



*Carrizo, Silvina Cecilia Ramousse, Didier Velut,
Sébastien*

Biocombustibles en Argentina, Brasil y Colombia : Avances y limitaciones

Geograficando

2009, año 5, no. 5, p. 63-82.

Este documento está disponible para su consulta y descarga en [**Memoria Académica**](#), el repositorio institucional de la **Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación de la Universidad Nacional de La Plata**, que procura la reunión, el registro, la difusión y la preservación de la producción científico-académica édita e inédita de los miembros de su comunidad académica. Para más información, visite el sitio

www.memoria.fahce.unlp.edu.ar

Esta iniciativa está a cargo de BIBHUMA, la Biblioteca de la Facultad, que lleva adelante las tareas de gestión y coordinación para la concreción de los objetivos planteados. Para más información, visite el sitio www.bibhuma.fahce.unlp.edu.ar

Cita sugerida

Carrizo, S. C., Ramousse, D. y Velut, S. (2009) *Biocombustibles en Argentina, Brasil y Colombia : Avances y limitaciones* [En línea]. Geograficando, 5(5). Disponible en: http://www.fuentesmemoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.4443/pr.4443.pdf

Licenciamiento

Esta obra está bajo una licencia Atribución-No comercial-Sin obras derivadas 2.5 Argentina de Creative Commons.

Para ver una copia breve de esta licencia, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/>.

Para ver la licencia completa en código legal, visite
<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/2.5/ar/legalcode>.

O envíe una carta a Creative Commons, 559 Nathan Abbott Way, Stanford, California 94305, USA.

BIOCOMBUSTIBLES EN ARGENTINA, BRASIL Y COLOMBIA: AVANCES Y LIMITACIONES

Silvina Cecilia Carrizo*

Didier Ramousse**

Sébastien Velut***

Resumen

Los biocombustibles introducen espacios agrícolas en la producción energética. Luego modifican la gobernanza de las redes energéticas y de los territorios productivos. Las principales críticas a los biocombustibles se dirigen a su producción a partir de cultivos tradicionales, pero interesa preguntarse también sobre la sostenibilidad de su producción a partir de cultivos alternativos, que no competirían con los cultivos alimentarios, puesto que se ubicarían en regiones agrícolas marginales. El texto trata sobre las producciones de biocombustibles de los países de América del Sur, en sus contextos internacionales, nacionales y locales. Se profundiza la mirada sobre Argentina, Brasil y Colombia, líderes continentales en el sector. Se analizan la evolución del mercado energético, los actores involucrados y las políticas implementadas. A otra escala, se plantea la puesta en marcha de las cadenas de biocombustibles alternativos.

Palabras clave: Bioetanol, Biodiesel, Energía, Agroindustria, Políticas

Recepción: 22 de abril de 2009. Aceptación: 5 de agosto de 2009.

* CONICET, Centro de Estudios Urbanos y Regionales; Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires.

** Université de Versailles Saint-Quentin-en-Yvelines.

*** Université Sorbonne Nouvelle Paris 3, CREDAL.

BIOFUELS IN ARGENTINA, BRAZIL AND COLOMBIA: ADVANCES AND LIMITATIONS

Abstract

Biofuels introduce agricultural spaces to power production. They modify power network and productive territories governance. Biofuels are mainly criticised because they are obtained from traditional crops; however, it is also interesting to find out whether this productivity is sustainable with alternative crops which would not compete with food crops, as they would be located in marginal agricultural regions. This text deals with the production of biofuels in South American countries, within their international, national and local contexts. We focus on Argentina, Brazil and Colombia, continental leaders of the sector. We also analyse the evolution of the power market, the actors involved and the implemented politics. On a different scale, we propose the beginning of alternative biofuel chains.

Key words: Bioethanol, Biodiesel, Power, Agroindustry, Politics

Introducción

Los biocombustibles –entendidos como combustibles obtenidos a partir de biomasa– aparecen como nuevos *clusters* productivos que se insertan en las dinámicas de los sectores energético y agroindustrial, con mayor o menor influencia de uno u otro, según los casos. Una de las particularidades de los biocombustibles es introducir espacios nuevos en las fases de producción energética; vienen luego a modificar el funcionamiento de las redes energéticas y la organización de los territorios productivos. Al mismo tiempo crean un nuevo destino comercial para los productos agrícolas, lo que aumenta los intereses en juego sobre el sector. En este estudio se abordan las dimensiones energética y agroindustrial articuladamente, considerando las estructuras existentes para cada sector, sus actores, flujos y territorios.

La idea central de este texto consiste en resituar las producciones de biocombustibles de los países de América del Sur en sus contextos internacionales, nacionales y locales. A escalas internacional y nacional, se articula su análisis a las evoluciones del mercado energético, a la participación de los

actores involucrados y a las políticas implementadas en materia de biocombustibles. A escala local, se plantean los efectos de la puesta en marcha de las cadenas de biocombustibles que pueden reconfigurar, de un lado, los sistemas de producción e industrialización, y del otro, el abastecimiento eléctrico y/o el sistema de transporte de los territorios en las regiones de producción –tradicionales o nuevas–.

Se busca reposicionar las perspectivas de los biocombustibles en los mercados energéticos global, nacional y local para definir más precisamente el rol que ellos pueden jugar en la autonomía y seguridad energética de los países y sus territorios. Se profundiza la mirada sobre los casos de Argentina, Brasil y Colombia, que figuran como líderes continentales en producción de biodiesel o bioetanol. El estudio comparativo entre países busca reflejar la diversidad de estrategias locales y nacionales. En esta comparación aparece la dificultad de la heterogeneidad de fuentes estadísticas y de las metodologías empleadas por cada fuente, lo que lleva a conservar las unidades de medida utilizadas en los documentos consultados, sin realizar conversiones que pudieran distorsionarlas.

Si bien las principales críticas dirigidas a los biocombustibles se refieren a su producción a partir de cultivos tradicionales, y a cómo competiría por tierras y con la producción de alimentos, también interesa preguntarse sobre la sostenibilidad de su producción a partir de cultivos alternativos que no competirían con los cultivos alimentarios, puesto que se ubicarían en regiones agrícolas marginales. Por ello, este artículo se refiere tanto a los agrocombustibles que ya tienen un lugar considerable en el mercado de la bioenergía, como a los biocombustibles alternativos, y brinda elementos para una reflexión sobre el potencial de todos ellos.

