

América Latina y el Caribe

Mapeo político-institucional
y análisis de la competencia
entre producción de
alimentos y bioenergía



América Latina y el Caribe
Mapeo político-institucional
y análisis de la competencia
entre producción de
alimentos y bioenergía

América Latina y el Caribe

Mapeo político-institucional y análisis de la competencia entre producción de alimentos y bioenergía

Markus Ascher¹
Federico Ganduglia²
Orlando Vega³
Frederique Abreu⁴
Jamil Macedo⁵

Documento preparado por FORAGRO / PROCITRÓPICOS / Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocomustibles / IICA, presentado en el evento especial de ERA – ARD / SAG sobre Bioenergía, en Bruselas, diciembre de 2009, con el título *Study on Regional Evidence Generation and Policy & Institutional Mapping on Food & Bioenergy: Latin American and Caribbean*.

¹ Coordinador de Equipo Editorial, Assessor Técnico IICA-PROCITROPICOS, markus.ascher@procitropicos.org.br, www.procitropicos.org.br

² Especialista en Política y Agronegocios, Oficina del IICA en Argentina, fganduglia@iica.org.ar, <http://www.iica.int/Esp/regiones/sur/argentina/Paginas/default.aspx>

³ Especialista en Agroenergía y Biocombustibles. Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocombustibles del IICA, orlando.vega@iica.int, <http://www.iica.int/Esp/Paginas/default.aspx>

⁴ Coordinador del Programa Hemisférico en Agroenergía y Biocombustibles del IICA, frederique.abreu@iica.int <http://www.iica.int/Esp/Paginas/default.aspx>

⁵ Secretario Ejecutivo de PROCITROPICOS, jamil.macedo@procitropicos.org.br, www.procitropicos.org.br



© Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2010

El Instituto promueve el uso justo de este documento. Se solicita que sea citado apropiadamente cuando corresponda

Esta publicación también está disponible en formato electrónico (PDF) en el sitio Web institucional en www.iica.int

Coordinación editorial: Markus Ascher, Federico Ganduglia, Orlando Vega, Frederique Abreu, Jamil Macedo

Corrección de estilo: Olga Patricia Arce

Diseño de portada: Karla Cruz Mora y Ana Catalina Lizano

Publicado en formato digital

América Latina y el Caribe. Mapeo político-institucional y análisis de la competencia entre producción de alimentos y bioenergía / IICA – San José, C.R : IICA, 2010

98 p.; 22 cm X 27 cm.

ISBN13: 978-92-9248-252-7

1. Bioenergía 2. Combustibles 3. Alimentos 4.
Seguridad alimentaria 5 América Latina 6. Caribe

AGRIS

P06

DEWEY

333.793

San José, Costa Rica

2010

Índice

1. Introducción: Panorama general	01
2. Situación actual de los agrocombustibles en ALC: matriz energética, políticas, producción y consumo	05
2.1. Matriz energética en los países de ALC	05
2.2. Las políticas de apoyo público a la producción de biocombustibles	10
2.2.1. Motivaciones para el fomento de la producción y del uso de los biocombustibles	10
2.2.2. Sinopsis de la legislación existente	13
2.3. Consumo de biocombustibles y producción de materias primas	23
2.3.1. Consumo actual de los biocombustibles y proyecciones	23
2.3.2. Producción de materias primas	28
3. El conflicto entre la producción de alimentos y de biocombustibles	41
3.1. Seguridad alimentaria	41
3.2. Indicadores para el uso de los recursos naturales	42
3.2.1. Recurso tierra	43
3.2.2. Recurso agua	46
3.2.3. Cambios en el uso de la tierra	47
3.3. Efectos en la estructura agraria a nivel de sistema	50
3.3.1. Aumento en la producción	50
3.3.2. Tamaño de las explotaciones de los cultivos energéticos	57
3.3.3. Evolución de los precios	59
3.3.4. Valor agregado	64
4. Elementos para la formulación de políticas públicas	67
4.1. Oportunidades, desafíos tecnológicos e impactos	67
4.2. Políticas públicas	69

Lista de cuadros

Cuadro 2.1	Indicadores energéticos de ALC en el 2007	8
Cuadro 2.2	Consumo de combustibles en ALC en el 2007	10
Cuadro 2.3	Declaración del interés general - finalidades de la ley	13
Cuadro 2.4	Autoridades de aplicación de la ley	15
Cuadro 2.5	Funciones de las autoridades de aplicación de la ley	16
Cuadro 2.6	Metas de mezclas obligatorias planteadas para los biocombustibles	18
Cuadro 2.7	Incentivos fiscales y apoyo público	20
Cuadro 2.8	Sector prioritario / enfoque	21
Cuadro 2.9	Inversión pública y privada en investigación, innovación y transferencia de tecnología para la producción de la materia prima y de los biocombustibles (diferentes rutas tecnológicas)	22
Cuadro 2.10	Consumo de gasolina en ALC.	24
Cuadro 2.11	Consumo de diésel en ALC	25
Cuadro 2.12	Proyección del consumo de bioetanol en 18 países de la región	26
Cuadro 2.13	Proyección del consumo de biodiésel en 18 países de la región	27
Cuadro 2.14	Materias primas para la producción de bioetanol en 10 países sudamericanos en el 2007	29
Cuadro 2.15	Materias primas para la producción de biodiésel (de semillas y frutos oleaginosos) en 10 países sudamericanos en el 2007	33
Cuadro 2.16	Los países productores más importantes de soja y palma africana en ALC en el 2007	34
Cuadro 2.17	Análisis socioeconómico del sistema de producción "Consortio higuera - frijol" ^a y resultados de una Unidad Técnica Demostrativa en Crateús, Estado de Ceará	36
Cuadro 2.18	Datos actuales de la palma africana en Honduras	39
Cuadro 2.19	Distribución de productores de palma africana en Honduras	39
Cuadro 3.1	Valoración preliminar de requerimientos de suelo, agua, nutrientes y clima para algunos cultivos con propósitos agroenergéticos, en ALC	42
Cuadro 3.2	AL C. Demanda prospectiva de área agrícola en el período 2010 – 2030 (millones de hectáreas)	44
Cuadro 3.3	Brasil y EE.UU uso de agua para biocombustibles en el 2005	47
Cuadro 3.4	Algunos países de ALC. Expansión de pastos y cultivos en el bosque	48
Cuadro 3.5	Factores de conversión de biomasa a biocombustible y rendimientos medios agrícolas, según cultivo con potencial bioenergético	51
Cuadro 3.6	ZAE de la caña de azúcar en Brasil	54
Cuadro 3.7	Variaciones de precios mundiales de diferentes productos, según quinquenios	61
Cuadro 3.8	Ingresos reportados en diferentes estudios seleccionados para países tropicales y en desarrollo, productores de Biocombustibles (miles de US\$ / petajulio)	65

Lista de figuras

Figura 2.1	Demanda de energía en ALC durante el 2007	5
Figura 2.2	Demanda de energía en le Región Andina durante el 2007	6
Figura 2.3	Demanda de energía en Centroamérica durante el 2007	6
Figura 2.4	Demanda de energía en el Caribe durante el 2007	7
Figura 2.5	Demanda de energía en el Cono Sur durante el 2007	7
Figura 2.6	Porcentaje obligatorio para las mezclas “gasolina – etano” en algunos países seleccionados de América Latina	19
Figura 2.7	Porcentaje obligatorio para las mezclas “petrodiesel - biodiesel” en algunos países seleccionados de América Latina	19
Figura 2.8	Evolución de la producción de caña de azúcar, bioetanol y azúcar en Brasil	30
Figura 2.9	Área cosechada y producción de maíz en México 1997 - 2008	31
Figura 2.10	México. Distribución de la producción de maíz blanco por estado en el 2005	32
Figura 2.11	Plantaciones de palma africana en Honduras (SAG 2008)	38
Figura 3.1	Incidencia de la demanda de área agrícola de los biocombustibles sobre el área agrícola total de expansión en ALC	45
Figura 3.2	Centro América y Subregión Amazónica: mapa de la transformación prevista del uso del suelo 2000 - 2010	49
Figura 3.3	Demanda de área agrícola para cultivos energéticos destinados a la producción de biocombustibles de ALC en el período 2015-2030	52
Figura 3.4	Bioma Amazonia, Bioma Pantanal y Cuenca del Alto Paraguay en el Brasil	53
Figura 3.5	Zonificación agroecológica (ZAE) de la caña de azúcar en Brasil	55
Figure 3.6	Estimaciones revisadas de rendimientos globales de los biocombustibles	56
Figura 3.7	Tamaño de explotaciones para la caña de azúcar (porcentaje de superficie de cultivo) en varios países de ALC	58
Figura 3.8	Chile, Brasil y Uruguay. Tamaño de explotaciones para girasol (porcentaje de superficie de cultivo)	58
Figura 3.9	Brasil, Ecuador y Nicaragua. Tamaño de explotaciones para palma aceitera (porcentaje de superficie de cultivo)	58
Figura 3.10	Uruguay, Brasil y Ecuador. Tamaño de explotaciones para soya aceitera (porcentaje de superficie de cultivo)	59
Figura 3.11	Índice de precios internacionales de productos básicos seleccionados en el período 2005 – 2008	60
Figura 3.12	Proyección de precios mundiales de azúcar (US\$/t)	62
Figura 3.13	Proyección de precios mundiales de aceite (US\$/t)	63
Figura 3.14	Proyección de precios mundiales de bioetanol (US\$/t)	63
Figura 3.15	Proyección de precios mundiales del biodiesel (US\$/t)	64

Lista de cuadros

Recuadro 2.1	Producción de maíz en México	31
Recuadro 2.2	Fortalecimiento de la agricultura familiar en el nordeste de Brasil a través del Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiésel	35
Recuadro 2.3	Producción de materias primas: el caso de HONDUPALMA, Honduras	37
Recuadro 3.1	La política chilena de biocombustibles	46
Recuadro 3.2	Zonificación agroecológica (ZAE) de la caña de azúcar en Brasil	53

Siglas

ALC	América Latina y Caribe
BANADESA	Banco Nacional de Desarrollo Agrícola (Honduras)
BNDES	Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico y Social (Brasil)
CEDRSSA	Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (México)
CEPAL	Comisión Económica para América Latina y el Caribe
CMM	Centro Mario Molina, México
CMNUCC	Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático
CNE	Comisión Nacional de Energía, Chile
EISA	Energy Independence and Security Act, EE.UU.
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERA/ARD	European Research Area / Agricultural Research for Development
ET	Evapotranspiración
EtOH	Etanol
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación
FAPRI	Food and Agricultural Policy Research Institute
FOB	Free On Board
FORAGRO	Foro de las Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario
Gbbbl	Giga barril de petróleo
GEI	Gases de efecto invernadero
GLP	Gas licuado de petróleo
GNC	Gas natural comprimido
IICA	Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
Kbep	Kilo barril equivalente de petróleo
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasil
MDA/SAG	Ministério de Desenvolvimento Agrário / Secretaria de Agricultura Familiar, Brasil
MDL	Mecanismo de desarrollo limpio
OLADE	Organización Latinoamericana de Energía
PNPB	Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiésel, Brasil
PróAlcool	Programa Nacional do Alcool, Brasil
SAG	Southern Advisory Group
SAGARPA	Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación, México
SENER	Secretaría de Energía, México
SNV	Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo
EU	Unión Europea
UNICA	União da Indústria de Cana-de-Açúcar, Brasil
UPME	Unidad de Planeación Minero Energética Ministerio de Minas y Energía, Colombia
UWET	Unified Wood Energy Terminology
ZAE	Zonificación agroecológica



Programa Hemisférico de Agroenergía y Biocombustibles
Programa Cooperativo de Investigación, Desarrollo e Innovación
Agrícola para los Trópicos Suramericanos

Presentación

Este documento corresponde al componente regional para América Latina y el Caribe (ALC), Estudio global sobre la generación de evidencias y mapeo político-institucional sobre la producción de alimentos y bioenergía”, propuesto por el *Southern Advisory Group* (SAG), de la *European Research Area* (ERA) / *Agricultural Research for Development* (ARD), bajo la responsabilidad del Foro de las Américas para la Investigación y Desarrollo Tecnológico Agropecuario (FORAGRO).

El propósito del estudio fue analizar el estado de la producción de biocombustibles y las eventuales implicaciones sobre la producción de alimentos y la seguridad alimentaria en los diferentes continentes.

Como antecedentes de este esfuerzo, es posible señalar algunas justificaciones que han demandado la investigación de las repercusiones y proyecciones de la producción de biocombustibles en ALC.

En la agenda compartida de largo plazo para el mejoramiento de la agricultura y la vida rural en las Américas: el PLAN AGRO 2003 – 2015, se incorporaron lineamientos hemisféricos sobre seguridad alimentaria y seguridad energética (IICA 2005 y 2007c).

Así también, en el Plan de Mediano Plazo 2006-2010, el IICA incorporó el tema de seguridad alimentaria como uno de los tres componentes integrales de su misión y visión institucional, junto a la prosperidad rural y el desarrollo sostenible de la agricultura.

Por lo tanto, el énfasis en la seguridad alimentaria no es nuevo ni coyuntural, sino que es consistente con la misión y visión del Instituto y responde a las necesidades y demandas actuales de los países y regiones.

Por otra parte, en el marco de la Quinta Cumbre de las Américas celebrada en abril de 2009, la Declaración de Compromiso de Puerto España emitió mandatos específicos referidos a seguridad alimentaria, agricultura y vida rural, seguridad energética, sostenibilidad ambiental, cooperación internacional y seguimiento de la Cumbre.⁶

Con respecto a la seguridad alimentaria, la Declaración hace referencia a la situación del hambre y la desnutrición de las Américas. Específicamente, los párrafos 23 y 24 consignan decisiones políticas importantes, entre otras, proveer a las personas de un acceso adecuado y oportuno a alimentos sanos y nutritivos, asegurar la disponibilidad de alimentos, apoyar las inversiones en la agricultura y fortalecer la capacidad institucional con miras a incrementar e intensificar las actividades productivas, particularmente en los países más afectados por el hambre.

En cuanto al mandato de promover la seguridad energética, la Declaración insta a desarrollar sistemas de energía más limpios, asequibles y sostenibles para promover el acceso a la energía y a tecnologías y prácticas energéticas eficientes en todos los sectores, así como diversificar nuestras matrices energéticas, incrementando, según corresponda, la contribución de fuentes de energía renovables, la creación de empleos, la cooperación internacional y la difusión de experiencias sobre biocombustibles.

⁶ Quinta Cumbre de las Américas. Declaración de Compromiso de Puerto España. Puerto España, Trinidad y Tobago. 19 de abril de 2009. OEA/Ser.E CA-V/DEC.1/09

En este contexto, dichos mandatos conciernen directamente al quehacer del IICA. Con su apoyo y el de otras agencias internacionales, los Estados Miembros acordaron desarrollar un nuevo abordaje bajo el Plan AGRO 2015, para afrontar el mayor reto inmediato que establece procurar alimentos a los pueblos del hemisferio y del mundo.

La agenda propuesta para el hemisferio requiere del diseño e implementación de estrategias de mediano y largo plazo, con el fin de propiciar, entre otros temas, la promoción de la producción sostenible de biocombustible sin colocar en riesgo la producción de alimentos (IICA 2009c).

Una de las tres líneas estrategias identificadas por el IICA en seguridad alimentaria, propone el análisis, el seguimiento y la difusión de políticas e información sobre la situación y perspectivas de la seguridad alimentaria, mediante tres acciones específicas:

- Monitorear y diseminar información sobre la situación y las perspectivas de la seguridad alimentaria.
- Desarrollar metodologías y análisis de las implicaciones de política.
- Analizar las experiencias de desarrollo institucional.

Este planteamiento estratégico coincide con el racional de Agricultural Research for Development (ARD), por lo que el IICA podrá considerarlo con el fin de monitorear e informar expeditamente sobre la evolución de la situación de la seguridad alimentaria en los Países Miembros y evitar la duplicación de esfuerzos.⁷

El ARD concibe que la producción y las políticas de bioenergía requieren ser fundamentadas en un amplio análisis costo/beneficio a múltiples escalas y para toda la cadena de agregación de valor (Anexo 1).

Asimismo, para que las iniciativas de desarrollo en bioenergía sean exitosas, se requiere una intervención gubernamental transversal coherente y políticas del gobierno que integren las preocupaciones de la agricultura y seguridad alimentaria, energía, ambiente e incluso comercio.

Esta premisa del ARD subraya la necesidad de:

- a. Una comprensión más amplia del grado de alcance de los aspectos y consecuencias de la conversión de alimentos a bioenergía.
- b. El acompañamiento de las dimensiones político - institucionales como insumo para el desarrollo de un apropiado programa de alimentos y bioenergía en economías en desarrollo y verdaderamente responsable.

En sintonía con esta premisa, el ARD propone generar evidencia del impacto de convertir los cultivos alimenticios en bioenergía y proporcionar documentación de apoyo para la formulación de políticas que favorezcan a los pobres, mediante los siguientes objetivos:

⁷ Resolución 1.a y 2. del Comité Ejecutivo, en su Vigésima Octava Reunión Ordinaria. RESOLUCIÓN N.º 482. Acciones realizadas ante la situación de la seguridad alimentaria de las Américas. IICA/CE/Res.482(XXVIII-O/08). 23 jul. 2008. Disponible en http://www.iica.int/Esp/infoinstitucional/ORGANOS/CE/Resoluciones/XVIII_2008_ESP/Res482.pdf

- a. Generar evidencia regional sobre el impacto de la conversión de alimentos a biocombustibles en ALC.
- b. Llevar a cabo un mapeo político e institucional para un mejor entendimiento de la interfase alimentos y biocombustibles.
- c. Desarrollar un proceso de validación, análisis y resultados de la evidencia regional generada y el mapeo político - institucional de la conversión alimentos a biocombustibles en la región.

El presente documento ha sido estructurado primeramente con una introducción general, donde se detalla el panorama de la producción de los biocombustibles en ALC. En el segundo capítulo se desarrolla ampliamente la situación actual de los combustibles, su matriz energética, políticas, producción y consumo. Posteriormente, el tercer capítulo se refiere al conflicto entre la producción de alimentos y los biocombustibles y se despliegan las razones claras que evidencian su real estado con respecto a la seguridad alimentaria. El último capítulo presenta las oportunidades y desafíos que deben considerarse en la formulación de políticas públicas para que la producción de los biocombustibles sea viable.

Se espera consolidar, para la región de ALC, la generación de evidencia, un mapeo político e institucional y una reseña de principales hallazgos, que contribuyan a una versión global del tema, lo cual sirva de referencia e información a destinatarios finales, como los representantes y autoridades de formulación de políticas, quienes deben procurar un adecuado balance tanto en seguridad alimentaria como en seguridad energética.



1. Introducción: panorama general

La tendencia del escenario predominante para el siglo XXI se orienta hacia una ampliación de la demanda global por alimentos, fibras y energía. Esto crea mejores oportunidades para los países tropicales que cuentan con tierras, agua y energía solar abundantes. Al mismo tiempo, con una nueva conciencia ambiental enfocada en la sostenibilidad de los sistemas de producción, se demanda un cambio en los patrones de producción vía adopción de medidas para desacelerar el agotamiento de los recursos naturales y reducir los gases de efecto invernadero, a fin de atenuar los efectos del cambio climático.

Entre las medidas posibles, la utilización de energías renovables en sustitución de los combustibles fósiles (petróleo y carbón mineral) abren buenas perspectivas para la exploración de energía renovable, especialmente la producida a partir de biomasa. La provisión de materia prima para la producción de biocombustibles se obtendría mediante el cultivo de variedades de alta densidad energética o por el aprovechamiento de residuos y desechos orgánicos.

Actualmente, la mayoría de los países en América Latina y el Caribe (ALC) han implementado o están en proceso de implementación de políticas o programas que incentivan la producción de biocombustibles. Aunque el desarrollo de los biocombustibles representa una oportunidad importante para la agricultura de la región, esta circunstancia solo se concretará y será puesta en marcha si los marcos regulatorios propician o promueven su inserción en las matrices energéticas de los países. Sin marcos regulatorios claros no hay creación de mercado, sin mercado no hay inversionistas y sin los inversionistas, la región puede perder todas las ventajas comparativas para la producción de los biocombustibles con respecto a otras regiones.

Otro impacto positivo de la producción de energía renovable es la redistribución de la renta generada, por lo que se requiere desarrollar y consolidar la cadena de agregación de valor para la producción de materia prima antes del procesamiento y transporte. Con esto se genera la ampliación de la oferta de empleo y renta, y se contribuye a fortalecer el desarrollo económico en los países.

De acuerdo con la terminología aplicada por la FAO (2001) (CEPAL 2009) los biocombustibles pueden ser clasificados en tres grupos: a) combustibles de madera, derivados directa o indirectamente de los árboles y arbustos que crecen en tierras forestales y no forestales; b) agrocombustibles, que provienen principalmente de la biomasa que resulta de los cultivos destinados a ser utilizados como combustible y de los subproductos agrícolas, agroindustriales y animales; c) subproductos de tipo municipal referidos a los desechos de biomasa producidos por la población urbana, que pueden ser sólidos o gaseosos/líquidos producidos en ciudades y aldeas.

Otros criterios para clasificar los biocombustibles toman en consideración su estado físico, el origen, el uso final o el proceso de conversión. El presente estudio se enfoca en los biocombustibles líquidos originados con materias primas agrícolas o (agrocombustibles) con uso final en el transporte (bioetanol y biodiésel).

Sin embargo, han surgido preocupaciones sobre la real sustentabilidad de la producción de biocombustibles. El tema central de la discusión es la disponibilidad de tierra arable para la producción de especies de alta densidad energética o el aprovechamiento de residuos o desechos orgánicos necesarios para los

biocombustibles, de forma tal que no compita con la producción de alimentos y la seguridad alimentaria.

Seguramente la producción de biocombustibles puede tener efectos adversos en los mercados agrícolas. Mucho se habla de que el aumento en la demanda por biocombustibles puede generar una mayor concentración de la producción y la tenencia de la tierra. Aunque esta posibilidad es real, una buena política de biocombustibles puede servir como vector de desarrollo agrícola y social para regiones donde la agricultura ya no es una actividad competitiva.

No hay una regla clara por seguir sobre políticas de biocombustibles, ya que cada país debe definir los objetivos que desean lograr de acuerdo con su realidad geográfica, social y ambiental. Sin embargo, tampoco es necesario hallar un patrón, puesto que existen mapeos de experiencias en diversos países sobre el tema.

En la literatura se encuentra mucha información acerca de los conflictos que la producción biocombustibles puede generar con la seguridad alimentaria, pero desafortunadamente este asunto se viene analizado de forma unilateral. Desde el punto de vista de la competencia por la tierra, cualquier actividad agrícola que no tenga como objetivo directo la generación de alimento atentaría contra la seguridad alimentaria. Así, otras actividades agrícolas como la silvicultura, la producción de flores y la de tabaco, que hoy son utilizadas para la diversificación de los ingresos en las propiedades rurales, estarían tan condenadas como la producción de biocombustibles.

Un buen estudio de las realidades y aptitudes locales en el momento de la generación de los marcos regulatorios y el uso de técnicas como la de siembra de cultivo intercalada, posibilitaría la producción tanto de materia prima para biocombustibles como la producción de alimentos. Esto minimizaría el riesgo de la seguridad alimentaria y ayudaría a la seguridad energética.

De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) (Bot *et al.* 2008), es posible discriminar los diferentes países de ALC según su disponibilidad de tierra arable para expansión agrícola en tres grandes grupos: a) baja disponibilidad, inferior a un millón de hectáreas, como Chile, República Dominicana, El Salvador, Haití, Jamaica, Honduras, Trinidad y Tobago, Costa Rica, Belice, Guatemala y Panamá; b) mediana disponibilidad, entre uno y cinco millones de hectáreas, como Cuba, Nicaragua y Guyana Francesa; y c) alta disponibilidad, entre 6 y 343 millones de hectáreas, como Ecuador, Surinam, Guyana, Paraguay, Uruguay, México, Perú, Venezuela, Colombia, Bolivia, Argentina y Brasil. En ese último grupo es posible la expansión de cualquier tipo de agricultura, mediante el esquema de desarrollo sostenible, incluso para proveer alimentos y biocombustibles a otros países.

Ante esta variabilidad en la disponibilidad de tierras, en este documento se analiza la situación de los 12 países más representativos de ALC en cuanto al tema: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Ecuador, Honduras, México, Paraguay, Perú, República Dominicana y Uruguay, especialmente en la última década.

Con respecto a los biocombustibles, también se consideró que las políticas para etanol y biodiésel deben ser distintas. El etanol, especialmente en ALC, utiliza como materia prima la caña de azúcar, un cultivo arraigado en la región desde hace varios siglos, para el cual se tiene buena experiencia de manejo en casi todos los países.

Por otro lado, pocos países figuran entre los grandes productores de oleaginosas en relación con las materias primas para la elaboración del biodiésel, excepto Argentina, Brasil, Paraguay y Colombia.

Aunque Brasil sea el mayor productor de caña del mundo, los más grandes promedios agrícolas se encuentran en Colombia, con más de 100 t/ha, lo cual puede generar más de 8000 litros de etanol. Para el caso de biodiésel, los promedios agrícolas son inferiores, sin sobrepasar los 4000 litros/ha en las mejores condiciones, cuando se utiliza aceite de palma como materia prima o 3000 litros/ha (potenciales) cuando se usa *Jatropha*.

Estas diferencias de promedios agrícolas influirán directamente en las políticas que serán desarrolladas, ya que el biodiésel normalmente es más caro que el diésel y el etanol más barato que la gasolina. En general, lo que se percibe es que las políticas para biodiésel tienen un carácter de desarrollo social mucho más importante con respecto a la seguridad energética, mientras que las políticas de etanol plantean objetivos energéticos y ambientales más pronunciados.

En este estudio, se consideraron aquellas alternativas de cultivos cuya producción puede ser destinada tanto al consumo humano como a la producción de materias primas para la obtención de biocombustibles, como maíz, caña de azúcar (para bioetanol), soja y palma africana (para biodiésel). Estas materias primas agrupadas como aceites vegetales y azúcares ocupan la posición superior en la pirámide alimentaria. De hecho, algunos agrocombustibles, como el caso del biodiésel de soja, colza y girasol, se obtienen a partir de los subproductos del proceso agroindustrial, lo que representa un mejor aprovechamiento del cultivo, y aumenta la viabilidad económica y la agregación de valor. La producción de biocombustibles desarrollada de una manera racional y planificada puede impactar positivamente la agricultura, a través de ingresos seguros provenientes de un mercado cautivo de combustibles líquidos.



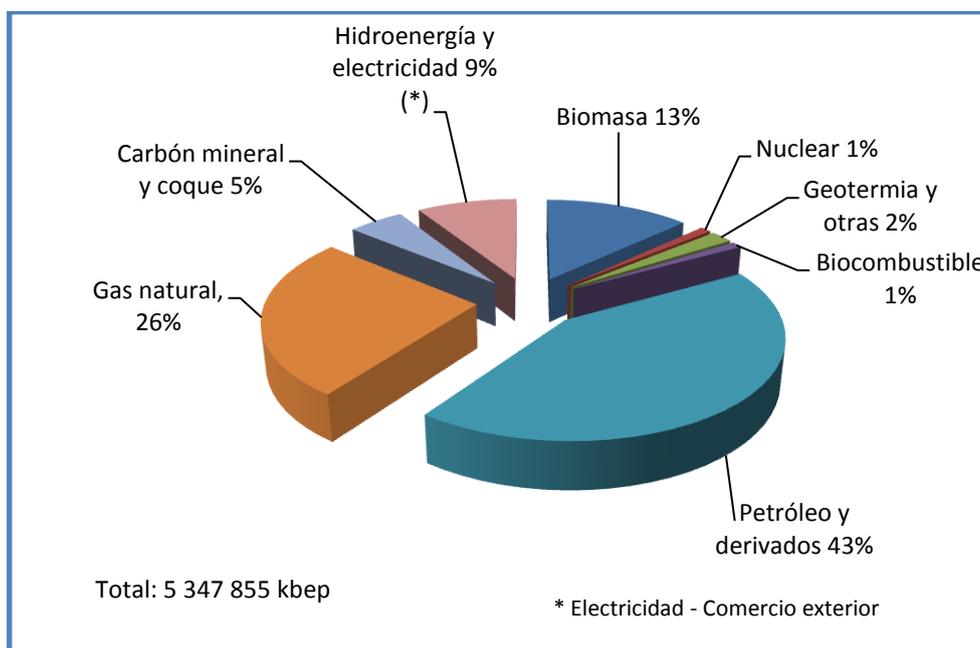
2. Situación actual de los agrocombustibles en ALC: matriz energética, políticas, producción y consumo

2.1. Matriz energética en los países de ALC

América Latina reúne alrededor del 13% de las reservas probadas de petróleo en el mundo. No obstante, estas reservas se encuentran altamente concentradas en apenas tres países: Venezuela, México y Brasil, que en conjunto acumulan el 94% de las reservas y el 81% de la producción de la región. Mientras estos países forman parte del grupo de 20 naciones del mundo con mayores reservas de petróleo probadas, el resto posee una situación crítica en términos de seguridad energética actual y proyectada, dada su alta dependencia de las importaciones de petróleo y su bajo alcance de las reservas en el tiempo.

La vulnerabilidad energética es particularmente sustancial en los países de América Central (excepto Guatemala), el Caribe (excepto Trinidad y Tobago), Paraguay, Uruguay y Chile, quienes por no disponer de reservas, importan usualmente la totalidad de su consumo. Otros países, en tanto, son productores de petróleo, pero no alcanzan a autoabastecerse, como es el caso de Perú, o son exportadores netos, pero con producción decreciente. Dado su horizonte de reservas, tienden a convertirse en importadores netos en el mediano – largo plazo, como Argentina.

Figura 2.1. Demanda de energía en ALC durante el 2007.

