

# Agrocombustibles y soberanía alimentaria en Colombia\*

Agrocombustíveis e soberania alimentar na Colômbia

Agrofuels and Food Sovereignty in Colombia

Álvaro Javier Ávila Díaz\*\*

Yesid Carvajal Escobar\*\*\*

Universidad del Valle, Cali – Colombia

## Resumen

El impacto de la variabilidad climática y el cambio climático obligan a desarrollar políticas integrales y coherentes orientadas a la adaptación de los diferentes sectores productivos del país. En este artículo se analizan los beneficios e inconvenientes del uso de los agrocombustibles en Colombia, considerando un marco integral que incluye impactos ambientales, sociales y económicos. Se concluye que los beneficios fiscales que recibe el Estado por los agrocombustibles no corresponden con los costos de oportunidad que paga la sociedad en inversión social y deterioro ambiental. Se recomienda una diversificación de cultivos que garantice la soberanía alimentaria del país y que contribuya a mejorar la calidad de vida de la población rural, que alcanza altos índices de pobreza e indigencia.

**Palabras claves:** agricultura, agrocombustibles, cambio climático, soberanía alimentaria, variabilidad climática.

## Resumo

O impacto da variabilidade climática e as mudanças climáticas fazem com que sejam desenvolvidas políticas integrais e coerentes orientadas à adaptação dos diferentes setores produtivos do país. Neste artigo, analisam-se os benefícios e inconvenientes do uso dos agrocombustíveis na Colômbia, considerando um marco integral que inclui impactos ambientais, sociais e econômicos. Conclui-se que os benefícios fiscais que o Estado recebe pelos agrocombustíveis não correspondem aos custos de oportunidade que a sociedade paga em investimento social e deterioro ambiental. Recomenda-se uma diversificação de cultivos que garanta a soberania alimentar do país e que contribua para melhorar a qualidade de vida da população rural, que atinge altos índices de pobre e indigência.

**Palavras-chave:** agricultura, agrocombustíveis, mudança climática, soberania alimentar, variabilidade climática.

## Abstract

The impact of climate variability and climate change makes it necessary to develop comprehensive and coherent policies aimed at the adaptation of the country's different productive sectors. The article analyzes the benefits and drawbacks of the use of agrofuels in Colombia, within a comprehensive framework that includes environmental, social, and economic impacts. It concludes that the tax benefits the State receives due to agrofuels do not counterbalance the opportunity cost for society with respect to social investment and environmental degradation. Finally, crop diversification is recommended in order to guarantee the country's food sovereignty and improve the quality of life of the rural population, which shows high indices of poverty and indigence.

**Keywords:** agriculture, agrofuels, climate change, food sovereignty, climate variability.

RECIBIDO: 8 DE ABRIL DE 2013. ACEPTADO: 10 DE ENERO DE 2014.

Artículo de reflexión sobre los beneficios e inconvenientes de los agrocombustibles en Colombia, a partir de la consideración de un marco integral que incluye impactos ambientales, sociales y económicos.

\* El presente artículo es resultado del proyecto de investigación "Estrategias de competitividad y sostenibilidad de sistemas productivos agrícolas en la microcuenca Centella (Dagua-Valle del Cauca)", n.º 2669, financiado por el programa de convocatoria interna para proyectos de investigación 2011.

\*\* Dirección postal: Universidad del Valle Sede Meléndez, calle 13 n.º 100-00, Cali, Departamento del Valle del Cauca, Colombia.  
Correo electrónico: alvaro.avila@correounivalle.edu.co

\*\*\* Correo electrónico: yesid.carvajal@correounivalle.edu.co

## Introducción

La caña de azúcar es un cultivo tradicional del valle geográfico del río Cauca. Su producción y derivados constituyen una de las principales agroindustrias del país, que representa más del 1,3% del Producto Interno Bruto —en adelante, PIB— nacional, el 10% del PIB regional y el 41,6% del PIB agrícola. Además, tiene uno de los mayores rendimientos productivos: en caña (122 ton/ha) y azúcar (12 ton/ha); y, adicionalmente, la región presenta importantes desarrollos en investigación y biotecnología (CNP 2002). Para el 2012 se produjeron más de 365 millones de litros de etanol (Fedebiocombustibles 2013a) para una demanda interna creciente, debido a que las leyes están direccionadas y obligan a combinar la gasolina con etanol en un 10% en las principales ciudades. Dicha cantidad aumentará en los próximos años, dados los múltiples estímulos del gobierno nacional para promover la producción, los cuales favorecen a los inversionistas con subsidios, exención de impuestos y beneficios, entre otros.

Actualmente, el alcohol carburante colombiano proviene exclusivamente del procesamiento de la caña de azúcar en el valle geográfico del río Cauca, lugar que por sus condiciones agroclimáticas excepcionales permite la cosecha y molienda de caña durante todo el año, frente a la producción estacional que caracteriza a la mayor parte del mundo. De otro lado, la expansión del cultivo de palma africana en Colombia ha mantenido un crecimiento sostenido que alcanza 360.000 ha en cuatro zonas productivas, como se aprecia en la figura 1. Este hecho ha convertido al país en el primer productor en Latinoamérica y el quinto en el mundo, con una participación del 9% en la producción mundial. En los próximos años, se tiene el objetivo de multiplicar por siete la oferta, hasta alcanzar los 3,5 millones ha al año, e incrementar las exportaciones en un 78% en el 2020, con respecto a la producción nacional, para así satisfacer la demanda del mercado europeo, que en la actualidad es el segundo consumidor mundial de aceite de palma y el principal comprador del producto (Mignorance 2006).

Existen diferentes apreciaciones sobre los grandes proyectos de agrocombustibles —en adelante, AGC— en Colombia, que se podrían agrupar en tres grupos: el primero, conformado por diferentes sectores gubernamentales y agremiaciones (Fedepalma 2006), justifica su producción y masificación argumentando que garantiza el abastecimiento energético del país, disminuye la

dependencia de combustibles fósiles y adicionalmente, ofrece beneficios sociales, ambientales y económicos. Beneficios que se derivan de la generación permanente de empleos, el fortalecimiento del sector agrícola y la economía regional, el desarrollo agroindustrial y el mejoramiento de la calidad del aire en las ciudades, dado que estos sectores se consideran ambientalmente amigables.

El posicionamiento de los AGC viene amparado por organismos financieros internacionales, por el alto precio en el mercado, por el desarrollo de políticas con beneficios fiscales practicadas por el estado y por un manejo mediático de las supuestas ventajas de esta actividad económica (Monsalve et ál. 2008). El grupo destaca además la gran ventaja comparativa de Colombia para producir AGC y alimentos, frente a países que buscan expandir su producción pero que no disponen de tierras para hacerlo. Resalta también que los AGC no afectan la soberanía alimentaria de Colombia, debido a que hay 4,5 millones de ha de uso agrícola y se tienen 4,5 millones de ha más que no están sembradas. El grupo destaca que existen 17 millones de ha adicionales disponibles para producir alimentos y materias primas, sin necesidad de deforestar ni sustituir áreas dedicadas a la agricultura.

Para el segundo grupo, Salinas Abdala (2011) señala que la política del país debería favorecer el desarrollo agroindustrial, pero a la vez, la economía campesina, con criterios diferenciales por región y grupos poblacionales indígenas, campesinos, mujeres y desplazados, de forma que se garantice equidad en el acceso a la tierra, al agua, y se contribuya a la construcción de la paz en Colombia. Este razonamiento armoniza con los objetivos del milenio con los que está comprometido el país y, además, con la Food and Agriculture Organization of the United Nations —en adelante, FAO— (2003, 8-26), que define la seguridad alimentaria como el proceso en el cual todas las personas tienen en todo momento acceso físico y económico a suficientes alimentos inocuos y nutritivos para satisfacer sus necesidades nutricionales y sus preferencias alimentarias, con el fin de llevar una vida activa y sana. La anterior posición coincide con lineamientos internacionales que identifican la inversión en el sector rural como medio para aliviar la pobreza, puesto que las minorías mencionadas juegan un papel importante: los pequeños y medianos agricultores aportan el 70% de los productos alimenticios del país y se caracterizan por tener tecnologías inapropiadas en sus sistemas productivos, con limitaciones para el acceso a servicios básicos y transferencia de tecnología (PNUD 2011).