El lugar de los países en los mercados de la energía y de los biocombustibles

La biomasa, históricamente, ha sido una fuente importante de energía. Por largo tiempo y aún en ciertos lugares, la leña, las grasas vegetales o animales han sido los únicos recursos disponibles para cubrir necesidades domésticas de energía –cocción, calefacción o iluminación–. Las industrias también han consumido volúmenes de leña considerables. Si bien progresivamente los combustibles fósiles y otras fuentes de energía han tendido a sustituir la biomasa como fuente, ésta se reposiciona comercialmente a través de nuevos sistemas de producción.

Por ende, ahora conviven los sistemas bioenergéticos tradicionales extractivistas con otros sistemas innovadores y modernos. Los primeros (por ejemplo, utilización de leña en el medio rural, la producción de carbón vegetal) no tienen mayor valoración económica de los productos; en general, son de baja eficiencia y productividad y se destinan a cubrir necesidades domésticas o de pequeñas industrias. Los segundos, en cambio, son sistemas de producción comercial, que utilizan tecnologías eficientes para la industria, el transporte y la electricidad (por ejemplo, bioetanol de caña de azúcar o maíz, biodiesel de palma o de soja, bioelectricidad producida con residuos agroforestales o biogas de residuos urbanos) (BNDES; 2008).

Estas innovaciones se ven estimuladas por el aumento de la demanda global de energía las dificultades para hallar recursos energéticos convencionales y la preocupación por reducir la emisión de gases de efecto invernadero. A escala mundial, la participación del petróleo como fuente de energía primaria disminuye; sin embargo, sus derivados aportan todavía 34% de la energía consumida y la parte total declina a favor del carbón y del gas natural, que pasan a proveer 26% y 20% respectivamente (Enerdata, 2008). La biomasa contribuye con 10% al balance energético mundial –de forma comercial y no comercial–, básicamente en cocinas de leña, calderas de agroindustrias y vehículos livianos. La nafta y el diesel representan 53% de la demanda de productos derivados del petróleo y esta demanda se incrementa 1,5% por año para el transporte, mientras que las alzas del precio del petróleo y el problema de las emisiones de CO₂ llevan a buscar alternativas. En este contexto se fortalece la posición de los biocombustibles en el mercado energético mundial, aunque no represente más que una parte pequeña de la biomasa utilizada con fines energéticos y una fracción muy pequeña en el total de la energía consumida.

Los biocombustibles actuales se obtienen esencialmente de recursos agrícolas (biocombustibles de primera generación) y se dividen en dos cadenas principales de producción: la de bioetanol y la del biodiesel. Mientras la primera avanza desde hace tres décadas, la segunda comenzó a cobrar importancia recién en los años '90. Así, en 2006, la producción de etanol representa casi 90% de la producción de biocombustibles (40.000 millones de litros de etanol frente a 6.500 millones de litros de biodiesel) (Greenpeace; 2007).

En la distribución geográfica del consumo mundial de energía (12.100 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 2007), los espacios con mayor incidencia son Estados Unidos, que consume 20%; el conjunto de países de Asia, que emplean 19%, (sin considerar China, que absorbe un 17%); Europa, que usa un 15%, y América Latina, que toma el 8%. Muchos

países dependen de sus importaciones para cubrir esas necesidades (Enerdata; 2008). La posición del bioetanol en los intercambios internacionales de energía es relativamente marginal y aún más la del biodiesel, a pesar de que las exportaciones están creciendo rápidamente.

La demanda de Estados Unidos, Europa, China, India, Japón y Corea genera los flujos internacionales. Las proyecciones de la Agencia Internacional de Energía señalan que la participación de los biocombustibles en el mercado energético mundial pasaría del 1% actual al 4% en 2030. La parte de los biocombustibles en el consumo global de energía para el transporte podría variar, según las estimaciones, entre 5 y 10%. Esto se vería particularmente impulsado por las políticas europeas y chinas de mezclar sus combustibles fósiles con biocombustibles, como también por la política de seguridad energética que los Estados Unidos han puesto en marcha a fin de diversificar sus fuentes de aprovisionamiento y los tipos de energía usados.

Brasil, con una producción de 22,6 millones de m³ en 2007, ocupa una posición dominante en el mercado de biocombustibles, porque aseguró exportaciones de etanol que superaron los 3,5 millones de m³; destinó 28,5% a Europa; 26,9% a América Central y del Sur; 26% a América del Norte (24,5% para Estados Unidos) y 10,3% a Japón (ANP; 2008). Según estadísticas de BP (www.bp.com; 2009), la producción mundial de etanol en el año 2007 fue de 26 millones de toneladas equivalentes de petróleo. De ellas, 12 fueron producidas en Estados Unidos, que las destina para su consumo propio, y 11,3 en Brasil, que exporta un alto porcentaje.

El potencial de la Argentina es igualmente considerable en lo que concierne al biodiesel: este país –líder mundial en exportaciones de aceite de soja– aceleró la construcción de plantas de producción de biodiesel para exportación. Según los datos de la Cámara Argentina de Biocombustibles, en el año 2007 se exportaron 168.400 toneladas; en 2008 fueron 725.000 toneladas y en 2009 los volúmenes enviados al exterior sumaron 1.150.000 toneladas (www.carbio.com.ar; 2010).

Colombia no inició todavía sus exportaciones, pero el despegue de la producción de etanol y de biodiesel hace pensar que ocupará, en un corto plazo, un lugar destacado entre los países exportadores.

Brasil es ya un actor clave en el mercado de los biocombustibles, por la experiencia acumulada para aprovisionar su mercado interno. Esta experiencia puede permitirle exportar, a la vez, productos y modelos de producción y gestión, apoyándose sobre su dominio en la organización de la cadena. Sin contar con los mismos conocimientos, los otros países sudamericanos tienen,

también, otros elementos clave: disponibilidad de tierras sobre las cuales implantar cultivos energéticos y la necesidad de abastecer el mercado interno.

Los biocombustibles en las políticas energéticas nacionales: convergencias y divergencias

Los contextos nacionales en los cuales se expanden los biocombustibles difieren sensiblemente, en función de las políticas que han sido desarrolladas estos últimos años, aun cuando se pueden ver algunas convergencias.