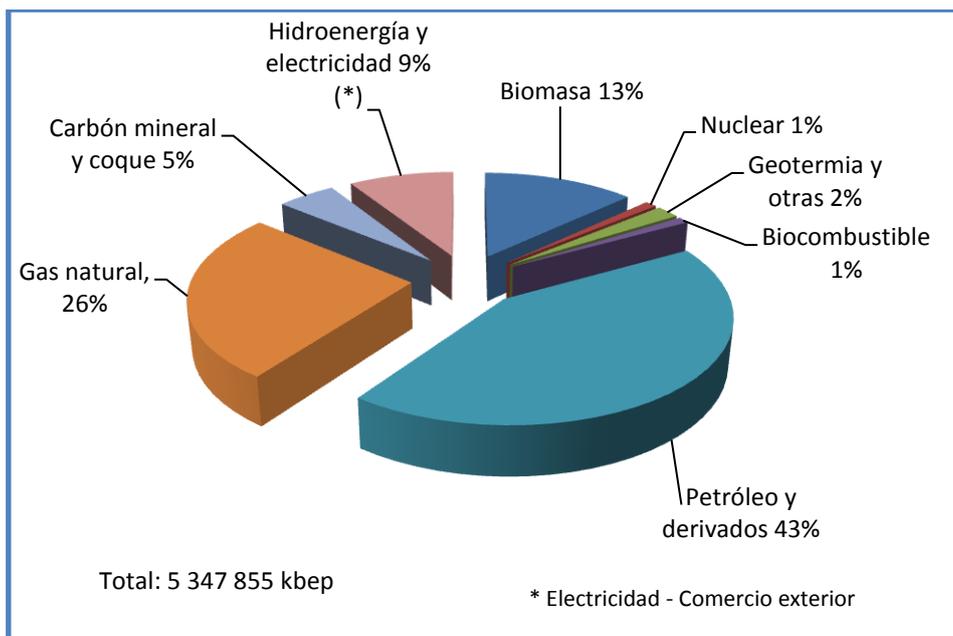


Fuente: Elaborado por los autores con base en OLADE 2007.

Desde la demanda, el uso de energía en la región se encuentra altamente concentrado en fuentes fósiles (74% del consumo total, incluido el petróleo, el gas natural y el carbón), tanto a nivel agregado como por subregiones, con excepción de Centroamérica, que cuenta con una alta participación de biomasa e hidroenergía. Individualmente, Brasil posee una participación del 44% de energías renovables en su matriz de consumo energético (figuras 2.2 a 2.5). Este país, considerado una referencia a nivel mundial en materia de utilización de energías renovables,

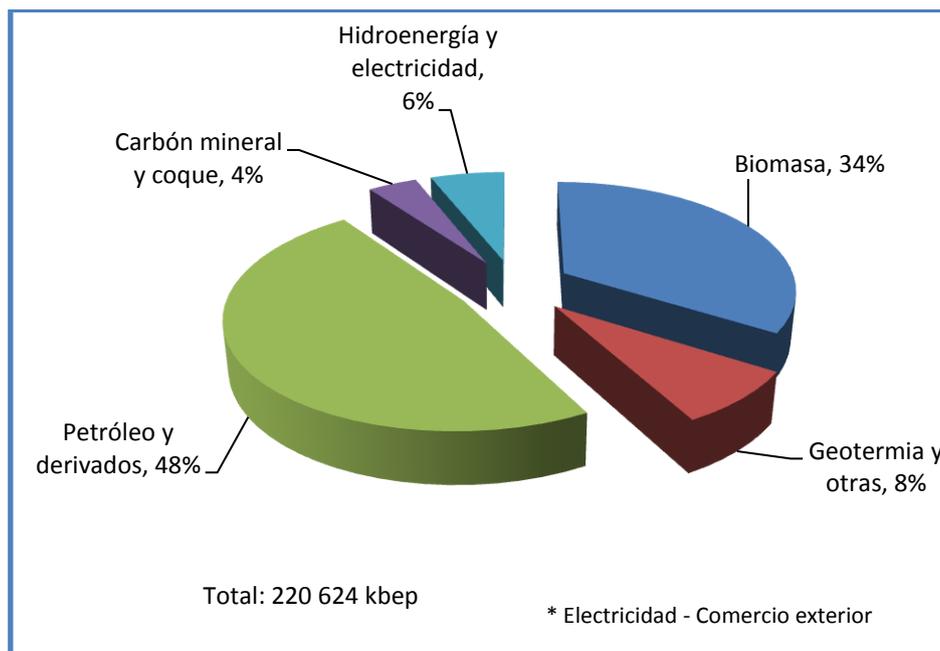
tradicionalmente obtiene electricidad de fuentes hídricas, dispone de un agresivo programa de sustitución de gasolina por etanol desde 1974 (PROALCOOL) y de diésel por biodiésel desde el 2005, además de la generación de bioelectricidad a partir de biomasa. Como se aprecia en la Figura 2.1, la participación de los biocombustibles en la matriz energética regional es aún marginal (1% del consumo energético del 2007). Brasil es el país que hasta el momento ha tenido mayor penetración de los biocombustibles en su consumo energético (3% en el 2007).

Figura 2.2. Demanda de energía en la Región Andina durante el 2007.



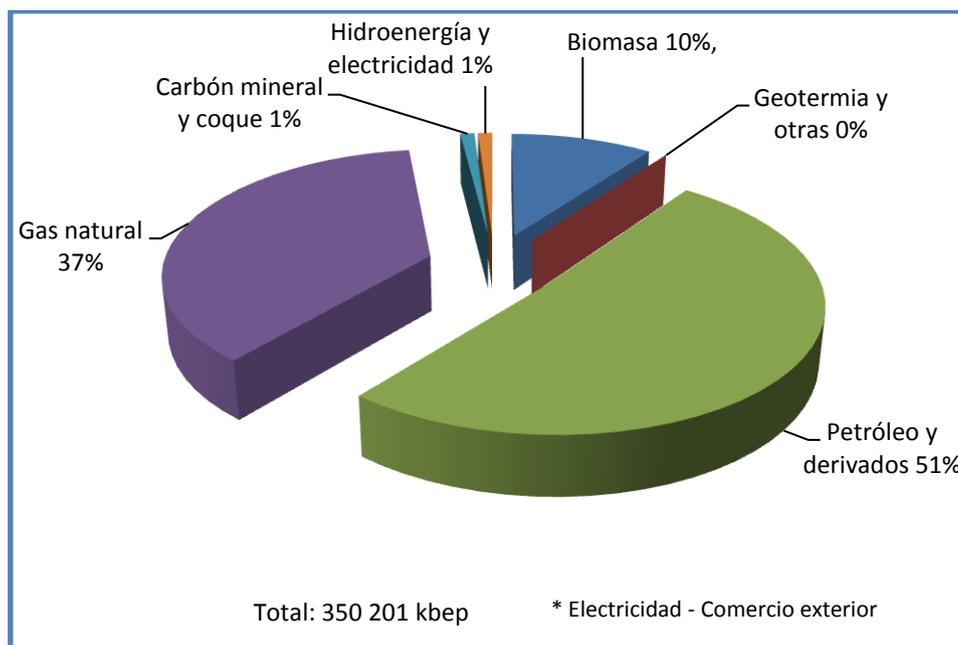
Fuente: Elaborado por los autores con base en OLADE 2007.

Figura 2.3. Demanda de energía en Centroamérica durante el 2007.



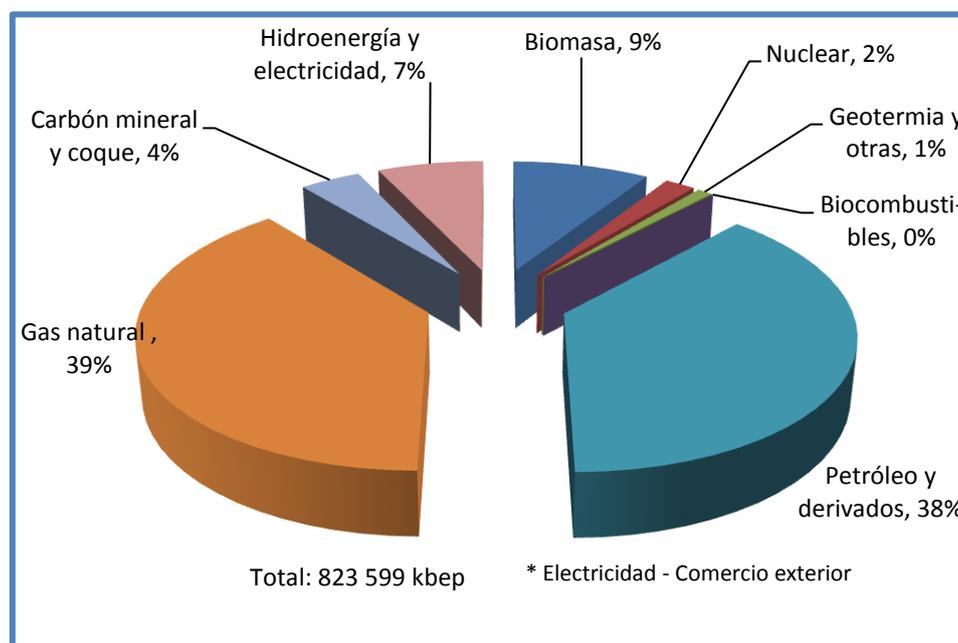
Fuente: Elaborado por los autores con base en OLADE 2007.

Figura 2.4. Demanda de energía en el Caribe durante el 2007.



Fuente: Elaborado por los autores con base en OLADE 2007.

Figura 2.5. Demanda de energía en el Cono Sur durante el 2007.



Fuente: Elaborado por los autores con base en OLADE 2007.

En el Cuadro 2.1 se presenta una serie de indicadores energéticos, donde se detalla la situación específica de cada país de la región. La información se segmenta en importadores o exportadores netos de petróleo.

Cuadro 2.1. Indicadores energéticos de ALC en el 2007.

Países importadores netos de petróleo y derivados	Reservas probadas de petróleo	Alcance de las reservas de petróleo	Alcance de las reservas de gas natural	Consumo final energético	Participación de la biomasa en el consumo final energético	Participación del petróleo en el consumo final energético	Participación del petróleo importado en la oferta total de petróleo	Importaciones netas de petróleo
	Gbbl	años	años	kbec	%	%	%	kbec
Barbados	0,002	4,2	1,6	3 120	7	87	100%	s/d
Chile	0,03	30,1	20,7	220 221	17	50	103%	74 378
Costa Rica	0	0	0	34 487	15	48	96%	5 179
Cuba	0,05	2,8	38,4	100 099	8	82	65%	34 544
El Salvador	0	0	0	33 856	32	43	100%	6 230
Grenada	0	0	0	638	8	92	100%	s/d
Guyana	0	0	0	6 935	47	53	100%	s/d
Haití	0	0	0	19 476	72	26	100%	s/d
Honduras	0	0	0	34 150	41	51	100%	s/d
Jamaica	0	0	0	31 734	7	93	101%	7 491
Nicaragua	0	0	0	26 920	43	40	100%	5 779
Panamá	0	0	0	28 630	14	74	100%	s/d
Paraguay	0	0	0	39 524	38	24	96%	s/d
Perú	0,39	13,8	49,3	106 330	17	34	69%	30 160
República Dominicana	0	0	0	57 205	10	71	103%	12 963
Uruguay	0	0	0	23 409	14	58	94%	11 152

Países exportadores netos de petróleo y derivados	Reservas probadas de petróleo	Alcance de las reservas de petróleo	Alcance de las reservas de gas natural	Consumo final energético	Participación de la biomasa en el consumo final energético	Participación del petróleo en el consumo final energético	Participación del petróleo exportado en la producción de petróleo	Exportaciones netas de petróleo
	Gbbl	años	años	kbec	%	%	%	kbec
Argentina	2,35	9,9	7,8	540 445	3	33	9%	20 761
Bolivia	0,39	22,4	45,5	36 659	14	40	29%	5 141
Brasil	20,38	31,9	33,7	1 713 531	25	38	24%	6 053
Colombia	1,36	7,0	15,0	219 716	10	43	43%	79 861
Ecuador	4,00	21,5	2,4	88 391	7	79	66%	124 081
Guatemala	0,48	85,1	0,0	62 582	48	40	86%	4 791
México	31,21	27,7	24,7	1 311 583	5	47	55%	653 218
Surinam	0,10	21,0		7 273	5	80	14%	693
Trinidad y Tobago	0,61	13,8	11,4	123 721	0	7	67%	-9 085
Venezuela	99,38	89,0	152,1	476 950	0	41	68%	840 026

	Reservas probadas de petróleo	Alcance de las reservas de petróleo	Alcance de las reservas de gas natural	Consumo final energético	Participación de la biomasa en el consumo final energético	Participación del petróleo en el consumo final energético	Participación del petróleo exportado en la producción de petróleo	Exportaciones netas de petróleo
	Gbbl	años	años	kbec	%	%	%	kbec
Total América Latina y Caribe	161	44	38	5 347 855	13	43	51%	1 538 029

Fuente: Elaborado por los autores con base en OLADE 2007 y CEPAL 2008.

El sector latinoamericano del transporte es altamente dependiente del petróleo. Representa alrededor del 95% del consumo de combustibles requeridos para mover el parque de vehículos terrestres, acuáticos y aéreos. Como se aprecia en el Cuadro 2.1, casi todos los países de la región registran una posición deficitaria en materia de combustibles fósiles. Con la excepción de Venezuela y Trinidad y Tobago, todos son importadores netos de *diésel oil*, incluso grandes países productores de petróleo como México y Brasil. En el caso de las gasolinas, los únicos exportadores netos de la región son Venezuela, Argentina, Trinidad y Tobago, Brasil, Colombia, Uruguay, mientras que Bolivia se encuentra en nivel de autoabastecimiento.

Las gasolinas, naftas y alcoholes (etílico o metílico) constituyen el 48% del consumo agregado del sector transporte de la región, mientras que el *diésel oil* representa el 40%. El resto del consumo está conformado por kerosene y turbo, gas natural comprimido (GNC) y gas licuado de petróleo (GLP).

La participación e importancia de cada uno de estos energéticos en la demanda final del sector transporte varía significativamente entre cada país, tal como puede apreciarse en el Cuadro 2.2. Así, en Venezuela, México, Barbados y Granada, las gasolinas representan entre el 65% y el 80% del consumo del sector, mientras que Paraguay, Uruguay, Perú, Honduras y Argentina se caracterizan por una alta incidencia del *diésel oil*, de entre el 56% y el 79%, según el caso. Argentina y Bolivia, por su parte, tienen la particularidad de contar con una participación relativamente significativa del GNC. En cuanto al consumo en términos absolutos también se destacan Brasil y en menor medida Colombia.

Si bien no se dispone de estadísticas agregadas de participación de los biocombustibles en la matriz de combustibles vehiculares de la región, vale destacar la situación específica de algunos casos con experiencia histórica en su utilización. En el caso de Brasil, que utiliza etanol como carburante desde mediados de la década de los setentas y biodiésel desde el 2005, los biocombustibles alcanzaron en el 2008 una participación del 25,1% en el consumo de combustibles vehiculares (etanol anhidro: 7,6%; etanol hidratado: 16,2% y biodiésel: 1,34%). Paraguay utiliza alcohol carburante desde el año 1999. Este biocombustible registró en el 2006 una participación del 4,6% en la matriz de combustible automotor. Las mezclas obligatorias actuales y previstas se presentan en el siguiente capítulo. En el Cuadro 2.2 también se pueden apreciar las estadísticas de consumo de *diésel oil* por parte del sector agropecuario, que resulta especialmente significativo en Brasil, Argentina, México y, en menor medida, Colombia, Perú y Bolivia. El *diésel oil* constituye uno de los principales componentes en los costos de producción agrícola.

En conjunto con los fertilizantes, pesticidas y gastos de transporte, representa un importante mecanismo de transmisión de los aumentos de los precios del petróleo en los costos de producción de alimentos. En este sentido, el fin de la era del petróleo abundante y barato representaría alimentos más caros, por su impacto en los costos de producción, tanto en la producción primaria, como en la industria de alimentos y bebidas. Los crecientes precios de la energía constituyen también una amenaza para el desarrollo rural, al reducir el acceso a servicios energéticos, que son un prerrequisito para mejorar los ingresos de los hogares, y al succionar crecientes cantidades de capital de las áreas rurales.

Cuadro 2.2. Consumo de combustibles en ALC en el 2007.

Países importadores netos de petróleo y derivados	Consumo de energía del sector transporte	Consumo de gasolinas / alcohol para transporte	Participación de gasolinas / alcohol en transporte	Consumo de diesel oil para transporte	Participación de diesel oil en transporte	Consumo de GNC o GNV para transporte	Consumo de GLP para transporte	Consumo de diesel oil para agricultura, ganadería y pesca	Balance de comercio exterior en diesel oil	Balance de comercio exterior en gasolinas / alcohol
	kbep	kbep	%	kbep	%	kbep	kbep	kbep	kbep	kbep
Barbados	960	740	77	220	23			4	-593	-740
Chile	59 103	17 155	29	25 873	44	162	27		-31 895	-173
Costa Rica	11 493	4 877	42	5 282	46		51	264	-5 734	-3 756
Cuba	3 541	454	13	1 569	44	18	3	1 086	-8 556	0
El Salvador	7 245	3 057	42	3 630	50				-3 421	-2 314
Grenada	268	206	77	20	7			15	-272	-218
Guyana	1 117	700	63	324	29			580	-1 936	-759
Haití	3 035	1 689	56	1 163	38				-2 387	-1 689
Honduras	7 540	2 981	40	4 521	60				-5 016	-3 057
Jamaica	9 095	3 965	44	2 868	32			850	-4 042	-2 960
Nicaragua	3 950	1 587	40	2 167	55			41	-2 485	-1 069
Panamá	7 358	1 605	22	3 736	51		32	67	-5 686	-1 961
Paraguay	8 416	1 493	18	6 640	79		119		-6 641	-1 440
Perú	27 202	5 761	21	18 449	68	388	1 219	2 330	-6 085	7 379
República Dominicana	15 594	6 093	39	4 159	27			2 687	-7 372	-4 025
Uruguay	6 022	1 823	30	4 186	70			1 247	-2 069	949
Países exportadores netos de petróleo y derivados	Consumo del sector transporte	Consumo de gasolinas / alcohol para transporte	Participación de gasolinas / alcohol en transporte	Consumo de diesel oil para transporte	Participación de diesel oil en transporte	Consumo de GNC o GNV para transporte	Consumo de GLP para transporte	Consumo de diesel oil para agricultura, ganadería y pesca	Balance de comercio exterior en diesel oil	Balance de comercio exterior en gasolinas / alcohol
	kbep	kbep	%	kbep	%	kbep	kbep	kbep	kbep	kbep
Argentina	86 849	14 302	16	48 694	56	17 091		21 685	-4 972	22 131
Bolivia	9 327	3 268	35	3 922	42	1 132		2 232	-2 761	77
Brasil	411 340	163 225	40	206 464	50	16 186		38 347	-20 088	7 697
Colombia	61 433	32 190	52	24 830	40	3 095		3 412	-2 123	2 733
Ecuador	33 947	14 172	42	17 176	51			269	-11 862	-5 834
Guatemala	15 429	6 694	43	8 512	55		19		-9 484	-7 225
México	371 599	240 302	65	98 827	27	112	7 598	17 384	-15 609	-75 299
Surinam	1 045	572	55	296	28			281	-1 040	-647
Trinidad y Tobago	5 826	3 192	55	2 019	35				10 211	7 578
Venezuela	111 852	89 786	80	20 812	19	54			48 264	38 548
Total América Latina y Caribe	Consumo del sector transporte	Consumo de gasolinas / alcohol para transporte	Participación de gasolinas / alcohol en transporte	Consumo de diesel oil para transporte	Participación de diesel oil en transporte	Consumo de GNC o GNV para transporte	Consumo de GLP para transporte	Consumo de diesel oil para agricultura, ganadería y pesca	Balance de comercio exterior en diesel oil	Balance de comercio exterior en gasolinas / alcohol
	kbep	kbep	%	kbep	%	kbep	kbep	kbep	kbep	kbep
Total América Latina y Caribe	1 284 323	621 889	48	516 357	40	38 239	11 756	90 093	-103 654	-26 073

Fuente: Elaborado por IICA en base a Informe de Estadísticas Energéticas: OLADE 2007

2.2. Las políticas de apoyo público a la producción de biocombustibles

2.2.1. Motivaciones para el fomento de la producción y del uso de los biocombustibles

Según la CEPAL (2008) son tres las motivaciones que impulsan las políticas de biocombustibles en la agenda mundial:

a. Motivaciones energéticas:

El aumento de la demanda mundial de petróleo se genera principalmente del crecimiento del consumo para el transporte, donde se considera la duración limitada de las reservas comprobadas a nivel mundial y la producción anual máxima que podrían aportar dichas reservas. Consecuentemente, las motivaciones

energéticas para impulsar los programas de biocombustibles radican esencialmente en garantizar la seguridad de abastecimiento, disminuir la dependencia con respecto a las importaciones del petróleo y atenuar los impactos de precios internacionales con alta volatilidad y marcada incertidumbre referente a su evolución futura.

Además, si se consideran los volúmenes de combustibles fósiles en los países de alto y creciente nivel de consumo energético por habitante (alto nivel = países “desarrollados” (EE.UU., Europa, Japón, entre otros; creciente nivel = economías emergentes: China, India) y la baja disponibilidad de tierras para cultivos competitivos, se abre un mercado potencial para el comercio internacional de biocombustibles, lo que despierta la esperanza de algunos países con condiciones favorables (clima tropical, disponibilidad de tierra y agua, entre otros) de contar con una estructura consolidada de comercialización para la exportación (*commodity*). Esto motiva especialmente a algunos países de mayor extensión de América Latina, aún cuando la CEPAL (2008) concluyó que la exportación constituye una opción sostenible solo para un número reducido de países (CEPAL 2009).

b. Motivaciones ambientales:

Los argumentos de carácter ambiental se vinculan fundamentalmente con la necesidad de disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), con los consecuentes impactos favorables, tanto en el plano global como en el medio ambiente local, especialmente en las grandes ciudades. Así la sustitución de los combustibles fósiles por biocombustibles en el transporte va en línea con los compromisos asumidos en el marco del protocolo de Kioto, en la medida en que contribuyan con la reducción de las emisiones GEI.

Sin embargo, existe aún mucha discusión sobre el efecto neto de los biocombustibles sobre el medio ambiente y sobre los impactos a lo largo de toda la cadena productiva, incluidos sus posibles efectos contaminantes sobre los recursos naturales (suelos, agua) o el grado de responsabilidad sobre la deforestación o la reducción de la biodiversidad. Otro aspecto, todavía poco analizado por el mundo científico por su complejidad y, por tanto, poco considerado en el diseño de las políticas públicas, es el tema de la liberación de emisiones GEI resultante del cambio en el uso de la tierra y la consecuente deuda en el balance de carbono (*carbon debt o carbón print*).

c. Motivaciones vinculadas con el desarrollo agrícola

Los biocombustibles abren nuevas oportunidades para el desarrollo agrícola. Los productores y exportadores de los países en desarrollo, ubicados en zonas cálidas o tropicales y con potencial para obtener biocombustibles a partir de cultivos competitivos con respecto a los precios del petróleo, tienen la oportunidad de aprovechar las mejoras de precios de las materias primas, promocionar los biocombustibles y, de esa forma, reducir importaciones o elevar las exportaciones. Sin embargo, se deben considerar los peligros relacionados con el deterioro de las tierras, el uso del agua, el cambio en el uso de la tierra que podría afectar la oferta alimentaria, la concentración de la propiedad, la exclusión de los pequeños y medianos productores, y el efecto negativo sobre la biodiversidad.

Además de su impacto positivo en la oferta de energía y en la reducción de los efectos ambientales asociados con el uso de combustibles fósiles, los

biocombustibles permiten una transformación redistributiva en la renta generada en un país, una vez que las cadenas fósiles se encuentran altamente concentradas. Mientras, la agroenergía necesita de una larga base de producción de materia prima antes del procesamiento y transporte. Esto implica ampliar la oferta de empleo y renta, y fortalecer el desarrollo económico en los países, especialmente en el área rural (Gazzoni 2009).

Sin embargo, para lograr mayor impacto redistributivo, se requiere de políticas públicas y medidas de apoyo para la implementación de proyectos de producción y uso de biocombustibles, aporte de capital de inversión y de recursos operativos, capacidad de gestión y escala adecuada. Asimismo, el escenario para la implementación de políticas de apoyo debe ser adecuado en relación con la seguridad jurídica y el cumplimiento de contratos, estabilidad política y económica y un aceptable nivel de riesgo para el aporte de crédito externo, de inversión extranjera directa o inclusive, de participación accionaria.

La industria de biocombustibles se ha venido desarrollando desde los años setentas; sin embargo, es ahora cuando por necesidad y preocupación ambiental, gobiernos de distintos países empiezan a regular su producción, distribución y uso a gran escala. Los países que lideran la producción de etanol, como Brasil, Colombia, Argentina, y México cuentan con un marco regulador para la producción, uso y manejo del etanol, han establecido porcentajes para la mezcla de gasolina y etanol, y brindan incentivos para su producción. En ALC algunos países todavía no han formulado un marco regulador y otros tienen iniciativas de ley que serán enviadas al parlamento o que están en proceso de revisión por parte de los congresistas.

Existen varias propuestas legislativas que se han desarrollado de acuerdo con el interés específico de cada país en esta alternativa energética. En ALC más de 20 países cuentan con leyes o decretos concernientes a los bioenergéticos actualmente en vigor.

- Elaborados o actualizados en la última década: Argentina, Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Guatemala, Honduras, Paraguay, Panamá, Perú, República Dominicana, Ecuador, México, Jamaica y Uruguay.
- En revisión, actualización o preparación: Chile, Cuba, El Salvador, Guatemala, Honduras, Panamá, Venezuela.

2.2.2. Sinopsis de la legislación existente

La siguiente información está basada en documentos oficiales de los países (legislación vigente) y en las siguientes fuentes: Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo (SNV), Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria (CEDRSSA), Centro Mario Molina (CMM) (OLADE2009; IICA 2007, 2008 y 2009; SNV 2008; CEDRSSA 2007, CMM 2008).

El objetivo de esta sinopsis es ofrecer una vista general de la situación legal en la región de ALC, en relación con la estructura general y común de las leyes sobre biocombustibles. Esto permitirá evidenciar las medidas y acciones establecidas en cada país, a fin de fomentar la producción y el consumo de los biocombustibles y

presentar los principales lineamientos y regulaciones sobre un mismo aspecto. El mapeo político se organizó de acuerdo con los siguientes ejes:

- a. Jurídico: finalidad de la ley, declaración del interés nacional, objetivos de las leyes respectivas.
- b. Institucional: autoridades de aplicación de la ley y sus funciones, cuerpo asesor y otros agentes.
- c. Obligatoriedad: mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles, alcances y metas (porcentajes, vigentes y programados, de mezclas de bioetanol y biodiésel).
- d. Incentivos: promoción para la producción y el uso de biocombustibles, programas nacionales.
- e. Investigación e innovación tecnológica: La producción de la materia prima y el desarrollo de las tecnologías de la producción de los biocombustibles.

Se consideraron los siguientes países:

- Argentina
- Bolivia
- Brasil
- Colombia
- Costa Rica
- Ecuador
- Honduras
- México
- Paraguay
- Perú
- República Dominicana
- Uruguay

a. Jurídico: finalidad de la ley, declaración del interés nacional, objetivos de las leyes respectivas

En el Cuadro 2.3 se presentan las principales finalidades y objetivos formulados en las leyes respectivas. Son bastante explícitas en algunos casos y en otros, tácitas, numerosas y amplias, como en el caso de Brasil. En otros países están más limitadas, como en Paraguay.

La finalidad más común de las leyes en ALC se refiere a la seguridad energética: disminuir la dependencia de combustibles fósiles y aumentar la autosuficiencia energética.

Cuadro 2.3. Declaración del interés general - finalidades de la ley.

	Países											
	AR	BO	BR	CO	CR	EC	HN	ME	PA	PE	RD	UR
Introducir biocombustibles en la matriz energética nacional.	X		X					X			X	X
Contribuir al desarrollo sostenible y facilitar la implementación de mecanismo de desarrollo limpio (MDL).	X				X	X		X	X			
Seguridad energética: disminuir dependencia de combustibles	X	X	X	X			X	X			X	X

	Países												
	AR	BO	BR	CO	CR	EC	HN	ME	PA	PE	RD	UR	
fósiles y aumentar la autosuficiencia energética.													
Contribuir a la generación de empleos e ingresos.			X	X			X			X			
Mitigar los impactos ambientales negativos de las operaciones energéticas con combustibles fósiles.		X		X	X		X	X		X	X		
Ofrecer mercados alternativos a los cultivos ilícitos.										X			

Fuente: Adaptado del SNV (2008) y completado por los autores con base en fuentes oficiales.

Con frecuencia también se mencionan otros objetivos, como contribuir al desarrollo sostenible de los países y facilitar la implementación de proyectos bajo el MDL (Argentina, Costa Rica, Ecuador, México, Paraguay), y disminuir la contaminación ambiental (Colombia, Costa Rica, Honduras, México, Perú) mediante el fomento de la producción y el uso de biocombustibles. Además, Colombia, Perú y Honduras coinciden en la declaración del interés con el objetivo de generar empleo y, vinculado a este, en países como Perú y Colombia, se establece de forma específica el desarrollo del mercado de biocombustibles a través del fomento de las actividades agropecuarias y agroindustriales. Particularmente en Perú, uno de los objetivos es ofrecer un mercado alternativo a los cultivos ilícitos, en el marco de la lucha contra las drogas.

Las leyes de Argentina y Bolivia no establecen ninguna especificidad en relación con sus finalidades, pero podría interpretarse que estos países, como los demás sujetos de este análisis, apuestan por el desarrollo sustentable y la disminución de su dependencia de los combustibles fósiles.

b. Institucional: autoridades de aplicación de la ley y sus funciones, cuerpo asesor y otros agentes

Según las finalidades y objetivos asociados a la producción, uso de los biocombustibles y el carácter transversal de la cadena de valor, son múltiples las autoridades con competencia para la aplicación de las leyes y reglamentos sobre biocombustibles. Por lo general, participan en casi todos los países autoridades vinculadas a minas y energía, recursos naturales y ambiente, agricultura, ganadería y pesca, industria, economía y comercio.

De acuerdo con las fases principales de la cadena productiva *upstream* (que comprende exclusivamente la etapa agrícola) y *downstream* (que abarca toda la cadena productiva posterior a la etapa agrícola), las carteras más involucradas suelen ser:

- El Ministerio de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Sección *upstream*: fomentar la producción sustentable de insumos para biocombustibles a partir de las actividades agropecuarias, forestales, algas, procesos biotecnológicos y enzimáticos; asistencia técnica para la producción de la materia prima;

investigación, innovación y transferencia de tecnología para la producción de la materia prima.

- El Ministerio de Minas, Hidrocarburos y Energía: Sección *downstream*: registro y control de la producción de biocombustibles, mezclas y otros, definición de especificaciones y norma técnicas, registro y control del comercio de los biocombustibles.

En diferentes países, también aparecen otras autoridades para la aplicación de las leyes, como los Ministerios de Recursos Naturales y Medio Ambiente (Colombia, Ecuador, Honduras, Uruguay), de Economía, Industria, Comercio y Producción (Bolivia, Honduras, Paraguay), de Planificación e Inversiones (Argentina, Uruguay) o Ciencia y Tecnología (Paraguay).