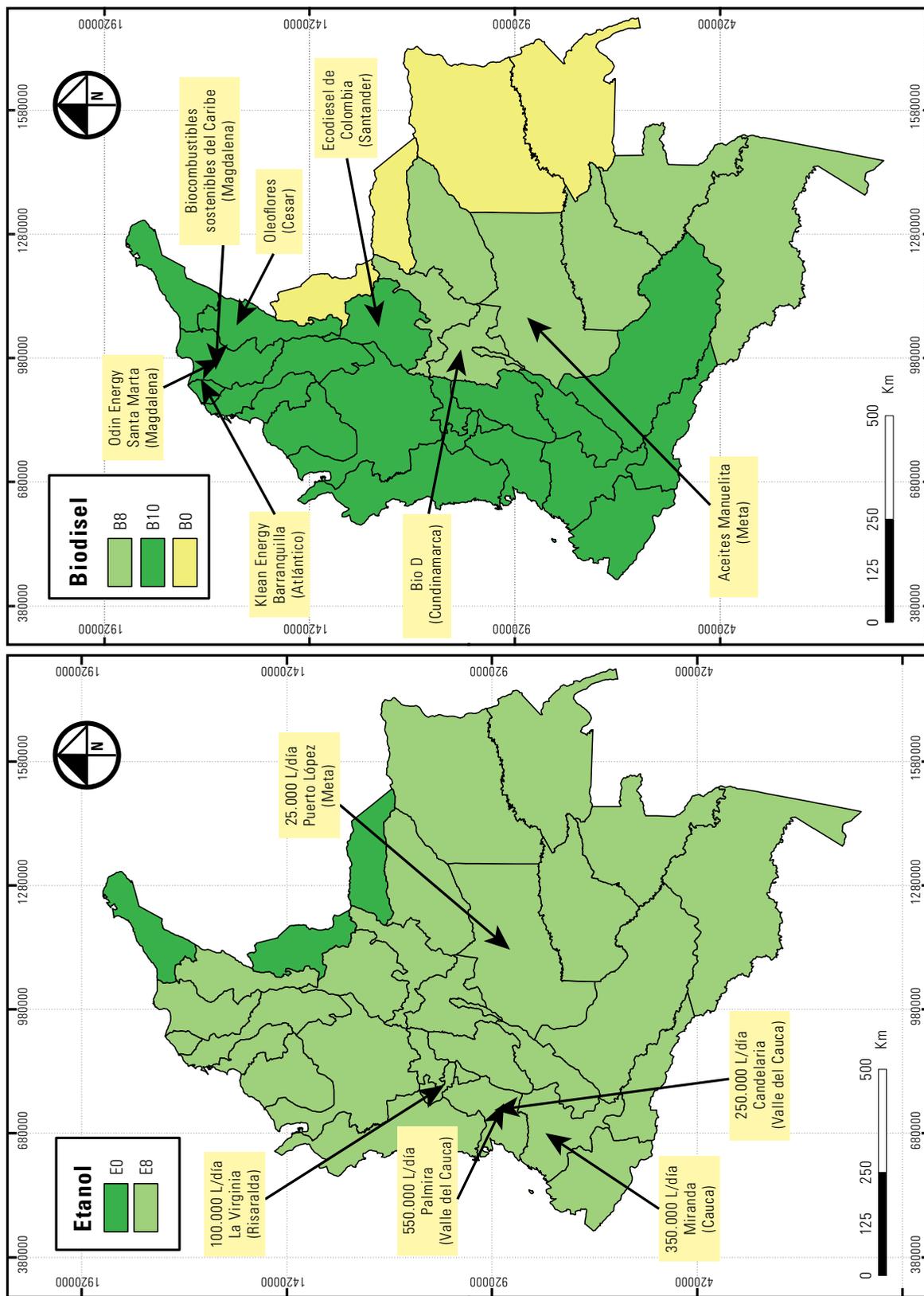


Figura 1. Zonas productivas de palma africana y de caña de azúcar. Fuente: adaptado de FedBioCombustibles 2013a, 2013b.

El tercer grupo relaciona numerosas críticas asociadas con la expansión de los monocultivos de caña y palma en Colombia, y pone en evidencia su vínculo con conflictos por el uso y propiedad del suelo: paramilitarismo, desplazamiento forzado, flexibilización laboral, condiciones desfavorables de trabajo, pérdida de soberanía alimentaria, violación de derechos colectivos de pueblos indígenas y afrodescendientes, pérdida de biodiversidad y ecosistemas fundamentales de las regiones; así como la transformación cultural de las estrategias de supervivencia y convivencia de las comunidades locales (Fajardo et ál. 2010, 37; Pérez Rincón y Álvarez Roa 2009; Valencia 2014).

Considerando que es un tema álgido, y podría decirse que polarizado, este documento aborda la temática de los AGC en Colombia desde una perspectiva más amplia que la económica, explorando diferentes dimensiones, con el fin de aportar elementos para valorar adecuadamente el beneficio ambiental, social y económico de su implementación. Es importante destacar que el propósito de este artículo no es llegar a conclusiones definitivas, sino generar diferentes puntos de vista entorno a la revisión de la literatura y la discusión que se presenta, en un contexto donde el 46% de la población se encuentra bajo la línea de pobreza y casi el 18% en indigencia; mientras que en el área rural las cifras alcanzan el 65% y el 32% respectivamente (DNP 2010).

## Metodología

Se realizó una búsqueda sistematizada de información en bases de datos web como Of Science, Redalyc, Dialnet, Directory of Open Access Journals, SciELO Colombia y en otras donde la Universidad del Valle tiene libre acceso. Esto con el objetivo de ubicar documentos relevantes sobre los impactos ambientales, económicos y sociales de los AGC en un contexto nacional. Se optó por identificar conceptos claves para acotar la búsqueda. El resultado obtenido arrojó información general asociada con los objetivos de la investigación, lo cuales se basan en abordar múltiples enfoques del uso de los AGC y su impacto en la soberanía alimentaria colombiana, con el fin de analizar los factores que contribuyen al auge de este producto. Las fuentes de información consultadas incluyen libros publicados, artículos científicos en inglés y español, informes, revistas y periódicos; tales fuentes se desarrollaron en los últimos 16 años.

## Evaluación de resultados

Históricamente la humanidad ha desarrollado la agricultura, interviniendo los ecosistemas y generando diversas alteraciones ambientales, según las interrelaciones ambiente, cultura y sociedad. Así, la agricultura se ha convertido en una actividad compleja, asociada a conflictos sociales y procesos biofísicos de degradación, que afectan la sostenibilidad ecosistémica. El modelo productivo agrícola actual está basado en la industrialización de los recursos naturales y el mercadeo de la sociedad rural, situación que ha motivado el desarrollo de tecnologías con base en monocultivos, productos genéticamente modificados, degradación de los suelos, aceleración de procesos erosivos, pérdida de biodiversidad, uso intensivo de agroquímicos y combustibles fósiles, entre otros, con el consecuente aumento de la pobreza rural, la pérdida de la agricultura tradicional y la sobreexplotación de la biodiversidad (Aristide 2009).

De otro lado, la variabilidad climática —en adelante, VC— el cambio climático —en adelante, CC— y la crisis mundial del agua se han convertido en la mayor amenaza ambiental de los últimos tiempos (Brown y Funk 2008). Aunque las emisiones de gases de efecto de invernadero —en adelante, GEI— de Colombia son reducidas (0,37%) versus el total mundial, el país enfrenta el riesgo de sufrir efectos del problema por la vulnerabilidad de su población y ecosistemas. Autores como Magrin et ál. (2007) reportan que por efecto del CC se incrementará la frecuencia de eventos extremos de El Niño Oscilación del Sur (ENOS), que impactarían considerablemente la región, y se convertirán en una normalidad climática. En la actualidad no hay consenso científico sobre las causas del cambio climático global: mientras unos autores lo asocian al aumento de las emisiones de GEI producto de las actividades antrópicas (IPCC 2007a, 2007b), otros como Robinson, Robinson y Soon (2007) indican que no hay evidencia científica que muestre que los GEI ocasionan el CC, y resaltan que las consecuencias ambientales del aumento de CO<sub>2</sub> en el siglo XX y XXI no han producido efecto destructivo en el clima mundial.

Independientemente de las causas de la VC o del CC, el desarrollo socioeconómico asimétrico del planeta es diferente al de hace 1000 años, y muchas actividades dependen en alto grado del clima. Aún se desconoce el efecto de la intervención humana en la atmósfera y falta certeza científica sobre sus causas y efectos, que generalmente se manifiestan con un rezago de varios

años; esto implica considerar principios básicos de precaución que reduzcan la probabilidad de sufrir un daño ambiental grave, aunque se ignore la probabilidad precisa de su ocurrencia. En este contexto, los AGC son promocionados como una fuente de energía limpia y figuran en la agenda político-económica global como alternativa viable para reducir el uso de combustibles fósiles y enfrentar retos del CC (Bravo 2006). De esta manera, se ha estimulado su rápido crecimiento en el mercado global —incremento del 400% entre el 2000 y 2008—, con una tendencia a aumentar en los próximos años, gracias al alza en los precios del petróleo, el interés de los países en ser autosuficientes en energía y a algunas ventajas económicas, ambientales y técnicas que se dice que tienen (Rajagopal y Zilberman 2007), como lo son: la reducción del impacto ambiental en comparación con los combustibles fósiles, su carácter renovable, la seguridad del suministro, etc. No obstante, varios análisis de eficiencia de las emisiones y del ciclo de vida de los AGC han motivado controversias a diferentes niveles entre las numerosas partes interesadas, las cuales han debatido ampliamente sus efectos económicos, medioambientales y sociales.

Estudios recientes demuestran que no son tantos los beneficios, y se viene cuestionando la conveniencia de continuar impulsando su desarrollo, debido a que su uso masivo genera presión sobre los ecosistemas y la producción de alimentos, lo que ocasiona una relación de competencia por recursos e insumos (Boddinger 2007). En la tabla 1 se presentan las principales características de los AGC en Colombia, correspondientes principalmente con las industrias de etanol y biodiesel.

En la actualidad, 132.173 ha (0,31%) en caña de azúcar y 168.200 ha (0,4%) en palma africana se están dedicando a producción de AGC, con una obtención de 1.250.000 y 1.638.000 litros/día de etanol y biodiesel respectivamente. Para el caso de la caña de azúcar, Cardona (2009) menciona que estos rendimientos están entre los más altos del mundo, y se han alcanzado debido a un trabajo conjunto entre los productores, los ingenios y las asociaciones gremiales. Para la palma de aceite se reportan rendimientos de 4.400 litros/ha, mientras que en países como Indonesia y Malasia hay reportes de producción de 6.000 litros/ha. De acuerdo con las condiciones climáticas y políticas, Colombia se ve influenciada positivamente por el uso de biodiesel y etanol, al disminuir efluentes gaseosos contaminantes (Cardona 2009), teniendo en cuenta el posible aumento en la producción de óxidos de nitrógeno debido al uso de AGC.

**Tabla 1.** Comparación entre la producción de etanol y biodiesel en Colombia.

Característica	Tipo de cultivo	
	Caña de azúcar	Palma africana
Tipo de AGC	Etanol	Biodiesel
Producción total del AGC (litro/día)	1.250.000	1.638.000
Área total plantada de producción	132.173	168.200
Área total plantada de producción -% del total nacional	0,31	0,4
Productividad por hectárea Plantada (litro/ha)	9.000	4.400-5.550
Balance energético (energía producida/energía requerida)	8,3-10,2 veces	2,4 - 5 veces
% de emisión de gases efecto invernadero evitado mediante la sustitución de la gasolina con AGC	86-90	41-71
Tiempo para pagar la deuda del carbono	17 años	86 años
Participación del AGC en el mercado de la gasolina	0-8%	8-10%
Requerimientos de agua (mm/año)	1.100-2.500	1.500-2.200
Biomasa (ton/ha)	40-120	10-28

Fuente: Cardona 2009; Domínguez 2008; FedeBiocombustibles 2013a, 2013b; Krupa, Villareal y Lomonaco 2011; Uncayo, SDI e IDE 2012.

Colombia, al igual que los países andinos, ha experimentado en las últimas décadas un notable crecimiento urbano, que actualmente representa más del 80% de la población que crece paralelamente a niveles cercanos al 50% de pobreza y entre el 15% y 30% de pobreza extrema. Esta situación limita las capacidades de respuesta de la población, el Estado y sus instituciones. De otro lado, Colombia importa el 51% de las proteínas y calorías vegetales y el 33% de las grasas (Suárez Montoya 2008); contrario a lo que ocurría en 1990, cuando se producía el 90% del maíz para el consumo propio. Para

el 2009, el país importó más de 3,25 millones de toneladas, que representaron el 67% del maíz que se consume. Asimismo, en el 2009 se importaron 1,4 toneladas de trigo, equivalentes al 95% de la demanda nacional (FAO 2013). Este aumento de importación de productos alimenticios genera un incremento en el costo de los alimentos.