Brasil se diferencia de otros países de América del Sur por haber elaborado y puesto en marcha, desde los años '70, tras el primer shock petrolero, una política de seguridad energética. Desde entonces apoya el desarrollo de las energías renovables a partir de los recursos hídricos y la biomasa, sin descuidar la exploración intensa de los recursos hidrocarburíferos. En 1993, la imposición del uso de una mezcla de los combustibles con un 20% de alcohol anhidro (luego con 25%) dio fuerza al *Programa Nacional do Álcool*, lanzado en 1975. Se consolidó el mercado a partir del año 2003, con la introducción de los vehículos *flexfuel*, que pueden utilizar nafta o alcohol hidratado, o una mezcla de ambos en cualquier proporción. Las ventas de este tipo de autos –fabricados por marcas europeas, estadounidenses y japonesas– crecieron rápidamente, ya que brindan al usuario la posibilidad de optar por el combustible más económico en cualquier momento o lugar, o por el más conveniente según sus propios criterios mecánicos o ambientales; a su vez, ofrecen la flexibilidad de poder servirse de otro combustible en caso de que faltara alguno de ellos.

De ese modo, el país puede ir cubriendo las necesidades energéticas crecientes, ya que el consumo de energía pasó de 174 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 1998 a 228 en 2008 (BP; 2009). La participación de las energías renovables en la matriz energética brasileña supera la media mundial, que es de 15%. En 2007, proveyeron 43% de los 200 millones de toneladas equivalentes de petróleo consumidas en el país: 14% fue de origen hidráulico y 29% de la biomasa –la leña y el carbón vegetal aportan un 13% mientras que los productos derivados de la caña de azúcar agregan un 15% aproximadamente–.

Desde 2007, el etanol se mezcla en un 25%, como mínimo, con los combustibles fósiles; en ese año, proveyó el 40% de los combustibles consumidos. Recién en enero de 2008, se hace obligatorio el corte de gasoil con 2% de biodiesel, porcentaje que pasó a 3% en julio del mismo año (exigencia

que se traduce en el consumo mínimo de 1.260 millones de litros/año) y que debería elevarse a 5% a partir de enero de 2013 (ley sancionada en 2005). El presidente Lula da Silva se mostró muy activo en la promoción del uso de biocombustibles a escala mundial pues concretó numerosos acuerdos con importadores (Estados Unidos, Unión Europea, Japón) y con países productores (Estados Unidos, India, Paraguay, Honduras, Colombia).

Sobre las huellas de la crisis petrolera de los años '70, la Argentina parece encauzarse en la misma vía que Brasil apostando al Programa Alconafta de promoción del alcohol como combustible, en las provincias del norte. Iniciado en 1979, en la provincia de Tucumán –en plena región azucarera–, el programa se extendió rápidamente a 12 provincias. En 1987, se llegaron a consumir 250 millones de litros de alcohol anhidro. Con el contrashock petrolero y la subida de precios del azúcar, el programa Alconafta fue relegado y terminó desapareciendo.

En los años '90, con la desregulación del sector de la energía, las privatizaciones y la federalización de los recursos del subsuelo, se intensificó la explotación de hidrocarburos para los mercados internos y especialmente para su exportación. El gas natural absorbió el aumento de demanda, se extendieron las redes de distribución domiciliaria, creció el parque automotor a gas natural comprimido (en 2009, cuenta con 1,6 millón de vehículos) y se multiplicaron las centrales eléctricas que utilizan gas como materia prima, especialmente las de ciclo combinado. Pero la falta de inversiones suficientes en la exploración hidrocarburífera se traduce en una reposición insuficiente de las reservas. La Argentina no puede continuar satisfaciendo las necesidades energéticas de los países vecinos, ni tampoco llega a mantener su autoabastecimiento. Luego recomienza las importaciones de gas aunque en paralelo continúa exportando petróleo.

En este contexto, y frente al crecimiento del consumo energético, que pasó de 58 millones de toneladas equivalentes de petróleo en 1998 a 75 en 2008 (BP; 2009), resurgieron los biocombustibles. En marzo de 2006, se sancionó la Ley 26.093, que impone la mezcla de combustibles fósiles con un 5% de biodiesel o bioetanol a partir de 2010. La ley especifica tres destinos posibles para los productos: autoconsumo, mercado interno, exportación. Plantea una serie de beneficios para los pequeños o medianos productores agrícolas que aspiren a cubrir los volúmenes impuestos para el mercado interno. En 2007, los beneficios se hacen extensivos a los ingenios azucareros, incentivando la producción de bioetanol de caña, para el mercado interno (Ley 26.334).

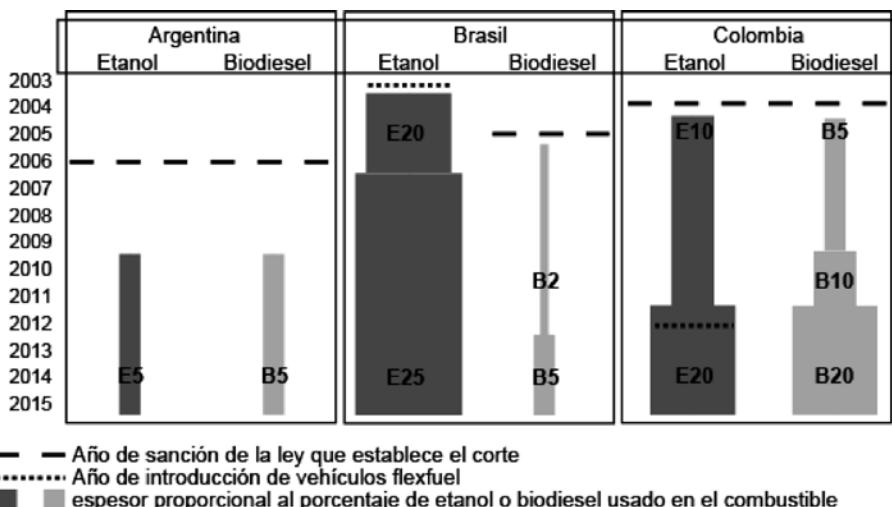
Esas decisiones comienzan a dar un marco formal para las inversiones, que hasta entonces se habían dado en un marco espontáneo de pequeños emprendimientos informales, desarticulados y dispersos. Pero son los grandes actores del sector agroindustrial los que aprovechan la oportunidad para dar curso a la producción. Fundamentalmente, las grandes aceiteras se vuelcan a la exportación de biodiesel producido a partir de soja; mientras que los ingenios azucareros comienzan a invertir en la producción de bioetanol que venderán en el país, al precio establecido por la Secretaría de Energía (Scheinkerman de Obschatko y Begenisic 2005; Lamers 2006; Schvarzer y Tavosnanska 2007).