En la fase de elaboración y conceptualización de las leyes, suele involucrarse una serie de obstáculos. En Brasil, por ejemplo, más de 10 ministerios federales estuvieron involucrados en los años 2004 a 2005 en el proceso de diseñar y elaborar el Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiésel con sus múltiples vertientes.

Cuadro 2.4. Autoridades de aplicación de la ley.

Autoridad de aplicación	Países											
	AR	BO	BR	CO	CR	EC	HN	ME	PA	PE	RD	UR
Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural		X	X	X	X	X	X		X	X		X
Minas, Hidrocarburos y Energía		X	X	X	X	X				X		X
Electricidad y Energía Renovable						X		X			X	
Recursos Naturales y Medio Ambiente				X		X	X					X
Economía, Industria, Comercio, Producción		X					X		X			
Planificación e Inversiones	X											X
Ciencia y Tecnología									X			
Otras (Agencia de Lucha Contra las Drogas)										X		
Agencia, Comisión o Consejo Nacional			X	X	X	X		X		X	X	X

Fuente: Adaptado del SNV (2008) y completado por los autores con base en fuentes oficiales.

Por otra parte, en algunos países se ha considerado la formación de cuerpos técnicos o asesores para apoyar a las autoridades de la aplicación en la implementación de la ley, debido a que las leyes sobre biocombustibles abordan varios temas de interés público y privado y con el objetivo de dar coherencia e integralidad a la aplicación de las regulaciones. En algunos países, estos espacios son eminentemente públicos e intersectoriales (Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, México) y en otros participan entidades del sector privado y del mundo científico (Ecuador, Honduras y Perú).

Entre otras, las comisiones nacionales de biocombustibles (o denominaciones parecidas) tienen como funciones desarrollar y determinar lineamientos generales

necesarios para la producción, manejo, industrialización y comercialización de biocombustibles, además de proponer y recomendar normas y disposiciones complementarias a la ley, presentar a los ministerios competentes un plan de acción que contenga las estrategias de corto, mediano y largo plazo para la implementación del uso de biocombustibles, así como las acciones de seguimiento y control, responsables y plazos.

Cuadro 2.5. Funciones de las autoridades de aplicación de la ley.

Principales funciones de la autoridad de aplicación
Promover y controlar la producción de biocombustibles y de materias primas: fomentar la producción sustentable de insumos para bioenergéticos a partir de las actividades agropecuarias, forestales, algas, procesos biotecnológicos y enzimáticos, e impulsar su comercialización, dando certidumbre y aumentando la competitividad y mayor rentabilidad por medio del desarrollo científico y tecnológico sin poner en riesgo la seguridad y soberanía alimentaria.
Establecer normas de calidad, requisitos y condiciones necesarias para la habilitación de plantas productoras.
Certificar las inversiones y actividades industriales.
Elaborar reglamentos y normas técnicas y de seguridad.
Diseñar e implementar las políticas aplicables al sector; definir el ámbito de los incentivos generales a la producción y el uso de energías renovables mediante incentivos tributarios.
Fiscalizar y supervisar las actividades de producción de materias primas, el procesamiento y la elaboración de biocombustibles, y otros aspectos ambientales vinculados a las actividades de producción e industria de biocombustibles.
Procurar la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera y GEI.
Coordinar acciones entre los gobiernos federal, estatales y municipales, así como la concurrencia con los sectores social y privado.

Fuente: Elaboración de los autores con base en fuentes oficiales y adaptado del SNV 2008. .

Las autoridades competentes, en general, tienen las funciones de promover y controlar la producción de biocombustibles y de materias primas; establecer normas de calidad, requisitos y condiciones necesarias para la habilitación de plantas productoras; certificar las inversiones y actividades industriales; elaborar reglamentos y normas técnicas; diseñar e implementar políticas aplicables al sector; fiscalizar y supervisar las actividades de producción de materias primas; procesar y elaborar biocombustibles; y considerar otros aspectos ambientales vinculados con las actividades de producción e industria de biocombustibles.

c. Obligatoriedad: mezcla de biocombustibles con combustibles fósiles, alcances y metas (porcentajes, vigentes y programados, de mezcla de bioetanol y biodiésel)

El elemento más constante en la política de impulso a la producción de biocombustibles en la región es la garantía que se les otorga a los productores de que habrá una demanda interna, a partir de la obligatoriedad de la mezcla gradual de la gasolina con el etanol o del diésel de origen fósil con biodiésel, respectivamente. En algunos países, esta medida va acompañada de incentivos a la producción y de un

control del precio interno del biocombustible, de forma que se garantice un mayor beneficio a los productores en cuanto a costos de oportunidad (IICA 2007).

Impulsados por las motivaciones descritas anteriormente, numerosos países han establecido metas para la sustitución de gasolinas por bioetanol y de aceite diésel por biodiésel. El Cuadro 2.6 presenta una síntesis de las metas de algunos países, desde el punto de vista de ALC. Es importante tener en cuenta que, dado el dinamismo que presenta el sector, algunas de estas metas podrían llegar a modificarse en un lapso relativamente breve. En el caso de Brasil, por ejemplo, la introducción del B5 estaba prevista solamente para el 2013, pero fue anticipado para enero del 2010 por decisión del Gobierno Federal en octubre del 2009.

El tema de la mezcla es muy destacado en las regulaciones sobre biocombustibles, pues está estrechamente ligado con los objetivos y las finalidades de la ley. Si los objetivos de la ley apuntan a disminuir la dependencia de combustibles fósiles, aumentar la autosuficiencia energética y disminuir la contaminación ambiental local, es preciso producir y consumir biocombustibles. Uno de los mecanismos más usados para asegurar el consumo nacional es la definición de “porcentajes de mezclas mínimas obligatorias” que cada país se propone como meta en determinados períodos. Si los objetivos apuntan a promover la producción y el consumo nacional de biocombustibles, es importante considerar que la obligatoriedad del consumo podría asegurar una demanda local y propiciar perspectivas a largo plazo a los productores del sector (Comité Público-Privado de Bioenergía, Chile).

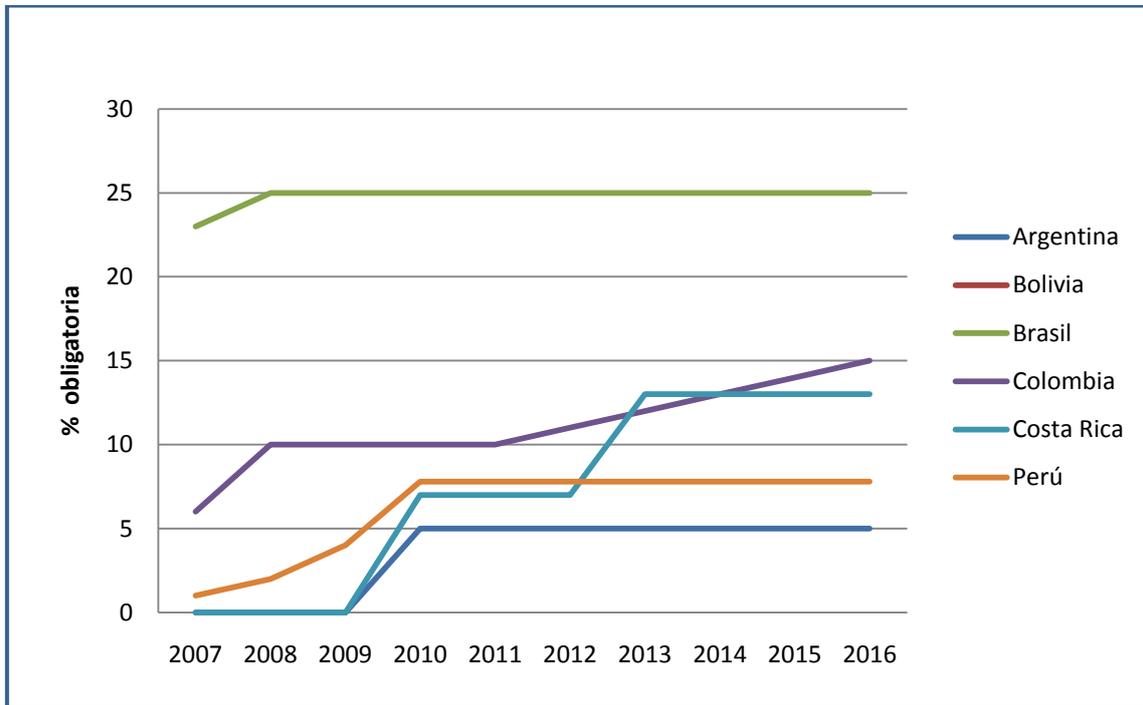
Las figuras 2.6 y 2.7 muestran que para la sustitución de la gasolina por etanol las metas a corto-mediano plazo varían bastante de país a país, conforme a las proyecciones de su capacidad de producción según áreas, cultivos y conocimiento tecnológico disponibles (Capítulo 2.1 y siguientes). En el caso de la sustitución de diésel de origen fósil por biodiésel, los programas nacionales de la mayoría de los países establecen de forma más concluyente la meta de 5% (B5) a corto plazo y prevén la introducción de una mezcla obligatoria alrededor del 20% (B20) a mediano plazo.

Cuadro 2.6. Metas de mezclas obligatorias planteadas para los biocombustibles.

País	Bioetanol	Biodiésel
1. Argentina	01/2010 → 5% sobre el producto final	01/2010 → 5% sobre el producto final
2. Bolivia		01/2007 → 2,5 % 2007-2015 → Aumento gradual según metas anuales 01/2015 → 20,0%
3. Brasil	Hace tiempo (Consumo establecido) → 20,0% 10/2006 → 23,0% 07/2007 → 25,0%	01/2008 → 2% 01/2009 → 3% 07/2009 → 4% 01/2010 → 5% 01/2020 → 20%
4. Chile	5,7 %	
5. Colombia	2005 → 10 % en zonas metropolitanas = 60 % del consumo nacional 2007 → 10,0% 2012-2016 → Aumento gradual hasta 15,0%	01/2008 → 5%
6. Costa Rica	01/2007 → 7,0% 01/2010 → 13,0%	01/2010 → 2,0% 01/2013 → 5,0% hasta 2026 → 10,0%
7. Ecuador	10,0%	propone → 2,5 % Aumento gradual según metas anuales 01/2020 → 20,0%
8. El Salvador	Estrategia Energética Sustentable Centroamericana establece como meta sustituir el 15% del consumo de combustibles fósiles.	
9. Guatemala	Actualmente → 5,0% En discusión → 10,0%	
10. Honduras		Hasta 30 % la Unidad Técnica de Biocombustibles establecerá las mezclas de acuerdo con las condiciones prevalecientes.
11. Jamaica	05/2009 → 10,0%	
12. México	No hay metas establecidas. Pruebas realizadas entre el 2008 y el 2010; distribución nacional 2011-2014. Dada la disponibilidad limitada de biodiésel, podría optarse por la utilización solamente de algunos centros de producción.	
13. Nicaragua	Estrategia Energética Sustentable Centroamericana establece como meta sustituir el 15% del consumo de combustibles fósiles.	
14. Panamá	01/2009 → 10,0% Estrategia Energética Sustentable Centroamericana establece como meta sustituir el 15% del consumo.	Estrategia Energética Sustentable Centroamericana establece como meta sustituir el 15% del consumo.
15. Paraguay	Mezcla establecida desde 1982 Actualmente obligatorio → 12,0% Actualmente autorizado → 18,0% En discusión → 20,0% a 25,0%	Actualmente → 3,0% En discusión → 5,0%
16. Perú	2006 – 2010 → Aumento gradual y en forma progresiva por regiones según metas anuales 01/2010 → 7,8%	01/2009 → 2,0% 01/2011 → 5,0%
17. República Dominicana	01/2015 → 15,0%	01/2015 → 2,0%
18. Uruguay	Hasta 12/2015 → 5,0% (voluntario) 01/2015 → 5,0% (obligatorio)	Hasta 12/2008 → 2,0% (voluntario) 01/2009 → 2,0% (obligatorio) 02/2012 → 5,0%

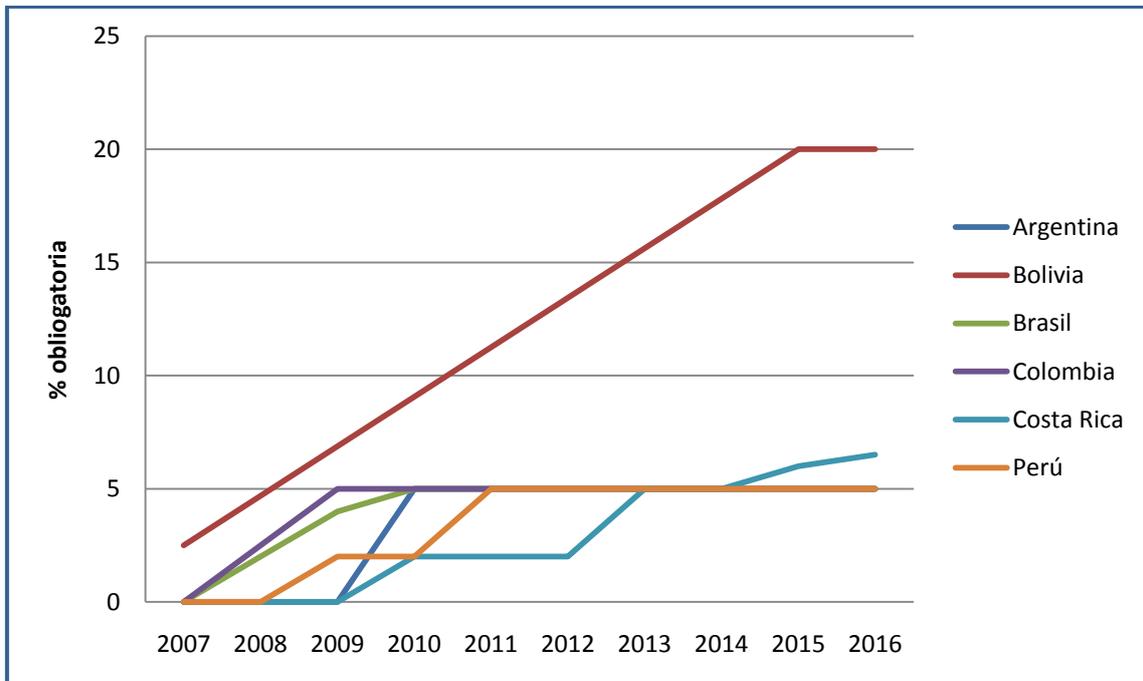
Fuente: Elaboración de los autores con base en OLADE 2009; IICA 2007; IICA 2009a y documentos oficiales de los países.

Figura 2.6. Porcentaje obligatorio para las mezclas “gasolina – etanol” en algunos países seleccionados de América Latina.



Fuente: Elaboración de los autores con base en documentos oficiales de los países.

Figura 2.7. Porcentaje obligatorio para las mezclas “petrodiesel - biodiésel” en algunos países seleccionados de América Latina.



Fuente: Elaboración de los autores con base en documentos oficiales de los países.

d. Incentivos: Promoción para la producción y el uso de biocombustibles, programas nacionales de fomento para la producción y el uso de los biocombustibles

El incentivo más importante, aplicado por casi todos los países de la región que ya disponen de una política para los biocombustibles, es la exención de diferentes tipos de impuestos (impuesto al valor agregado, impuesto a las ganancias, impuesto sobre los combustibles líquidos y el gas natural, entre otros), a lo largo de varias etapas de la cadena productiva de biocombustibles. Aunque las exoneraciones tributarias favorecen tanto los productores agrícolas de materia prima (sección *upstream*) como el sector industrial de la propia producción y comercialización de biocombustibles (sección *downstream*), la mayoría de los países optó por establecer los incentivos más fuertes y consistentes para la sección *downstream* (Cuadro 2.7). Se espera que el sector agrícola, como proveedor de materia prima para los productores de biocombustibles se incentive y se beneficie del dinamismo del sector industrial.

Cuadro 2.7. Incentivos fiscales y apoyo público.

Incentivos	Países											
	AR	BO	BR	CO	CR	EC	HN	ME	PA	PE	RD	UR
Incentivos (fiscales y otros) para la producción de la materia prima (sección <i>upstream</i>).			(x)	x		x			x	x	x	x
Asistencia técnica para la producción de la materia prima.	x		x	x	x	x		x	x			
Incentivos (fiscales y otros) para el sector industrial en la implementación de proyectos de inversión (diferentes rutas tecnológicas), la producción y comercialización de los biocombustibles (sección <i>downstream</i>).	x	x	x	x		x	x		x	x	x	x
Asistencia técnica para la producción de los biocombustibles (diferentes rutas tecnológicas).	x		x	x			x	x				
Plan, estrategia o programa nacional de fomento para la producción y el uso de los biocombustibles (Cuadro 2.9).	x		x	x	x	x		x	x			x
Afirmar la seguridad alimentaria y el normal abastecimiento de alimentos al mercado interno nacional, antes de desarrollar los biocombustibles.		x	x					x				

(x) En Brasil la Ley otorga beneficios tributarios a los productores industriales que compren materia prima a pequeños productores agrícolas (a través de exoneraciones fiscales diferenciadas: pagan menos impuestos aquéllos que incorporen en su cadena productiva a productores de materias primas a escala familiar). Así los incentivos, de forma indirecta también llegan a los productores de la materia prima.

Fuente: Elaboración propia con base en OLADE 2009; IICA 2007; IICA 2009a y documentos oficiales de los países.

De acuerdo con la lógica de la creación de un cuerpo asesor técnico intersectorial en algunos países (Cuadro 2.4), en muchos otros países se formuló un plan, una estrategia o un programa nacional de fomento para la producción y el uso de los biocombustibles (Cuadro 2.7). En general, los gobiernos de la región muestran un alto grado de interés por impulsar programas de producción de biocombustibles. Incluso los países que no cuentan con un marco regulador específico parecen interesados en

impulsar programas de esta naturaleza (IICA 2007). La existencia de estos planes o programas coincide casi siempre con un abordaje más extenso del tema y la aplicación de medidas complementarias como asistencia técnica para la producción de las materias primas o de los biocombustibles y esfuerzos públicos y privados en la investigación e innovación tecnológica (cuadros 2.7 y 2.9).

Cada vez es más frecuente que los programas de producción de biocombustibles formen parte integral de las estrategias de desarrollo rural, de mitigación de la pobreza y de fortalecimiento de la seguridad alimentaria. Estos programas se visualizan, entonces, como una actividad que puede aportar de manera significativa al logro de los objetivos y metas de los programas sociales y económicos de los territorios. El sector privado, particularmente los azucareros y las destiladoras, invierten o planean realizar inversiones que les permitan ampliar su capacidad instalada para suplir la demanda de etanol. Este sector considera esta empresa como una gran oportunidad para reactivar la actividad agrícola y ampliar los negocios de la destilación (IICA 2007).

En concordancia con los objetivos formulados para los sectores prioritarios, los enfoques para fomentar la cadena de valor de los biocombustibles se han concentrado en: a) los productores agropecuarios; b) la industria y el comercio; y c) las materias primas nacionales. (Cuadro 2.8).

Cuadro 2.8. Sector prioritario / enfoque.

Enfoque	Países											
	AR	BO	BR	CO	CR	EC	HN	ME	PA	PE	RD	UR
Agricultura a escala familiar/pequeños productores		X	X									X
Pequeña y mediana empresa	X											X
Economías regionales	X		X					X		X		
Productores agropecuarios	X	X		X	X	X	X	X	X		X	
Industria (productores de biocombustibles) y comercio		X		X	X	X	X			X	X	X
Materias primas nacionales		X	X	X	X	X	X		X			X

Fuente: Adaptado del SNV 2008 y completado por el IICA con base en fuentes oficiales.

e. Investigación e innovación tecnológica: La producción de las materias primas y el desarrollo de las tecnologías de la producción de los biocombustibles

En general todos los países de la región cuentan con centros de investigación agrícola donde se llevan a cabo investigaciones sobre distintos aspectos de materias primas para la producción de biocombustibles. En estos centros, el sector privado desempeña un papel importante. Sin embargo, la investigación e innovación para la producción, por ejemplo de etanol basado en la caña de azúcar, es limitada a unos pocos países, entre ellos Brasil, México, Colombia y Argentina. Países con menos posibilidades, como los que integran Centroamérica, Belice y Panamá, necesitan la colaboración técnica de otras naciones que han alcanzado un mayor progreso en este tema (IICA 2007).

En los países que tradicionalmente se han dedicado a la producción de caña, las investigaciones se centran en aspectos relacionados con el incremento de la producción y de la productividad agrícola y, en algunos casos, en el proceso de producción de etanol, a fin de aumentar la capacidad de abastecimiento del mercado interno y de participar en el mercado internacional.

Cuadro 2.9. Inversión pública y privada en investigación, innovación y transferencia de tecnología para la producción de la materia prima y de los biocombustibles (diferentes rutas tecnológicas).

Inversión / ruta tecnológica		Países											
		AR	BO	BR	CO	CR	EC	HN	ME	PA	PE	RD	UR
Para la producción de la materia prima	Privada	X		X	X		X	X	X	X	X		
	Pública	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
1. Para la producción de biocombustibles (diferentes rutas tecnológicas)	Privada	X		X	X		X			X			
2. Para su utilización (desarrollo y adaptación de motores, generación eléctrica, entre otros).	Pública	X		X	X	X		X	X				

Fuente: Elaboración de los autores con base en IICA 2007 y fuentes oficiales.

Todos los países tienen interés en ampliar y diversificar la base productiva de las materias primas y encontrar cultivos que podrían sustituir el maíz y la caña en la producción de etanol y la soja y la palma africana en la producción de biodiésel. Sería el caso de la remolacha azucarera, la yuca, el sorgo dulce, derivados lácteos y la caña panelera, entre otros, para la producción de etanol; y el caso de algas, algodón, cocotero, girasol, *Jatropha*, higuera, maní, canola, entre otros, para la producción del biodiésel.

El avance tecnológico más importante a mediano plazo está relacionado con la producción de etanol a partir de celulosa. Se espera que en unos cinco o diez años el progreso sea tal que se facilite la producción industrial. Esta situación ampliaría significativamente la base de los productos primarios y, en este caso, otros cultivos agrícolas (plantas con alto potencial de producción de celulosa), los residuos de la producción agrícola, la madera misma y hasta los residuos sólidos municipales podrían conformar la base para la producción de etanol. Países como Chile, con una larga tradición como exportador de productos forestales (11,6% del total de las exportaciones), tendrán una oportunidad, industrialmente viable, en el mercado del etanol.

Los países de tradición cañera están indagando, entre otras, la posibilidad de diseñar herramientas que les ayuden a incrementar la producción agrícola y a mejorar el proceso de producción de etanol, a fin de incrementar la capacidad de abastecimiento de dicho mercado. El ejemplo más reciente es la zonificación agroecológica de caña de azúcar en Brasil, divulgada en setiembre del 2009 (Recuadro 3.1 en sección aparte). De manera paralela, buscan promover tecnologías que sean asequibles a

todos los productores. Los países donde el cultivo de la caña no es una opción factible exploran la posibilidad de sacar provecho a aspectos como su posición geográfica, para exportar o utilizar ya sea otros cultivos o los residuos de esos cultivos.

En la sección *upstream*, las principales líneas de investigación abarcadas en los programas de investigación, desarrollo y transferencia de tecnología son:

- a. Mejoramiento genético (planes de introducción de variedades y colección, de conservación de germoplasma, de obtención de variedades locales, de evaluación variedades).
- b. Agronomía (arreglo espacial y variedades, evaluación de cultivares en diferentes fechas de siembra, agricultura de precisión, manejo de malezas, de suelos y fertilizantes, de plagas, entre otros).
- c. Tecnologías para la producción sustentable de cereales y oleaginosas en sistemas agropecuarios, rotaciones y labranzas: sistemas agrícolas sustentables de alta productividad, diagnóstico, reposición de nutrientes y tecnología de la fertilización; adaptabilidad y estabilidad de cultivares de cereales y oleaginosas en diferentes ambiente productivos; manejo integrado de plagas, malezas y enfermedades; manejo para calidad diferenciada en cereales y oleaginosas entre otros.

En la sección *downstream*, los enfoques de investigación incluyen temas como:

- a. Diseño, modelado optimización de procesos químicos continuos y discontinuos o *batch*; ingeniería de confiabilidad con control inteligente y supervisión de sistemas y procesos de biodiésel y bioetanol; diseño de instalaciones de biogás de residuos sólidos urbanos, residuos industriales y agropecuarios.
- b. Diseño de plantas y ensayo con motores estacionarios. Rendimiento y emisiones de gases de combustibles alternativos en motores de combustión.
- c. Producción de biodiésel con enzimas, catalizadores heterogéneos y aplicaciones directas de aceites como combustibles. Tratamiento de glicerol. Biotecnología aplicada al tratamiento de glicerol como combustible.
- d. Control de calidad de combustibles de acuerdo con estándares internacionales y nacionales.

2.3. Consumo de biocombustibles y producción de materias primas

2.3.1. Consumo actual de los biocombustibles y proyecciones

En el 2008, el mercado estimado de gasolina en ALC fue de aproximadamente 132,6 miles de millones de litros y de diésel de 101,7 miles de millones de litros (Cuadros 2.10 y 2.11). En relación con el área potencial de expansión, los países con baja disponibilidad de tierra (Chile, República Dominicana, el Salvador, Haití, Jamaica, Honduras, Trinidad y Tobago, Costa Rica, Belice, Guatemala y Panamá) representan cerca del 10% del consumo regional de diésel o de gasolina. Los consumos más elevados de Brasil, México, Colombia y Venezuela también pertenecen al grupo de países de más alta disponibilidad de tierras arables para expansión de la agricultura (Gazzoni 2009).

Cuadro 2.10. Consumo de gasolina en ALC.

Región / país	Millones de litros			
	1990	2000	2003	2008*
América Central y el Caribe	29 991	35 536	39 302	62 883
América del Sur	35 377	45 658	43 579	69 725
Total	65 368	81 194	80 602	132 608
Argentina	5 451	4 392	3 144	3 616
Bolivia	465	553	663	762
Brasil	9 061	16 439	15 389	24 500
Chile	1 783	3 091	2 702	3 107
Colombia	5 671	5 486	4 788	5 506
Costa Rica	250	710	788	906
Cuba	1 325	492	533	613
República Dominicana	693	1 599	1 296	1 490
Ecuador	1 603	1 852	2,28	3
El Salvador	215	440	501	576
Guatemala	405	976	1 023	1 176
Haití	78	128	138	159
Honduras	171	396	414	476
Jamaica	306	638	672	773
México	25 601	28 906	32 601	37 491
Antillas Danesas	110	123	158	182
Nicaragua	113	192	215	247
Panamá	273	506	523	601
Paraguay	158	206	215	247
Perú	1 381	1 187	1 021	1 174
Trinidad y Tobago	450	430	440	506
Uruguay	274	372	245	282
Venezuela	9 531	12 080	13 131	15 101

Fuente: Gazzoni 2009 con base en el Instituto Mundial de Recursos (* estimado).

Cuadro 2.11. Consumo de diésel en ALC.

Región / país	Millones de litros			
	1990	2000	2003	2008*
América Central y el Caribe	11 443	14 990	16 552	26 485
América del Sur	29 874	46 398	47 018	75 229
Total	41 317	61 387	63 571	101 714
Argentina	4 522	7 915	6 637	10 619
Bolivia	269	370	463	741
Brasil	17 939	26 280	27 325	43 720
Chile	1 477	3 051	3 207	5 131
Colombia	925	1 830	2 058	3 293
Costa Rica	345	465	610	976
Cuba	442	262	245	392
República Dominicana	351	871	682	1 091
Ecuador	887	1 730	1 931	3 090
El Salvador	262	514	519	830
Guatemala	274	601	753	1 205
Haití	84	140	163	261
Honduras	211	346	457	731
Jamaica	109	143	167	267
México	8 726	10 465	11 372	18 195
Antillas Danesas	221	315	369	590
Nicaragua	163	346	352	563
Panamá	179	307	643	1 029
Paraguay	424	795	986	1 578
Perú	1 157	2 147	2 213	3 541
Trinidad y Tobago	77	213	221	354
Uruguay	275	559	522	835
Venezuela	1 998	1 722	1 676	2 682

Fuente: Gazzoni 2009 con base en el Instituto Mundial de Recursos (* estimado).

Las ventajas comparativas de los países de ALC observadas para la producción de biocombustibles son los recursos naturales, tal como la oferta de suelo agrícola y el clima adecuado, lo que incluye una estación de cultivo amplia y una oferta de agua suficiente para altas productividades. Paralelamente, la oferta tecnológica, la mano de obra, la capacidad gerencial, el capital de inversión, entre otros, son importantes diferenciales de competitividad. Adicionalmente, la dimensión del mercado interno y el acceso a fuentes fósiles de combustibles o diferenciales competitivos relativos a la potencialidad de producción de energía a partir de otras fuentes renovables son elementos fundamentales para establecer una producción sostenible de biocombustibles.

En consecuencia, la mayoría de los países de ALC recientemente tomaron la decisión de fomentar la producción de los biocombustibles y su uso (Capítulo 2.2). Con base en el valor calórico del consumo actual (2007) de combustibles (Cuadro 2.2), el crecimiento en el consumo durante los últimos años (cuadros 2.10 y 2.11) y las mezclas obligatorias planteadas en las leyes respectivas, puede proyectarse el consumo de los biocombustibles – bioetanol y biodiésel – en 18 países de ALC para los años 2010 y 2015, como se presenta en los cuadros 2.12 y 2.13.

Cuadro 2.12. Proyección del consumo de bioetanol en 18 países de la región.