En la década pasada, el gobierno nacional priorizó la promoción de grupos empresariales y de materias primas para AGC sobre la soberanía alimentaria, y dejó en segundo plano la obligación de estimular y proteger la producción de alimentos. De igual forma, países como Brasil, Argentina, Uruguay, Paraguay y Bolivia empiezan a tener altos costos ambientales, sociales y éticos por la producción de AGC. Autores como Rulli (2006) y Kucharz (2008) destacan la falta de tierra de los campesinos y la alta presión sobre los ecosistemas como consecuencia de la deforestación masiva para la producción de AGC para exportación. Todo esto en un contexto en el cual, de 7.000 millones de habitantes que tiene el planeta, 6.000 millones son clientes diarios de la agricultura y 1.000 millones no tienen que comer; 2.000 millones carecen de seguridad alimentaria por causas diversas, que se exacerban, entre otras, por el impulso con fuerza de los AGC en la agenda mundial, para vincular 1.000 millones de vehículos al mercado de recursos naturales e insumos necesarios para la agricultura. Este hecho compromete el cumplimiento del objetivo del milenio de reducir a la mitad el número de personas que sufren de hambre en el mundo para el 2015. Por otra parte, se estima que en los próximos diez años se duplicará la necesidad de alimentos (FAO, FDA y PMA 2012), y es bajo este panorama que la notable incursión de los AGC en la agenda mundial genera más incertidumbre en la producción de alimentos.

## Marco de contexto

### Contexto mundial

El 56% de la energía mundial es consumida por 30 países (Altieri y Bravo 2007), de los cuales Estados Unidos tiene el 25% del total, a pesar de contar únicamente con el 5% de la población global. El transporte es la actividad que consume más petróleo en el planeta, con el 60,3% de la producción total (The Royal Society 2008, 1), por lo cual se identifica como un sector prioritario para reducir la dependencia e importación de combustibles fósiles. Esto ha conducido a Estados Unidos y Europa a plantear cambios en sus demandas ener-

géticas por los AGC, legislando a favor de su inclusión en los consumos. Por esta razón, son los compradores más importantes y tienen proyectado que en el 2020 el consumo de diesel y combustibles fósiles haya sido reemplazado por AGC en un 20% (Ford y Senauer 2007; Valencia 2014). Lo anterior hace atractivo el mercado latinoamericano como principal proveedor, debido al menos a 4 ventajas comparativas: 1) la mayor productividad en el trópico, 2) la mano de obra más barata, 3) la accesibilidad a suelo en grandes extensiones y 4) la menor dificultad para manejar la voluntad política y conseguir más apoyos para los proyectos de agronegocios relacionados (Del Riego 2008).

Esta situación incentiva a que grandes proyectos de explotación de recursos naturales, tales como la minería y los agronegocios —incluyendo los AGC—, encuentren impulso en países en desarrollo y sean objeto de negociación en los tratados de libre comercio —en adelante, TLC—. Esta creciente demanda induce a que las multinacionales extranjeras ejerzan gran presión en el logro de dichos acuerdos, en los cuales los compradores de AGC sustentan que la importación de etanol y biodiesel reduciría las importaciones de petróleo y favorecería la seguridad alimentaria en las regiones productoras. Sin embargo, la realidad es que finalmente impulsan el deterioro ambiental, social y económico de los países productores, donde los gobiernos promueven incentivos como exención de impuestos, subsidios de producción, legislación favorable, flexibilización laboral, disminución de derechos sindicales, contrarreforma agraria, falta de estímulo a la producción interna de alimentos y reformulación de planes de desarrollo, entre otros (Altieri y Bravo 2008; Álvarez 2008; Mignorance, Minelli y Le Du 2004; Monsalve et ál. 2008; Pérez Rincón y Álvarez Roa, 2009; Salinas Abdala 2006).

Varios reportes (Bodding 2007; FAO, FIDA y PMA 2012) señalan que la fuerte demanda de AGC, el CC, el elevado precio del petróleo, la disminución de reservas de los alimentos, el comportamiento especulativo de los mercados, los subsidios y el crecimiento de la población, entre otros, contribuyen en su conjunto al aumento de los precios de los alimentos, que a su vez influyen en la crisis alimentaria que afecta al mundo. Asimismo, el hecho de que muchos especuladores inviertan en materias primas, como productos alimenticios, ha elevado el precio. A esta situación se suma que los países desarrollados están exportando productos subvencionados a países en desarrollo, hecho que amenaza el sostenimiento de la agricultura tradicional interna y pone en

riesgo la soberanía alimentaria. Por ejemplo, Estados Unidos destina el 40% de su producción de maíz a la obtención de etanol, y ejerce una fuerte influencia en los precios y la disponibilidad de alimentos a escala mundial, ya que exporta más del 66% del comercio internacional de granos (USDA 2012).

La International Energy Agency (IEA) (2007, 33) ha proyectado que los AGC solo podrían suplir el 8% del consumo mundial de combustibles destinados al transporte para el año 2030. Boddinger (2007) indica que estos podrían emitir más CO<sub>2</sub> del que pueden absorber las plantas, y destaca que, cuando se destina tierra de biodiversidad como la Amazonía para producir AGC, se emite hasta 420 veces más CO<sub>2</sub>/año del que se ahorra por reemplazarlo con combustibles fósiles. Este autor concluye, además, que es una alternativa no viable de solucionar el problema. Otros autores indican los AGC causan más daños que beneficios ambientales, debido a que se incentiva la destrucción de la selva tropical. Más de 7.000 km<sup>2</sup> de selvas se perdieron en Brasil en 2007 debido a la deforestación causada por proyectos de agronegocios, en una de las zonas más biodiversas del mundo (Valencia 2014). También cabe resaltar que la ganadería es una de las principales causas de deforestación debido a su rentabilidad; existen casi seis hectáreas de pastura por cada hectárea de agricultura en la amazonia brasileña (Martino 2007), situación que resulta contradictoria, si se tiene en cuenta que la FAO (2005) estima que la deforestación ocasiona entre 25% y 30% de los gases de efecto invernadero y que cada año se liberan a la atmósfera alrededor de 1.600 millones de toneladas.

#### Desbalance energético

Aunque es un hecho ampliamente difundido que la sustitución de gasolina y gasoil por etanol y biodiesel reduce las emisiones de CO<sub>2</sub> entre un 50% y un 75%, hoy en día existe una gran discusión al respecto. Boddinger (2007) indica que los AGC emiten más CO<sub>2</sub> del que evitan y cabe destacar que en la mayoría de casos se destinan tierras biodiversas para producir AGC. Lo anterior indica que se invierte más energía fósil en producir un litro de etanol que la que es posible recuperar de este. Diferentes estudios (Pimentel y Patzeck 2005) confirman esta situación, haciendo un completo análisis del ciclo de vida y demostrando que las emisiones resultantes de los AGC no son carbono neutrales y que para producir etanol a partir de maíz, pasto forrajero (*Panicum virgatum*) o madera es necesario invertir tanta energía

fósil (fertilizante, transporte, destilado, distribución, exportación) como la que producen.

Además del factor eficiencia energética de la transformación, estudios realizados por Pimentel y Patzeck (2005) mencionan que no se consideran todas las energías utilizadas en la producción de AGC: abonos químicos, fabricación y mantenimiento de la maquinaria, riego necesario en muchos casos, producción y distribución de semillas y herbicidas, además de su transporte o el de sus materias orígenes cada vez más desde el hemisferio sur al norte. En el mejor de los casos, estiman que para producir una caloría son necesarias 1,29 con el maíz, 1,59 con la madera, 1,27 con la soja y 2,18 con el girasol. Asimismo, hay emisiones de otros gases de efecto invernadero en el proceso, como el N<sub>2</sub>O liberado durante el cultivo (IPCC 2007b) que tiene un potencial de calentamiento atmosférico 310 veces mayor que el CO<sub>2</sub>. Que los AGC sean obtenidos a partir de fuentes renovables no indica que sean sostenibles; su demanda cada vez mayor implica utilizar nuevas tierras para producirlos, y dado que no son una solución energética ni ambiental, deben ser tratados y entendidos como una medida parcial y temporal, que no debe desviar el objetivo de buscar fuentes de energía realmente limpias y sostenibles en los próximos años.

Si bien es cierto que la principal causa de deforestación en la Amazonía es la ganadería (Butler 2007), entre 2000 y 2005, el cultivo de soya ocupó el segundo lugar; actualmente, hay más de 21 millones de ha sembradas de soya en Brasil. A la fecha, ambos factores han provocado el desmonte de 80 millones de ha de tierra (que equivalen aproximadamente al 10% de la superficie total del país). El papel de la soya destinada a la producción de biodiesel es bastante significativo en la Amazonía y ha ocasionado parte de los desmontes de manera directa; sin embargo, tiene un impacto mucho mayor en la deforestación, porque ocupa tierras desmontadas, sabanas y bosques de transición, con lo cual empujan a los ganaderos y a los campesinos que usan la técnica de tumba-roza y quema hacia el interior de la frontera boscosa. El cultivo de soya también genera un poderoso estímulo para nuevos proyectos carreteros y de infraestructura, que aceleran la deforestación causada por otros actores. Cabe resaltar que un estudio sobre el futuro de la deforestación en la Amazonía brasileña coloca a las rutas pavimentadas y no pavimentadas como el factor de presión más importante (Kirby et ál. 2006; Laurence et ál. 2004), debido en parte, a que los factores que desencadenan la deforestación de la

región amazónica se han vuelto más complejos, ya que no solo responden a condiciones locales sino también a procesos internacionales.

Latinoamérica tiene condiciones para ser exportador mundial de AGC, en especial de etanol a partir de la caña de azúcar y de otros cultivos como maíz, palma africana y soja (CEPAL 2007, 11-33). Colombia es el segundo productor de etanol en América, superado por Brasil, que viene desarrollando su industria de etanol desde los años setenta, con 15.700 millones de litros/año. Esta expansión podría afectar la soberanía alimentaria en la región por disponibilidad, estabilidad y utilización de alimentos, pero en especial por acceso (FAO 2008). Aunque la producción agropecuaria de 0,7% (1996-2005), creciendo a la par de la exportación de alimentos respecto al promedio mundial (FAO 2008), indica que hay disponibilidad, los índices de pobreza y el auge de los AGC pueden amenazarla, al competir por recursos productivos que pueden desviarse de la producción agropecuaria. Los índices de subnutrición, pobreza y desigualdad son un indicador de la falta de acceso a los alimentos. Hay 209 millones de personas que viven en la pobreza (39,8%), 81 millones en pobreza extrema o indigencia (15,4%) y 52,4 millones con subnutrición (10%) (FAO 2008). Por tanto, es muy probable que a corto plazo la expansión de los AGC tenga efectos negativos importantes en la agricultura, a los cuales Colombia no es ajena. A continuación se detallan algunos de estos efectos.