Colombia alcanza a satisfacer sus necesidades energéticas: su consumo ha pasado de 27 a 30 millones de toneladas equivalentes de petróleo entre los años 1998 y 2008 (BP; 2009). La autosuficiencia debería poder prolongarse en el tiempo, puesto que el país se esfuerza por intensificar la exploración para revertir la tendencia a la baja en reservas petroleras. El sistema energético de Colombia estuvo amenazado por la posibilidad de perder la autosuficiencia en petróleo, en dos momentos: durante la década de los '70 y en estos últimos años. En cada ocasión, se hicieron ajustes en pos de diversificar la matriz energética y de poner en valor la variedad de recursos disponibles en el país. La diversificación de las fuentes de energía se tradujo en una masificación del consumo de gas natural y en la implantación del mercado interno de biocombustibles. Los ajustes sucesivos en la política energética colombiana implicaron, a su vez, una apertura progresiva de los diversos mercados de la energía, incrementando la participación privada y consolidando el rol de la planificación y de la regulación de los poderes públicos, en las diversas instituciones que se ocupan del sector energético (Unidad de Planeación Minero-Energética, Comisión de Regulación de la Energía y Agencia Nacional de Hidrocarburos).

Colombia presenta ventajas para desarrollar las cadenas de bioetanol y de biodiesel a partir de distintos cultivos. Consecuentemente, en el año 2001 se sancionaron la Ley 693 y un dispositivo jurídico para encuadrar la producción, distribución y comercialización de biocombustibles; se pautaron ventajas fiscales y se planteó la creación de zonas francas especiales para el desarrollo de proyectos agroindustriales. El etanol producido a partir de caña de azúcar es incorporado a la nafta en una proporción de 10% desde el año 2008, con la meta de pasar a 20% a partir de 2012. El decreto 1.135 del Poder Ejecutivo colombiano del 31 de marzo del 2009 prevé la introducción de vehículos *flexfuel* a partir del 2012. Otro programa aspira a promover el

biodiesel, imponiendo una mezcla al 5% desde el año 2008, al 10% a partir de 2010 y al 20% desde el año 2012 (decreto 2629, julio 2007).

Figura 1: Incorporación del corte de biocombustibles y vehículos *flexfuel* en Argentina, Brasil y Colombia



Fuente: Elaboración propia a partir de textos de las respectivas leyes

Avances en la producción de biocombustibles de primera generación

La producción de biocombustibles toma características diferentes en los países en estudio, en función de las estrategias y políticas adoptadas, así como también de las condiciones socioeconómicas y ambientales particulares y de las organizaciones de actores que intervienen en la producción y en la valorización de la materia prima.

1. El bioetanol de caña en Brasil

Desde 1975, cuando se inició el *Programa Nacional do Álcool*, hasta los años '90, la intervención estatal en el sector fue fuerte. A fines del siglo XX, un proceso de desregulación significó, por ejemplo, la supresión de controles

estatales –cuotas de producción y exportación, regulación de precios, subsidios–. Actualmente, la regulación estatal vuelve a ser relevante. En el largo plazo, la producción y el consumo de etanol alcanzaron magnitudes significativas; en paralelo, se logró el desarrollo de tecnología, la competitividad a nivel mundial y la diversificación de la matriz energética.

En el año 2005, el cultivo de caña de azúcar cubría más de 6 millones de hectáreas (repartidas entre más de 60 mil productores). En este país de dimensiones continentales, ello representa 8% de la superficie cultivada y 1% de la superficie cultivable. La mitad de dicha superficie y 58% de la producción de caña (450 millones de toneladas aproximadamente) se concentra en el Estado de San Pablo. La caña cosechada se destina a la elaboración de azúcar y de etanol, aproximadamente, en partes iguales. La producción de etanol –alcoholes anhidro e hidratado– alcanzó los 22,6 millones m³ en 2007, concentrada en un 70% en el sudeste (13,5 millones m³ en San Pablo; ANP, 2008). Hay más de 350 plantas, con capacidades que van de 0,5 a más de 6 millones de toneladas por año. En general operan integradas verticalmente, ya que las empresas productoras de etanol poseen tierras propias, en las que cosechan alrededor del 70% de la caña que procesan. A pesar de recientes fusiones, el sector está poco concentrado (los 16 principales grupos procesan un tercio de la caña producida) y los capitales son mayoritariamente nacionales (los grupos extranjeros suman 6% de la producción). El consumo está concentrado espacialmente en torno a San Pablo, y para el transporte y la distribución del producto se usan ductos, ferrocarriles, vías fluviales y principalmente el sistema vial (Tinoco Ferraz; 2009).

Las empresas buscan cada vez más la diversificación y diferenciación de sus productos, como también un mejoramiento técnico. El cultivo está altamente mecanizado. La productividad ha ido en aumento. Los rendimientos medios, que eran de 40 toneladas de caña por hectárea en 1960, se habían duplicado hacia finales de siglo; y los de producción de alcohol, que eran de 2.200 litros por hectárea, se habían triplicado. Tanto los rendimientos agrícolas como los industriales alcanzan niveles superiores a la media en el Estado de San Pablo (7.000 litros de alcohol por hectárea). Los procesos se vuelven cada vez más eficientes, ya que ponen en valor los distintos productos de cada etapa al mismo tiempo que reducen el consumo de agua, energía y residuos. Se multiplica además la oferta de maquinaria y piezas para el sector, tanto para la producción de azúcar, alcohol y otros derivados como para la generación de energía. Desde los años '90, las fábricas son autosuficientes en energía y tienen excedentes cada vez mayores que venden a la red. En total, la capacidad instalada por el sector azucarero representa 10% de la ca-

pacidad termoeléctrica del país. A su vez, en enero de 2010 el presidente Lula inauguró en Juiz de Fora (Estado de Minas Gerais), la primera central termoeléctrica *flex* capaz de funcionar a gas o a biocombustible. En ella, Petrobras con General Electric prueban el funcionamiento de una turbina alimentada a bioetanol (IICA; 2010).