Consumo final – 2007	Consumo de gasolina en el 2007 ¹⁾ (en 1000 litros) ¹	Consumo proyectado de gasolina en el 2010 ²⁾ (en 1000 litros)	Mezcla obligatoria con bioetanol en el 2010	Consumo proyectado de bioetanol en el 2010 (en 1000 litros)	Consumo proyectado de gasolina en el 2015 ² (en 1000 litros)	Mezcla obligatoria con bioetanol en el 2015 (en 1000 litros)	Consumo proyectado de bioetanol en el 2015 (en 1000 litros)
Argentina	4 966 757	5 506 732	5%	275 337	6 540 270	5%	327 013
Bolivia ⁱ	550 800	610 682	10%	61 068	725 299	25%	181 325
Brasil ⁱⁱ	35 889 006	39 790 783	25% - 100% (en vehículos flex fuel)	28 000 000	47 258 968	25% - 100% (en vehículos flex fuel)	45 000 000
Chile ⁱⁱⁱ	2 762 861	3 063 233	2%	61 265	3 638 160	2%	72 763
Colombia ^{iv}	5 288 330	5 863 266	10%	586 327	6 963 720	20%	1 392 744
Costa Rica	801 560	888 704	8%	71 096	1 055 501	8%	84 440
Ecuador ^v	2 394 855	2 655 219	5%	132 761	3 153 567	5%	157 678
El Salvador ^{vi}	507 799	563 006	10%	56 301	668 675	10%	66 867
Guatemala ^{vii}	1 105 627	1 225 829	10%	122 583	1 455 900	10%	145 590
Honduras	505 223	560 149	A determinar	-	665 282	A determinar	
Jamaica	638 574	707 999	10%	70 800	840 880	15%	126 132
México ^{viii}	38 905 847	43 135 609	0%	-	51 231 571	6%	3 073 894
Nicaragua	278 138	308 377	A determinar	-	366 255	A determinar	
Panamá	290 056	321 590	24%	77 182	381 948	24%	91 668
Paraguay ^{ix}	243 190	269 629	5%	13 481	320 234	5%	16 012
Perú	1 088 878	1 207 258	7,8%	94 166	1 433 844	7,8%	111 840
República Dominicana	1 135 422	1 258 863	0%	-	1 495 134	15%	224 270
Uruguay ^x	306 483	339 804	5%	16 990	403 580	5%	20 179
Total	97 659 409	108 276 732		29 507 526	128 598 792		51 092 416

Notas:

- i. Bolivia: El consumo proyectado de bioetanol en Bolivia se basa en el supuesto improbable de que se reglamenta la legislación correspondiente, actualmente paralizada por decisión del Gobierno actual.
- ii. Brasil: Se consideró la proyección de consumo de bioetanol del MAPA, que tiene en cuenta tanto la mezcla de bioetanol anhidro con gasolina, como el consumo de bioetanol hidratado en automóviles *flex-fuel*.
- iii. Chile: La mezcla no es obligatoria
- iv. Colombia: A partir del 2012, la mezcla obligatoria puede ir hasta el 85%. Se toma como referencia el escenario de la UPME del Ministerio de Minas y Energía de Colombia, con mezcla E20 para los años 2009 a 2025
- v. Ecuador: El consumo proyectado de bioetanol en el 2010 calculado en función del Plan Piloto de Biocombustibles: E5 en Guayaquil (en donde el consumo de gasolina se estima oficialmente en 46.000 litros diarios). El consumo proyectado para el 2015 supone que el Plan será extendido a todo el territorio nacional.
- vi. El Salvador: El consumo de bioetanol proyectado en El Salvador se basa en el supuesto de que es aprobada la legislación propuesta.
- vii. Guatemala: el consumo proyectado de bioetanol se basa en el supuesto de que se implementará la propuesta del Ministerio de Energía y Minas (Ley de Incentivos para el Desarrollo de Proyectos de Energías Renovables, 2003, estancada hasta el momento).
- viii. México: El consumo proyectado de bioetanol en México en el 2015 se basa en el supuesto de que se extiende a todo el país el Programa de Introducción de Bioenergéticos, que se inicia en Guadalajara en 2011 e incorpora a las zonas Metropolitana de Monterrey y Metropolitana del Valle de México.
- ix. Paraguay: se supone vigente el máximo del rango de la mezcla obligatoria (E20-E24).
- x. Uruguay: 5% voluntario en el 2010, obligatorio desde el 2015.

Se supone una tasa de crecimiento acumulativo anual del 3,5%, uniforme en todos los países.

Fuente: Elaboración propia con base en OLADE, excepto Argentina (Secretaría de Energía).

Cuadro 2.13. Proyección del consumo de biodiésel en 18 países de la región.

Consumo final - 2007	Consumo de diésel en 2007 ¹⁾ (en 1000 litros) ¹	Consumo proyectado de diésel en 2010 ²⁾ (en 1000 litros)	Mezcla obligatoria con biodiésel en 2010	Consumo proyectado de biodiésel en 2010 (en 1000 litros)	Consumo proyectado de biodiésel en 2015 ² (en 1000 litros)	Mezcla obligatoria con biodiésel en 2015 (en 1.000 litros)	Consumo proyectado de biodiésel en 2015 (en 1.000 litros)
Argentina	13 853 972	15 360 146	5%	768 007	18 243 036	5%	912 152
Bolivia ⁱ	1 038 791	1 151 726	2,5%	28 793	1 367 889	20%	273 578
Brasil	40 151 269	44 516 429	5%	2 225 821	52 871 554	5%	2 643 578
Chile ⁱⁱ	6 704 467	7 433 363	5%	371 668	8 828 503	5%	441 425
Colombia	5 277 217	5 850 945	10%	585 095	6 949 088	20%	1 389 817
Costa Rica	1 047 971	1 161 904	5%	58 095	1 379 977	5%	68 999
Ecuador	3 299 650	3 658 381	A determinar	-	4 345 009	A determinar	-
El Salvador ⁱⁱⁱ	674 006	747 282	2%	14 946	887 537	2%	17 751
Guatemala	1 490 061	1 652 057	A determinar	-	1 962 125	A determinar	-
Honduras	882 086	977 985	A determinar	-	1 161 539	A determinar	-
Jamaica	726 670	805 672	5%	40 284	956 886	5%	47 844
México ^{iv}	20 332 111	22 542 575	Aditivo a diésel UBA en Cadereyta	8 700	26 773 508	Aditivo a diésel UBA en todo el país	105 000
Nicaragua	570 610	632 646	A determinar	-	751 385	A determinar	-
Panamá	902 701	1 000 841	A determinar	-	1 188 685	A determinar	-
Paraguay	1 069 391	1 185 652	3%	35 570	1 408 183	A determinar	-
Perú	3 646 396	4 042 825	2%	80 856	4 801 608	5%	240 080
República Dominicana	898 836	996 555	-	-	1 183 595	2%	23 672
Uruguay	915 746	1 015 304	2%	20 306	1 205 863	5%	60 293
Total	103 481 950	114 732 288		4 238 141	136 265 967		6 224 189

Notas:

- i. Bolivia: El consumo proyectado de biodiésel se basa en el supuesto de que estuviese reglamentada la legislación correspondiente, actualmente paralizada por decisión del Gobierno actual.
- ii. Chile: La mezcla no es obligatoria.
- iii. El Salvador: El consumo de biodiésel proyectado en El Salvador se basa en el supuesto de que es aprobada la legislación propuesta.
- iv. México: La proyección corresponde a la del Programa de Introducción de Bioenergéticos de la SENER, que prevé para el período 2009-2010 incorporar al biodiésel como aditivo al diésel Ultra Bajo Azufre (UBA) producido por la Refinería de Cadereyta, para cumplir con la especificación de lubricidad, extendiendo la incorporación de biodiésel a toda la producción nacional de diésel UBA entre el 2011 y el 2014.

Se supone una tasa de crecimiento acumulativo anual del 3,5%, uniforme en todos los países.

Fuente: Elaboración propia en base a OLADE, excepto Argentina (Secretaría de Energía).

“Brasil es un caso emblemático cuya experiencia en bioetanol sirve de referencia frente a las oportunidades que surgen en el mercado mundial para países en desarrollo. Su liderazgo en bioetanol y las tecnologías asociadas a los combustibles líquidos es innegable. Más de treinta años de implementación de un programa con fuerte presencia del Estado, desarrollos tecnológicos propios y una participación creciente de los biocombustibles en su sistema de transporte lo muestran como un caso único entre los países en desarrollo” (CEPAL 2008).

En consecuencia, Brasil actualmente produce y consume la mayor parte del bioetanol producido en ALC, con una participación de más de 90% del total. Aún con un aumento proyectado del consumo en otros países (especialmente Colombia y México)

también en el año 2015, este país todavía será responsable por más del 80% del consumo total de bioetanol en la región de ALC.

Además, es el segundo productor mundial de bioetanol después de Estados Unidos y se espera un crecimiento significativo de la utilización de caña de azúcar para la producción de bioetanol, impulsada por el crecimiento proyectado de la flota de vehículos *flex-fuel*, el importante aumento de la capacidad instalada que supone la actual ola de inversiones en el sector sucro-alcoholero y el crecimiento de la demanda externa.

De acuerdo con proyecciones del Ministerio de Agricultura de Brasil, la producción de bioetanol crecerá desde los 18,9 en el 2007 a más de 31,8 miles de millones de litros en el 2013 (con exportaciones de 7,0 mil millones de litros) y hacia el 2018 se ubicaría en 41,6 miles de millones de litros, con un consumo interno de 30,3 mil millones de litros (exportaciones por 11,3 miles de millones de litros) (Ganduglia y Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL 2009).

La situación es diferente con respecto al consumo proyectado del biodiésel: si bien Brasil será el mayor consumidor de biodiésel en ALC en el 2015, su consumo representará menos de la tercera parte del consumo total en la región y países como Argentina, Bolivia, Chile, Colombia y Perú consumirán cantidades considerables de biodiésel.

Brasil y Argentina se ubicarán entre los principales productores y exportadores mundiales de biodiésel basado principalmente en soja.

La capacidad instalada creciente de sus incipientes industrias, incluidas plantas aprobadas y en construcción o en regularización, representa más de 5,6 miles de millones de litros e implica un crecimiento significativo en el uso de oleaginosas y aceites vegetales durante los próximos años. A ello se suma el crecimiento de la capacidad instalada para la producción de bioetanol y biodiésel en el resto de los países de ALC, con su consecuente demanda de caña de azúcar, palma, soja y otras materias primas (Ganduglia y Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL 2009).

2.3.2. Producción de materias primas

Ante esta situación favorable de ALC en la producción de materias primas para biocombustibles, se espera que la región se autoabastezca y ofrezca, además, un potencial para la exportación de biocombustibles.

“... Son pocos los países latinoamericanos que tienen en la actualidad potencial para las exportaciones de biocombustibles... Para ser más preciso apenas Brasil y Argentina, que son en la actualidad los dos grandes exportadores de productos agrícolas de la región, ofrecen condiciones favorables para la expansión de exportaciones de biocombustibles. En los demás países los biocombustibles tienen un importante espacio a ocupar, pero en el mercado interno” (CEPAL 2009).

a. Materias primas para la producción de bioetanol

El bioetanol puede obtenerse a partir de tres tipos de materias primas:

- Cultivos y materiales con alto contenido de sacarosa, como la caña de azúcar, la remolacha azucarera, el sorgo dulce y las melazas, entre otros.
- Cultivos amiláceos con alto contenido de almidón, tales como los cereales (maíz, sorgo granífero, trigo y cebada) o raíces y tubérculos (mandioca, papa, batata, entre otros), o de inulina (topinambur, agave, ñame, entre otros).
- Materias primas y cultivos con alto contenido de celulosa (lignocelulósicos), cuyos carbohidratos se encuentran en formas más complejas (madera, residuos agrícolas y forestales, cultivos lignocelulósicos, material herbáceo, entre otros).⁸

Ganduglia y el Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL 2009) calcularon la producción de las materias primas más relevantes para la producción de bioetanol de diez países de Sudamérica⁹ (Cuadro 2.14).

El cultivo de mayor disponibilidad inmediata en la región es la caña de azúcar, cuya producción se extiende en todos los países de Sudamérica, con excepción de Chile, y en América Central y el Caribe. Brasil, principal productor mundial de caña de azúcar, ejerce un predominio significativo en la producción regional de esta materia prima.

Seguido de este cultivo, se encuentran la mandioca, el sorgo, la remolacha azucarera, el ñame y el maíz. La producción sudamericana del maíz se concentra en Argentina y en Brasil¹⁰; (Cuadro 2.14 y Figura 2.8). Brasil, Argentina y Colombia son, en ese orden, los principales productores sudamericanos de materias primas utilizables para la producción de bioetanol (Ganduglia y Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL 2009).

Cuadro 2.14. Materias primas para la producción de bioetanol en diez países sudamericanos en el 2007.¹⁴

Materias primas	Producción total (en miles de t) (a)	Conversión a etanol ¹⁾ (l / t) (b)	Potencial de etanol (mil millones de l) (a) * (b)	Participación potencial de etanol
Caña de azúcar	635 530	81	51,5	55,3 %
Maíz	80 016	410	32,8	35,2 %
Mandioca	36 495	180	6,6	7,1 %
Sorgo	5 362	402	2,2	2,3 %
Ñame	619	n/d	n/d	n/d
Remolacha azucarera	1 833	32	0,1	01 %

Fuente: Ganduglia y Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL 2009.

¹⁾ Johnston *et al.* 2009.

⁸ Ganduglia y Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL 2009).

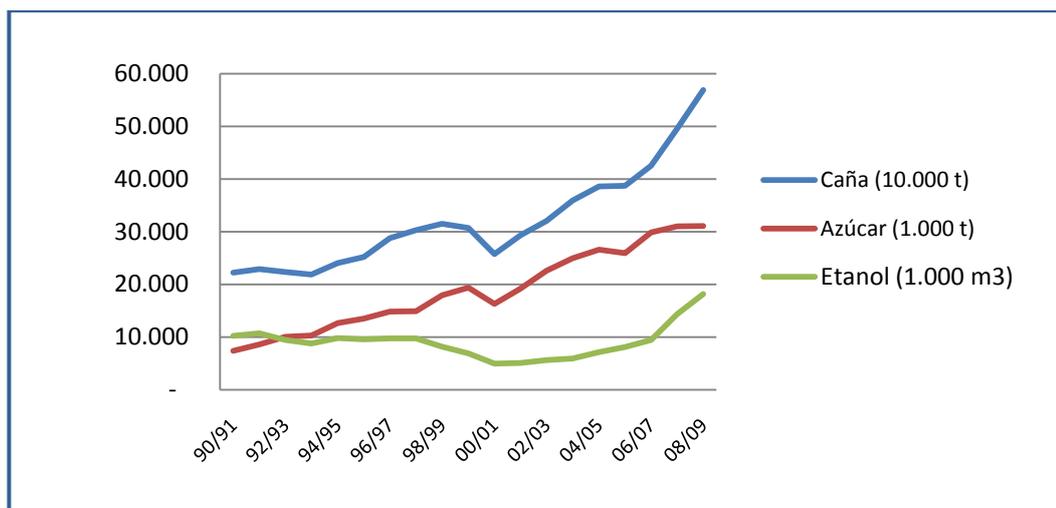
⁹ Argentina, Bolivia, Brasil, Chile, Colombia, Ecuador, Perú, Paraguay, Uruguay, Venezuela.

¹⁰ Otro productor importante de maíz es México (Recuadro 2.1).

En Brasil, el área utilizada para el cultivo de la caña de azúcar en los años 90 e inicio del siglo presente se estancó alrededor de 5 millones de hectáreas. A partir del 2003, con el surgimiento de los motores flex-fuel y su gran aceptación por parte de los consumidores, se retomó el crecimiento del consumo del bioetanol hidratado en el mercado interno, abriendo nuevas perspectivas para la expansión de la agroindustria de la caña en Brasil. Desde entonces, la agroindustria de la caña brasileña se ha expandido a tasas elevadas. Según La Unión de Industria de Caña de Azúcar (UNICA) el área de caña disponible para la cosecha aumentó de 5,83 a 6,75 millones de hectáreas, para los ciclos agrícolas 2007-2008 y 2008-2009, respectivamente.

En combinación con un aumento continuo en la productividad del cultivo desde la década de los cincuentas, lo anterior le permitió a Brasil satisfacer las demandas de ambos mercados: el de consumo humano (azúcar) y el de los biocombustibles (etanol). Para poder dirigir y ordenar la probable expansión de la agroindustria de la caña y encontrar demandas futuras mayores a los dos mercados, el Gobierno de Brasil recientemente lanzó una propuesta de zonificación agroecológica de la caña de azúcar en la que se aplican criterios ecológicos (ambientales) y económicos (Recuadro 3.1, Capítulo 3:50-52).

Figura 2.8. Evolución de la producción de caña de azúcar, bioetanol y azúcar en Brasil.



Fuente: Elaboración propia con base en datos de la UNICA, disponibles en <http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica>

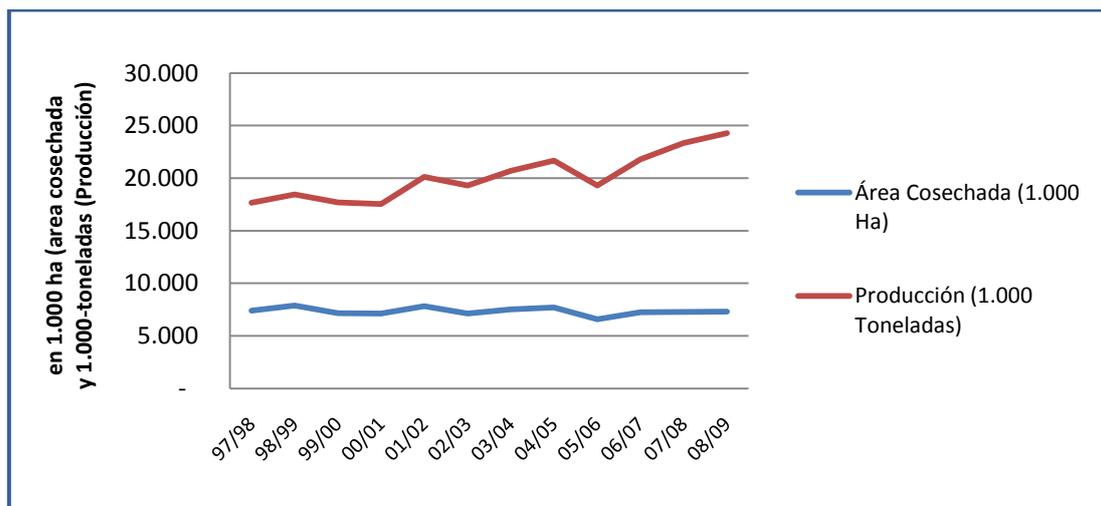
Recuadro 2.1. Producción de maíz en México.

El maíz es el cultivo agrícola más importante de México, tanto desde el punto de vista alimentario e industrial, como político y social. Se produce en dos ciclos productivos: primavera-verano y otoño-invierno, en las más diversas condiciones agroclimáticas de humedad, temperatura y riego. México es centro de origen y diversidad del maíz. Estudios recientes revelan que hay más de 50 especies. Para corresponder a la importancia del cultivo, el Gobierno a través de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) mantiene programas diversos para fomentar el cultivo y conservación de las variedades de maíces criollos.

En el período 1994-2008, la producción de maíz creció 6,1 millones de toneladas y alcanzó en el 2008 una producción de 24,4 millones de toneladas (Figura 2.10). La superficie sembrada, en los últimos 25 años, osciló entre 7,5 a 9,2 millones de hectáreas aproximadamente, lo que muestra una tendencia significativa de reducción en una magnitud del 1% anual durante la última década, de 9,13 en el 1997 a 7,9 millones de hectáreas en el 2008 (Figura 2.10).

El aumento continuo en la producción total se debe entonces a un aumento en los rendimientos que pasaron de 1,8 t/ha en los ochentas a 2,3 t/ha en los noventas a 2,6 t/ha en el 2000-2005) y a 3,3 t/ha en el 2008. El valor de la producción del año 2008 fue superior a los 68 mil millones de pesos (aproximadamente US\$5,3 mil millones). México ocupa el cuarto lugar como mayor productor de maíz en el mundo.

Figura 2.9. Área cosechada y producción de maíz en México 1997 – 2008.



Fuente: Elaboración propia con base en SAGARPA/SIAP, disponible en <http://w4.siap.gob.mx/artus/eis/loadstage.asp>

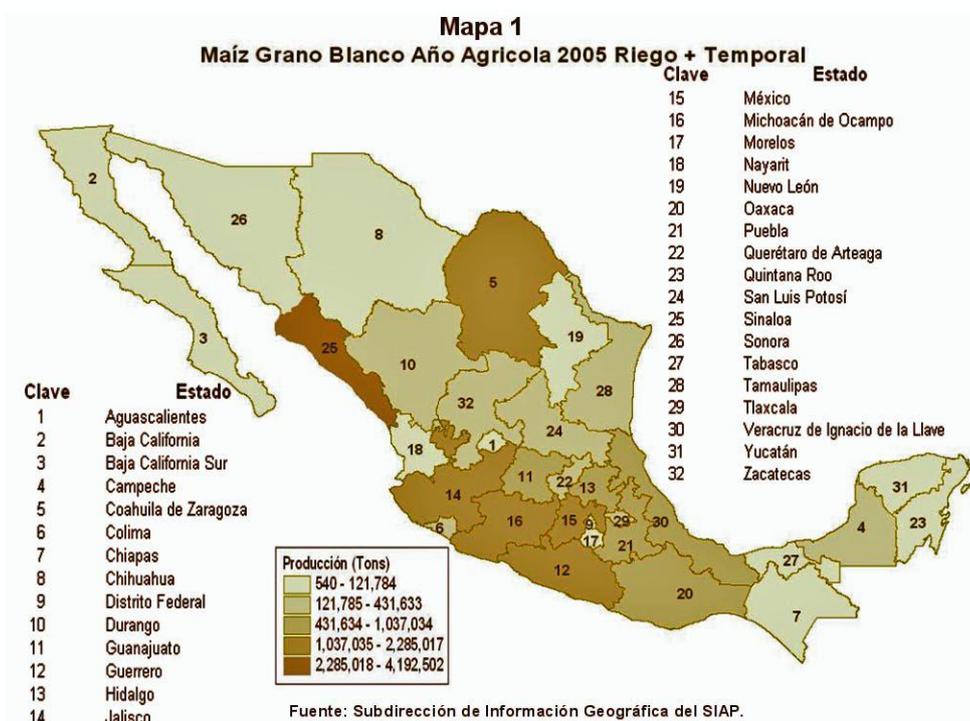
La contribución del maíz a la producción total de cereales es de aproximadamente 65%, en relación con los demás cereales que se producen en México (trigo, sorgo, cebada, arroz y avena, principalmente). En cuanto a la evolución del volumen de la producción de maíz, la tasa media anual de crecimiento de 1996 al 2006 fue de 2,0%.

El cultivo de maíz utiliza 38,5% del total de superficie sembrada a nivel nacional. Alrededor de 2 millones de personas se dedican al cultivo de maíz, cifra que representa el 30% de la población ocupada en el sector primario de la economía del país. En la producción de maíz prevalece el minifundio; de los 1,9 millones de productores registrados 85,1% tiene predios menores a 5 hectáreas y 56% cuentan con unidades de producción menores a 2 hectáreas. Como resultado de lo anterior, en el cultivo de maíz en México se da lugar a la coexistencia de dos sistemas de producción. El primero, conocido como de subsistencia, dentro del que se localizan los productores poseedores de pequeñas parcelas (85%) y una parte importante de los volúmenes obtenidos en estas se destinan al autoconsumo, constituyéndose en un importante elemento del ingreso de las familias localizadas en el sector rural. La producción del segundo, el sistema de producción comercial, se canaliza a satisfacer la demanda de la

agroindustria, en la que se procesan múltiples bienes derivados del maíz: la masa y la tortilla, harina, almidones, cereales, alimentos para consumo animal, entre otros.

El consumo nacional aparente de maíz en el 2008 fue de 33,6 millones de toneladas, entre maíz blanco, maíz amarillo y otras variedades. Con la producción nacional, se cubre la demanda de maíz blanco para consumo humano y las importaciones son fundamentalmente de maíz amarillo. Separando las principales variables, se observa que el país es autosuficiente en cuanto a la producción de maíz blanco, mientras que en maíz amarillo, el 74% de la disponibilidad total proviene del grano importado. En el 2008 el 93% de las importaciones correspondieron a maíz amarillo para la industria pecuaria y almidonera principalmente. Del 2006 al 2008, las importaciones de maíz se redujeron 1,5 millones de toneladas, al pasar de 10,7 a 9.2 millones.

Figura 2.10: México. Distribución de la producción de maíz blanco por estado en el 2005.



Fuente: SAGARPA/SIAP s.f.b

En México, la bioenergía representa el 8% del consumo de energía primaria, por lo que la producción de etanol es incipiente en ese país. La principal fuente de biomasa es el bagazo de caña, el cual es utilizado en la generación eléctrica y térmica en la industria azucarera. Recientemente se comenzó a operar la primera planta industrial de etanol a partir del maíz y sorgo. La producción de etanol resultante se destinará completamente al mercado de los Estados Unidos.

Fuente: SAGARPA 2009; SAGARPA/SIAP s.f.b.

b. Materias primas para la producción de biodiésel

El biodiésel se obtiene a partir de la transesterificación de aceites vegetales o grasas animales. Los aceites vegetales pueden producirse a partir de una amplia variedad de semillas y frutos oleaginosos y otras materias primas alternativas, como las algas. También son utilizables los aceites usados de fritura (Ganduglia y Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL 2009).

Los cultivos que tienen potencial para aumentar la oferta de biodiésel en América Latina son las oleaginosas más cultivadas, soja, palma africana, algodón, girasol, maní, entre otros, pero la soja es la que sobresale como materia prima de disponibilidad inmediata (Cuadro 2.15).

Cuadro 2.15. Materias primas para la producción de biodiésel (de semillas y frutos oleaginosos) en 10 países sudamericanos en el 2007.

Oleaginosas	Producción total (en miles de t) (a)	Conversión a biodiésel ¹⁾ (l / t) (b)	Potencial de biodiésel (mil millones de l) (a) * (b)	Participación potencial de biodiésel
Soja	112 473	183	20,6	83,9 %
Palma africana	7 353	223	1,6	6,7 %
Algodón	4 749	103	0,5	2,0 %
Girasol	4 043	418	1,7	6,9 %
Coco	3 100	n/d	n/d	n/d
Maní	908	n/d	n/d	n/d
Colza	195	392	0,1	0,3 %
Ricino	163	393	0,1	0,3 %
Sésamo	115	n/d	n/d	n/d
Cártamo	58	n/d	n/d	n/d
Lino	51	n/d	n/d	n/d
Tung	50	n/d	n/d	n/d

Fuente: Ganduglia y Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL 2009.
1/ Johnston *et al.* 2009.

Así como la caña de azúcar predomina como principal materia prima para la producción de bioetanol, la soja muestra ser la predominante para la producción del biodiésel. La producción de esta oleaginosa alcanzó en el 2007 más de 112 millones de toneladas en los 10 países sudamericanos. Sin embargo, esta producción está fundamentalmente concentrada en los dos grandes agro-exportadores de la región, Brasil y Argentina.

Otro cultivo oleaginoso importante es la palma de aceite, cuya producción está ubicada principalmente en Colombia y Ecuador en Sudamérica y Honduras, Costa Rica y Guatemala en América Central (Cuadro 2.16). La palma, por el momento, es el cultivo de mayor potencial para generación de aceites vegetales.

Otros cultivos como el ricino o la *Jatropha* todavía no tienen tradición en la región. En Brasil, por ejemplo, el Gobierno apoya el desarrollo de estas culturas como materias primas para la producción de biodiésel por ser más coherente con la pequeña

propiedad y las zonas semiáridas en que habita la población más pobre de las áreas rurales (Recuadro 2.2.). Sin embargo, actualmente los resultados de las cosechas son muy inferiores a lo pronosticado.

Cuadro 2.16. Los países productores más importantes de soja y palma africana en ALC en el 2007.

País	Producción (en toneladas)
Soja	
Argentina	40 467 100
Bolivia	1 619 000
Brasil	52 464 640
Paraguay	3 800 000
Uruguay	631 900
Palma africana	
Brasil	590 000
Colombia	3 200 000
Costa Rica	790 000
Ecuador	2 000 000
Guatemala	605 000
Honduras	1 250 000
México	309 582
Venezuela	307 403

Fuente: CEPAL 2009.

Recuadro 2.2. Fortalecimiento de la agricultura familiar en el nordeste de Brasil a través del Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiésel.

El Gobierno de Brasil creó el Programa Nacional de Producción y Uso de Biodiésel (PNPB) con el objetivo de implementar un proyecto energético autosostenible, que considere el precio, la calidad y la garantía de suministro del biodiésel, ofrezca oportunidades de desarrollo para toda la agricultura brasileña, pero en especial para la agricultura familiar en regiones subprivilegiadas y menos desarrolladas. El programa tiene como propósitos la implementación, la producción y el uso de biodiésel, de una forma ambientalmente sustentable y económicamente viable, con enfoque en la inclusión social y en el desarrollo regional sostenible en el área rural a través de la generación de empleo y renta en el campo para la agricultura familiar.

¿Cómo beneficiarán los biocombustibles la agricultura familiar y mejorarán la inclusión social de sectores rurales menos favorecidos?

Se considera que algunos de los cultivos de los que se puede producir aceite y, por ende, biodiésel, son aptos para la agricultura familiar, ya que existen algunos, como la higuera y la *Jatropha curcas*, que se adaptan a condiciones menos exigentes y que no requieren gran cantidad de agua ni muchos cuidados agronómicos, por lo que se pueden cultivar con inversiones menores. Otra ventaja de estos cultivos es que pueden utilizarse en sistemas de policultivo, por ejemplo, en asociación con el frijol, que además de proveer alimento, fija nitrógeno en el suelo, lo que mejora su fertilidad (IICA 2007b).

El nordeste brasileño se caracteriza por un clima semiárido con precipitaciones irregulares y sequías frecuentes, lo que dificulta la producción agrícola por pérdidas frecuentes de cosecha. La región está marcada por un índice de desarrollo humano (IDH) bajo, desigualdades socioeconómicas, presión demográfica, pobreza rural y falta de oportunidades y perspectivas para la agricultura familiar.

La higuera (ricino) es la oleaginosa considerada prioritaria en la producción de materia prima para suministrar al PNPB en el nordeste por las características siguientes: a) adaptación a las condiciones edafo-climáticas predominantes del nordeste; b) alto contenido de aceite (48%); c) ciclo corto de producción; d) posibilidad de cultivo en asociación con otros cultivos; e) capacidad de crecimiento en suelos degradados; f) zonificación agroecológica existente para más de 725 municipios del nordeste; y g) los agricultores conocen el cultivo (especialmente en el Estado de Bahía).

En consecuencia, su cultivo es promovido por el Gobierno. De los aproximadamente 900 000 km² del semiárido del nordeste de Brasil, más de 15 millones de hectáreas cuentan con condiciones climáticas, de suelos y de altura (entre 300 y 1500 metros sobre el nivel del mar) aptos para el cultivo de secano de esta euforbiácea (SUDENE 1989).

La Empresa Brasileña de Investigación Agropecuaria (EMBRAPA) desarrolló sistemas de producción estables y de buena rentabilidad en asociación con granos básicos, donde se consideran las condiciones limitantes para la producción en cuanto a aspectos edafo-climáticos y cultivos de secano. La higuera se planta asociada con diferentes especies de frijoles (*Vigna unguiculata* L. o *Phaseolus vulgaris* L.), que son la principal base proteica de la población rural en el noroeste, además del maní (*Arachis hypogaeae* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* L.) y el mijo (*Pennisetum americanum* L. Leeke) (Embrapa Algodão Campina Grande 2006).

