con base en: Asocaña (s.f.); Fedepalma (s.f.); Ciemat (2005).



Fuente: Cálculos propios con base en Minagricultura. Incluye: caña de azúcar, panelera y palma.



Fuente: UNESCO-IHE (2004). Cálculos nuestros.

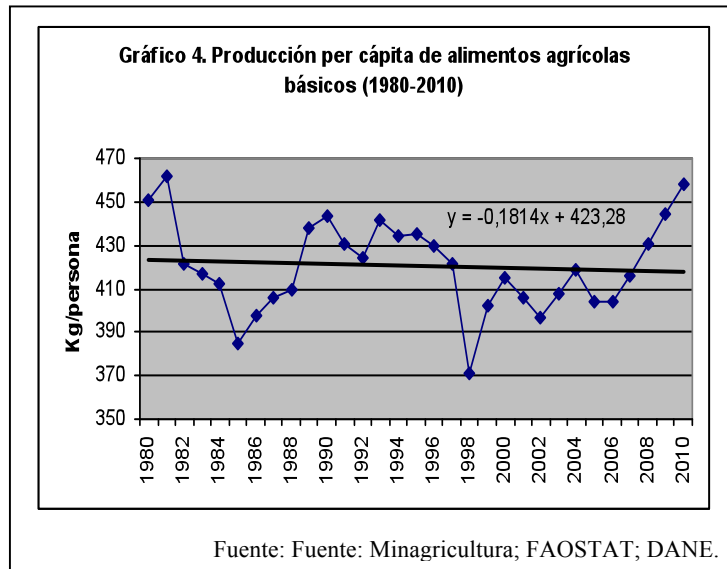
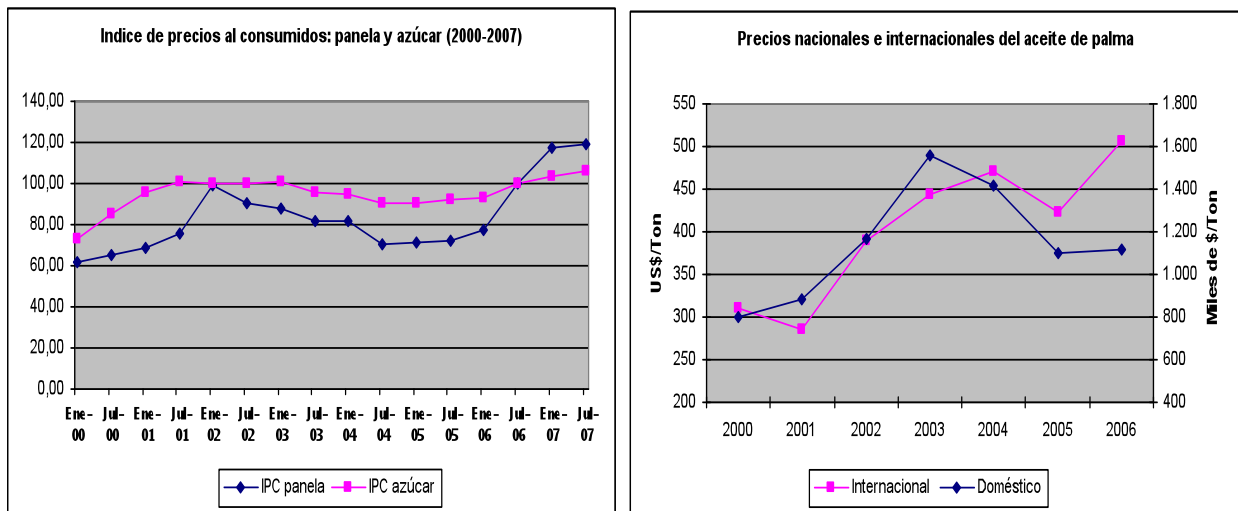
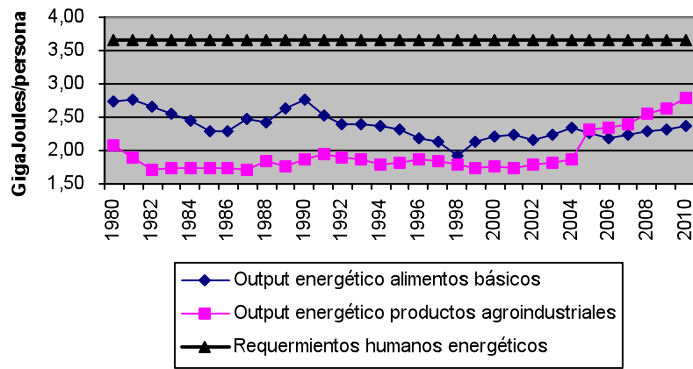


Gráfico 5. Comportamiento de los precios nacionales e internacionales del azúcar, la panela y el aceite de palma (2000-2007)



Fuente: Fedepalma (informes anuales), Asocaña (informes anuales); Minagricultura (varios años y 2006)

Gráfico 6. Energía primaria per cápita requerida y producida en Colombia (1980-2010)



Fuente: Minagricultura; FAOSTAT; DANE; Menchú (2006).

Gráfico 7. Dinámica del output energético de los cultivos con perspectiva agrocombustible: caña y palma (1980-2010)