En la época en que se lanzó el *Programa Nacional do Álcool*, la iniciativa equivalente para el biodiesel no prosperó. Como en otras regiones del mundo, el biodiesel cobra importancia a principios del siglo XXI. En diciembre del año 2004, el gobierno federal lanzó el *Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel*. Buscaba: 1) utilización de variados cultivos oleaginosos en diversas regiones; 2) precios competitivos y calidad de producto; y 3) sustentabilidad y promoción de la inclusión social. Para incentivar la producción doméstica se dieron beneficios impositivos y se creó el sello social que agrega ventajas impositivas, financieras y en la promoción de la marca de las empresas que lo obtengan (Tinoco Ferraz; 2009). Se han habilitado más de 40 plantas, que en su mayoría utilizan tecnología extranjera. En 2007, sumaban una capacidad de 2,5 millones m³/año (ANP; 2008), aunque ese año la producción rondaba los 400 mil m³ (lo que corresponde a 16% de la capacidad de producción). Casi la mitad de la producción proviene de la región centro-oeste. Río Grande del Sur, Goiás y Mato Grosso cubren buena parte de las mayores necesidades de la región sudeste. La producción de biodiesel está concentrada y las cinco mayores empresas producen dos tercios del volumen total. Las mayores empresas productoras de biodiesel están ligadas al sector agroalimentario. Las grandes empresas de este sector, como Cargill y Bunge, han invertido en la producción de biodiesel, como también las empresas petroleras. La exportación no es incentivada, en tanto el mercado interno tiene amplio potencial (Tinoco Ferraz; 2009).

2. El biodiesel de soja en la Argentina

En la Argentina, la producción de biodiesel se conformó como un eslabón suplementario de la cadena de la soja, cultivo que se está expandiendo desde la Pampa hacia el norte. Diecinueve plantas fueron habilitadas desde el año 2007, a partir de la reunión de alrededor de una treintena de empresas y con una capacidad que supera los 2,4 millones de toneladas por año (Secretaría de Energía; 2010). Algunas plantas son pequeñas y se ubican dispersas en la pampa. Las mayores se sitúan en torno al complejo portuario de Rosario, sobre una franja litoral de 50 km, con una infraestructura diseñada específicamente para exportar a través del Paraná. El radio del área de producción

que aquí converge, ronda los 300 kilómetros. En general, se utilizan puertos privados instalados dentro de los predios de las fábricas de aceite y biodiesel. Se trata del mayor polo de exportación de aceite de soja: 90% del 1,3 millón de toneladas de aceite de soja que Argentina exportó en el año 2008 salió por las terminales portuarias de Rosario (www.minagri.gob.ar; 2009).

La cadena de biodiesel en Argentina está dominada por grandes empresas transnacionales del sector agroindustrial que controlan la transformación de la soja en harina o aceite. Glencore y Vicentin se asociaron e instalaron la planta de biodiesel Renova; Aceitera General Deheza y Bunge crearon Eco-fuel; Louis Dreyfus y Molinos Río de la Plata (de Perez Companc, Argentina) instalaron sus propias plantas para exportar biodiesel de soja. Estos poderosos grupos usan una parte de su producción de aceite para elaborar biocombustibles. Sin perder sus clientes originales, agregan valor a una parte de su producción y obtienen mayores ingresos, especialmente porque las tasas a la exportación de biodiesel de soja son menores que las de los granos o el aceite. Las compañías petroleras, que en general han invertido en bioenergía en sus países de origen, han estado expectantes sobre las posibilidades y los potenciales de invertir en la producción de biocombustibles en Argentina. A pesar de que Repsol YPF montó un laboratorio de investigación de biocombustibles y mantiene lazos con el mundo agrícola a través de la provisión de fertilizantes y combustibles, su proyecto de construir una planta de biodiesel no ha sido ejecutado (Carrizo, Guibert y Berdolini; 2009).

Los pequeños productores que intervienen en la elaboración de biodiesel no tienen plantas habilitadas por la Secretaría de Energía y se limitan hasta ahora a una venta de aceite o a su consumo o comercio informal de biodiesel. Los volúmenes necesarios para cubrir el mercado interno –siendo obligatoria la mezcla de combustibles fósiles con 5% de biodiesel a partir de 2010– serán provistos por las 19 empresas que se inscribieran para exportar. La Secretaría de Energía estableció las especificaciones que deberán cumplir (Resolución 6/2010) y asignó un cupo a cada empresa (Resolución 7/2010). UnitecBio, Viluco y Diaser (de los argentinos Eurnekian, Hermanos Lucci de Tucumán y Efraín Szuchet de San Luis, respectivamente) y Explora (del grupo chileno Meck) abastecerán 45% de las 860.000 toneladas estimadas necesarias para el año.

El desarrollo de la producción de etanol requiere una serie de condiciones que parecen conciliarse más lentamente en Argentina. Existe una veintena de ingenios implantados en el norte del país, cuyo nivel de producción es relativamente débil en comparación con los volúmenes producidos en Brasil. Los precios poco elevados de la energía en el mercado interno y los intereses diferentes de los ingenios no estimularon el comienzo de la producción de

bioetanol. Además, los ingenios tienen otras opciones para valorizar su producción (alcohol “buen gusto” para la industria farmacéutica y elaboración de licores y papel). Tras la sanción de la ley que brinda beneficios a los ingenios azucareros que produzcan etanol para el mercado interno, éstos comenzaron a realizar sus inversiones. El volumen estimado por la Secretaría de Energía como necesario fue asignado a nueve ingenios; conjuntamente, prevén disponer, hacia el mes de septiembre de 2010, de una capacidad de producción de 270.000 m³/año de bioetanol (Secretaría de Energía; Resolución 698/2009). Los ingenios habrán de entregar el bioetanol a las refinerías para que éstas los mezclen en una proporción del 5% con las naftas. Con el bagazo de caña de azúcar como combustible para sus calderas, los ingenios azucareros logran la autosuficiencia energética, y en algunos casos consiguen excedentes que venden a la red pública. La producción de maíz y de sorgo podría ser utilizada para promover la cadena del bioetanol y los ingenios azucareros muestran interés en dedicarse a ello, en contraestación a la caña.