El sistema de asociación es cultivado por los agricultores familiares en pequeñas áreas (2 ha - 6 ha) muchas veces en suelos degradados. El cultivo de la higuera es considerado como una oportunidad para diversificar la producción de los pequeños productores de la región, pues coloca a su disposición un cultivo suplementario y comerciable (*cash crop*), aumenta la renta y disminuye el riesgo climático y agrícola (Cuadro 2.17). Entre otras ventajas, la cosecha de la higuera se realiza en una época diferente del año, en relación con los demás cultivos asociados, ofreciendo de tal manera un ingreso líquido en los meses considerados poco rentables.

Cuadro 2.17. Análisis socioeconómico del sistema de producción "Consorcio higerilla - frijol"^a y resultados de la Unidad Técnica Demostrativa en Crateús, Estado de Ceara^b.

Discriminación	Potencial productivo ^{a)}	Productividad media en el Nordeste ^{a)}	Agricultor A. de Melo, Parambu, Crateus, Ceara ^{b)}
Rendimiento medio higerilla (kg/ha)	1500	1000	1600
Rendimiento medio frijol (kg/ha)	400	300	480
Ingreso higerilla (R\$ ¹⁾ /ha)	1125	400	1920
Ingreso frijol (R\$ ¹⁾ /ha)	600	750	638
Ingreso bruto (R\$ ¹⁾ /ha)	1725	450	2558
Costo de producción (R\$ ¹⁾ /ha)	600	1200	1350
Ingreso neto / ingreso líquido (R\$ ¹⁾ /ha)	1125	800	1228

Nota: ¹⁾ 1 R\$ = aprox. US\$0,55, diciembre del 2009.

Fuentes: ^{a)} Cortez 2008.

^{b)} Amorim 2009.

Otra ventaja se refiere al soporte del estado/gobierno, no solamente a través de los servicios de asistencia técnica y extensión rural, sino también por establecer y regular toda la cadena productiva del biodiésel con base en materias primas originadas en la agricultura familiar. A través del llamado sello combustible social, el Gobierno estableció subsidios fiscales para los productores de biodiésel, lo cual garantiza la comercialización de la producción de la agricultura familiar y una renta contable/fiable para los pequeños productores para una mayor seguridad económica del sistema productivo.

La obtención del sello combustible social trae las siguientes ventajas para las empresas productoras de biodiésel: a) beneficio fiscal federal con reducción de impuestos (puede llegar hasta R\$0,22/l); b) mejores condiciones de financiamiento bancario con el Banco Nacional de Desenvolvimento Económico y Social (BNDES); c) participación en todos los remates de biocombustibles de la Agencia Nacional de Petróleo (ANP), órgano que regula las actividades de las industrias del petróleo, gas natural y biocombustibles en el Brasil; d) utilización en la promoción comercial del producto por el gobierno.

En contrapartida, para obtener el sello combustible social, el productor de biodiésel se compromete a:

1. Adquirir materia prima originada en la agricultura familiar en un porcentaje mínimo del 50% en la región nordeste de Brasil, 10% en las regiones norte y centro oeste y 30% en las regiones sudeste y sur.
2. Firmar contratos a largo plazo con los agricultores familiares (o cooperativas) con garantía de precio, aprobado por la federación de sindicatos de los trabajadores rurales y reconocido por el Gobierno.
3. Proporcionar asistencia técnica adecuada: semillas certificadas, técnicos rurales, mejores prácticas, entre otros.

Además de la producción complementaria a los productos alimentarios tradicionales, otros aspectos de la viabilidad económica del cultivo familiar de higerilla incluyen la creación de núcleos productivos y la posibilidad de organización de la producción en cooperativas y, eventualmente, la agregación de valor a través de producción de aceite. La unión de varios pequeños productores sería suficiente para adquirir una pequeña planta dedicada a la



producción de biocombustible, la cual les permitiría suplir las necesidades energéticas locales, abrir nuevas oportunidades comerciales para sus productos, venderlos como materia prima o agregarles valor mediante la extracción del aceite y la transesterificación de este en biodiésel (IICA 2007b). En función de la obligación de establecer contratos directos entre los productores del biodiésel y los de la materia prima, la cadena productiva se ha acortado y la dependencia de los pequeños productores de los intermediarios se ha reducido¹¹.

La viabilidad política del programa se define a través de la participación de la agricultura familiar: impactos ambientales, económicos y sociales positivos son fundamentales para justificar la continuidad de la política pública de fomento a la inclusión de la agricultura familiar en la cadena del biodiésel. Sin la participación de la agricultura familiar, la producción de biodiésel será cada vez más de los grandes productores y de los monocultivos. Una evaluación del desempeño del programa todavía no publicada indica que la producción de granos básicos en la región ha aumentado desde la introducción del programa, especialmente el frijol, en particular por el área plantada mediante el sistema de asociación de cultivos (IICA 2007b).

Recuadro 2.3. Producción de materias primas: el caso de HONDUPALMA, Honduras.¹²

Si bien el clima tropical de Honduras favorece la producción de varios cultivos comerciales, el país continúa importando la mayoría de los productos agrícolas. No obstante, el Gobierno ha adoptado el cultivo de palma africana, un producto establecido desde hace muchos años en la costa norte de Honduras, como parte de su estrategia para reducir la pobreza, generar empleos e ingresos y resolver el problema energético del país mediante la producción de biocombustibles para el sector nacional del transporte público.

La estrategia del Gobierno para la producción de biocombustibles se centró inicialmente en las plantaciones de palma africana. A través de este cultivo y su proceso de conversión en aceite y posteriormente en biodiésel, se espera reducir la dependencia total de combustibles fósiles importados. Esto le permitiría al país invertir en iniciativas para desarrollar la economía nacional: nuevos empleos y nuevas alternativas para la generación de ingresos en un sector económico en crecimiento; impulso al desarrollo agrícola rural; reducción de las emisiones de GEI; y generación de ingresos adicionales de acuerdo con el MDL de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC).

En aspectos de gestión ambiental, el país alberga algunos de los bosques tropicales y reservas de biodiversidad más grandes de Centroamérica; por tanto, el incremento de la producción de alimentos y bioenergía en Honduras exige atender oportuna y adecuadamente los impactos ambientales y sociales negativos que puedan derivarse de la producción de biocombustibles y de la expansión de los cultivos agrícolas.

Situación actual de la palma africana en Honduras¹³

Las primeras plantaciones comerciales se establecieron en la década de los cuarentas. A partir de 1971, el cultivo es fuertemente impulsado como parte del proceso de reforma agraria, mediante la conformación de cooperativas campesinas en los departamentos de Colón y Yoro. Estas cooperativas integraron dos organizaciones actualmente denominadas COAPALMA (14 cooperativas) y HONDUPALMA (30 cooperativas y otras organizaciones de base).

El cultivo de palma en Honduras ha aumentado más del doble, de 40 000 hectáreas que existían durante los años noventa hasta 82 000 hectáreas en el 2005. Este crecimiento se ha logrado como producto de los precios récord del aceite de palma, además del financiamiento privado y asistencia técnica para los terratenientes, normalmente hacendados, quienes ingresan a la industria de la palma africana. En el 2007 se cerró con 96 mil hectáreas. Para el año 2010 se espera que el cultivo de palma africana llegue a 120 000 hectáreas. En las zonas productivas de palma, en la costa norte del país, se reporta el surgimiento de aproximadamente

¹¹ Datos suministrados por la Secretaría de Agricultura Familiar (SAF) del MDA de Brasil en diciembre del 2009.

¹² SNV 2009a.

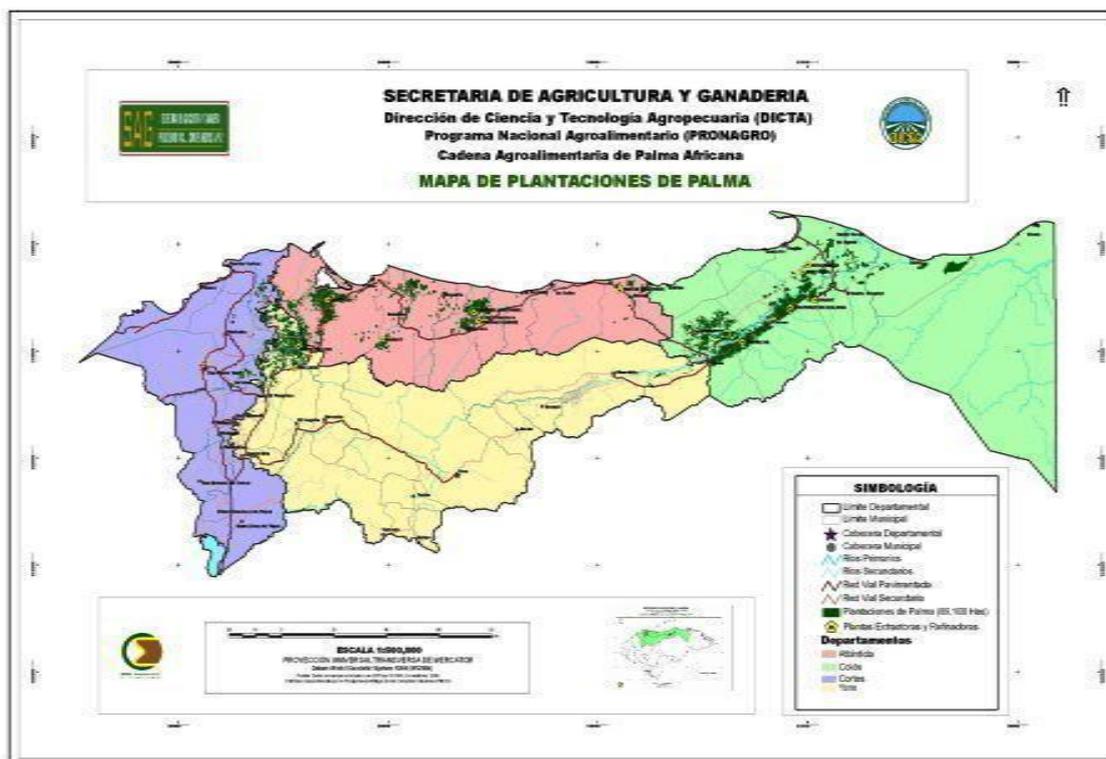
¹³ Datos obtenidos de la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) del Gobierno de Honduras, disponibles en http://www.sag.gob.hn/index.php?option=com_content&task=view&id=1628&Itemid=892

800 nuevos productores en los departamentos de Atlántida, Cortés, Colón y Yoro, donde tiene su apogeo en función de las condiciones de producción (Figura 2.11).

El Cuadro 2.18 muestra los datos del sector en el 2008 y el Cuadro 2.19 evidencia la significativa participación de los pequeños y medianos productores. Aquí se logra ver que la importancia del cultivo no corresponde exclusivamente de las grandes empresas del agronegocio. El Gobierno, a través del Banco Nacional de Desarrollo Agrícola (BANADESA), incentiva a los pequeños productores a complementar el cultivo de granos básicos en la época de “primavera” por la palma africana para compensar posibles efectos que pueda ocasionar la temporada lluviosa en el agro. Pequeños productores, afiliados a la Asociación Nacional de Campesinos de Honduras (ANACH) e independientes, reciben financiamiento para el cultivo de palma, dada su rentabilidad.

Además de incrementar las áreas de cultivo, el plan nacional para la producción de palma africana también brinda capacitación a los productores para que manejen mejor sus fincas y aumenten el rendimiento por hectárea. Los nuevos productores serán atendidos por el Gobierno con asistencia técnica. De igual forma, se atienden alrededor de seis mil productores que ya están en el rubro, a través de capacitaciones sobre producción de semilla de palma, mejoramiento genético y control de plagas y enfermedades. Los actores que intervienen en esta cadena son productores de materia prima, industriales o inversionistas, las plantas refinadoras, los exportadores, distribuidores locales, proveedores de servicios.

Figura 2.11. Plantaciones de palma africana en Honduras (SAG 2008).



Fuente: SAG, disponible en http://www.sag.gov.hn/ca/agroindustria/palma/Plantaciones_palma.pdf.

Cuadro 2.18. Datos actuales de la palma africana en Honduras (SAG 2008).

Área cultivada:	109 000 ha
Área en producción:	86 000 ha
Edad promedio de fincas	14 años
Rendimiento fruta fresca	17,54 t/ha
Rendimiento aceite	21,00 %
Plantas extractoras	11
Plantas industrializadoras	497 TM/Hr. FF
Beneficiarios:	120 mil personas, 100 mil hombres y 20 mil mujeres.

Nota: 1/ TM/Hr. FF = toneladas métricas de fruta fresca por hora.

Fuente: SAG 2008, disponible en

http://www.sag.gob.hn/index.php?option=com_content&task=view&id=1628&Itemid=892

Hondupalma es una empresa del sector social de la economía organizada con 30 cooperativas y empresas sociales que aglutinan 600 miembros asociados y 125 productores independientes. La empresa cuenta con una planta extractora de aceite de palma africana. Opera en aproximadamente 6000 hectáreas de plantaciones de palma con una producción de 89 282 toneladas de fruta fresca al año, con las cuales se producen anualmente 15 200 toneladas de aceite de palma. Esta cooperativa cuenta con un modelo de negocios participativo y es un productor agroindustrial líder. Sus productos principales incluyen aceite vegetal, varias formas de grasas no saturadas y biodiésel derivado del aceite de palma de mala calidad que no puede venderse como aceite vegetal, pero que se utiliza en las operaciones propias de la empresa (SNV 2009^a).

Cuadro 2.19. Distribución de productores de palma africana en Honduras.

Descripción	Rango (ha)	Productores	Área (mil ha)
Pequeños	Menos de 10	1 485	6,80
Medianos	10 - 100	773	31,39
Grandes	100 - 1 000	106	34,82
Grandes E.	Más de 1 000	7	36,09
Total		2 371	109,10

Fuente: SAG, disponible en http://www.sag.gob.hn/index.php?option=com_content&task=view&id=1628&Itemid=892

Desde el 2007 Hondupalma, SNV y WWF realizan un proyecto para desarrollar la cadena de valor sostenible de biocombustibles en una plantación de palma africana, con el objetivo principal de crear más empleos y oportunidades adicionales de generación de ingresos para 30 cooperativas y empresas que aglutinan a 600 pequeños productores de palma aceitera africana, quienes participan en el sector emergente de biocombustibles de Honduras, mediante un manejo sostenible de recursos naturales y la mitigación del cambio climático. El diseño del proyecto contempla tres ejes de trabajo: mejores prácticas agrícolas (MPA), producción más limpia (P+L) y MDL.

Los resultados obtenidos del proyecto se muestran en el mejoramiento de los procesos productivos, sustentabilidad ambiental, aumento de la competitividad empresarial, capacidades empresariales y técnicas, diseño técnico o características de la gestión de su proceso y nuevas oportunidades económicas, ambientales (SNV 2009b). El caso comprueba la factibilidad económica de producir biocombustibles con pequeños productores, de forma ambientalmente sostenible y sin perjudicar la producción de alimentos.



3. El conflicto entre la producción de alimentos y de biocombustibles

3.1. Seguridad alimentaria

De acuerdo con Brathwaite (2009), las siguientes condiciones crean seguridad alimentaria:

- a. La disponibilidad física de alimentos en cantidades y calidad suficientes a través de la producción nacional o de las importaciones (incluida la ayuda alimentaria).
- b. El acceso de todas las personas a los alimentos por medio de la disponibilidad de recursos económicos y de otra índole para adquirir alimentos nutritivos, inocuos y en la cantidad apropiada.
- c. El logro de un nivel de bienestar nutricional en el que se satisfagan todas las necesidades fisiológicas, gracias a una alimentación adecuada, disponibilidad y acceso a agua potable, sanidad y atención médica (importancia de los insumos no alimentarios).
- d. La estabilidad del acceso a alimentos adecuados en todo momento, sin riesgo de quedarse sin alimentos como consecuencia de crisis políticas, económicas o climáticas repentinas ni de acontecimientos cíclicos (inseguridad alimentaria estacional).

Estas condiciones engloban tanto la disponibilidad como el acceso a los alimentos y un posible conflicto con la producción de biocombustibles incidiría sobre alguna de ellas.

De acuerdo con Ganduglia y el Equipo de Proyectos de Biocombustibles (2009), los aspectos que podrían afectar la disponibilidad y acceso a los alimentos están en función de las materias primas utilizadas y las generaciones de tecnología para la obtención de biocombustibles, como se detalla a continuación se detalla:

- Los biocombustibles denominados de primera generación se obtienen de materias primas agroalimentarias (maíz, caña de azúcar, remolacha azucarera, soja, palma, entre otros) y a partir de tecnologías sencillas de fermentación (bioetanol) y transesterificación (biodiésel).
- Los biocombustibles de generación 1,5 abarcan aquellos producidos con las tecnologías convencionales y con materias primas alternativas a las de mayor disponibilidad inmediata, menos sensibles a la competencia con la producción de alimentos, tales como el ricino, la *Jatropha*, el sorgo dulce, entre otros.
- Los biocombustibles de segunda generación representan un cambio en la tecnología de conversión que permite reemplazar los azúcares, el almidón y los aceites de las materias primas utilizadas por la primera generación, por diversas formas de biomasa lignocelulósica (residuos agrícolas y forestales primarios y secundarios, hierbas perennes, árboles de crecimiento rápido, entre otros).

La FAO ha visualizado que el debate actual sobre biocombustibles y alimentos se circunscribe principalmente a los biocombustibles líquidos de primera generación derivados de cereales, principalmente el maíz, los cuales compiten de forma directa

con la alimentación humana y son destinados sobre todo al sector del transporte (FAO 2008d).¹⁴

Durante el Foro de Expertos de Alto Nivel: Cómo Alimentar al Mundo en 2050, celebrado en Roma en octubre del 2009, se planteó entre otros desafíos que la bioenergía ha pasado a ser la mayor fuente de nueva demanda de productos agrícolas en los últimos años, como también constituye una oportunidad única para incorporar de modo general en la agricultura la mitigación del cambio climático y las medidas de adaptación (FAO 2009a).

Por lo tanto, existe un desafío que consiste en promover la producción de las bioenergías sin perjudicar la oferta de alimentos, mediante la inserción de los biocombustibles en la matriz energética de los países de ALC, específicamente el etanol y el biodiésel, lo que permitiría pasar de una agricultura dependiente del petróleo a una más sustentable (IICA 2009b).

El cambio directo e indirecto del uso de la tierra es un factor crítico en los balances de gas de efecto invernadero y tiene amplias implicaciones ambientales. Políticas que limitan la conversión de la tierra –las buenas prácticas agrícolas, sistemas integrados de producción de alimentos y energía, y los enfoques del paisaje– pueden mitigar estos riesgos ambientales (IICA y CEPAL s.f.).

Para obtener indicadores preliminares relacionados con cambio de uso del suelo y la gestión de los biocombustibles en ALC, seguidamente se presenta una valoración desde dos perspectivas amplias: el uso de los recursos naturales y los efectos en la estructura agraria.

3.2. Indicadores para el uso de los recursos naturales

En el Cuadro 3.1 se detalla una valoración preliminar de los requerimientos de recursos naturales de los cultivos azucareros, amiláceos (almidones) y oleaginosos. No se profundiza en otras fuentes de aprovisionamiento de materias primas para la producción de biocombustibles, pues ya se hizo referencia a este tema en la sección 2.3.2 de este documento.

Cuadro 3.1. Valoración preliminar de requerimientos de suelo, agua, nutrientes y clima para algunos cultivos con propósitos agroenergéticos en ALC.

Cultivo	Suelo	Agua	Nutrientes	Clima
Cultivos para la obtención de etanol				
Maíz	El suelo debe estar bien aireado y drenado.	Usuario eficiente de agua.	Requiere de alta fertilidad y debe ser mantenida de manera continua.	Condiciones templadas a tropicales.
Caña de azúcar	No requiere de un tipo de suelo especial, pero preferentemente bien aireado con un contenido total de agua de un 15% o más.	Alta y distribuida de manera equilibrada a lo largo de la temporada de crecimiento.	Alta necesidad de nitrógeno y potasio pero en la madurez. El contenido de nitrógeno del suelo debe ser lo más bajo posible para una buena recuperación del azúcar.	Clima tropical y subtropical.
Yuca o mandioca	Se adapta a condiciones de suelos infértiles. Se cultiva en suelos de los	Rango óptimo de precipitación de 1000 a 1800	El máximo incremento en la acumulación de nutrimentos durante el	Trópicos húmedos, aunque es muy resistente a

¹⁴ Biocombustibles líquidos: bioetanol, biodiésel, aceites vegetales y metilésteres de aceites vegetales.

Cultivo	Suelo	Agua	Nutrientes	Clima
	órdenes oxisol, ultisol, inceptisol y entisoles arenosos.	mm/año.	ciclo de crecimiento, ocurre entre los 2 y 4 meses después de siembra, especialmente N, K y Ca.	condiciones de sequía con origen en veranos prolongados.
Sorgo	Suelos de textura liviana a media, bien aireados, bien drenados y con relativa tolerancia a períodos cortos de anegamiento.	Muestra un alto grado de flexibilidad hacia la profundidad y frecuencia del suministro de agua debido a las características de resistencia a la sequía.	Cultivo forrajero que requiere un suministro elevado en nitrógeno.	Temperaturas óptimas para variedades de producción elevada de más de 25° C.
Cultivo	Suelo	Agua	Nutrientes	Clima
Cultivos para la obtención de biodiésel				
Soya	Suelos aluviales húmedos con buen contenido orgánico, gran capacidad de agua, buena estructura, suelo suelto.	Alta	pH óptimo de suelo de 6.0 a 6.5	Tropical, subtropical y climas templados.
Palma aceitera	Buen drenaje, pH entre 4.0 y 7.0; suelo plano, rico y profundo.	Distribución uniforme de lluvia entre 1800 y 5000 mm a lo largo del año.	Baja.	Clima tropical y subtropical con requerimientos de temperatura de 25 a 32° C.
Semilla de colza	Blando, margoso profundo, textura media, con buen drenaje.	600 mm de precipitación por año	Alto	Sensible a temperaturas altas, crece mejor entre los 15° y 20° C.
Girasol	Se cultiva en condiciones de secano en una gran variedad de suelos.	Varía de 600 a 1000 mm, dependiendo del clima y del período de crecimiento.	Moderado	Climas que van desde el árido bajo riego a templado bajo condiciones de secano.
Jatropha curcas	Poco exigente, no requiere de labranza.	Puede ser cultivado bajo condiciones de riego y de secano.	Adaptado a sitios de baja fertilidad y suelos alcalinos, pero se puede lograr una mejor producción si se usan fertilizantes.	Condiciones medioambientales variadas, preferentemente climas cálidos.

Fuentes: 1/UN 2007. 2/ Cadavid 2008. 3/ CEPAL 2007.

3.2.1. Recurso tierra

Se ha generalizado la percepción de que la tierra arable está totalmente ocupada o que existe poco margen para ampliarse a nuevos cultivos. Las cifras para ALC muestran lo contrario, ya que existe aún un gran potencial para su aumento. Parte de esta tierra arable disponible podría ser utilizada para cultivos energéticos que si están acompañados de un paquete de políticas y programas bien diseñados, podrían beneficiar a millones de pequeños productores rurales que actualmente se encuentran en condiciones de pobreza, sin comprometer los bosques ni la seguridad alimentaria de la región.

Sin embargo, si se desagregan los datos de la región de América Latina, a las situaciones particulares de cada uno de los países, de acuerdo con *el Land and Water Development Division* de la FAO, en *World Soil Resources Report 90*, citado por Gazzoni (2009), se conforman los siguientes tres grandes grupos según la disponibilidad de área cultivable potencial:

- **Baja disponibilidad:** Chile, República Dominicana, El Salvador, Haití, Jamaica, Honduras, Trinidad y Tobago, Costa Rica, Belice, Guatemala y Panamá. Este grupo de países tendría límites inferiores a un millón de hectáreas de suelos altamente adecuados.
- **Mediana disponibilidad:** Cuba, Nicaragua y Guyana Francesa, con disponibilidades de hasta cinco millones de hectáreas, lo que muestra una situación confortable para la oferta interna de biocombustibles, alimentos y otros productos agrícolas y con un pequeño margen para exportaciones agrícolas.
- **Alta disponibilidad:** Ecuador, Surinam, Guyana, Paraguay, Uruguay, México, Perú, Venezuela, Colombia, Bolivia, Argentina y Brasil, con disponibilidad entre 6 y 343 millones de hectáreas. Esto permite la expansión de cualquier tipo de agricultura, incluso para proveer de alimentos y biocombustibles a otros países.

De acuerdo con la FAO, el potencial total de expansión de la agricultura de ALC, en términos de suelos altamente adecuados, es de 599,9 millones de hectáreas.

Cuadro 3.2. ALC. Demanda prospectiva del área agrícola en el período 2010 – 2030 (millones de hectáreas).

Año	Bio-Combustibles	Cultivos anuales	Cultivos perennes	Pasturas ^{1/}	Bosques	Total	Área de expansión
2005	3,0	144,0	19,8	550,0	12,0	728,8	599,9
2010	5,0	175,0	20,0	557,0	13,3	770,3	558,4
2015	7,0	197,0	22,0	553,0	14,7	793,7	535,0
2020	11,8	215,0	24,4	539,0	16,2	806,4	522,3
2025	12,0	234,0	26,9	516,0	17,9	806,8	521,9
2030	12,5	260,0	29,7	485,0	19,7	806,9	521,8
Incremento	9,5	116,0	9,9	-65,0	7,7	78,1	

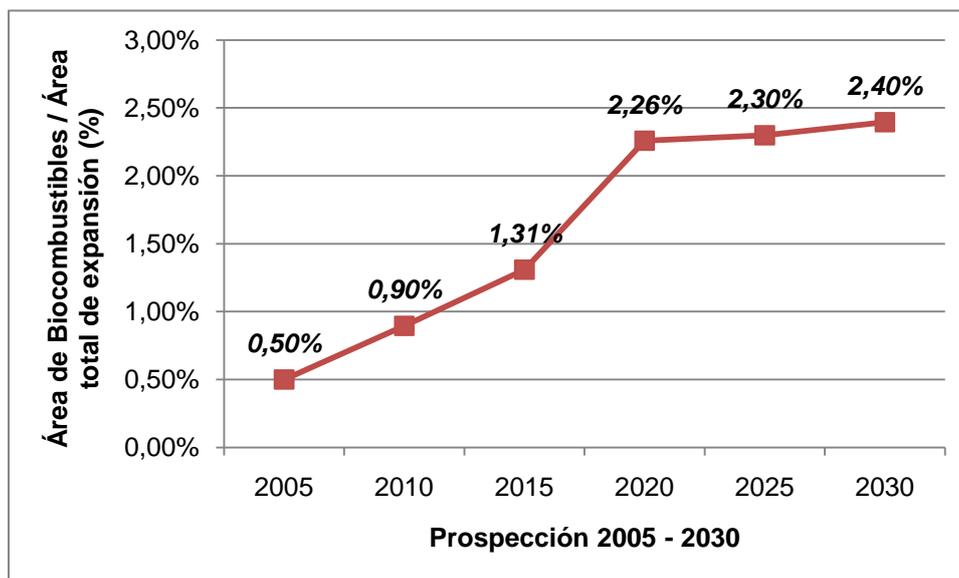
Nota: 1/ El área utilizado con pasturas se espera que disminuya aproximadamente 65,0 millones de hectáreas.

Fuente: Gazzoni 2009.

Esta disponibilidad confrontada con la demanda prospectiva de cultivos anuales (116,0 millones de hectáreas), cultivos perenes (9,9 millones de hectáreas), bosques (7,7 millones de hectáreas) y biocombustibles (9,5 millones de hectáreas) para el período 2010 – 2030, determina una demanda positiva de área de 143,1 millones de hectáreas, de conformidad con estimaciones realizadas en el estudio Gazzoni (2009).

Con referencia al Cuadro 3.2, si se relaciona la demanda de área agrícola de los biocombustibles sobre el área agrícola total de expansión, se demandaría únicamente una proporción de un 2,4% con respecto a la expansión total de tierra que ha sido proyectada para el año 2030, conforme se aprecia en la Figura 3.1.

Figura 3.1. Incidencia de la demanda de área agrícola de los biocombustibles sobre el área agrícola total de expansión en ALC.



Fuente: Gazzoni 2009.

En términos de la expansión del área de cultivos bioenergéticos, el estudio de la CEPAL (2007b) reveló la magnitud de dicha expansión en función del área actual de siembra.¹⁵

En un escenario de mezcla de E5, donde se utiliza como materia prima la caña de azúcar, únicamente México tendría que expandir la superficie actual de siembra 0,4 veces; mientras Panamá, Ecuador, Barbados, Jamaica y República Dominicana requieren una expansión de 0,2 veces. En mejor situación, se encuentran Argentina, Bolivia, Colombia, Costa Rica, Haití y Trinidad y Tobago, países que en este escenario deberían incrementar 0,1 veces la superficie actual de siembra. Países como Brasil, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Cuba requieren expansiones mucho menores a las anteriores, comprendidas entre 0,06 y 0,01 veces la superficie actual de siembra.

Por otra parte, en un escenario de B5, el mismo estudio de la CEPAL reveló que con la utilización la palma de aceite como materia prima, países como Colombia, Ecuador, Costa Rica, Guatemala y Honduras tendrían que expandir la actual área de este cultivo entre 0,1 y 0,3 veces. Si se utilizara la soja como materia prima, Argentina, Bolivia y Brasil ubicarían la magnitud de expansión entre 0,1 y 0,24 veces la superficie actual de este cultivo. El caso excepcional lo constituye Paraguay, país que únicamente tendría que expandir la superficie actual en 0,07 veces.

En los países con severas limitaciones para la expansión del área agrícola y alta vulnerabilidad energética, la investigación y el desarrollo relacionado con los biocombustibles de generaciones más avanzadas y sus materias primas serán fundamentales para la transición a matrices energéticas basadas en combustibles renovables. Este es el caso de Chile que, pese a sus restricciones, ha encarado una activa política al respecto (Recuadro 3.1).

¹⁵ Cada área fue calculada como si el cultivo en cuestión es el único que proveerá materia prima para llegar a la mezcla de 5% de etanol y/o biodiésel con respecto al total consumido actualmente en cada país en particular.

Recuadro 3.1. La política chilena de biocombustibles.

En Chile existen instrumentos de fomento del Estado para el desarrollo del mercado de los biocombustibles en el país, los cuales disponen de recursos para los agentes involucrados, quienes también cuentan con la participación de recursos privados. Entre ellos, se pueden mencionar los destinados a: giras tecnológicas, pasantías, cursos de perfeccionamiento, visitas a ferias, captura tecnológica, organización de seminarios, talleres y encuentros, estudios e investigación aplicada, consorcios tecnológicos, entre otros.