### Contexto colombiano

El marco normativo relacionado con la producción de AGC pretende asegurar las inversiones del sector privado en términos de productividad (Álvarez 2008). Las principales normas para incentivar la producción y uso de los AGC en Colombia funcionan mediante estímulos, exenciones, beneficios tributarios, etc., y se pueden consultar en PCN et ál. (2010, 15-22). Inicialmente, con la Ley 693 de 2001 el Estado obliga a mezclar el 10% de la gasolina corriente con etanol, en las ciudades con más de 500.000 habitantes, y posteriormente el diesel con el 5% de biodiesel. Además, el gobierno continuó impulsando, por medio de la ley 788 de 2002, el uso de AGC, exonerando el pago del Impuesto sobre el Valor Agregado —en adelante, IVA— la sobretasa al porcentaje de alcohol carburante que se mezcle con la gasolina. Las normas faltantes se pueden consultar en estudios realizados por Fajardo, Salinas Abdala y Álvarez (2010, 22-23); Pérez Rincón y Álvarez Roa (2009, 2011) y Valencia (2014).

### Seguridad alimentaria versus producción de AGC

En el 2005, mientras el sector azucarero colombiano reportaba pérdidas por los bajos precios internacionales del azúcar y por las negociaciones del TLC con el gobierno de los Estados Unidos (Pérez Rincón y Álvarez Roa 2009), se inicia la producción de AGC con apoyo del gobierno, que previamente había ofrecido incentivos estatales para hacer viables estas inversiones. Los grandes beneficios que reporta actualmente el sector se sustentan en las subvenciones y subsidios del Estado (Fajardo, Salinas Abdala y Álvarez 2010, 20-21), con garantías que incluyen exención de impuestos, obligatoriedad en la mezcla de gasolina con etanol y biodiesel con diesel, incremento de precios, declaración de zonas francas especiales, estabilidad jurídica, etc., que aseguran el mercado interno (Pérez Rincón y Álvarez Roa 2009). Hay al menos cuatro tipos de beneficios que viabilizan esta producción:

1. Los del Estado: legislación y regulación del mercado, ya que existe una exención del IVA, sobretasa a la gasolina, el impuesto global y la obligatoriedad de consumo, etc.
2. Los de los agricultores: el productor tiene un mercado cautivo, dado que paga menos a los agricultores por la caña destinada al etanol, con respecto a la que se destina al azúcar (Valencia 2014).
3. Los de los trabajadores: sobreexplotación de los trabajadores mediante cooperativas de trabajos asociados, es decir, tercerización del empleo (Pérez Rincón y Álvarez Roa 2009); a lo anterior se suma el reemplazo de mano de obra por tecnología, en un sector que genera 0,18 empleos directos por hectárea.
4. Los de los consumidores: la sociedad, además de pagar uno de los precios más costosos del mundo por la gasolina —Colombia es el país de Latinoamérica y uno de los diez del mundo donde se paga la gasolina más costosa—, también lo hace por el etanol y el azúcar. Esto bajo el argumento de incentivar el ingreso al productor localmente para que el producto encuentre mercados externos más atractivos. Las utilidades netas de los ingenios alcanzaron \$720.000 millones de pesos en 2011, con un aumento en las utilidades netas del 52,19% y del 52,41% de las utilidades operacionales.

Actualmente, el sector abastece el 60% del mercado nacional (Asocaña 2012, 30) y tiene una proyección de expandirse a 700.000 ha para el 2020. De otro lado, hay 4 zonas delimitadas en el país como productoras de palma africana que se destacan por su producción

(véase figura 1). Este aumento de bienes agrícolas para los AGC sería bastante acelerado, y pasaría a 5.667.000 litros/día en 2020 (Espinosa Rico 2011, 69). Dicho panorama presenta el riesgo adicional de incentivar una sobreoferta de materia prima, que ocasionaría desventajas para los agricultores, al ofrecer su producto a precios desfavorables y, en algunos casos, presionarlos a vender sus tierras, lo cual estimularía su concentración, dadas las asimetrías de poder existentes.

#### Impactos en la soberanía alimentaria

Los AGC se producen generalmente a partir de caña de azúcar, palma de aceite, soja, maíz, yuca y colza. La competencia entre estos y los alimentos será cada día más severa en disponibilidad y precios, debido a que el planeta tiene limitada área de agricultura disponible y el desplazamiento de tierras para producirlos está generando incrementos en los precios. Si bien la producción de AGC es un factor importante en las alzas, existen otros agentes tales como el aumento en el valor de transportes y fletes, debido al alza en los precios del petróleo, el crecimiento de la población y la especulación de los grandes mercados que controlan el comercio mundial de alimentos, entre otros.

El uso del suelo debería priorizarse para la producción de alimentos, máxime si más de 1.000 millones de personas padecen de hambre; además, porque resulta en una competencia donde los sectores más vulnerables del campo tienen crecientes dificultades para producir insumos y alimentos, situación que amplía y profundiza modelos de exclusión. Actualmente se reconoce que, en términos de seguridad alimentaria, la disponibilidad de alimentos no es problema en la mayoría de los países en desarrollo. No obstante, la falta de acceso a estos sí lo es, dada el alza en su valor y los índices de pobreza.

El informe del PNUD (2011) destaca que el país tiene un 32% de población campesina y no podrá modernizarse como pretende si no apuesta por el futuro rural. Esta situación va en consonancia con el contexto internacional, en el cual Dasgupta (2004) identifica al sector rural y la agricultura como medios para aliviar la pobreza, puesto que el 75% de los pobres en países en desarrollo habitan zonas rurales que dependen de la agricultura. Dicha tendencia continuará a la par con el incremento de la población mundial y las necesidades de producción alimentaria, que aumentarán en un 70% para el 2050 (Rahman y Westley 2002; Ziad y Siireen 2010). Lo anterior indica que la toma de decisiones

debería estar más orientada a incrementar la inversión en agricultura para aumentar la producción local de pequeños agricultores, productores de alimentos, así como proteger sus fuentes de subsistencia frente a potenciales amenazas.

#### Incremento del precio mundial de los alimentos

El impacto de los AGC en la disponibilidad y aumento del precio de los alimentos en países en desarrollo es un aspecto crítico a considerar. Su producción masiva ocasiona un desplazamiento de la agricultura de subsistencia, cambia las prioridades de los productores en los países industrializados y fomenta la especulación financiera con el valor de los productos agrícolas destinados a los AGC (Cerdas Vega 2009, 47). Diversos investigadores han analizado el efecto de los AGC en el aumento del precio de los alimentos; en ese sentido, la Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos revisó once estudios sobre el aumento de precio de los alimentos durante el 2007 y concluyó que los precios de las materias primas agrícolas se incrementaron entre 20% y 40%, como consecuencia de la expansión de los AGC a nivel internacional (Baier et ál. 2009; Moreno y Mittal 2008). Uno de los principales AGC es el etanol, que se puede producir partiendo de distintas materias primas: un 61% del total mundial se obtiene principalmente de productos azucarados, mientras el 39% restante se produce a partir de diferentes cereales, como el sorgo o el maíz. Esta industria tiene su máximo desarrollo en Brasil y Estados Unidos, países que representan un 70% de la producción mundial. En el caso de Brasil, la obtención de AGC parte de la caña de azúcar, mientras que en el de Estados Unidos el 90% proviene del maíz.

Estudios orientados a analizar el efecto de las políticas de AGC en los precios de los alimentos estiman que, en 2008, estas fueron responsables de 25% del incremento del precio de los alimentos (Abbott, Hurt y Tyner 2011). Por otro lado, Baier et ál. (2009) calcularon que la producción mundial de AGC aumentó en un 27% los precios y que la producción de Estados Unidos causó 22% del crecimiento de precios del 2006 al 2009.

Entre 2002 y 2008, los precios de los alimentos (trigo, soya, maíz, arroz, entre otros) subieron un 140%, lo cual incrementó en 100 millones de personas la población mundial con hambre y pobreza. Aunque la producción alimentaria mundial aumentó, la reserva ha sido la más baja en 25 años. En el 2050, África, América Latina y Asia oriental juntas podrían proveer más de la

mitad de todos los AGC requeridos, si se remplazaran los actuales sistemas agrícolas ineficientes y de baja intensidad por sistemas de manejo agrícola mejorados y tecnificados. Esto implicaría desplazar o sustituir sistemas productivos tradicionales basados en la biodiversidad por AGC e ingeniería genética (Grain 2007). Esta tendencia, según FAO, FIDA y PMA (2012) seguirá aumentando hasta un 50% para el 2020, y generará, además, desplazamientos o forzarán el trabajo hacia monocultivos, lo cual favorecerá el detrimento de la producción de alimentos de subsistencia y aumentará los conflictos por su demanda.

#### **Colombia importa alimentos**

El país ha dejado de producir alimentos fundamentales para la dieta alimentaria, como el trigo, la cebada y el maíz, lo que ha conducido a que sea dependiente de los alimentos de otras latitudes. En la década de 1990 se producía el 95% del maíz para el consumo nacional, pero en el 2011 el país importó el 85% del maíz que consumía (FAO 2013; Superintendencia de Industria y Comercio 2012). Aunque el país tiene la capacidad para producir alimentos, el modelo de desarrollo económico ha priorizado la agricultura industrial sobre la producción del pequeño agricultor, donde se ha privilegiado el desarrollo del capital económico. En este marco están inmersas las políticas de apoyo a la producción de AGC, situación que además de afectar la soberanía alimentaria, los medios de vida de las poblaciones rurales y los recursos naturales, genera mayor competencia local por la disponibilidad de la tierra.