3. El biodiesel de palma en Colombia

Principal productor de aceite de palma de América Latina (4^a en el rango mundial) (Villarraga Plaza; 2007), Colombia ha encarado la transformación de una parte de esa materia prima en biodiesel. La producción comenzó de forma modesta, en 2007, para ser comercializada en una mezcla al 5%. La capacidad debería acercarse a las 800.000 toneladas por año, de concluirse los proyectos en curso de realización. Estos proyectos abarcan las regiones Norte, Magdalena medio, los llanos orientales y el Sudoeste.

Las plantaciones de los productores de aceite de palma, organizados en torno a la Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (Fede-palma), se reparten en cuatro regiones: Norte (28% de la superficie), Centro (28%), Oriente (32%) y Occidente (12%). A menudo, la extracción del aceite es realizada en el lugar de la plantación; mientras que en el pasado, la mayor parte era exportada en estado bruto. Su integración a las cadenas industriales nacionales es escasa pero la apertura al mercado de biodiesel podría modificar ese panorama agregando valor al 90% de las cantidades producidas. Diversos actores del sector agroindustrial (grupo Daabon, Manuelita S.A.) o del sector energético (Odin Energy, controlado por la sociedad de inversiones Amiworld Inc.) se lanzaron a construir plantas de biodiesel en Colombia en estos tres últimos años; dos proyectos asociativos, que reúnen palmicultores de la costa atlántica y del Magdalena medio, están en ejecución (Carrizo, Ramousse y Velut; 2008).

La compañía petrolera nacional, ECOPETROL, se implica directamente en la producción de biodiesel, en las proximidades de su refinería de Barrancabermeja; constituyó una empresa, Ecodiesel (2007), en sociedad con siete de los mayores productores de aceite de palma de la región, los que poseen 50% de las acciones. Ecodiesel permitiría a la petrolera nacional posicionarse en el sector de los biocombustibles; mientras que los palmicultores del Magdalena medio asegurarían la venta del 50% de su producción y la incursión en el sector energético y oleoquímico (glicerina).

Colombia constituye el segundo productor de etanol en América del Sur, después de Brasil. La producción se organiza en la región de los departamentos del Valle y del Cauca, en torno al cultivo de caña de azúcar (cultivo permanente), y pasa por plantas mayoristas independientes que se encargan de la homogeneización del alcohol con la nafta, antes de que la mezcla llegue a las estaciones de servicio. La producción de bioetanol está dominada por los ingenios azucareros, generalmente controlados por conglomerados colombianos (grupo Ardila Lulle, grupo Caicedo) o especializados en agroalimentación (Manuelita S.A., Mayaguez S.A. Company). Establecieron una colaboración horizontal, en el marco de acuerdos estratégicos, para la compra de insumos, la comercialización de su producción, las actividades de formación y de desarrollo tecnológico. Poco a poco cedieron la propiedad de las tierras cultivadas con caña de azúcar (pasaron de poseer 75% en los años '60 a tener menos de 20%), pero en los hechos controlan el 50% de la producción por medio de la contratación. Los ingenios impulsaron la dinámica a favor de la producción de etanol, especialmente la iniciativa del grupo Ardila Lulle (ingenios Providencia, Incauca, Risaralda), mientras que otros han acompañado las iniciativas en tal dirección. Las compañías petroleras parecen rezagadas.

En Colombia, las organizaciones de productores agrícolas medianos o grandes, como Procaña o Fedepalma, pueden llegar a insertarse, de manera más ventajosa, en la cadena de los biocombustibles, asociándose entre ellos o con industriales. Pero esta expansión provoca conflictos sociales violentos por la posesión de las tierras. Hechos trágicos han marcado la historia reciente de Colombia, en la región del Magdalena medio o del litoral pacífico, región de Tumaco.

Los proyectos relacionados con la valorización de la remolacha azucarera y de la mandioca (yuca) deberían permitir consolidar la cadena del bioetanol. Por ejemplo, un consorcio colombo-chileno (Maquilagro) lanzó un proyecto para producir etanol (300.000 litros/día) a partir de remolacha azucarera, en el departamento de Boyacá, y una pequeña destilería que procesa mandioca comenzó a funcionar en el departamento del Meta, pero su rentabilidad de-

pende de la disponibilidad de energía barata para el transporte de la materia prima y su transformación.

Producciones alternativas limitadas

Los cultivos, las cadenas de valorización y los espacios cultivados mencionados anteriormente son los que darían lugar a la producción de biocombustibles a gran escala, impulsados fundamentalmente por grandes compañías, en los países considerados. Pero existen alternativas con cultivos energéticos que están siendo experimentadas, a pequeña escala, en regiones “marginales”. La expansión de tierras consagradas a los biocombustibles no siempre se hace en detrimento de las tierras destinadas a los cultivos alimentarios, especialmente en países que disponen de reservas importantes de espacios, como sucede en América del Sur. No obstante, esos países pueden interesarse, también, en cultivos con mayores rendimientos energéticos, viables en regiones poco atractivas desde el punto de vista agrícola.

Brasil cuenta con amplia variedad de cultivos que podrían servir de materia prima para el biodiesel. Alternativos a la soja, se destacan el ricino (*ma-mona, ricinus communis*) en el noreste (particularmente en el Estado de Bahía), la palma (*dendê, Elaeis guineensis*) en el norte, y también babaçu (*Orbignya phalerata*) y algodón. En 2005, el cultivo de ricino se extendía sobre 240 mil hectáreas repartidas entre pequeños productores y la producción alcanzó 170 mil toneladas. También hay proyectos y experimentos a base de *pinhao manso (jatropha curcas)* en el norte y nordeste (Ong Repórter Brasil; 2009).