Gracias a estos instrumentos, al desarrollo de la normativa pertinente y a la Creación del Centro de Energías Renovables (CER), en Chile se desarrolla la cadena de biocombustibles, con especial énfasis en soluciones regionales y locales, no competitiva con la producción de alimentos.¹⁶

En la actualidad, la producción de biocombustibles líquidos está representada por la producción de biodiésel de aceites vegetales de consumo humano reciclados (en la Región Metropolitana y sur del país). Se desarrolla investigación en especies introducidas al país (*Jatropha curcas* L.) y otras endémicas para la producción de biodiésel.

Recientemente se seleccionaron tres consorcios que se habían presentado a la Convocatoria Nacional de Consorcios Tecnológicos Empresariales de Investigación en Biocombustible a partir de micro y macro algas, convocado por Innova Chile de la Corporación de Fomento de la Producción (Corfo) y la Comisión Nacional de Energía (CNE). El objetivo del concurso fue ampliar el desarrollo económico y productivo de Chile a través de la creación de consorcios de investigación sustentables en materia de producción de biocombustibles a partir de micro y macro algas, que alcancen altos niveles de impacto, mediante la adopción, transferencia y comercialización de sus resultados. Estos consorcios integrados por universidades, centros de investigación y empresas asociadas, como consecuencia de la utilización de un instrumento de fomento del Estado, realizarán investigación asociada destinada a la producción de biocombustibles.

Con respecto al bioetanol, existe un programa piloto desarrollado por los gobiernos de Chile y Brasil para evaluar la factibilidad técnica y económica de su distribución en el país. En algunas regiones existen investigaciones y programas de desarrollo global orientados a la producción de bioetanol con base en nabo forrajero y residuos lignocelulósicos.

Adicionalmente, existen en operación, dos consorcios lignocelulósicos aprobados por Innova Corfo, que solicitaron recursos financieros para la investigación, desarrollo e innovación en materia de biocombustibles producidos con materia prima lignocelulósica, lo cual permitirá la incorporación de los biocombustibles de segunda generación a la matriz energética nacional.

3.2.2. Recurso agua

El impacto potencial sobre los recursos de agua dulce es más grande donde la producción agrícola depende de la irrigación y es prácticamente nula donde la producción se realiza mediante el aprovechamiento de la lluvia. Cuando la agricultura requiere de la irrigación, el incremento de la producción de biocombustibles podría provocar una reducción del agua para otros cultivos básicos (UN 2009).

Algunos sistemas de producción exigen cantidades considerables de agua, tanto para la producción de la materia básica como para la conversión a biocombustible.

Los cultivos más utilizados para la elaboración de etanol y biodiésel, respectivamente la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y la palma aceitera (*Elaeis guineensis*), tienen requerimientos altos de agua (entre 1500 a 2500 mm/año), mientras el maíz (*Zea mays*), la yuca (*Manihot sculenta*), la soja (*Glycine max*), el ricino (*Ricinus*

¹⁶ Para mayor información, consultar los sitios www.cne.cl y <http://www.odepa.gob.cl/servlet/articulos.ServletMostrarDetalle?idcla=2&idcat=16&idn=2106>.

communis) y el algodón (*Gossypium sp.*) se encuentra entre los cultivos considerados aptos para biocombustibles con requerimientos medianos de agua (entre 500 a 1000 mm/año) (FAO 2008^a).

Globalmente alrededor de 7130 km³ de agua por año es evapotranspirada (ET) por los cultivos. Los cultivos bioenergéticos contabilizan unos 100 km³ adicionales (alrededor del 1%) (Fraiture *et al.* 2007).

En EE.UU., donde principalmente el suministro por agua de lluvia es utilizado para el maíz, solo el 3% de todo el caudal de irrigación está dedicado a la producción de cultivos para biocombustibles. En Brasil la mayoría de la caña de azúcar se cultiva en condiciones de lluvia.

En las actuales condiciones de producción en Brasil y EE.UU., se requieren 3048,1 y 1 734,7 litros de agua ET por los cultivos, para cada litro de biocombustible líquido producido, respectivamente (Cuadro 3.3).

Cuadro 3.3. Brasil y EE.UU: uso de agua para biocombustibles en el 2005.

	Unidades	País	
		Brasil	EE.UU.
Materia prima		Caña de azúcar	Maíz
Bioetanol (EtOH) producido	Millones de litros	15 098	12 907
Agua ET por el cultivo	km ³	46,02	22,39
Porcentaje del total de agua ET utilizada para biocombustible	Porcentaje	10,7	4,0
Suministro de agua irrigada para biocombustibles	km ³	1,31	5,44
% del total de agua irrigada para biocombustibles	Porcentaje	3,5	2,7
Relación agua ET por el cultivo / litro de Bioetanol (EtOH) producido	litros ET / litro EtOH	3 048,1	1 734,7

Notas: ET = evapotranspiración. EtOH = bioetanol

Fuente: UN 2009.

Para otros cultivos que proveen materias primas para la producción de biocombustibles, la yuca constituye una importante fuente de almidones para la obtención de etanol en ALC. Para ello se requieren 2250 litros de agua de ET por cada litro de etanol, en condiciones de aprovisionamiento de agua de lluvia. De forma muy similar, los cultivos de palma aceitera y canola se reportan con un consumo de 2360 y 3330 litros de agua por ET por cada litro de biodiésel, respectivamente, ambos cultivos en condiciones de lluvia. La soya supera a los cultivos anteriormente citados y alcanza los 10 000 litros por cada litro de biodiésel, en las mismas condiciones de lluvia (UN 2009).

3.2.3. Cambios en el uso de la tierra

Para el abordaje de este subtema, se requerirá la formulación de una hipótesis que relacione el desarrollo de los biocombustibles con los posibles riegos intrínsecos a la conversión del suelo, y en particular, sobre la cubierta forestal.

Si se excluye del escenario de análisis el destinar la madera producida en los bosques existentes a la producción de energía, así como la utilización de los residuos madereros y la madera recuperada de los bosques para producir bioenergía (ambos escenarios están fuera del alcance de este informe), se podría considerar un posible escenario asociado a una hipótesis, a la luz del informe de la FAO (2008b):

- a. **Escenario posible:** introducción de los cultivos para producción de biocombustibles líquidos en las áreas de bosque de ALC.
- b. **Hipótesis:** causante de deforestación y producción de efectos adversos en la biodiversidad y en otros bienes y servicios forestales, así como generador del aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero.

La anterior hipótesis supone que la intensificación de las exigencias en cuanto a tierras para la producción de biocombustibles líquidos de primera generación se traducirá probablemente en una mayor presión sobre los bosques y humedales a través del mundo y de la región de ALC, a menos que se destinen las grandes superficies degradadas, existentes en muchos países en desarrollo, a la eventual expansión de los cultivos bioenergéticos.

Para el caso de ALC, especialmente en los países cuyos bosques tropicales corren el riesgo de ser convertidos en tierras dedicadas a otros usos, es necesario acompañar la expansión de la producción de los biocombustibles con una legislación explícita sobre aprovechamiento de la tierra.

Ante este escenario, sería poco probable alcanzar los objetivos de política relacionados con el cambio climático, ya que la cantidad de carbono liberada durante las talas supera en mucho a la que pueda volver a ser capturada por un cultivo bioenergético en muchos años.

A la fecha, es escasa la generación de evidencia para valorar las magnitudes de cambio de uso del suelo con vocación forestal a cultivos con propósitos bioenergéticos. Sin embargo, se han realizado estimaciones sobre los cambios de uso del suelo de cobertura forestal a pastos y cultivos, como se muestra en el Cuadro 3.4.

Cuadro 3.4. Expansión de pastos y cultivos en el bosque en algunos países de ALC (en miles de hectáreas).

Países	Expansión de pastos (en 1000 ha)	% del área total forestal	Expansión de cultivos (en 1000 ha)	% del área total forestal
Costa Rica	82	82	18	18
Guatemala	321	60	216	40
Honduras	371	63	218	37
Nicaragua	537	77	163	23
Panamá	376	73	143	27
Subtotal Centroamérica	1 688	69	757	31
Bolivia	942	47	1 058	53
Brasil	13 974	61	9 119	39
Colombia	2 714	68	1 286	32
Ecuador	872	82	188	18
Guyana	355	89	45	11
Paraguay	778	63	452	37
Perú	1 519	54	1 281	46
Venezuela	1237	88	163	12
Subtotal Suramérica	22 391	62	13 592	38

Fuente: Wassenaar 2007.

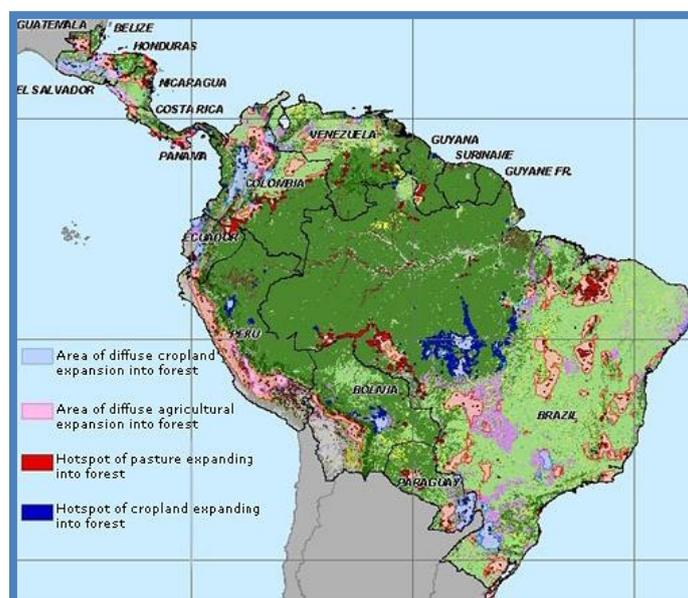
En el estudio de la FAO (2005) se presentó un análisis de las fuerzas impulsoras que afectarían al sector forestal. Se señalan los principales cambios que podrían traer implicaciones a mediano y largo plazo en el sector forestal de la subregión Amazónica, entre los que se destaca el macroeconómico.¹⁷

El reemplazo de los combustibles derivados del petróleo por el uso de combustibles alternativos como el bioetanol y biodiésel a mediano plazo afectará no solo el comercio nacional, sino los ámbitos social y ambiental. Se tenderá a un mayor desarrollo de monocultivos ecológicos, así como a adaptaciones ingenieriles por parte de la industria automotriz.

De cara a este posible escenario macroeconómico, resulta pertinente retomar las estimaciones realizadas en el anterior acápite sobre el recurso suelo: para América Latina se visualizan diferentes escenarios de necesidades de tierras para producir biocombustibles al año 2030, donde se requerirían superficies de siembra que no sobrepasarían el 3,4% de la superficie total de cultivos.

En el siguiente mapa se muestran las áreas en riesgo de transformación en agricultura en diversas partes de América Central y Sur 2000 - 2010. En el estudio se identificaron las zonas con riesgo más alto de transformación en pastos y tierras de cultivo, mediante un modelo que incorpora de forma explícita dimensiones como la ubicación, la adecuación y otros diversos factores que afectan los valores económicos relativos de los usos de la tierra (Wassenaar *et. al.* 2007).

Figura 3.2. Centroamérica y Subregión Amazónica: mapa de la transformación prevista del uso del suelo 2000 – 2010.



Nota: Color verde oscuro señala áreas de selva cerrada, mientras que el verde claro se refiere a zonas de selva abierta o fragmentada. El azul claro simboliza el área de expansión de cultivos a costa de la selva amazónica y el color corresponde a áreas difusas de expansión agrícola. El color rojo representa los puntos críticos, donde el pasto se está expandiendo dentro de la selva. El color azul fuerte significa otros puntos críticos donde se expanden los cultivos.

Fuente: Wassenaar *et al.* 2007.

¹⁷ El informe cubre la subregión amazónica que abarca los siguientes países: Bolivia, el Brasil, Colombia, el Ecuador, Perú y Venezuela.

3.3. Efectos en la estructura agraria a nivel de sistema

La estructura productiva es el resultado de las decisiones de política gubernamental, de inversión y de los actores involucrados en los diferentes sistemas de producción y evoluciona de acuerdo con dichas decisiones.

Dichas decisiones, a su vez, responden a las oportunidades que emergen dentro de un contexto específico, del que son parte, al igual que del ambiente institucional, las propias capacidades tecnológicas y la calidad de la estructura productiva (CEPAL e IRDC 2007).

Al respecto, Sepúlveda (2007) ha manifestado que el proceso de adopción de los biocombustibles como motor de desarrollo ocasionará impactos, entre ellos:

- a. La estructura de tenencia de la tierra.
- b. Los sistemas de producción y los cultivos que serían promovidos.
- c. Las economías de escala.
- d. Las cadenas de valor.
- e. Los mecanismos de servicios de apoyo a la producción.

A su vez, un estudio de la CEPAL sobre este tema, arribó a la siguiente conclusión:

El aumento de cultivos energéticos puede provocar cambios importantes en la estructura agraria. Los cambios estructurales esperados más significativos consisten en una mayor concentración de producción y tenencia y en la aparición de nuevos tipos de actores y normas. También se generarían cambios significativos en la estructura económica, principalmente por la creación de economías de escala, y se aumentarían las presiones sobre recursos naturales y ecosistemas. De igual manera hay impactos sobre el empleo agrícola; sin embargo, es difícil evaluar el signo de los mismos (CEPAL 2007a).

En virtud de los múltiples aspectos concernientes al tema de la estructura agraria, que han sido mencionados anteriormente, para el presente análisis se consideraron el aumento de la producción, el tamaño de las explotaciones de los cultivos agroenergéticos, la evolución de precios y la generación de valor agregado, como aspectos centrales que podrían evidenciar cambios en la estructura agraria.

3.3.1. Aumento en la producción

América Latina tiene disponibilidad relativa de tierra así como las condiciones climáticas necesarias para la producción de cultivos energéticos, por lo que el aumento en la producción de biocombustibles es una función dependiente del potencial de producción de la fuente de materia prima, del incremento de la superficie de siembra y del rendimiento agrícola e industrial de la producción.

a. Fuentes de materia prima

En el Cuadro 3.5 se evidencia que un total de 13 cultivos presentan el mayor potencial para la producción de biocombustibles líquidos. A partir de estos cultivos, se presentan las estimaciones potenciales para la obtención de etanol y biodiésel, y a su vez, los rendimientos medios de los diferentes cultivos para ALC.

La principal fuente potencial para la producción de bioetanol es la caña de azúcar, prácticamente en todos los países de ALC, ya que la disponibilidad de excedentes es generalizada.

Para el biodiésel, en la actualidad los cultivos más utilizados en la región por su área plantada y rendimientos de aceite son la palma aceitera y la soja. Sin embargo, recientemente países como Colombia y Brasil vienen desarrollando el cultivo de la *Jatropha* (llamado piñón manso en Brasil) como potencial de materia prima alternativa.

Cuadro 3.5. Factores de conversión de biomasa a biocombustible y rendimientos medios agrícolas, según cultivo con potencial bioenergético.

Cultivo	Conversión a etanol (l/ton) (a) ^{1/}	Rendimiento medio ALC (t/ha) (b) ^{2/}	Rendimiento medio ALC (litros/ha) (a) x (b)
Camote	125	42,2 ^{3/}	5 275,0
Caña de azúcar	81	59,4	4 811,4
Remolacha	103	32,4	3 337,2
Papa	110	16,3 ^{4/}	1 793,0
Yuca	180	9,9	1 782,0
Maíz	410	2,5	1 025,0
Sorgo	402	2,2	884,4

Cultivo	Conversión a biodiésel (l/ton) (a) ^{1/}	Rendimiento medio ALC (t/ha) (b) ^{2/}	Rendimiento medio ALC (l/ha) (a) x (b)
Aceite de palma	223	15,9	3 545,7
Colza	392	1,8	705,6
Girasol	418	1,3	543,4
Soja	183	2,1	384,3
Ricino	393	0,8	314,4
Algodón	103	0,8	82,4

Fuentes: 1/ Johnston *et al.* 2009.
2/ CEPAL 2007b.
3/ Silveira 2008.
4/ FAO 2008e.

A la luz de la valoración del potencial de ALC para la producción de biomasa, realizada por la CEPAL, se llegó a la siguiente conclusión:

La elección de una combinación óptima de cultivos es un tema específico de cada país y está sujeta entre otras cosas a la disponibilidad de tierras y clima aptos para cada especie, de tecnologías, de los costos de producción y de los diferentes tipos de políticas públicas.

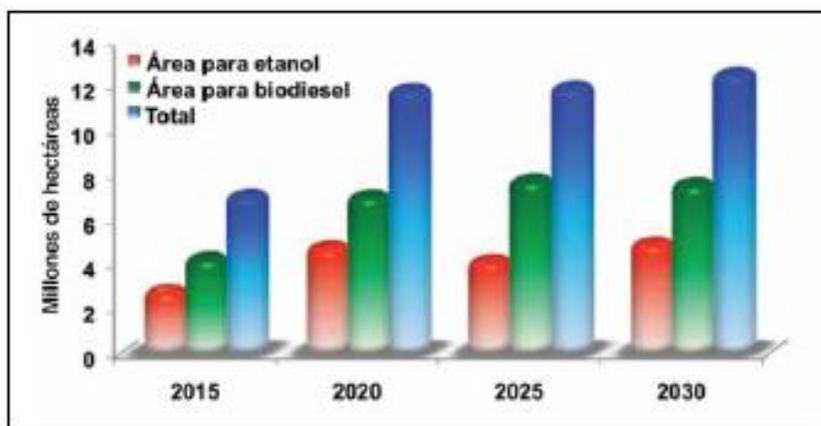
Los residuos también pueden ser utilizados en la producción de combustibles; sin embargo, se requiere de nueva maquinaria que facilite su cosecha, además de modificar el sistema postcosecha y de transporte.

La biomasa obtenida de la silvicultura puede usarse en la generación de energía como calor, electricidad y combustibles líquidos (CEPAL 2007b).

b. Incremento de la superficie

A partir de las fuentes de materia prima para la producción de biodiésel, expuestas en el Cuadro 3.5, se ha revelado que para el 2030 sería necesario un total de 12,5 millones de hectáreas para la producción de biocombustibles en ALC, de las cuales 9,5 millones de hectáreas corresponderían a la superficie incremental de cultivos con propósitos energéticos, como se muestra en la Figura 3.3.¹⁸

Figura 3.3. Demanda de área agrícola para cultivos energéticos destinados a la producción de biocombustibles en ALC en el período 2015-2030.



Fuente: Gazzoni 2009.

¹⁸ El referente para producción de etanol fue la caña de azúcar, la cual se puede producir en casi todos los países de ALC. Para el biodiésel, se consideró una canasta de oleaginosas anuales o perennes.

Recuadro 3.2. Zonificación agroecológica (ZAE) de la caña de azúcar en Brasil.

Para enfrentar la probable expansión de la agroindustria de la caña de azúcar, el Gobierno de Brasil lanzó un decreto de la ZAE de la caña de azúcar en setiembre del 2009¹⁹. El decreto impone zonificación de la caña de azúcar y forma parte del conjunto de iniciativas con el objetivo de garantizar la sostenibilidad ambiental, económica y social de la producción brasileña de etanol a partir de la caña de azúcar.

El proyecto establece reglas para la expansión de la caña de azúcar y criterios para la concesión de créditos para el sector sucroalcoholero. Se trata de una política destinada para asegurar la sostenibilidad y el control brasileño en el contexto de la creciente demanda por biocombustibles y responde al deseo de un crecimiento equilibrado y sostenible de su producción. Las políticas delineadas en el proyecto tienen por base la ZAE de la caña de azúcar en todo el territorio nacional y fueron coordinadas por el Ministerio de Agricultura, Pecuaria y Abastecimiento y el Ministerio de Medio Ambiente.

La ZAE no solo analizó condiciones de clima y suelo, sino que también consideró aspectos ambientales, económicos y sociales para orientar la expansión sostenible de la producción de caña de azúcar.

El decreto prohíbe la expansión de la producción de caña de azúcar en cualquier área de vegetación nativa, en la Amazonía, en el Pantanal y en la cuenca del Alto Paraguay (Figura 3.4). Con las nuevas reglas, la plantación de caña de azúcar solo puede darse en las zonas que las producen mecánicamente, definidas con declives de los terrenos de menos que 12°, para facilitar la cosecha mecanizada. Estas áreas, sumadas a las unidades de conservación y a las reservas indígenas (donde la legislación ya prohibió la siembra de caña de azúcar), representan el 81,5% del territorio nacional. En la actualidad aproximadamente 7,8 millones de hectáreas del territorio brasileño (= 0,9%) se utilizan para sembrar caña de azúcar (Cuadro 3.7).

Figura 3.4. Bioma Amazonia, Bioma Pantanal y Cuenca del Alto Paraguay en el Brasil.



Fuente: EMBRAPA et al. 2009.

Además de regular la expansión futura de la caña de azúcar, se está proponiendo el fin de las quemas en las áreas de producción ya existentes, de acuerdo con el cronograma de transición hasta el 2017. Como primera etapa, en las superficies plantadas de caña de azúcar en las cuales es posible mecanizar la producción, el fuego debe ser eliminado en cinco años. Eso

¹⁹ Presidencia de la República, Casa Civil, Subjefía para Asuntos Jurídicos: [Decreto N° 6.961, 17.09.2009](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2007-2010/2009/Decreto/D6961.htm). Disponible en http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ Ato2007-2010/2009/Decreto/D6961.htm

permitiría la reducción de GEI en 6 millones de toneladas equivalentes de CO₂ en relación al año 2008.

Con la publicación de la ZAE, el Gobierno de Brasil responde a una recomendación explícita de la FAO (2008^a):

“(i) Políticas de desarrollo y ordenamiento territorial, que empiezan por una zonificación agro ecológica indicativa de las tierras disponibles para los cultivos bioenergéticos, ordenamiento de los incentivos y penalidades para el uso de bosques, agua, etc.

La producción de biocombustibles debe estar orientada hacia un desarrollo territorial sostenible. A menudo, los territorios con potencial productivo para biocombustibles están constituidos por comunidades de baja organización social, con ausencia o escasa infraestructura social y tecnológica básica y con dificultades para insertarse en el mercado global. Superar estos problemas requiere de calificación, organización logística, tecnología, etc. Las políticas de desarrollo territorial deben comenzar por un ordenamiento que muestre una visión integral de la región en cuestión, con sus potencialidades expresadas en las vocaciones productivas y sus variados problemas: económicos, políticos, tecnológicos, jurídicos, culturales y medioambientales...

Por otro lado, la zonificación agroecológica o inventario de recursos naturales debe tener en cuenta los potenciales impactos sobre la tierra que se va a utilizar para la producción de materia prima para biocombustibles, en particular las tierras vírgenes y la tierra con alto valor de conservación, y sus efectos asociados en el hábitat, la biodiversidad y la calidad del agua, del aire y del suelo”.

La ZAE combina informaciones de mapas del suelo, de clima, de áreas de reserva ambiental, geomorfológicos y topográficos; identifica el uso de la tierra actual; examina la legislación ambiental federal y estatal; y analiza datos agronómicos de la caña de azúcar, como temperaturas ideales para su crecimiento, tipos de suelo en que esta se adapta mejor, necesidades hídricas, entre otros. De esta forma, se definen y se clasifican las áreas de mayor potencial para el establecimiento de plantaciones de caña y las áreas donde no se puede o no se recomienda este cultivo (Figura 3.5).

Entre los criterios que orientarán la expansión, se destaca la opción por áreas que no necesitan de irrigación plena, economizan recursos como agua y energía, permiten la mecanización y eliminan el costo manual de la caña y la práctica de quemas.

Cuadro 3.6. ZAE de la caña de azúcar en Brasil.

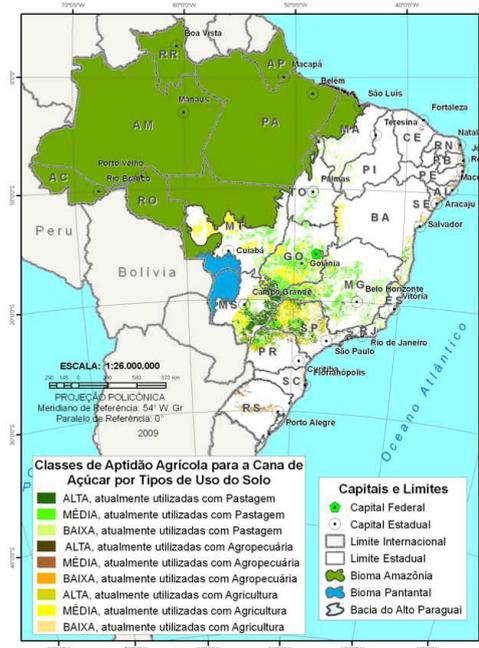
Territorio o área estimada	Millones de ha	Porcentaje en relación al territorio nacional
Territorio Nacional (IBGE)	851,5	100,00%
Tierras aptas para agricultura	553,5	
Tierras en uso 2002 (Estimativa PROBIO)	235,5	27,70%
Áreas con restricción ambiental (incluyendo los biomas da Amazonia, del Pantanal y de la cuenca del Rio Paraguay)	694,1	81,50%
Áreas aptas para el cultivo / la expansión bajo usos agrícolas diversos (pecuaria, agropecuaria y agricultura)	64,7	7,50%
Áreas aptas para el cultivo / la expansión utilizadas con pasto o degradados	34,2	4,02%
Área actualmente cultivada con caña de azúcar (cosecha 2008/09)	7,8	0,90%
Expansión prevista hasta 2017 para la producción de caña-de-azúcar (EPE)	6,7	0,80%

Fuente: EMBRAPA et al. 2009.

De acuerdo con los criterios de la ZAE, 92,5 % del territorio nacional no está indicado para la siembra de la caña. Con la exigencia de utilizar áreas degradadas o de pastos para la expansión del cultivo, el área disponible para tal expansión cae a 34,2 millones de hectáreas, correspondientes a un 4,02 % del territorio nacional. La mayor de las proyecciones con respecto a demandas futuras prevé la duplicación de la producción de caña en los próximos diez años. Si se considera un aumento en la productividad, se calcula que será posible satisfacer esta demanda mediante el aumento del área actual del cultivo a 6,7 millones de hectáreas y utilizando apenas la quinta parte del área asignada a la expansión.

Figura 3.5. Zonificación agroecológica (ZAE) de la caña de azúcar en Brasil.

Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar
Áreas aptas por classes de uso e de aptidão



Fuente: EMBRAPA *et al.* 2009.

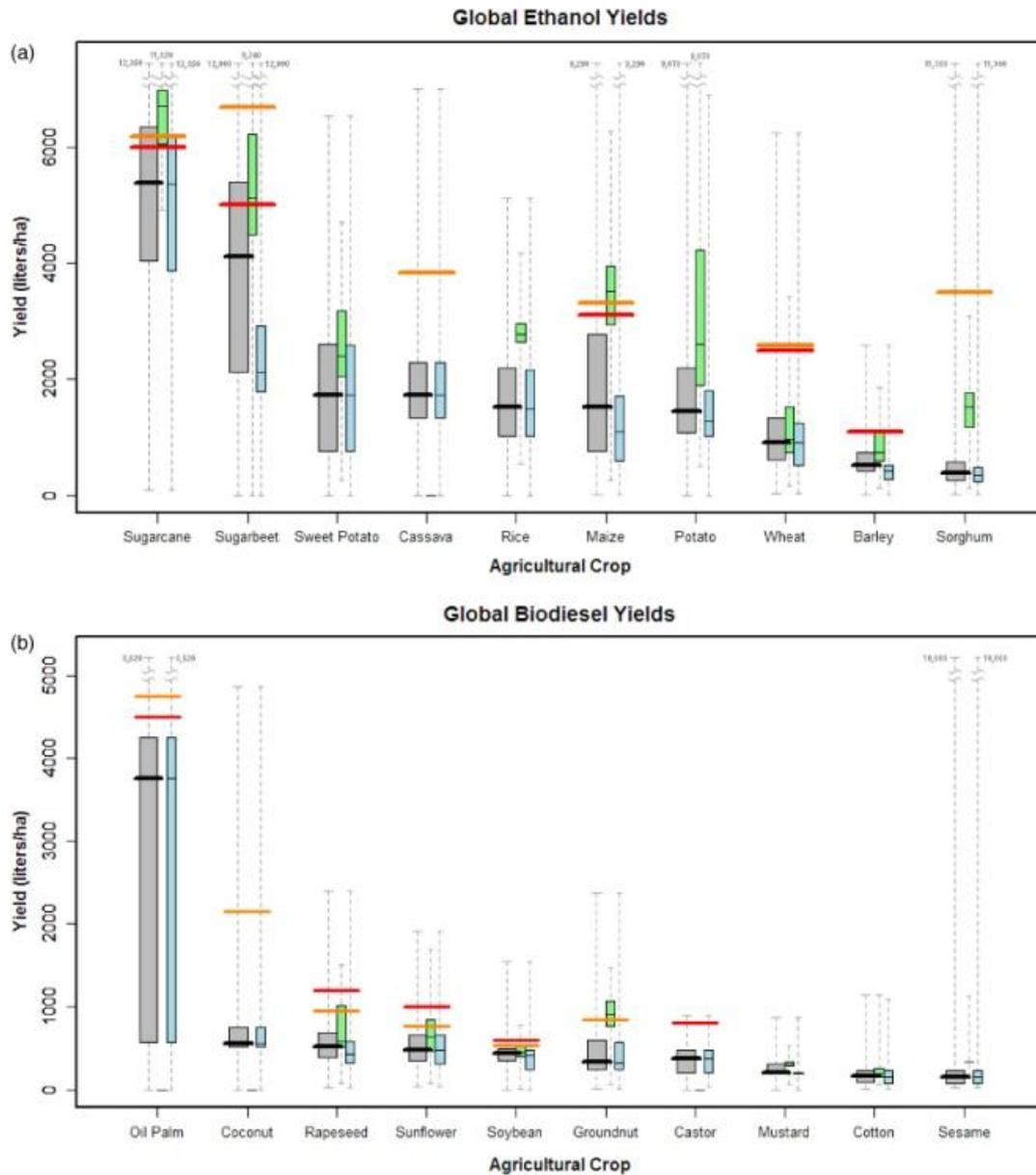
c. Rendimiento agrícola

Los rendimientos de los cultivos son influenciados por varios factores, entre ellos el clima y su variabilidad, las condiciones del suelo, los insumos y la administración, además del contexto sociopolítico y económico (Johnston *et al.* 2009).

Insumos como la irrigación, los fertilizantes y pesticidas, y factores de administración como fecha de siembra y cosecha, uso de maquinaria y eficiencia de las labores agrícolas, también contribuyen significativamente a la variabilidad global de los rendimientos.