#### **Impactos ambientales**

La exportación de AGC implica exportar recursos como el agua, que generalmente no se incluye dentro de los costos de pago de compensación, donde el concepto de agua virtual —agua empleada para la producción de bienes y servicios— es fundamental para evaluar el impacto hídrico bruto de un producto sobre el entorno. Algunos estudios (Hoekstra et ál. 2011) indican que 1 kg de azúcar requiere 135 litros de agua, 1 kg de maíz, 450 litros y 1 kg de soja, 2.300 litros, lo cual compete con la disponibilidad de recursos naturales para producir alimentos. Asimismo, grandes aplicaciones de fertilizantes limitan el uso potencial del suelo para producir alimentos, lo que contribuye con el efecto invernadero. La aplicación de gran cantidad de herbicidas, en la continuidad de un modelo de agricultura industrializada, hace uso intensivo de los recursos, con una alta

extracción de nutrientes que luego demanda más insumos y altera la estructura del suelo; a cambio de bajos reconocimientos económicos por la exportación y uso de AGC. Otro aspecto por el cual los AGC no reflejan el verdadero valor del producto en el mercado es no considerar el recurso suelo y la degradación generada por los procesos productivos, como son la contaminación y la pérdida de nutrientes, entre otros. Finalmente, la sociedad en su conjunto subsidia, sin recibir mayores beneficios de la producción de AGC.

De otro lado, el aumento progresivo de la producción de etanol en el suroccidente colombiano trae consigo una creciente generación de vinaza, en proporción 1:13 a la producción de alcohol. Esta tiene un gran contenido de materia orgánica y nutrientes como nitrógeno, azufre y fósforo, que son aprovechados principalmente en aplicaciones para fertilizantes. Si bien el efluente tiene un importante uso potencial como abono, también lo tiene como potencial contaminante, por su abundancia en cationes metálicos, potasio y magnesio, de utilizarse a gran escala. La experiencia indica que la concentración de vinaza es una operación con elevado costo energético, y que prácticas como el fertirriego y el compostaje han mostrado tener limitaciones técnicas en el caso de los suelos del Valle del Cauca (Gnecco citado por Girón Tejada 2008), que demandan la necesidad de evaluar la sostenibilidad del esquema productivo de etanol en la búsqueda de alternativas de su aprovechamiento. Asimismo, es necesario realizar investigación a mayor escala de tiempo, con monitoreo sistemático sobre sus posibles efectos en propiedades fisicoquímicas de los suelos, evaluando las ventajas y desventajas de sus usos actuales, dado que la composición química de este efluente puede limitar su aplicación como fertilizante a largo plazo (Pérez, Peña y Álvarez 2011).

#### **Uso de agua**

Los AGC generan cada vez una mayor demanda de agua, afectan la calidad del recurso y su función abastecedora para otros usos; esto ocasiona, además, la contaminación propia de la actividad agrícola (herbicidas, abonos, contaminación y vertimientos). En este aspecto vuelve a ser importante la industria azucarera y sus derivados, porque implica importantes conflictos ambientales por el control del agua y una reducida responsabilidad social que le corresponde a la producción del cultivo como contaminador y usuario del recurso. Dicha situación se facilita por las asimetrías existentes en las relaciones de poder político-económico de los

grandes productores y la menor capacidad organizativa de los afectados (Pérez Rincón y Álvarez Roa 2009, 2011; Valencia 2014).

Las cuencas hidrográficas del Valle del Cauca en general presentan un índice de escasez que varía de medio-alto a alto, con mayor incidencia en la valoración alta, pues 23 de las cuencas cuentan con un índice de escasez mayor a 50%; es decir, estas cuencas hacen uso de la oferta disponible hasta prácticamente agotarla, 16 cuencas se clasifican en escala de valor medio-alto, en las cuales se evidencia la urgencia de planes de ordenación de la oferta y la demanda (CVC 2012). Dicho conflicto se explica en parte por la dinámica del consumo de agua (Pérez Rincón 2008). Entre 1980 y 2010, la huella hídrica del sector aumentó de 3,1 GM<sup>3</sup> a 10,6 GM<sup>3</sup>, a una tasa del 4,6% anual, lo cual genera competencia por el uso del agua, que se acentúa en periodos de estiaje y se amplía al uso de aguas subterráneas, cuya asignación alcanzaba el 88% en el 2008, dados los altos requerimientos hídricos del cultivo. Esta presión sobre el recurso subterráneo aumenta su vulnerabilidad, si se considera que los acuíferos del departamento son de formación terciaria (lenta renovación). De lo anterior se desprende que también existe un beneficio ecológico de la sociedad hacia el sector, ya que el m<sup>3</sup> pagado por el agua subterránea es muy bajo, teniendo en cuenta el costo ambiental y de oportunidad que implica su extracción, que no coincide con el valor que se cobra a través de las tasas de uso del agua. La tasa por uso del agua promedio que pagan los usuarios del sector cañero es de \$24,6/m<sup>3</sup> en agua superficial y \$0,82/m<sup>3</sup> en agua subterránea para 2008, mientras los costos anuales promedio por mantener una cuenca hidrográfica y sus acuíferos son de \$51/m<sup>3</sup> (Escobar Jaramillo y Gómez Olaya 2008; Pérez Rincón y Álvarez Roa 2009).

#### Impactos sociales

Otro aspecto de los AGC a considerar es la apropiación de las mejores tierras por parte de grandes grupos económicos. Este hecho genera desplazamiento de campesinos, ya sea por su incapacidad de competir industrialmente —proceso productivo al que se ven forzados a vincularse (Pérez Rincón 2008)— o porque son expulsados de manera forzada de sus parcelas. Algunos autores relacionan la rápida expansión de cultivos de palma de aceite con grupos paramilitares contratados por particulares para expulsar campesinos pobres de sus tierras y así utilizarlas en desarrollos agroindustriales (Goebertus Estrada 2008, 163-166; Mignoran-

ce 2006; Mignorance, Minelli y Le Du 2004). Hay que destacar también que algunas de las actividades relacionadas con la producción de etanol en Colombia han afectado a agricultores y corteros de caña. En el caso de la palma, se debe mencionar que las grandes extensiones de cultivo han ocasionado desplazamiento forzado de la población, con la consecuente apropiación de importantes y ricas áreas.

El desplazamiento de comunidades y el abandono de tierras han permitido a las empresas palmicultoras la ocupación de estas últimas, en territorios afrocolombianos como Chocó y Tumaco, donde se encuentran estos tipos de casos de ocupación ilegal (Espinosa Rico 2011, 72; Jiménez y Nova 2011, 81-89). No obstante, otros autores como Rangel, Ramírez y Betancur (2009, 70) mencionan que no hay relación causa-efecto entre el cultivo de palma y el desplazamiento forzoso de la población, debido a que el 85% de los desplazamientos han ocurrido en zonas donde no hay siembra de palma, y en los 16 municipios que concentran el 70% de los cultivos, solo se ha producido el 3,3% de la población desplazada. Por su parte, Segura Escobar (2008) analiza un caso de estudio en Nariño, en un marco macro del conflicto social y armado, y concluye que la expansión en la superficie de palma conduce a un aumento de homicidios y desplazados, pero, a su vez, reconoce problemas metodológicos y falta de algunos datos que no hacen la correlación irrefutable.

Cabe anotar que este cultivo intensivo requiere grandes extensiones en el uso de la tierra y genera un producto tardío pero de alto rendimiento, situación que agrava aún más la problemática de la tenencia de la tierra, en la cual se destacan grandes conflictos en el uso del suelo: de 21,5 millones de ha aptas para agricultura solo se cultivan 4,9 millones (22,7%), lo cual indica que gran parte de la superficie potencialmente agrícola (9 millones de ha) se dedican equivocadamente a otros usos menos productivos; se destaca que 5,8 millones de ha están dedicadas a la minería y 40 millones de ha, a pastos y ganadería. De lo anterior se concluye que existe un incremento de tierras dedicadas a pastos a costa de tierras agrícolas o forestales, que ocasionan problemas de sobre y subutilización del suelo, lo que pone en evidencia globalmente un uso ineficiente del suelo. Aproximadamente el 45% de los suelos del país se usan para fines diferentes a los de su vocación, y eso genera conflictos de uso de las tierras, como resultado de la discrepancia entre el uso que el hombre hace del medio natural y aquel que debería tener, de acuerdo

con la oferta ambiental. Otro ejemplo que cabe destacar es cuando las tierras son sub o sobre utilizadas: la explotación minera o ganadería extensiva en zonas de páramo —reconocidas como productoras de agua en Colombia— o el monocultivo intensivo de caña con maquinaria pesada en suelos aluviales fértiles, en un subsuelo de reserva hídrica subterránea de importancia estratégica.

Adicional a estos desequilibrios y a la búsqueda de mayores ingresos en actividades productivas, la deforestación avanza a un ritmo promedio de 238.000 ha/año, favoreciendo la erosión, que se presenta en algún grado en el 86% de la zona andina (IDEAM 2011).

Un aspecto nuevo y menos conocido en la geopolítica mundial es el incremento de la compra de tierras fértiles y productivas —que incluye grandes áreas en Latinoamérica— por parte de países ricos o emergentes. Este será un aspecto importante en las relaciones internacionales en los próximos años. FAO, FIDA y PMA (2012) destacan que continúa aumentando la tendencia multinacional de adquisición de tierras cultivables con buena disponibilidad de recursos hídricos en países en desarrollo, como inversión para garantizar seguridad alimentaria a largo plazo; paradójicamente, se exporta AGC desde países con altos índices de pobreza. Colombia, por la calidad de sus suelos y su riqueza hídrica, es un país vulnerable a esta situación, Oxfam (2011). Existen diferentes intereses de comprar grandes extensiones de tierra y títulos de explotación de recursos naturales por parte de inversionistas extranjeros. Numerosas organizaciones ambientalistas han denunciado ante el Ministerio de Ambiente la extranjerización del territorio, en extensiones que forman parte de ríos que nacen en el macizo colombiano, con lo cual se estarían privatizando nacimientos importantes (*El Espectador* 2009). Si bien es cierto que en Colombia la caña de azúcar ocupa el 0,7% del territorio nacional y que solo se utiliza el 22,7% del área de las tierras aptas para agricultura, es importante hacer una discusión con mirada más amplia del problema. El enfoque de este trabajo de reflexión considera que la complejidad y conectividad de los problemas, en especial los ambientales, obliga a abordarlos de manera menos disgregable, como complejos, inseparables y retroalimentados (Elbers 2013); requiriendo, e incluso exigiendo, una mirada interdisciplinaria de la complejidad del impacto, en el contexto en que se da la iniciativa de los AGC en un mundo globalizado.