En la Argentina, las zonas relativamente áridas del norte del país y del pedemonte andino se prestan bastante bien al cultivo de jatropha (*jatropha curcas*), cártamo (*carthamus tinctorius*) y tártago (*ricinus communis*). Esas regiones se enfrentan a mutaciones en el uso del suelo, por el avance de la soja (hasta el límite inferior de 500 mm/año de precipitaciones), que desplaza la ganadería más allá, hacia zonas menos interesantes desde el punto de vista agrícola, también sometidas a procesos de desforestación y de desplazamiento de las poblaciones originarias. En estas zonas, los cultivos energéticos podrían entrar a competir, aunque con dificultad, si consideramos los costos que representa el transporte de la producción, desde esas zonas hacia los centros de transformación o consumo. Estudios de factibilidad han sido realizados en las provincias de Salta (INTA Cerrillos); San Juan (creación de un fideicomiso para sembrar 3.000 ha); en el norte de Córdoba (iniciativa de la municipalidad de Villa de Soto); en Formosa (Patagonia Bioenergía –que tiene una planta productora en Santa Fe– experimenta con jatropha en

el departamento de Pilcomayo); en Jujuy (proyecto de explotar tártago para biodiesel de la Secretaría Provincial de producción y la municipalidad de Tartagal). Algunos de esos proyectos aún se encuentran en estado experimental, otros han sido abandonados. A su vez, hay proyectos de generación eléctrica a partir de biomasa. Los ingenios azucareros presentan los proyectos más maduros, que totalizan cerca de 150 MW, a instalar con tecnología de cogeneración. También hay equipamientos instalados para aprovechar residuos agroindustriales de cáscara de maní, girasol y residuos forestoindustriales. La Secretaría de Energía estima una potencia instalada total de casi 720 MW con el aprovechamiento de residuos biomásicos. El aprovechamiento energético de residuos sólidos urbanos ha suscitado interés y varios proyectos de este tipo fueron presentados ante la Oficina de Desarrollo Limpio. El Estado busca estimular estas iniciativas a través del programa GENREN, de generación eléctrica a partir de energías renovables, que garantiza la compra de 290 MW producidos a partir de biomasa.

En la Argentina, los proyectos de producción de biocombustibles implementados por pequeños productores organizados sobre una base local están dispersos y desarticulados. Carecen de apoyo financiero y técnico y se enfrentan a problemas logísticos, en regiones donde son insuficientes las inversiones públicas en infraestructura. Los volúmenes de combustibles son bajos, no cumplen los criterios de calidad y no pueden ser comercializados mientras las plantas no consigan su habilitación. Aun cuando los productores están agrupados en torno a cooperativas bien estructuradas, por ejemplo Picada Libertad en Misiones, permanecen en una situación de dependencia frente a los grupos económicos que controlan la cadena y capturan la mayor parte del valor agregado a la materia prima (Carrizo, Ramousse y Velut; 2008).

En Colombia, las investigaciones conducidas por CORPOICA (Corporación Colombiana de Investigaciones Agronómicas) tratan sobre la valorización del ricino y la jatropha. La mayor parte de las iniciativas se hallan en estado experimental (proyecto de Biojatros en el departamento del César), pero el consorcio Oilsource Holding Group Inc. realizó acuerdos con varias compañías especializadas en la producción de biocombustibles. El objetivo es plantar 100.000 ha de jatropha en diferentes regiones del país para producir biodiesel destinado a satisfacer las necesidades de electricidad en zonas rurales. Entonces, a escala nacional, el proyecto no entraría a competir con el aceite de palma pero propondría una oferta complementaria de desarrollo local de biocombustibles. En Colombia, como en Argentina y Brasil, las reservas de espacio que no se han valorizado económicamente son inmensas. Se cultivan 4,2 millones de hectáreas, mientras que se estima que hay 20 millones

de tierras potencialmente agrícolas en el país, ubicadas principalmente en la sabana y bosques poco poblados de la parte oriental. O sea que las reservas de tierra potencialmente cultivables se extienden sobre unos 15 millones de hectáreas, en parte sobre tierras utilizadas para la ganadería y tierras marginales (Infante Villareal; 2007).

El desarrollo de cultivos energéticos es a menudo presentado como una alternativa para la creación de empleos. Pero ¿cuál es la posibilidad de los pequeños y medianos productores de insertarse de manera competitiva en los circuitos controlados y dominados por los grandes grupos agroindustriales o por las aún más grandes empresas del sector petrolero?

Consideraciones finales

El tema de los biocombustibles llama notablemente la atención, porque su desarrollo rápido está impulsado por la necesidad creciente de energía y la preocupación por promover energías alternativas, más seguras que las fósiles. Además, se sitúa en el cruce de otras varias cuestiones estratégicas: desarrollo agrícola, seguridad alimentaria, cambios climáticos y otras mutaciones globales. Comprender esta complejidad implicó, en este estudio, superar los análisis fragmentarios, procurar una aproximación interdisciplinaria y lograr una visión global del fenómeno.

En los tres países de referencia, el desarrollo de los biocombustibles ha estado marcado por las políticas implementadas: con una visión estratégica a largo plazo, en Brasil; expuestas a las tendencias del mercado y a vaivenes entre intereses privados y gobiernos nacionales, en la Argentina; y reajustadas gradualmente en función de salvaguardar la independencia energética nacional, en Colombia. En la Argentina, el Estado muestra interés creciente por participar en la orientación de la economía y del mercado de la energía, limitando las exportaciones y manteniendo diferencias entre los precios internos y externos. De esta manera, parecería que las políticas de esos países convergen a favor de un mercado energético regulado. Todos coinciden, también, en la voluntad de buscar la expansión de la producción y el consumo de biocombustibles, en sus territorios y para la exportación. En estos países, se observa un potencial importante para el desarrollo de las producciones de bioetanol y biodiesel, dada la disponibilidad de tierras cultivables.

La experiencia acumulada en Brasil para aprovisionar su mercado interno y posicionarse en el mercado mundial de bioetanol, no sólo con el combustible sino también con modelos de producción y gestión, permite disponer de un

ejemplo exitoso en la región para la organización de la cadena. Su competitividad resulta de los sucesivos ajustes técnicos y organizativos incorporados en todas las fases de la misma (Droulers, 2009). Si la cadena de bioetanol está madura en Brasil, no lo está la del biodiesel, ni las cadenas en los otros países. Los Estados tienden a regular el sector y participan en la actividad a través de sus empresas, aunque lo hacen con formas de participación y grados de compromiso distintos. Mientras Brasil prioriza el mercado interno y favorece la actividad de pequeños productores, Argentina privilegia la exportación, llevada adelante por pocos grandes actores. En las cadenas de bioetanol y biodiesel en Colombia, la situación parecería intermedia.