En la Figura 3.6 se ilustra la variabilidad global de los rendimientos de algunos cultivos seleccionados para la producción de biocombustibles, expresados en litros por unidad de superficie. El Cuadro 3.6 complementa la información.

Figura 3.6. Estimaciones revisadas de rendimientos globales de los biocombustibles.



Notas: (a) Rendimientos globales de etanol.

(b) Rendimientos globales de biodiésel.

Las barras representan la variación de rendimientos para los más comunes cultivos de biocombustibles. Se muestran resultados promediados para el globo entero (*gris*), países desarrollados (*verde*) y países en desarrollo (*azul*). Las barras horizontales negras representan los rendimientos medios, y los cuadros están unidos verticalmente por los rendimientos del percentil 25^o en la parte inferior y los rendimientos del percentil 75^o en la parte superior. Las patillas (*en gris claro*) representan los valores de rendimientos máximos y mínimos absolutos registrados en la base de cultivos M3. Las barras *roja* y *naranja* ofrecen comparaciones de los dos ejemplos previos de rendimientos estimados de materias primas para biocombustibles, reportados en otros estudios que aparentemente sobrestimaron los rendimientos.

Fuente: Johnston *et al.* 2009.

La CEPAL (2007a) ha resumido la situación de los rendimientos agrícolas para la región de la siguiente forma:

- Los rendimientos actuales promedio de cada cultivo bioenergético para cada país de ALC son bastante heterogéneos.
- El promedio regional en cuanto a rendimientos sobrepasa o está dentro del rango del promedio mundial en el caso de la yuca, el sorgo, la palma aceitera y la soja. En cambio, los demás están por debajo de los rangos promedios a nivel mundial.
- En el caso de los cultivos usados en la producción de bioetanol, el rango de rendimientos para la caña de azúcar a nivel mundial está entre 40 y 80 t/ha. El promedio de ALC es de 59 t/ha, y la mayoría de los países productores más importantes de la región se encuentran sobre este promedio. Los que presentan mayores rendimientos promedio son Perú (128 t/ha), Guatemala (92 t/ha) y Colombia (86 t/ha), con valores superiores al promedio mundial y regional.

3.3.2. *Tamaño de las explotaciones de los cultivos energéticos*

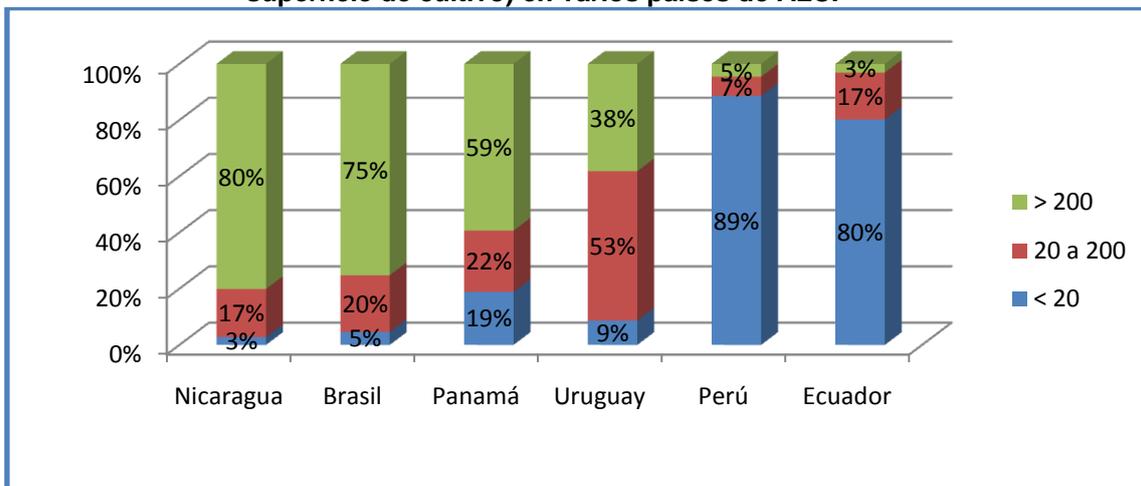
También de CEPAL (2007a), se ha recopilado información referente al tamaño de las explotaciones de cultivos energéticos, como se señala a continuación:

La distribución actual de la superficie destinada a cultivos energéticos, según el tamaño de sus explotaciones, varía según la dotación de tierra, esto es, si los países son abundantes o no en este factor. En los países con abundante dotación de tierras (más de 12 h por trabajador agrícola ocupado) predominan los cultivos en explotaciones de mayor tamaño, como en los casos de Argentina, Uruguay, Brasil, Chile y Nicaragua, entre otros. Esto implica menor número de productores (mayor concentración), menores costos de transacción y menores problemas logísticos.

Por el contrario, en los países con menor dotación de tierras (menos de 12 h de tierras agrícolas por trabajador agrícola), claramente predominan las explotaciones de menor tamaño, como en los casos de Ecuador, Perú y Panamá. En ellos la oportunidad de los cultivos para biocombustibles pasa por la asociatividad de los diversos agentes. Se tiene presente que existirá un mayor número de productores por cultivo, menores niveles tecnológicos, menor capacitación y mayores costos de transacción.

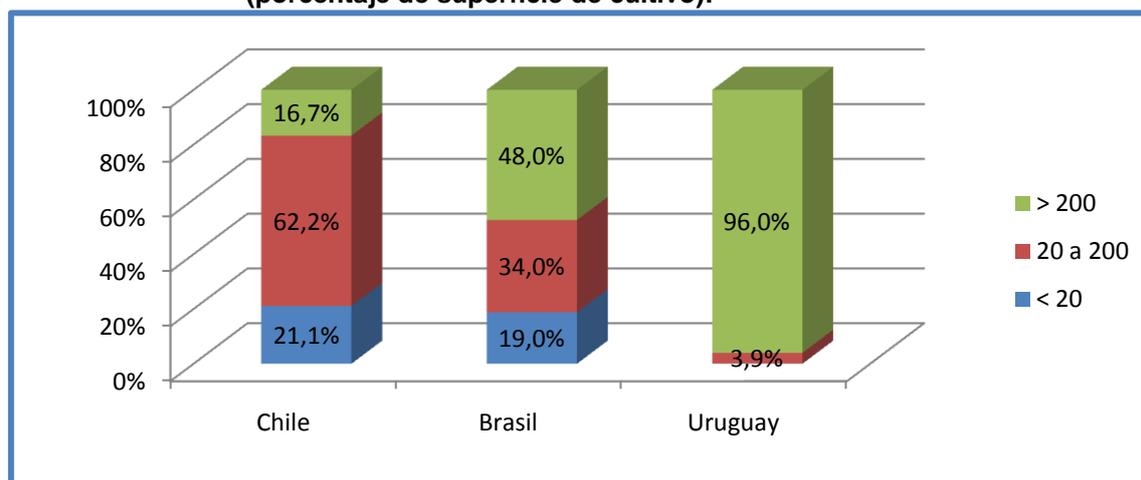
En las figuras 3.7, 3.8, 3.9 y 3.10 se ilustra el tamaño de explotaciones de cultivos agroenergéticos, a partir de la información recopilada por la CEPAL (2007a) en los censos agropecuarios nacionales, para cada uno de los países referidos.

Figuras 3.7. Tamaño de explotaciones para la caña de azúcar (porcentaje de superficie de cultivo) en varios países de ALC.



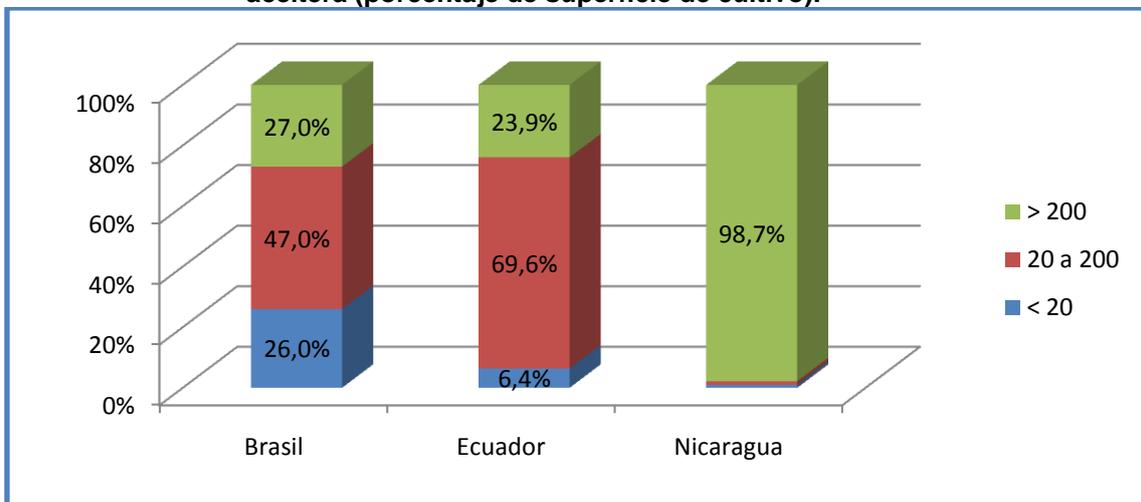
Fuente: CEPAL 2007a.

Figuras 3.8. Chile, Brasil y Uruguay. Tamaño de explotaciones para girasol (porcentaje de superficie de cultivo).



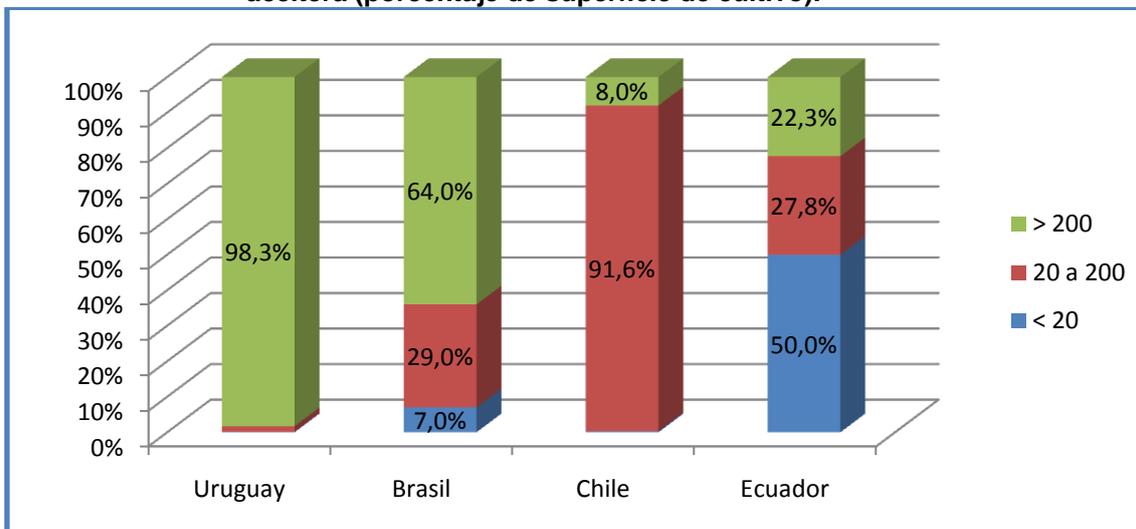
Fuente: CEPAL 2007a.

Figuras 3.9. Brasil, Ecuador y Nicaragua. Tamaño de explotaciones para palma aceitera (porcentaje de superficie de cultivo).



Fuente: CEPAL 2007a.

Figuras 3.10. Uruguay, Brasil y Ecuador. Tamaño de explotaciones para soya aceitera (porcentaje de superficie de cultivo).



Fuente: CEPAL 2007a.

3.3.3. Evolución de los precios

a. Evolución reciente 2005 - 2008

En el informe de la FAO (2008c), se ha manifestado que los precios de los productos agrícolas se han incrementado drásticamente durante los últimos tres años debido a una combinación de factores que se refuerzan mutuamente, entre los que se incluye la demanda de biocombustibles. También se afirma que los vínculos históricos entre el sector agrícola y el sector energético cada vez son más fuertes y están cambiando sus características. Las causas de esta situación han sido diversas, aunque resulta difícil cuantificar sus respectivas contribuciones.

Un estudio del IICA (Paz *et al.* 2009) ha reseñado cuatro factores que incidieron sobre la aceleración de los precios de los granos durante el año 2008:

- El aumento de la demanda para biocombustibles.
- El aumento de la demanda de países en desarrollo, especialmente de China e India.
- El bajo nivel de los inventarios de granos a nivel mundial.
- La reducción de la oferta por condiciones climáticas que afectaron las cosechas en los principales países oferentes (Australia, Estados Unidos, Unión Europea, Canadá y Ucrania).

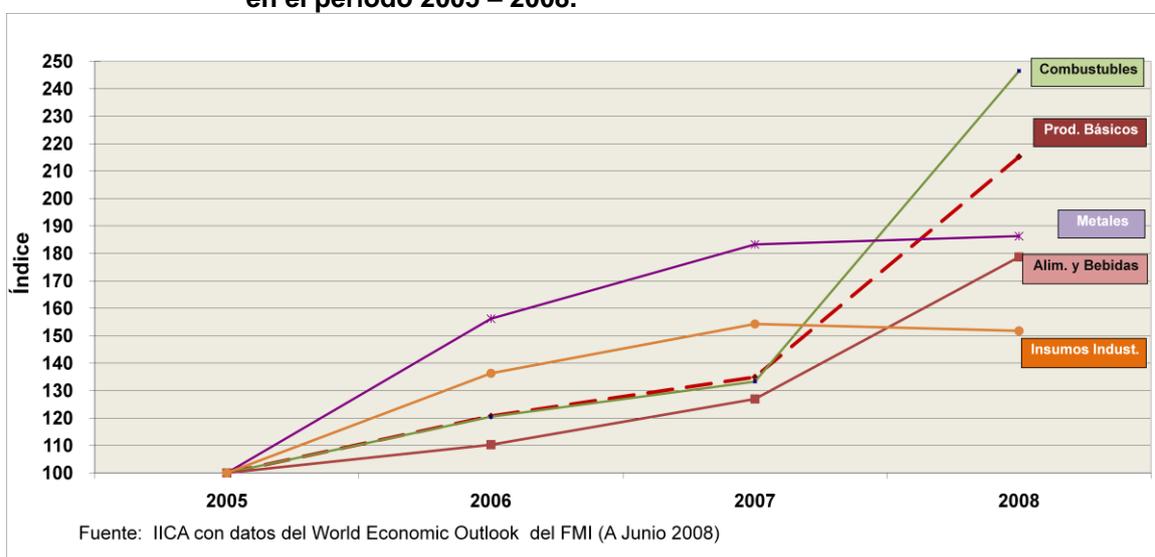
Por su parte, coincidentemente Joachim von Braun, Director *General del International Food Policy Research Institute* (IFPRI), expuso como causas de los desbalances y la volatilidad de la ecuación mundial de alimentos, el siguiente conjunto de aspectos coyunturales y estructurales (en orden de importancia de mayor a menor) (Braun 2008):

- El crecimiento del ingreso y la demanda.
- Los biocombustibles.
- La baja inversión en tecnología y productividad agrícola.
- La política de comercio y bajos inventarios.

- e. La crisis de producción debido al emergente cambio climático.
- f. La incidencia de los altos costos de los insumos agrícolas y el transporte.
- g. El crecimiento de la población.

En lo que concierne a los biocombustibles, el IFPRI ha señalado que el cambio fundamental en la determinación del precio mundial de alimentos se ha originado a partir de los precios de la energía, los cuales inciden sobre los precios agrícolas a través de los insumos (como el precio de los fertilizantes, plaguicidas, irrigación, transporte) y afectan fuertemente los precios de los productos agrícolas vía costos de oportunidad. Además, la elástica demanda de energía crea pisos y bandas de precios para los commodities agrícolas o productos básicos como los que se muestran en la Figura 3.11.

Figura 3.11. Índice de precios internacionales de productos básicos seleccionados en el período 2005 – 2008.



Fuente: Paz *et al.* 2009.

En los últimos años se ha evidenciado un conjunto de relaciones adicionales entre los mercados energéticos y agrícolas. Tradicionalmente se había considerado la energía como insumo agrícola y como rubro de costos de fertilizantes y de transporte; actualmente se le considera también como materia prima agrícola para la producción de biocombustibles.

“El reciente aumento del precio del petróleo también ha elevado los costos de la producción de productos agrícolas; por ejemplo, los precios en USD de algunos fertilizantes aumentaron en más de un 160 por ciento en los dos primeros meses del 2008 en relación con el mismo período del 2007. De hecho, el encarecimiento de la energía ha sido muy rápido y marcado, como indica el índice de precios de la energía Reuters-CRB (*Commodity Research Bureau*), que se multiplicó por más de tres desde 2003. Además, con el aumento de las tasas de flete, que se duplicaron entre febrero del 2006 y febrero del 2007; el costo de transportar los alimentos a los países importadores también ha resultado afectado.

La influencia que ejercen los precios de la energía sobre los precios de los productos agrícolas no es un fenómeno nuevo, ya que los fertilizantes y la maquinaria se emplean desde hace tiempo como insumos en los procesos de producción de productos” (FAO 2008c).

En CEPAL *et al.* (2009), se señala que recientemente, para el período 2005 – 2008, se ha creado un nuevo vínculo derivado del incremento en la demanda de algunas materias primas agrícolas para producir biocombustibles, el cual ha reforzado el vínculo entre los precios de los energéticos y los agrícolas, conforme se muestra en el Cuadro 3.7, donde se comparan las variaciones de precios entre períodos quinquenales para diferentes grupos de productos.

Cuadro 3.7. Variaciones de precios mundiales de diferentes productos, según quinquenios.

Rubros	Períodos		
	1995-2000	2000-2005	2005-08
Total de commodities	-1,6%	9,6%	16,2%
Commodities no combustibles	-6,0%	5,3%	13,5%
Combustibles	4,9%	13,3%	18,5%
Insumos industriales	-5,0%	5,5%	13,8%
Metales	-4,9%	10,2%	19,4%
Alimentos y bebidas	-6,9%	5,1%	13,3%

Fuente: IICA con datos de World Economic Outlook Database (IMF) e International Commodities Prices (FAO).

Debe aclararse que el aumento de la demanda de materias primas para producir biocombustibles no es el único aspecto determinante que ha incidido sobre el desempeño de los precios agrícolas durante el período del estudio. Se ha anotado, entre otros aspectos, el incremento de la demanda de los países emergentes, la demanda especulativa por instrumentos financieros en los mercados de productos básicos, incluidos los agrícolas; y la ocurrencia de eventos climáticos extremos sobre la oferta de alimentos (International Sugar Organization 2009 y Mielke 2009).

El precio del petróleo será fundamental para la evolución de los precios agrícolas durante la próxima década. Precios del barril por encima de US\$90-100 harían que los precios agrícolas se incrementen significativamente, no solo por el incremento de costos, sino también por el incremento en la demanda por materias primas para producir biocombustibles a expensas o en detrimento de otros cultivos alimenticios (CEAPL *et al.* 2009 y Joachim 2008).

b. Perspectivas de los precios

En el informe *US and World Agricultural Outlook 2009* publicado por el *Food and Agricultural Policy Research Institute* (FAPRI 2009), se han proyectado los precios de las materias primas y los biocombustibles.

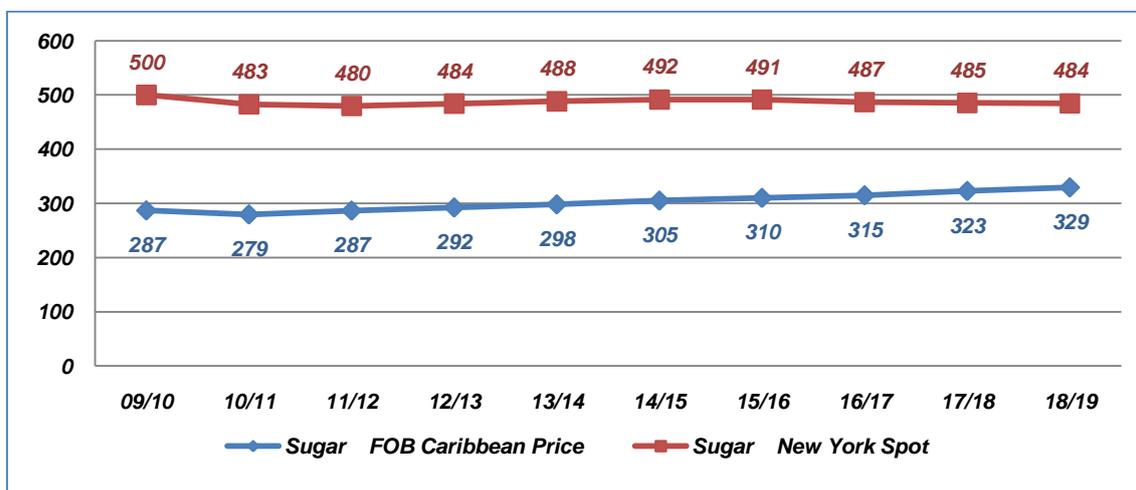
Se dice que el precio mundial del etanol se incrementó un 13,7% en el 2008, a \$0,465 por litro. Se había proyectado un decrecimiento de por lo menos un 16%, a \$0,391 por litro, en el 2009, debido a la dramática caída en los precios del petróleo aunada a una significativa reducción de las importaciones de etanol de los EE.UU. El precio del etanol continuaría su tendencia hacia la baja hasta el 2011 y después comienza a

incrementarse debido a una demanda más alta de etanol de los EE.UU. ocasionada por los mandatos de la *Energy Independence and Security Act* (EISA) en el 2007. Se proyectó que el precio mundial del biodiésel (FOB Europa Central) decrecería a \$0,988 por litro en el 2009, motivado por un precio del petróleo más bajo y una mayor oferta en el mercado mundial. Entonces, el precio se recupera como resultado de que los países de la UE alcanzan sus metas de biocombustibles y como rebote de los precios del petróleo. La producción expandida en Argentina y Brasil también contribuye al declive temporal de los precios y al incremento en las exportaciones después del inicio de los mandatos de B5 de los países. Sin embargo, el precio mundial se incrementará a \$1,469 por litro en el 2018, motivado por una demanda más alta proveniente de la UE.

Con respecto al azúcar, a pesar del déficit de producción en el período 2008-2009, la perspectiva es que el precio mundial del azúcar decline un 5%, ayudado por una reducción del 10% en los inventarios. El precio se incrementaría un 15% sobre el período de proyección, pues la caña de azúcar se utiliza en la producción de etanol en Brasil y las importaciones de azúcar de la UE, China y la India permanecen fuertes.

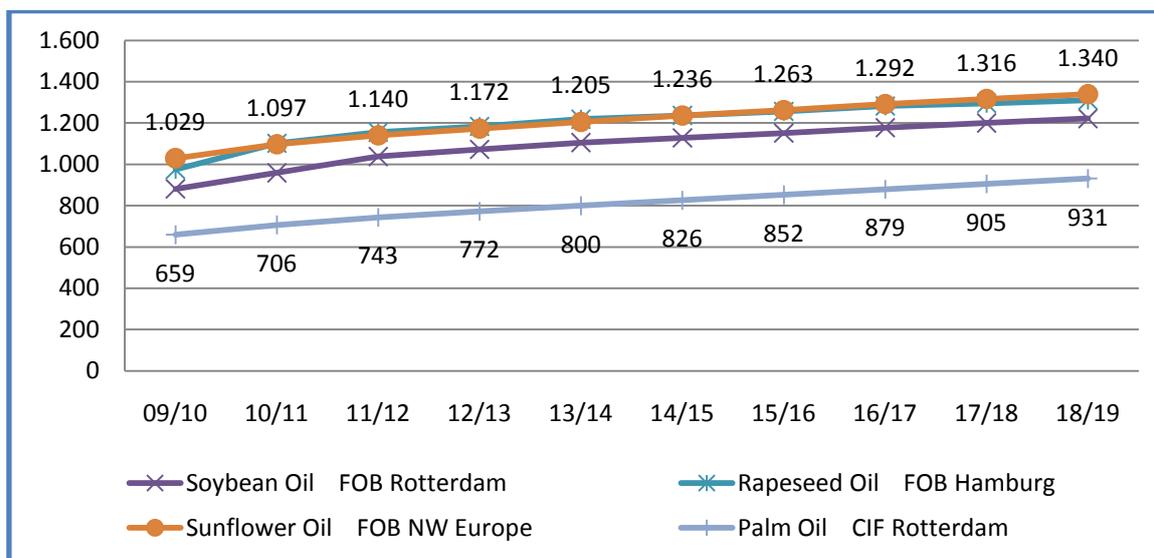
El precio mundial de las oleaginosas y del aceite vegetal se retira de la histórica alza del 2007-2008, debido a una demanda más débil. El comercio mundial de soya, torta y aceite de soya crecería 33%, 31%, y 37%, respectivamente, durante la próxima década. Argentina, Brasil, Paraguay y Estados Unidos contabilizarán el 85% de los 296 millones de toneladas de la producción mundial en el 2018-2019. El aceite de palma permanece como el más barato y más ampliamente el aceite comestible comercializado.

Figura 3.12. Proyección de precios mundiales de azúcar (US\$/t).



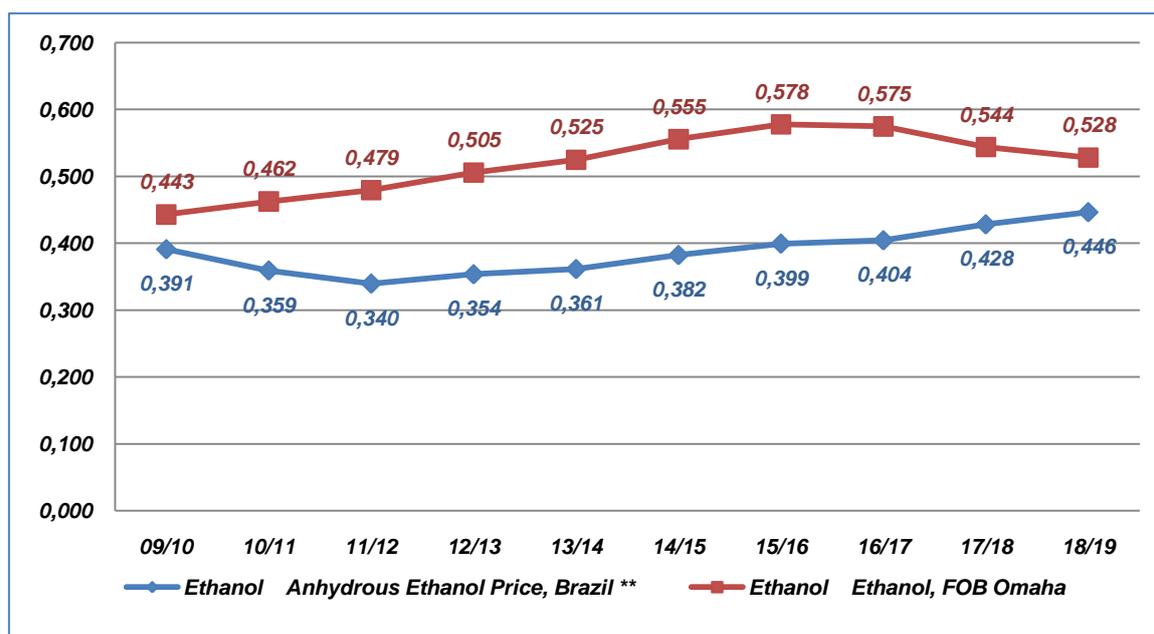
Fuente: FAPRI 2009.

Figura 3.13. Proyección de precios mundiales de aceites (US\$/t).



Fuente: FAPRI 2009.

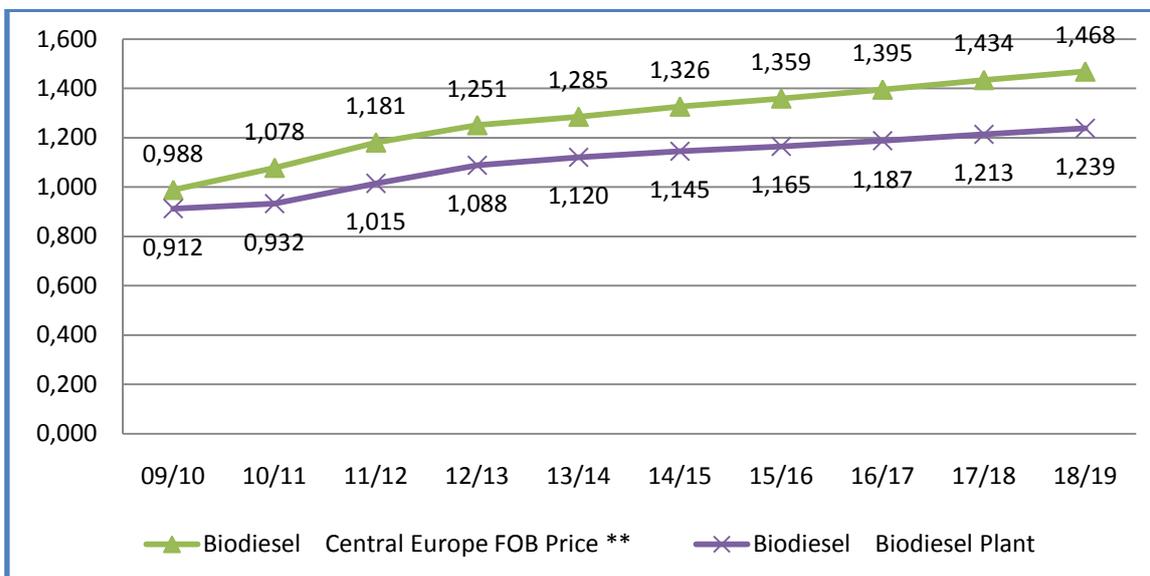
Figura 3.14. Proyección de precios mundiales del bioetanol (US\$/t).



Nota: ** Representa el precio mundial de etanol.

Fuente: FAPRI 2009.

Figura 3.15. Proyección de precios mundiales del biodiésel (US\$/t).



Nota: ** Representa el precio mundial de etanol.

Fuente: FAPRI 2009.

3.3.4. Valor agregado

En lo posible, se espera instalar industrias locales de procesamiento de biocombustibles, de sus subproductos o de otra materia prima, para aumentar el valor agregado de la producción primaria.

Los precios de las materias primas suponen un porcentaje elevado de los costos totales de producción de biocombustibles y tienen un efecto importante en la viabilidad económica.