En los últimos 30 años, las políticas públicas de desarrollo rural en Colombia se han caracterizado por ser desarticuladas, cortoplacistas, excluyentes de la participación del pequeño productor, basadas en subsidios puntuales y fragmentadas. Se ha privilegiado el desarrollo del capital económico sobre los cambios territoriales que están impactando negativamente la soberanía alimentaria (Machado 2011). Esto ha favorecido la extensión de los monocultivos, la minería y las obras de infraestructura que le acompañan, la acción del narcotráfico y el conflicto armado, así como la relegación por parte del Estado del sector rural y de los campesinos. Precisamente, la integración de los mercados mundiales y el surgimiento de nuevos polos de desarrollo generan una demanda incesante de recursos naturales para satisfacer los crecientes niveles de actividad económica y consumo. Una de las estrategias centrales para abastecer esta gran demanda son los macroproyectos extractivos que incluyen la actividad minera, las explotaciones petroleras, agrícolas y forestales (incluyendo los AGC), entre otros. Los gobiernos de los países en desarrollo ven en estos macroproyectos una oportunidad para generar crecimiento económico e insertarse en el mercado mundial, con lo cual se vuelve a modelos de desarrollo centrados en la explotación de recursos naturales, sin considerar los impactos ambientales, sociales y culturales que se generan tanto a nivel mundial como nacional. En Colombia, los gases de efecto invernadero provenientes de la combinación de agricultura, cambios en el uso de la tierra y silvicultura representan casi el 45% de las emisiones totales del país (Rodríguez y Mance 2009).

El informe del PNUD (2011) intenta posicionar más el debate sobre la problemática rural y hacer más visible, ante el Estado y la sociedad, los problemas críticos que enfrenta el sector rural en Colombia, a los cuales no es ajena la apuesta por los AGC. Para el caso del etanol, el sector azucarero del Valle del Cauca ha generado un enorme impacto ambiental, al apropiarse y privatizar fuentes de agua, contaminar ríos, reducir la fertilidad de los suelos, destruir la biodiversidad y la producción alimentaria del departamento, en un país que, paradigmáticamente, importa alimentos. La priorización de la política nacional hacia los AGC como gran oportunidad de mercado y como política de Estado, en un contexto de incertidumbre constante y carente de análisis consistente, es un ejemplo más de políticas públicas que no contemplan factores de equidad y se convierten en dis-

criminatorias y excluyentes (Machado 2011). Todo esto desconoce la alta fragilidad del sector rural, que ha sido vulnerado permanentemente por una política pública que ha limitado las posibilidades de desarrollo humano en la vida rural; se generan brechas y desequilibrios en relación con lo urbano y lo rural, a la vez espera de un modelo de desarrollo rural incluyente y de paz, con una visión holística que supere los conceptos meramente empresariales.

## Conclusiones y recomendaciones

En el país es necesario abordar un debate serio sobre el impacto de los AGC, que considere tanto el contexto nacional como el internacional, de forma tal que permita repensar y replantear su uso en la búsqueda de un desarrollo sustentable que supere la lógica insostenible del modelo productivo agrícola extensivo basado en la industrialización del capital natural y la mercantilización del sector rural. Las evidencias sugieren la necesidad de sustituir el modelo tradicional con proyectos orientados hacia una agricultura socialmente más justa, que respete la cultura local y que sea económica y ecológicamente viable y adecuada.

Actualmente, y a corto plazo, el uso de AGC para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero, como vía para disminuir la dependencia de combustibles fósiles, tendrá grandes consecuencias en el uso de los recursos naturales y la seguridad alimentaria, tanto a nivel global como nacional. Además, la VC y el CC, sumados al incremento de la demanda de AGC, reducen la disponibilidad de suelos, agua y biodiversidad para producir alimentos, y repercuten en el precio de estos, lo cual agrava la inequidad, la pérdida de soberanía alimentaria, la deforestación y la degradación de ecosistemas, entre otros. Lo anterior obliga a pensar en fuentes alternativas de energía limpia a una escala que responda a las preguntas básicas del desarrollo sostenible, que el modelo que plantean los AGC no ha logrado resolver. Esto constituye un reto científico, debido a que la sociedad reclama de la ciencia, la tecnología y la innovación una investigación orientada a la solución de problemas y aportes verificables en respuesta a sus necesidades. Para Colombia, un país con grandes desafíos sociales, económicos y ambientales —hambre, desnutrición, pobreza, desempleo, violencia y deterioro ambiental, entre otros—, generar conocimiento que contribuya a profun-

dizar la comprensión de los impactos de los AGC facilitará la toma de decisiones en políticas públicas para una mejor la planificación del sector agrícola y rural.

Los monocultivos de AGC que se producen en Colombia implican grandes extensiones de tierra e inversiones que traen consigo no solo deterioro ambiental por la degradación de suelos y contaminación de los recursos, sino que significan deterioro de la calidad de vida, aumento de la pobreza rural, urbanización y pérdida del patrimonio cultural asociado con la agricultura tradicional, entre otros, con la consecuente competencia de recursos naturales orientados a la producción de alimentos. Este último hecho incrementa el uso de agroquímicos y genera dependencia tecnológica, económica y alimentaria a sistemas tradicionalmente autárquicos.

Los AGC siguen patrones y prácticas promovidas y aplicadas bajo el enfoque de la agricultura intensiva, heredados de la revolución verde, con la aplicación de prácticas y tecnologías convencionales que incrementan la producción agrícola, pero deterioran considerablemente los recursos naturales. El detrimento de la cobertura vegetal, la degradación de suelos, erosión, disminución de fertilidad, salinización, así como la pérdida de diversidad agrícola, biológica y genética son algunas de las múltiples consecuencias de la agricultura basada en agroquímicos y en el uso de grandes cantidades de energía.

En el caso de la zona plana del Valle del Cauca, la dinámica de uso del territorio sustentada en el monocultivo de caña de azúcar ha generado una importante presión sobre el manejo y regulación del recurso hídrico, y se espera que se incremente con el impulso de los AGC, a través de las políticas de apoyo y promoción de los combustibles de origen agrícola (etanol). En este artículo se evidencian los riesgos que implica para la gestión de los recursos naturales y la sostenibilidad ambiental la ampliación de la frontera agrícola de la caña de azúcar en valle geográfico del río Cauca.

La especialización del patrón económico del VC hacia la producción de bienes intensivos dirigidos a la caña de azúcar ha generado varios impactos sobre el recurso hídrico, aumentado los conflictos ambientales debido al grado de concentración y acumulación de derechos al agua y tierras por parte del sector, y ha intensificado el uso de fertilizantes y pesticidas de origen químico —uno de los principales factores de contaminación difusa del agua y el suelo en el valle geográfico del río Cauca—.

## Agradecimientos

Los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigaciones y al Grupo de Investigación en Recursos Hídricos y Suelos (IREHISA) de la Escuela de Ingeniería de los Recursos Naturales y del Ambiente (EIDENAR), Universidad del Valle (Cali, Colombia), que apoyaron

con los recursos necesarios para la realización de esta investigación. A la Maestría en Desarrollo Sustentable de la Universidad del Valle y al Programa de Jóvenes Investigadores e Innovadores de Colciencias 2012.

### Álvaro Javier Ávila Díaz

Ingeniero Agrícola, candidato a magíster en Meteorología Agrícola de la Universidade Federal de Viçosa (Brasil). Investigador del Grupo Ingeniería de Recursos Hídricos y Suelos (IREHISA), Universidad del Valle (Cali, Colombia).

### Yesid Carvajal Escobar

Ingeniero Agrícola, magíster en Suelos y Aguas de la Universidad Nacional de Colombia (Palmira), magíster en Hidrología Aplicada del CEDEX (España) y Doctor en Hidráulica y Medio Ambiente de la Universidad Politécnica de Valencia (España). Docente investigador, director del Grupo de investigación IREHISA, Universidad del Valle (Cali, Colombia).

Para citar este artículo, utilice el título completo así:

Ávila Díaz, Álvaro Javier y Yesid Carvajal Escobar. 2015. "Agrocombustibles y soberanía alimentaria en Colombia". *Cuadernos de Geografía: Revista Colombiana de Geografía* 24 (1): 43-60.



Excepto que se establezca de otra forma, el contenido de este artículo cuenta con una licencia Creative Commons "reconocimiento, no comercial y sin obras derivadas"

Colombia 2.5, que puede consultarse en <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/co/>