En la Argentina, Brasil y Colombia, las producciones alternativas son incipientes y en general se hallan en estado experimental. La producción de biocombustibles con cultivos alternativos en regiones marginales dista aún de afirmarse como una vía de desarrollo para las poblaciones pobres que las habitan. Particularmente para ellas, pero también en general, para favorecer la eficacia y competitividad, la promoción de inversiones en biocombustibles implicaría un esfuerzo importante en materia de infraestructura que tienda al reequilibrio regional.

Bibliografía

- ANP (2008) *Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis – 2008*. Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, 214pp. Documento de internet disponible en: www.anp.gov.br.
- BNDES Banco Nacional de Desarrollo Económico y Social; CGEE Centro de Gestión y Estudios Estratégicos (Coords.) (2008) *Bioetanol de caña de azúcar: Energía para el desarrollo sostenible*. Río de Janeiro, BNDES, 320 pp.
- British Petroleum (2009) *Statistical Review of World Energy 2009*. Londres, BP, 48 pp.
- CARRIZO, Silvina; GUIBERT, Martine y BERDOLINI, José (2009) "Actores y mercados de los biocombustibles argentinos: entre incertidumbre y diversificación". *12º Encuentro de Geógrafos de América Latina*, Montevideo. Documento de internet disponible en: <http://egal2009.easyplanners.info>.
- CARRIZO, Silvina; RAMOUSSE, Didier y VELUT, Sébastien (2008) "Enjeux internationaux, nationaux et locaux autour des biocarburants dans trois pays d'Amérique du Sud (Brésil, Argentine, Colombie)" *VANATROP*

- Workshop Non-food and energetic use of plants from Mediterranean and tropical countries.* Montpellier, 24 pp. Mimeo. Documento de internet disponible en: <http://www.umr-diapc.fr>.
- DROULERS, Martine (2008) "Brésil: l'enjeu des biocarburants". En COUFFI-GNAL George (Ed.) *Amérique latine. Mondialisation: le politique, l'économique, le religieux*. Paris, Ed. La Documentation Française, pp. 65-76.
- DROULERS, Martine (2009) "Le défi des biocarburants, l'exception brésiliennes". En *L'Information Géographique* 73, 1 París, Armand Colin, pp. 82-97.
- ENERDATA (2008) *The world energy demand in 2007. How high oil prices impact the global energy demand?* Grenoble, Enerdata, 17 pp. Documento de internet disponible en: www.enerdata.fr.
- GREENPEACE (2007) *Bioenergía: oportunidades y riesgos ¿Qué debe hacer Argentina en materia de biocombustibles?* Buenos Aires, Greenpeace, 106 pp.
- IICA (2010) *Biocombustíveis em foco Janeiro de 2010 – Ano II / Nº 13.* Brasilia, Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 52 pp. Documento de internet disponible en: <http://www.iica.org.br/Docs/Publicacoes/Agronegocio/2009/Biocombustiveis-em-FOCO-An011-N013.pdf>.
- INFANTE VILLAREAL, Arturo (2007) "Perspectivas de la situación energética mundial. Las oportunidades para Colombia". En Revista de Ingeniería nº 2. Bogotá, Universidad de Los Andes, pp. 74-95.
- LAMERS, Patrick (2006) *Emerging liquid biofuels markets ¿A dónde va la Argentina? Thesis Master of science in environnement management and policy.* Lund, IIIIEE Lund University; 107 pp.
- ONG REPÓRTER BRASIL (2009) *O Brasil dos Agrocombustíveis: Impactos das Lavouras sobre a Terra, o Meio e a Sociedade – Gordura Animal, Dendê, Algodão, Pinhão-Manso, Girassol e Canola.* San Pablo, Centro de Monitoramento de Agrocombustíveis, 50 pp. Documento de internet disponible en: www.agrocombustiveis.org.br.
- PROEXPORT COLOMBIA (2007) *Biocombustibles, informe 2007.* Bogotá, Proexport Colombia, 7 pp. Documento de internet disponible en: www.proexport.com.co.
- VILLARRAGA PLAZA, Alejandro (2007) "Oportunidades de negocio para las empresas de biodiesel en Colombia. Una perspectiva". En *Revista Puentte*, vol. 1, fasc. 2. Bucaramanga, Universidad Pontificia Bolivariana.

- SCHEINKERMAN DE OBSCHATKO, Edith y BEGENISIC, Flory (2005) *Perspectivas de los biocombustibles en Argentina y en Brasil*. Buenos Aires, IICA (Instituto Interamericano para la Cooperación Agrícola), SAGPYA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos), 150 pp.
- SCHVARZER, Jorge y TAVOSNANSKA, Andrés (2007) *Biocombustibles: la expansión de una industria naciente y posibilidades para Argentina*. Centro de Estudios de la Situación y Perspectivas de la Argentina. Documento nº 13. Buenos Aires, Universidad de Buenos Aires, 65 pp.
- TINOCO FERRAZ, Galeno Filho (2009) "O setor de biocombustíveis no Brasil". En LÓPEZ, A. (Coord.) *La industria de biocombustibles en el Mercosur. Serie Red Mercosur N° 15*. Montevideo: Red Mercosur de Investigaciones Económicas. pp. 131-200.

Sitios en internet

CARBIO Cámara Argentina de Biocombustibles www.carbio.com.ar

CIARA Cámara de la Industria aceitera de la República Argentina

www.ciaracec.com.ar

IEA International Energy Agency www.iea.org

INTA Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria www.inta.gov.ar

Ministerio de Agricultura Ganadería y Pesca, República Argentina

www.minagri.gob.ar

Ministério de Minas e Energia, Brasil www.mme.gov.br

Pinhão Manso – Jatropha curcas www.pinhaomanso.com.br

Portal do biodiesel www.biodieselbr.com

Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel, Brasil

www.biodiesel.gov.br

Secretaría de Energía de la República Argentina www.energia.mecon.gov.ar