## Referencias

- Abbott, Phillip, Christopher Hurt y Wallace Tyner. 2011. "What's Driving Food Prices". *The Farm Foundation Issue Report* 2008. [http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/farm\\_foundation\\_whats\\_driving\\_food\\_prices.pdf](http://www1.eere.energy.gov/bioenergy/pdfs/farm_foundation_whats_driving_food_prices.pdf)
- Altieri, Miguel y Elizabeth Bravo. 2007. "Tragedia social y ecológica: producción de biocombustibles agrícolas en América". *Rebelión*. <http://www.rebelion.org/noticia.php?id=50817>
- Altieri, Miguel y Elizabeth Bravo. 2008. "La tragedia social y ecológica de la producción de agrocombustibles en el continente americano". *Revista Semillas* 34-35:2-10 <http://www.semillas.org.co/sitio.shtml?apc=w--1--&x=20155193>
- Álvarez, Paula. 2008. "Los agrocombustibles en Colombia: una historia de ciencia ficción". En *¡Tierra y territorios sin agrocombustibles!: experiencias locales por la defensa de la biodiversidad, la soberanía de nuestras comunidades en la región andina colombiana*, editado por Paula Álvarez, Lina Forero, Germán Vélez y Grupo Semillas, 5-15. Caldas: Asproinca, Grupo Semillas.
- Aristide, Pablo. 2009. "Procesos históricos de cambio en la apropiación del territorio en Figueroa (Santiago del Estero, Argentina, chaco semiárido)". Tesis de maestría, Universidad Internacional de Andalucía.
- Asocaña (Asociación de Cultivadores de Caña de Azúcar de Colombia). 2012. *Informe anual 2011-2012: el dulce sabor del Azúcar de Colombia es progreso*. Cali: Asocaña.
- Baier, Scott, Mark Clements, Charles Griffiths y Jane Ihrig. 2009. "Biofuel Impact on Crop and Food Prices: Using an Interactive Spreadsheet". *International Finance Discussion Papers* 967 <http://www.federalreserve.gov/pubs/ifdp/2009/967/ifdp967.pdf>
- Boddinger, David. 2007. "Boosting Biofuel Crops Could Threaten Food Security". *The Lancet* 370 (9591): 923-924. doi:10.1016/S0140-6736(07)61427-5
- Butler, Rhett. 2007. "La deforestación en el Amazonas podría disminuir las precipitaciones a lo largo de Sudamérica". *Mongabay.com*, 2 de febrero. <http://es.mongabay.com/news/2013/es0905-effects-of-deforestation-on-rainfall.html>
- Bravo, Elizabeth. 2006. "Biocombustibles en América Latina". En *Biocombustibles, cultivos energéticos y soberanía alimentaria en América Latina: encendiendo el debate sobre los biocombustibles*, 57-95. Quito: Red por una América Latina Libre de Transgénicos, Acción Ecológica, HIVOS.
- Brown, Molly y Christopher Funk. 2008. "Food Security under Climate Change". *Journal Science* 319 (5863): 580-581.
- Cardona, Carlos. 2009. "Perspectivas de la producción de biocombustibles en Colombia: contextos latinoamericano y mundial". *Revista de ingeniería* 29:109-120.
- CNP (Centro Nacional de Productividad). 2002. "El conglomerado del azúcar del Valle del Cauca Colombia". *Desarrollo productivo* 134. <http://www.eclac.org/publicaciones/xml/9/11639/LCL1815.pdf> (consultado en noviembre de 2013).
- CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2007. *Potencial de producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe*. Santiago: CEPAL.
- Cerdas Vega, Gerardo. 2009. "Monocultivos y agrocombustibles: elementos clave del debate". En *Azúcar roja, desiertos verdes*, compilado y editado por Maria Silvia Emanuelli, Jennie Jonsén y Sofía Monsalve Suárez, 41-54. México: FIAN (Food First Information and Action Network), FIAN Suecia, HIC-AL (Habitat International Coalition - Oficina de Coordinación Regional para América Latina), SAL (Solidaridad Suecia-América Latina).
- CVC (Corporación Autónoma Regional del Valle del Cauca). 2012. *Resultado Índice de Escasez*. <http://www.cvc.gov.co/portal/index.php/es/tematicas/recurso-hidrico/agua-superficial/indice-escasez/131-recurso-hidrico/agua-superficial/indice-escasez>
- Dasgupta, Partha. 2004. "World Poverty: Causes and Pathways". En *Annual World Bank Conference on Development Economics (ABCDE) 2004: Accelerating Development*, editado por François Bourguignon y Boris Pleskovic, 159-195. Washington: WorldBank, Oxford University Press. [http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2004/10/18/000160016\\_20041018174124/Rendered/PDF/302280PAPER0ABCDE02004.pdf#page=167](http://www-wds.worldbank.org/external/default/WDSContentServer/IW3P/IB/2004/10/18/000160016_20041018174124/Rendered/PDF/302280PAPER0ABCDE02004.pdf#page=167)
- DNP (Departamento Nacional de Planeación). 2010. "Misión para el empalme de las series de empleo, pobreza y desigualdad (MESEP), entrega series actualizadas al Gobierno Nacional". [https://www.dane.gov.co/files/noticias/Metodologia\\_pobreza\\_dane\\_DNP.pdf](https://www.dane.gov.co/files/noticias/Metodologia_pobreza_dane_DNP.pdf)
- Del Riego, Alfonso. 2008. "Causas y efectos de los llamados biocombustibles: alarma en el sector ganadero". *Ecoportal.net*, 4 de febrero. [http://www.ecoportal.net/Temas\\_Especiales/Energias/Causas\\_y\\_efectos\\_de\\_los\\_llamados\\_biocombustibles.\\_Alarma\\_en\\_el\\_sector\\_ganadero](http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Energias/Causas_y_efectos_de_los_llamados_biocombustibles._Alarma_en_el_sector_ganadero)
- Domínguez, Juan Manuel. 2008. "Balance energético". *América Económica* 65. [http://www.espae.espol.edu.ec/images/documentos/publicaciones/publicaciones\\_medios/balance\\_energetico.pdf](http://www.espae.espol.edu.ec/images/documentos/publicaciones/publicaciones_medios/balance_energetico.pdf)

- Elbers, Jörg. 2013. *Ciencia holística para el buen vivir: una introducción*. Quito: Centro Ecuatoriano de Derecho Ambiental.
- El Espectador. 2009. "Advierten que extranjeros compran tierras en zonas de fronteras colombianas". 21 de abril. <http://www.elespectador.com/articulo137020-advier-ten-extranjeros-compran-tierras-zonas-de-fronteras-colombianas>
- Escobar Jaramillo, Luis Alfonso y Álvaro Pío Gómez Olaya. 2008. "El valor económico del agua para riego: un estudio de valoración contingente". *Ingeniería de recursos naturales y del ambiente* 6:16-32.
- Espinosa Rico, Miguel Antonio. 2011. "Cambio climático global, globalización y nueva división internacional del trabajo". *Memorias del XIX Congreso Colombiano de Geografía*, 57-74, Universidad del Valle, Cali.
- Fajardo Montaña, Darío, Yamile Salinas Abdala y Paula Álvarez Roa. 2010. *La Colombia de los agrocombustibles*. Bogotá: Grupo Semillas.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2003. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2003: seguimiento de los avances en la consecución de los objetivos de la Cumbre Mundial sobre la alimentación y de los objetivos de desarrollo del Milenio*. Roma: FAO <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/j0083s/j0083s00.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2005. Documento de antecedentes de la 31<sup>st</sup> Session of the Committee on World Food Security: *Impact of Climate Change, Pests and Diseases on Food Security and Poverty Reduction*. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/009/j5411e.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2008. "Oportunidades y desafíos de la producción de biocombustibles para la seguridad alimentaria y del medio ambiente en América latina y el Caribe". Documento técnico de la XXX Conferencia Regional de la FAO para América Latina y el Caribe, Brasilia. <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/meeting/013/k1481s.pdf>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2013. *FAOSTAT Domains (Food supply Colombia)*. <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura), FIDA (Fondo Internacional para el Desarrollo Agrícola) y PMA (Programa Mundial de Alimentos). 2012. *El estado de la inseguridad alimentaria en el mundo 2012: el crecimiento económico es necesario pero no suficiente para acelerar la reducción del hambre y la malnutrición*. Roma: FAO, FIDA.
- FedeBiocombustibles (Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia). 2013a. *Cifras informativas del sector biocombustibles, biodiesel de palma de aceite*. [http://www.fedebiocombustibles.com/files/Cifras%20Informativas%20del%20Sector%20Biocombustibles%20-%20BIO-DIESEL\(46\).pdf](http://www.fedebiocombustibles.com/files/Cifras%20Informativas%20del%20Sector%20Biocombustibles%20-%20BIO-DIESEL(46).pdf)
- FedeBiocombustibles (Federación Nacional de Biocombustibles de Colombia). 2013b. *Cifras informativas del sector biocombustibles, etanol de caña*. [http://www.fedebiocombustibles.com/files/Cifras%20Informativas%20del%20Sector%20Biocombustibles%20-%20ETANOL\(46\).pdf](http://www.fedebiocombustibles.com/files/Cifras%20Informativas%20del%20Sector%20Biocombustibles%20-%20ETANOL(46).pdf)
- Fedepalma (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite). 2006. *ReSpEtAs: responsabilidad social empresarial sostenible*. <http://web.fedepalma.org/sostenibilidad-social>
- Ford, Carlisle y Benjamin Senauer. 2007. "How Biofuels Could Starve the Poor". *Foreign Affairs*, [www.foreignaffairs.org/20070501faessay86305/c-ford-runge-benjamin-senauer/how-biofuels-could-starve-the-poor.html](http://www.foreignaffairs.org/20070501faessay86305/c-ford-runge-benjamin-senauer/how-biofuels-could-starve-the-poor.html)
- Girón Tejada, Marco Antonio. 2008. "Evaluación de la posible contaminación del suelo y agua subterránea con elementos pesados por el uso de vinazas en el cultivo de caña de azúcar". Tesis de especialista, Universidad Politécnica de Cataluña.
- Goebertus Estrada, Juanita. 2008. "Palma de aceite y desplazamiento forzado en zona bananera: 'trayectorias' entre recursos naturales y conflicto". *Colombia Internacional* 67:152-175.
- Grain. 2007. "Paremos la fiebre de los agrocombustibles". *Grain*, 28 de octubre. [http://www.grain.org/article/entries/1150-paremos-la-fiebre-de-los-agrocombustibles#\\_8](http://www.grain.org/article/entries/1150-paremos-la-fiebre-de-los-agrocombustibles#_8)
- Hoekstra, Arjen, Ashok Chapagain, Maite Aldaya y Mesfin Mekonnen. 2011. *The Water Footprint Assessment Manual: Setting the Global Standard*. Londres: Earthscan. <http://www.waterfootprint.org/downloads/TheWaterFootprintAssessmentManual.pdf>
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). 2011. "Cifra deforestación". [https://www.siac.gov.co/documentos/DOC\\_Portal/DOC\\_Bosques/131112\\_MT\\_Cuantif\\_Tasa\\_Deforestacion.pdf](https://www.siac.gov.co/documentos/DOC_Portal/DOC_Bosques/131112_MT_Cuantif_Tasa_Deforestacion.pdf)
- IEA (International Energy Agency). 2007. *Key World Energy Statistics 2007*. [http://large.stanford.edu/courses/2011/ph240/demori1/docs/key\\_stats\\_2007.pdf](http://large.stanford.edu/courses/2011/ph240/demori1/docs/key_stats_2007.pdf)
- IPCC (International Plant Protection Convention). 2007a. *Climate Change 2007: Mitigation; Contributions from the III Working Groups to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge: Cambridge University Press.

- IPCC (International Plant Protection Convention). 2007b. "Summary for Policymakers". En *Climate Change 2007: The Physical Science Basis; Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editado por Susan Solomon, Dahe Qin, Martin Manning, Zhenlin Chen, Melinda Marquis, Kristen Averyt, Melinda Tignor y Henry Leroy Miller, 1-18. Cambridge: Cambridge University Press.
- Jiménez, Teonila y Karen Nova. 2011. "Geografía de la palma aceitera en Colombia: reflexiones sobre las transformaciones agrarias y sociales de su producción". *Memorias del XIX Congreso Colombiano de Geografía*, Universidad del Valle, Cali.
- Kirby, Kathryn, William F. Laurance, Ana K. Albernaz, Götz Schroth, Philip M. Fearnside, Scott Bergen, Eduardo M. Venticinque y Carlos da Costa. 2006. "The future of deforestation in the Brazilian Amazon". *Futures* 38:432-453.
- Kucharz, Tom. 2008. "Soberanía alimentaria vs. agroenergía". En *CIP-Ecosocial* 1 (1): 1-25. [http://www.fuhem.es/media/ecosocial/file/Boletin%20ECOS/Boletin%203/Art\\_Tom\\_def.pdf](http://www.fuhem.es/media/ecosocial/file/Boletin%20ECOS/Boletin%203/Art_Tom_def.pdf)
- Krupa, Gustavo, Ramon A. Villarreal y Raphael M. Lomonaco. 2011. "Biofuels". *College of Engineering*. [http://media.wix.com/ugd/33fo4e\\_b95340c5fc3ea9c247bf6bb94292d808.pdf?dn=Biofuels++Energy+Conv+Systems+for+Sust.pdf](http://media.wix.com/ugd/33fo4e_b95340c5fc3ea9c247bf6bb94292d808.pdf?dn=Biofuels++Energy+Conv+Systems+for+Sust.pdf)
- Laurance, William, Ana K. M. Albernaz, Philip M. Fearnside, Heraldo L. Vasconcelos y Leandro V. Ferreira. 2004. "Deforestation in Amazonian". *Science* 304 (5674): 1109-1111. doi: 10.1126/science.304.5674.1109b
- Machado, Absalón. 2011. "La tierra y el desarrollo humano". *Hechos de Paz* 57:4-6.
- Magrin, Graciela, Carlos Gay García, David Cruz Choque, Juan Carlos Giménez, Ana Rosa Moreno, Gustavo J. Nagy, Carlos Nobre y Alicia Villamizar. 2007. "Latin America". En *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability; Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, editado por Martin L. Parry, Osvaldo F. Canziani, Jean P. Palutikof, Paul van der Linden y Clair E. Hanson, 581-615. Cambridge: Cambridge University Press. [http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4\\_wg2\\_full\\_report.pdf](http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4_wg2_full_report.pdf)
- Martino, Diego. 2007. "Deforestación en la Amazonía: principales factores de presión y perspectivas". *Revista del sur* 169:3-22.
- Mignorance, Fidel. 2006. *El flujo del aceite de palma Colombia - Bélgica/Europa: acercamiento desde una perspectiva de derechos humanos*. Bruselas: Human Rights Everywhere (HREV), Coordination Belge pour la Colombie (CBC). <http://www.cbc.collectifs.net/doc/informe-es.pdf>
- Mignorance, Fidel, Flaminia Minelli y Hélène Le Du. 2004. *El cultivo de palma africana en el Chocó: legalidad ambiental, territorial y derechos humanos*. Quibdó: Human Rights Everywhere (HREV), Diócesis de Quibdó. [http://www.raulzelik.net/images/rztextarchiv/uniseminare/0411\\_palma\\_africana.pdf](http://www.raulzelik.net/images/rztextarchiv/uniseminare/0411_palma_africana.pdf)
- Monsalve, Sofía, Delma Constanza Millán Echeverría, Jesús Alfonso Flórez López, Roman Herre, Natalia Landívar, Juan Carlos Morales González, Enéias da Rosa, Valéria Torres Amaral Burity y Jonas Vanreusel. 2008. *Agrocombustibles y derecho a la alimentación en América Latina: realidad y amenazas*. Amsterdam: Transnational Institute.
- Moreno, Camila y Anuradha Mittal. 2008. *A aliança do etanol: ameaça à soberania alimentar e energética*. Curitiba: Terra de Direitos, The Oakland Institute. <http://xa.yimg.com/kq/groups/14717425/782235656/name/A+ALIAN%C3%87A+DO+ETANOL+-+AMEA%C3%87A+%C3%80+SOBERANIA.pdf>
- Oxfam. 2011. *Tierra y poder: el creciente escándalo en torno a una nueva oleada de inversiones en tierras*. Informe de Oxfam 151, 22 de septiembre. <http://www.oxfam.org/sites/www.oxfam.org/files/bp151-land-power-land-rights-220911-es-summ.pdf>
- PCN (Procesos de Comunidades Negras), CENSAT Agua Viva, ONIC (Organización Nacional Indígena de Colombia), Diócesis de Quibdó, Comisión Intereclesial de Justicia y Paz, FENSUAGRO (Federación Nacional Sindical Unitaria Agropecuaria), FENACOA (Federación Nacional de Cooperativas Agropecuarias) y CNA (Sistema Nacional de Acreditación). 2010. *Misión internacional para la verificación del impacto de los agrocombustibles en 5 zonas afectadas por los monocultivos de palma aceitera y caña de azúcar en Colombia: impactos sobre los territorios, los derechos, la soberanía alimentaria y el medio ambiente*. Bogotá: PCN, CENSAT Agua Viva, ONIC, Diócesis de Quibdó, Comisión Intereclesial de Justicia y Paz, FENSUAGRO, FENACOA y CNA.
- Pérez, Mario, Miguel Ricardo Peña y Paula Álvarez. 2011. "Agro-industria cañera y uso del agua: análisis crítico en el contexto de la política de agrocombustibles en Colombia". *Ambiente & Sociedade* 14 (2): 153-178.
- Pérez Rincón, Mario Alejandro. 2008. "Los agrocombustibles: ¿solo canto de sirenas?: análisis de los impactos ambientales y sociales para el caso colombiano". En *Agrocombustibles: llenando tanques, vaciando territorios*, editado por Irene Vélez, 81-116. Bogotá: CENSAT, Agua Viva,

- PCN (Proceso de Comunidades Negras en Colombia), Ecofondo.
- Pérez Rincón, Mario Alejandro y Paula Álvarez Roa. 2009. *Deuda social y ambiental del negocio de la caña de azúcar en Colombia: responsabilidad social empresarial y subsidios implícitos en la industria cañera; análisis en el contexto del conflicto corteros-empresarios*. Bogotá: Grupo Semillas, SWISSAID, SSPN (Sociedad Sueca para la Protección de la Naturaleza), Appleton Foundation.
- Pérez Rincón, Mario Alejandro y Paula Álvarez Roa. 2011. "Dinámica económica y apropiación del agua en la agroindustria cañera: Valle del Cauca, Colombia". *Revista Semillas* 44-45:46-52.
- Pimentel, David y Tad W. Patzcek. 2005. "Ethanol Production Using Corn, Switchgrass and Wood: Biodiesel Production Using Soybean and Sunflower". *Natural Resources Research* 14 (1): 65-76. doi: 10.1007/s11053-005-4679-8
- PNUD (Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo). 2011. "Colombia rural: razones para la esperanza". *Informe Nacional de Desarrollo Humano 2011*. Bogotá: PNUD [http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/Colombia/Colombia\\_NHDR\\_2011.pdf](http://planipolis.iiep.unesco.org/upload/Colombia/Colombia_NHDR_2011.pdf)
- Rahman, Atiqur y John Westley. 2002. "The Challenge of Ending Rural Poverty". *Development Policy Review* 19 (4): 553-562. doi:10.1111/1467-7679.00152
- Rajagopal, Deepak y Zilberman, David. 2007. "Review of Environmental, Economic and Policy Aspects of Biofuels". *World Bank Policy Research Working Paper* 4341. <http://ssrn.com/abstract=1012473>
- Rangel Suárez, Alfredo, William Ramírez Tobón y Paola Andrea Betancur. 2009. *La palma africana: mitos y realidades del conflicto*. Bogotá: Fundación Seguridad y Democracia.
- Robinson, Arthur B., Noah E. Robinson y Willie Soon. 2007. "Environmental Effects of Increased Atmospheric Carbon Dioxide". *Journal of American Physicians and Surgeons* 12 (3): 79-90.
- Rodríguez Manuel y Henry Mance. 2009. *Cambio climático: lo que está en juego*. Bogotá: Foro Nacional Ambiental.
- Rulli, Jorge Eduardo. 2006. "La catástrofe ambiental de la provincia del Chaco y las propuestas de fabricar biodiesel con la soja". *Ecoportal.net*, 2 de mayo. <http://www.ecoportal.net/content/view/full/58830>
- Salinas Abdala, Yamile. 2006. *Los vericuetos de la palma aceitera*. Bogotá: Corporación Viva la Ciudadanía. <http://www.viva.org.co/cajavirtual/svcoo38/articulo08.pdf>
- Salinas Abdala, Yamile. 2011. *Dinámicas en el mercado de la tierra en Colombia*. [http://www.indepaz.org.co/wp-content/uploads/2012/03/608\\_COLOMBIA-TIERRAS-SALINAS-MAYO-11.pdf](http://www.indepaz.org.co/wp-content/uploads/2012/03/608_COLOMBIA-TIERRAS-SALINAS-MAYO-11.pdf)
- Segura Escobar, Federico. 2008. "Palma de aceite y conflicto armado en Colombia: una exploración de la economía política de la palma de aceite en las regiones colombianas". Tesis de maestría, Universidad de los Andes, Bogotá.
- Suárez Montoya, Aurelio. 2008. "La vulnerabilidad alimenticia de Colombia". *Ecoportal.net*, 19 de junio. [http://www.ecoportal.net/Temas\\_Especiales/Economia/La\\_vulnerabilidad\\_alimenticia\\_de\\_Colombia](http://www.ecoportal.net/Temas_Especiales/Economia/La_vulnerabilidad_alimenticia_de_Colombia)
- Superintendencia de Industria y Comercio. 2012. "Cadena productiva del maíz: industrias de alimentos balanceados y harina de maíz". <http://www.sic.gov.co/drupal/masive/datos/Cadena%20productiva%20del%20ma%C3%ADz.pdf>
- The Royal Society. 2008. *Sustainable Biofuels: Prospects and Challenges*. Londres: The Royal Society.
- Uncayo (Universidad Nacional de Cuyo), SDI (Secretaría de Desarrollo Institucional) e IDE (Instituto de Energía). 2012. *Cultivos energéticos para biocombustibles*. <http://www.imd.uncu.edu.ar/upload/cultivos-energeticos-final.pdf>
- USDA (United States Department of Agriculture). 2012. "Feed grains data: yearbook tables; exports and imports". <http://www.ers.usda.gov/data-products/feed-grains-database/feed-grains-yearbook-tables.aspx#26766>
- Valencia, Mario Alejandro. 2014. "El negocio de los biocombustibles y la crisis energética: peor el remedio que la enfermedad". *Revista Deslinde* 42 (septiembre-noviembre): 1-23. <http://deslinde.org.co/El-negocio-de-los-biocombustibles.html>
- Ziad, Mimi y Sireen Abu Jamous. 2010. "Climate Change and Agricultural Water Demand: Impacts and Adaptations". *Journal of Environmental Science & Technology* 4 (4): 183-191.