Para mediados del 2005, los costos de las materias primas contabilizaban entre un 58% y 65% del costo total de la producción de etanol. Se incluyen, además, otros costos explícitos, como los que corresponden al equipo requerido para la producción, los agroquímicos, mano de obra y energía usada en la producción, mantenimiento y valor neto de los subproductos del proceso de producción (Kojima *et al.* 2007)

De alguna forma, los aspectos económicos de la producción y consumo de biodiésel son comparables a los del etanol. El costo de oportunidad de la materia prima usada para producir biodiésel corresponde al precio más alto del aceite vegetal en el mercado internacional.²⁰

Además del costo de la materia prima, el precio en fábrica necesita reflejar el retorno del costo de capital para la construcción de la planta de biodiésel y los costos de operación, incluido el de compra del metanol. Las ganancias de las ventas de subproductos, como la glicerina, son substraídas de los costos y se adiciona un margen normal de ganancia para arribar al costo en planta del biodiésel.

Este punto de equilibrio del biodiésel debe ser comparado con el del diésel de petróleo, tomando en cuenta la penalidad económica asociada al combustible fósil y

²⁰ Un litro de aceite vegetal produce aproximadamente un litro de biodiésel.

los beneficios ambientales provenientes de la reducción de externalidades ambientales, a pesar de que los precios actuales de los combustibles capturen o no estos aspectos.

En vista de que la mayoría de los costos de producción corresponden a la materia prima, la viabilidad comercial de cualquier biocombustible es críticamente dependiente de los precios de esta.

En el contexto del mercado y las políticas predominantes, el precio que un agricultor recibe por un cultivo de biocombustibles depende principalmente del potencial de la energía del cultivo, los costos de conversión y de transporte, y el valor de los subproductos.

Se tiene un estimado del valor monetario agregado (ganancia) por unidad de energía producida para los sistemas de producción intensiva en condiciones del trópico y en países en vías de desarrollo, como se muestra en el Cuadro 3.8.

Cuadro 3.8. Ingresos reportados en diferentes estudios seleccionados para países tropicales y en desarrollo, productores de biocombustibles (miles de US\$ / petajulio).

Sistemas bioenergéticos y actividades relacionadas	Sistema intensivo de producción campesina		Sistema intensivo de asociación de cultivos	
	Valor (miles de US\$)	Porcentaje (%)	Valor (miles de US\$)	Porcentaje (%)
Establecimiento	82,3	11,8%	54,9	9,3%
Deshierba	205,8	29,6%	126,9	21,5%
Cosecha	257,2	36,9%	257,2	43,6%
Transporte	68,6	9,9%	68,6	11,6%
Embarque	13,7	2,0%	13,7	2,3%
Administración	68,6	9,9%	68,6	11,6%
Total	696,2	100,0%	589,8	100,0%

Obs: 1/ Joule (SI unit) J = kg m² s⁻²; Petajoule (PJ) = 10¹⁵ J; 1 ton of oil equivalent (toe) = 0,00004184x10¹⁵ J

Fuente: Domac *et al.* 2005.

Los valores agregados por unidad producida de energía presentados en el Cuadro 3.8 anterior evidencian que la fase agrícola participa en un 78,3% y un 74,4% del valor total agregado. Se incluyen las labores de establecimiento, deshierba y cosecha, tanto para el sistema de producción campesino (*farmers*) como el sistema de asociación de cultivos (*intercropping*), respectivamente.

En cuanto al primer sistema de producción agrícola denominado como campesino, la explotación de cultivo se realiza mediante el sistema de producción intensiva, pero en suelos marginales. En el sistema de asociación de cultivos, la producción de biocombustible proviene de la madera con asociación cultivos intensivos.

Tácitamente, la evidencia revelada en el Cuadro 3.8 permite concluir que los proyectos agroenergéticos, basados en cultivos energéticos, generan un significativo valor agregado en los sistemas de producción agrícola.



4. Elementos para la formulación de políticas públicas

4.1. Oportunidades, desafíos tecnológicos e impactos

Más allá de una nueva opción de actividad agrícola, el surgimiento y configuración de la cadena mundial de agroenergía y biocombustibles constituye la posibilidad de protagonizar un nuevo paradigma con múltiples oportunidades y desafíos. Para los países de ALC, tanto los actuales productores como los potenciales, el desarrollo de la agroenergía y de los biocombustibles representa oportunidades en términos económicos, ambientales, sociales y estratégicos.

Los sistemas de producción de biocombustibles son de extrema complejidad. En ellos influyen múltiples factores interconectados, como los mercados domésticos y mundiales, el impacto sobre posible cambio climático, asuntos geopolíticos y decisiones sobre políticas públicas vinculadas al tema.

Además, ante los altos niveles de dinamismo e incertidumbre propios del surgimiento de una nueva actividad, sus conflictos, tensiones y riesgos latentes, se destaca el dilema “alimentos vs energía” y las potenciales externalidades negativas sobre el medio-ambiente y la biodiversidad que podrían ser generadas por una expansión descoordinada del sector a nivel mundial.

Entre los aspectos más relevantes generados por la implementación de las cadenas de agroenergía y biocombustibles, se pueden enumerar los siguientes puntos: a) reducción de la dependencia en las energías no renovables y mayor seguridad en el abastecimiento energético; b) mejoras ambientales a partir de la reducción de emisiones contaminantes; c) generación de inversiones y empleo, directo e indirecto, regional y rural, lo cual crea nuevas posibilidades de inserción para las pequeñas y medianas empresas agropecuarias y la agricultura familiar; d) diversificación productiva del sector agropecuario; e) agregación de valor a la cadena agroindustrial; y f) oportunidad para el desarrollo de economías regionales postergadas, a partir del cultivo energético en áreas marginales (Ganduglia y Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL 2009).

A pesar de que la producción de biocombustibles sigue siendo reducida en el contexto de la demanda total de energía, deben reconocerse las posibilidades de provocar ciertos efectos negativos inesperados en la tierra, el agua y la biodiversidad que resultan especialmente preocupantes. Esto realza la necesidad del desarrollo y perfeccionamiento de instrumentos como el ordenamiento territorial o la zonificación económica-ecológica, así como la implementación de buenas prácticas agrícolas (agricultura de conservación), elementos fundamentales para atenuar las externalidades negativas de la producción de biocombustibles.

De acuerdo con Gazzoni (2009), para mantener la competitividad de los sistemas de producción de biocombustibles, será fundamental que se muestren avances tecnológicos en tres grandes vertientes:

- a. En la producción de materia prima, que deberá centrarse en productos de alta densidad energética, de fácil producción y transporte, sin conflictos con la producción de alimentos o de otros productos de la agricultura. En este particular, la celulosa y la hemicelulosa son las moléculas orgánicas con más ventajas para producir energía de bajo costo. Los desechos orgánicos y las

- algas representan excelentes alternativas para el mediano plazo. Estas últimas dependen fuertemente del desarrollo tecnológico para producción masiva.
- b. En los procesos de transformación, que conduzcan a biocombustibles más eficientes y de más bajo costo, con reducido impacto ambiental adverso, más seguros para inventario, transporte y uso.
 - c. En los motores y convertidores de energía, con mejora progresiva en los actuales motores diésel (ciclo *otto*) hasta las celdas de energía. Las celdas podrán ser movidas con moléculas orgánicas de bajo costo y alta densidad energética (como los alcoholes) o con hidrógeno molecular (H₂), lo cual representa el ápex de la densidad energética de una sustancia biocombustible.

De la misma forma, es necesario potencializar la capacidad de gestión del “negocio” de biocombustibles. Existen algunas experiencias exitosas en cuanto a la producción y comercialización de biocombustibles, como el caso de la introducción del etanol en la matriz energética de Brasil. Esta experiencia podría ser objeto de un programa de cooperación para capacitar empresarios y formuladores de políticas públicas de los demás países de ALC.

A continuación se citan las principales conclusiones generadas del IV Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles (OLADE *et al.* 2009). Este evento ha sido institucionalizado por OLADE. Se realizó en la ciudad de Cali, Colombia, en abril del 2009, en coordinación con la FAO, el IICA, el Ministerio de Energía y Minas (MEN) de Colombia, con el apoyo técnico del Ministerio de Minas y Energía de Brasil, se realizó:

- Estados Unidos incrementará la cooperación estratégica con países del hemisferio, priorizando la seguridad energética y el cambio climático, ampliando la cooperación con los países en energía limpia, eficiencia energética y combustibles fósiles limpios. Además, desarrollará políticas para reforzar las inversiones en energía limpia y reducir las emisiones.
- En Brasil, los biocombustibles son considerados como elemento de la seguridad energética, dado que la dependencia de energía importada aumenta la vulnerabilidad de los países. El consumo de etanol es mayor que el de gasolina.
- En Colombia, el uso del etanol y el biodiésel responde a políticas de Estado, por lo que participan activamente actores del sector privado. Se usa el 10% de etanol en mezcla con gasolina, así como el 5% de biodiésel en mezcla con diésel.
- Hay viabilidad para utilizar mezclas etanol-gasolina al 10% a nivel mundial con las tecnologías actualmente disponibles.
- Son necesarias políticas públicas específicas para incorporar a los biocombustibles en pases interesados.
- Se definieron: a) biocombustibles de primera generación: etanol y biodiésel, producidos actualmente con procesos y tecnologías conocidas y comerciales; b) biocombustibles de segunda generación: procesos en desarrollo a mediano plazo que utilizan biomasa, residuos agrícolas y microalgas; y c) biocombustibles de tercera generación: procesos a largo plazo, que incluyen nuevos energéticos y materias primas con cambios genéticos.
- Existen ya algunas aplicaciones comerciales para la producción de biocombustibles mediante la utilización de tecnologías de segunda generación.
- Se reportaron avances importantes en el uso potencial de las microalgas, incluso en la aviación comercial.

- Es necesario optimizar variedades y procesos en las tecnologías de primera generación, por ejemplo, caña de azúcar, con mayores rendimientos (variedades existentes en Colombia) y reducción del uso del agua.
- Se destacó la introducción del ciclo de vida como herramienta de evaluación de procesos y sostenibilidad de obtención de biocombustibles.
- Se presentaron importantes experiencias en la Región sobre el uso de materias primas alternativas para producción de biocombustibles: piñón (*Jatropha curcas*), residuos del procesamiento de tilapia, uso de subproductos del café, entre otras.
- Adicionalmente, se mostraron avances en el uso de biodiésel en el sistema de transporte masivo de Bogotá, que concluyen en el beneficio ambiental de su utilización.

De acuerdo con la CEPAL (2007a), ALC tiene el potencial para satisfacer una parte importante de la demanda mundial por etanol y biodiésel. Sin embargo, la producción de biocombustibles podría implicar una expansión de la frontera de producción, lo cual impone un serio reto para el sector agrícola y posiblemente para el medio ambiente de los países de la región.

Una de las limitaciones de los biocombustibles es su alto costo de producción en relación con los combustibles fósiles (gasolina y diésel). Factores como el precio internacional del petróleo, el costo de transformación del biocombustible y el precio de los usos alternativos de los cultivos, desempeñan un papel importante en la determinación de la rentabilidad, en costos de oportunidad y, por ende, en los incentivos para producir biocombustibles. Estos aspectos deben ser considerados en el diseño de políticas públicas, de tal manera que se generen los incentivos adecuados para la producción de biocombustibles.

El aumento de cultivos energéticos puede provocar cambios importantes en la estructura agraria, como una mayor concentración de producción y tenencia, y en la aparición de nuevos tipos de actores y normas. También se generarían cambios significativos en la estructura económica, principalmente por la creación de economías de escala, y se aumentarían las presiones sobre recursos naturales, ecosistemas y sobre el empleo agrícola.

En concreto, el aumento en la demanda por biocombustibles podría generar un aumento de los precios de los cultivos energéticos y no energéticos, y una reducción de los productos derivados de la producción de biocombustibles. La ganadería y la silvicultura no estarían exentas de ser afectados por los biocombustibles. El efecto en el sector ganadero puede manifestarse a través de cambios en los precios del alimento para animales. Este efecto podría estar alineado con el objetivo de algunos países de fortalecer el ingreso de las zonas rurales.

Es importante que los países diseñen políticas de biocombustibles que promuevan y aseguren su rentabilidad. También deben determinar los beneficios de la producción de biocombustibles, de manera que alcancen a las zonas rurales y garanticen y promuevan el acceso a alimentos de los sectores más desprotegidos.

4.2. Políticas públicas

Las políticas públicas sobre los biocombustibles deben considerar, además de los objetivos nacionales relacionados con la especialización productiva (agronegocios), la mayor oferta energética para la población y la protección del patrimonio natural. Por lo

tanto, cada país tiene que definir su propia agenda y aprovechar la demanda de los países desarrollados para abrir nuevas oportunidades para el desarrollo rural sustentable.

Muchos gobiernos de países de la región han establecido metas para el mercado local y han promulgado legislaciones tendientes a desarrollar los biocombustibles, sin examinar previamente y de manera consistente los impactos que ese desarrollo podría implicar, tanto en el plano agrícola y en el uso de los recursos naturales, como en el plano social, especialmente por su efectivo aporte al combate de la pobreza y su impacto en los precios de los alimentos.

De acuerdo con la CEPAL (2008), una tarea pendiente es la definición de una agenda propia de políticas públicas que constituya un real aporte a la sustentabilidad. Para ello se debe considerar un conjunto de tareas que habría que examinar con cuidado antes de formular dichos lineamientos, como las siguientes:

- a. Investigar el balance neto de energía fósil, donde se considere, por una parte, la sustitución de los derivados del petróleo en el consumo interno, particularmente del sector transporte, en comparación con el consumo de energía de origen fósil a lo largo de todos los eslabones de las cadenas productivas de los biocombustibles. En la medida en que este balance no sea significativamente positivo, se arriesga generar otros impactos negativos sin ninguna compensación en términos de ahorro de energía fósil o en el uso de divisas para los países dependientes de las importaciones.
- b. Verificar, en el caso en que el balance anterior no sea significativamente positivo, si la introducción de los biocombustibles asegura los efectos positivos sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y si constituye una contribución real y permanente al cumplimiento del objetivo último de la Convención Marco de Cambio Climático.
- c. Evaluar, en aquellos casos que la producción de biocombustibles se realiza principalmente en monocultivos, los impactos en las condiciones sociales que definen el mercado de trabajo, la concentración de la propiedad y la distribución social de los beneficios de la explotación. Si predominaran solo los monocultivos, podría ser negativo el aporte de los programas de biocombustibles al empleo, a la reducción de las asimetrías distributivas y al desarrollo rural.

En todo caso, las situaciones de los países de ALC presentan diferencias muy marcadas, en relación con la producción y el destino de los biocombustibles. Algunos países tienen una larga tradición en la producción y utilización del bioetanol, un desarrollo tecnológico logrado en todos los eslabones de la cadena productiva, una industria automotriz madura y un mercado interno de gran magnitud. Por ello estarían en condiciones de convertirse en exportadores a gran escala de ese biocombustible. En esos países, los impactos de la producción de biocombustibles sobre la actividad agrícola podrían ser poco significativos, si al mismo tiempo se asegura un mejor manejo de los suelos, los recursos hídricos y las variedades existentes, así como la incorporación de nuevas variedades adaptables a las condiciones ecológicas.

En países de la región con escasa dotación de recursos naturales y, algunos de ellos con marcadas condiciones de pobreza o subnutrición e insuficiente cobertura de los requerimientos básicos de energía, es poco viable plantear la opción de exportación, ya que provocaría efectos negativos sobre los diferentes ámbitos del desarrollo sostenible.

La CEPAL ha insistido en que se deberían moderar los estilos de consumo energético, especialmente en los países desarrollados, por lo que el ahorro de energía parece una alternativa mucho más compatible con el desarrollo sustentable que la de los biocombustibles. Por otra parte, esta opción parece constituir tan solo una solución marginal y de corto plazo a los problemas centrales de energía y ambiente.

Desde la óptica de la sustentabilidad del desarrollo, lo correcto quizá sería satisfacer los requerimientos básicos de energía de la población propiciando políticas que promuevan el desarrollo rural. Esta orientación privilegiaría la superación de los problemas de pobreza, de indigencia y de subnutrición, así como las asimetrías distributivas y de deslocalización de pequeños productores que la producción de biocombustibles podría provocar.

A modo de ejemplo, la CEPAL considera que las políticas públicas deberían ser orientadas hacia cuatro grupos de países:

- a. Los dependientes de petróleo y/o derivados que presentan problemas de balanza de pagos por el alto costo de la factura energética y que además muestran baja cobertura de requerimientos básicos de energía de la población pobre.
- b. Los dependientes del petróleo con un nivel medio de cobertura de requerimientos básicos de energía.
- c. Aquellos que cuentan con una variada canasta de recursos energéticos y que pueden diversificar aún más su matriz energética con la producción de bioetanol y/o biodiésel, pero que son importadores de derivados.
- d. Los que poseen ventajas comparativas y una curva de aprendizaje tecnológico que les permite insertarse en el mercado mundial.

Según la CEPAL, la formulación de políticas públicas para biocombustibles requiere un enfoque multidimensional. Es decir, además de la autoridad política de energía, se necesita la participación de las autoridades de política agropecuaria, industria y transporte, hacienda, recursos naturales y medio ambiente, área social y salud y entidades regionales. Solo con un acuerdo previo, sobre bases informadas, será posible formular una política coherente sobre biocombustibles. Una vez alcanzado ese consenso en el seno del poder público, será pertinente evaluar las reacciones de los actores involucrados de la sociedad civil en general e incorporar sus contribuciones a la propuesta de política elaborada. Por eso, las reglas de juego para la inversión deben corresponder a esa racionalidad global y no solamente a la racionalidad privada.



Literatura consultada

Amorim Loiola, U. 2009. Relatório de Implantação da Unidade Técnica Demonstrativa: Agricultor Antonio de Melo Neto. Municipio Parambu, Polo de produção Inhamuns/Crateús, estado de Ceara. 2009. BR, MDA, SAF.

Bioenergía sostenible. 2007. Un marco para la toma de decisiones: Traducción informal por la Oficina de la FAO en ALC. Disponible en <http://www.oei.es/decada/biocombustible.pdf>

Bot, AJ; Nachtergaele, FO; Young, A. 2008. *Land Resource Potential and Constraints at Regional and Country Levels*. Rome, IT, Land and Water Development Division, FAO. World Soil Resources Report 90.

Brathwaite, Ch. 2009. La seguridad alimentaria en las Américas: la exigencia de un nuevo modelo de desarrollo para el siglo XXI. Posición Institucional. En COMUNIICA. p.10.

Cadavid, L. 2008. Fertilización del cultivo de la yuca (*Manihot Eesculente Crantz*). CLAYUCA – CIAT. Cali, CO. 4 p.

CEDRSSA (Centro de Estudios para el Desarrollo Rural Sustentable y la Soberanía Alimentaria). 2007. Legislación sobre el uso de biocombustibles en América Latina y el mundo. MX.

Centro Mario Molina. 2008. Normatividad de biocombustibles en el mundo. MX.

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe); IRDC (International Development Research Centre). 2007. Progreso técnico y cambio estructural en América Latina. Documento de proyecto. Comisión Económica para ALC. International Research Development Centre, CA. Disponible en <http://www.cepal.org/publicaciones/xml/9/32409/LCW136.pdf>

CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). 2007a. Biocombustibles y su impacto potencial en la estructura agraria, precios y empleo en América Latina. Razo C.; Astete-Miller, S., Saucedo, A; Ludeña, C. (LC/L.2768-P). Disponible en <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2007/00999.pdf>

_____. 2007b. Producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América Latina. Serie desarrollo productivo. no 181. Unidad de Desarrollo Agrícola. División de Desarrollo Productivo y Empresarial. Santiago, CL.

_____. 2008. Aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad del desarrollo en ALC: Elementos para la formulación de políticas públicas. Santiago de CL.

_____. 2009. Biocombustibles y comercio internacional: una perspectiva Latinoamericana.

_____; Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO); Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). 2009. Perspectivas de la agricultura y del desarrollo rural en las Américas: una mirada hacia América Latina y el Caribe.

Cortez Bezerra, JR. 2008. Módulo de produção de matéria prima na agricultura familiar. Resultado baseado na análise sócio-econômica do consórcio mamona x feijão (COOPPE/UFRJ e

Embrapa). Taller Produção de Biodiesel Através da Agricultura Familiar. Embrapa Algodão, Campinas, BR.

Domaca, J; Richardsb, K; Risovicc, S. 2005. Socio-economic drivers in implementing bioenergy projects. *Biomass and Bioenergy*. 97–106 p.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária); Centro Nacional de Pesquisa de Solos; MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). 2009. *Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar. Expandir a produção, preservar a vida, garantir o futuro*. Documentos 110, Brasília, BR. Disponible en http://www.cnps.embrapa.br/zoneamento_cana_de_acucar/

Embrapa Algodão Campina Grande. 2006. Consórcio Mamona + Amendoim: Opção para a Agricultura Familiar. Circular Técnica 104. BR.

FAPRI (Food and Agricultural Policy Research Institute). 2009. *US And World Agricultural Outlook*. Iowa, US, Iowa State University y University of Missouri-Columbia. Disponible en <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2009/text/OutlookPub2009.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación); CEPAL (Comisión Económica para América Latina y el Caribe). s.f. Oportunidades y riesgos del uso de la bioenergía para la seguridad alimentaria en ALC. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/prioridades/bioenergia/pdf/bioenergia.pdf>

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). 2001. *Unified Wood Energy Terminology UWET*. Departamento de Montes. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/008/j0926s/j0926s00.htm>

_____. 2005. Estudio de tendencias y perspectivas del sector forestal en América Latina. Informe de la subregión Amazónica. Roma, IT, Dep de Montes. ESFAL/SR/1.

_____. 2008a. Oportunidades y desafíos de la producción de biocombustibles para la seguridad alimentaria y del medio ambiente en ALC, 30ª Conferencia Regional de la FAO para ALC, Brasília, Brasil.

_____. 2008b. Bosques y energía. Cuestiones clave. Roma, IT, Montes 154. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s00.pdf>

_____. 2008c. El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Biocombustibles: perspectivas, riesgos y oportunidades. Roma, IT. Disponible en <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/011/i0100s/i0100s.pdf>

_____. 2008d. Panorama del hambre en ALC. Disponible en <http://www.rlc.fao.org/es/politicas/pdf/panorama.pdf>

_____. 2008e. Año internacional de la papa. Roma, IT. Disponible en <http://www.fao.org/docrep/011/i0500s/i0500s00.htm>

_____. 2009a. Cómo alimentar al mundo en el 2050. Desafíos en relación con la alimentación y la agricultura planteados por el cambio climático y la bioenergía. Roma, IT, Secretaría del Foro de Alto Nivel de Expertos. Consultado 13 oct. 2009. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/Issues_papers_SP/cambio_clim%C3%A1tico_y_la_bioenerg%C3%ADa.pdf

_____. 2009b. Declaración de la Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria. no. 30. Cumbre Mundial sobre la Seguridad Alimentaria (16–18 nov.). Roma IT. Disponible en http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/Summit/Docs/Final_Declaration/K6050S_WSFS_OEWG_06.pdf

Fraiture, Ch De, Giordano, M; Liao, Y. 2007. *Biofuels and implications for agricultural water use: blue impacts of green energy*. Colombo, LK, International Water Management Institute. Disponible en <http://www.iwmi.cgiar.org/EWMA/files/papers/Biofuels-Charlotte.pdf>

Ganduglia, F; Equipo de Proyectos de Biocombustibles de ARPEL. 2009. Manual de biocombustibles. UY, ARPEL, IICA.

Gazzoni, DL. 2009. Biocombustibles y alimentos en ALC. San José, CR, IICA. Disponible en <http://www.iica.int/Esp/organizacion/LTGC/modernizacion/Publicaciones%20de%20Modernizacion%20Institucional/B1569E.pdf>

IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura). 2005. Informe de la Secretaría sobre el proceso ministerial “Agricultura y Vida Rural en las Américas”.

_____. 2007a. Atlas de la agroenergía y los biocombustibles en las Américas: 1. Etanol; San José, CR.

_____. 2007b. Preguntas y respuestas más frecuentes sobre biocombustibles. San José, CR.

_____. 2007c. Acuerdos ministeriales hemisféricos: Plan AGRO 2003-2015 para la agricultura y la vida rural de las Américas: Bávaro 2001- Panamá 2003 – Guayaquil 2005 – Guatemala 2007. San José, CR.

_____. 2009a. Atlas de Biodiésel. San José, CR. En prensa.

_____. 2009b. Agricultura de ALC: bastión ante la crisis mundial y motor para el desarrollo futuro. IICA – San José, CR. IICA. 28 p; 15 cm. Disponible en <http://www.iica.int/Esp/conocimiento/actualidad/Documentos%20Seguridad%20Alimentaria/Agricultura%20en%20ALC.%20Basti%C3%B3n%20ante%20la%20crisis%20y%20motor%20del%20desarrollo%20futuro.%20Espa%C3%B1ol.pdf>

_____. 2009c The Position of the Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture on Food Security for the Americas. Permanent Council of the Organization of American States. Disponible en <http://www.iica.int/Esp/conocimiento/actualidad/Documentos%20Seguridad%20Alimentaria/IICA.%20Addressing%20Food%20Security.pdf>

International Sugar Organization. 2009. *Sugarcane ethanol and food security*. MECAS(09)07 Market Evaluation Statistics Committee. London, UK.

Joachim, VB. 2008. El aumento en los precios de los alimentos ¿Qué hacer? IFPRI. Perspectiva de Políticas Alimentarias. International Food Policy Research Institute (IFPRI). Disponible en <http://www.ifpri.org/sites/default/files/publications/bp001sp.pdf>

Johnston, M; Foley, JA; Holloway T; Kicjarol, Ch; Monfreada, Ch. 2009. *Resetting global expectations from agricultural biofuels*. Environmental. Research Letters. 4-014004:9. Disponible en http://www.iop.org/EJ/article/1748-9326/4/1/014004/erl9_1_014004.pdf?request-id=f7eaac1d-97fb-4eee-bf7d-5e47648f07ea

Kojima, M; Mitchell, D; Ward, W. 2007. *Considering Trade Policies for Liquid Biofuels Renewable*. Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). The World Bank. Energy Special Report 004/07. Disponible en http://siteresources.worldbank.org/INTOGMC/Resources/Considering_trade_policies_for_liqu_id_biofuels.pdf

Mielke, T. 2009. *World Supply, Demand and Price Outlook for Oilseeds, Oils / Fats and Oilmeals Opportunities & Challenges for Can. Canola*. Annual Convention of the Canadian Canola Council in Toronto, CA.

OLADE (Organización Latinoamericana de Energía). 2009. Legislación de Biocombustibles en ALC. Disponible en <http://www.olade.org/legislacionBio.html>

_____; FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación); IICA (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura); Ministerio de Energía y Minas, CO; Ministerio de Minas y Energía, BR. 2009. IV Seminario Latinoamericano y del Caribe de Biocombustibles. Informe final. Disponible en <http://www.olade.org.ec/biocombustibles/informe.html>

Paz, J; Benavides, H. 2009. Evolución de los precios de productos agrícolas: Posible impacto en la agricultura de ALC. En: COMUNIICA. IICA. Año 4 segunda etapa.

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación). 2009. Producción de Maíz en México. Diapositivas. Coordinación General de Comunicación Social. Disponible en (comusoc@sagarpa.gob.mx).

SAGARPA (Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación); SIAP (Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera). s.f.a. Descripción del maíz. MX.

_____. sf.b. Situación actual y perspectivas del maíz en México 1996-2012. MX.

Silveira, MA da. 2008. Batata-doce: uma nova alternativa para produção de etanol. Projeto Batata Doce: A Bioenergia na Agricultura.

SUDENE (Superintendency for the Development of the Northeast). PROIMA (Programa Nacional de Incentivos y Cultura de Mamona). 1989. Recife, PE, BR.

Sepúlveda, S. 2007. Potencial de la agricultura y los territorios rurales para producir bioenergía. Serie Cuaderno Técnico de Desarrollo Rural no. 37. IICA. San José, CR. Disponible en http://www.iica.int/esp/regiones/sur/argentina/varios/ct_37.pdf

SNV (Servicio Holandés de Cooperación al Desarrollo). 2008. Estudio Comparativo de la Legislación Latinoamericana sobre Biocombustibles, Tegucigalpa, HN.

_____. 2009a. Desarrollo de una cadena de valor de biocombustibles en una plantación de palma africana. El caso de Hondupalma, Tegucigalpa, HN.

_____. 2009b. Producción más Limpia y el Mecanismo de Desarrollo Limpio. HONDUPALMA. Estudios de caso. Tegucigalpa, HN.

UN (Naciones Unidas). 2007. Bioenergía sostenible: un marco para la toma de decisiones. Trad. Oficina de la FAO en América Latina y el Caribe. Disponible en <http://www.oei.es/decada/biocombustible.pdf>

_____. 2009. The United Nations World Water Development Report 3: Water in a Changing World. París, World Water Assessment Programme, UNESCO, Earthscan.

UNICA (Unión de Industria de Caña de Azúcar). *Avaliação da área de cana disponível para colheita na safra 2008/09*. Disponible en <http://www.unica.com.br/dadosCotacao/estatistica>

Braun, J von. 2008. Why Are They Rising, Who Is Affected, How Are They Affected, and What Should Be Done? (Ponencia). En Conferencia Addressing the Challenges of a Changing World Food Situation: Preventing Crisis and Leveraging Opportunity. Washington, DC, USAID.

Wassenaar, T *et al.* 2007. *Projecting land use changes in the Neotropics: The geography of pasture expansion into forest*. Global Environmental Change 17. 86-104 p.



Anexo 1



Southern Advisory Group Proposal on Regional Evidence Generation and Policy & Institutional Mapping on Food & Bioenergy

Rationale

Bioenergy concerns are top of the global agenda, given the rising global demand for energy, expected fossil fuel shortages and the adverse effects of fossil energy consumption on our environment and climate. As an important energy alternative, bioenergy offers many opportunities, but poses a number of risks and trade offs that include a) that it compromises the food supply of the poorest and the most food insecure (FAO 2006) and b) that the accompanying diversion of land from food to fuel commodities is increasing food prices and reducing food availability in some regions.

Governments of developed and developing economies alike are quick to respond to the energy challenge by formulating and putting in place bioenergy policies and programs.

Developed economies, as main energy consumers, are into developing sourcing strategies while developing countries, particularly those from the South, are looking into possibilities of becoming major producers and exporters. Concerns, however, are mounting as to whether caution in terms of careful planning and assessments have been undertaken in the process, given the emerging food and energy conflict. While there may have been early indications of success in reconciling the seeming food and bioenergy conflict, as in the case of Brazil, still several questions are raised and needing answers, such as: How was it made possible?; Is it sustainable?; Can it be replicated?

A well thought out program needs to mainstream bioenergy into development and poverty reduction strategies wherein the poor and rural population are considered. The concern, however, is that many developing economies have already embarked on large scale jathropha production and yet the negative impacts of this on local livelihoods and the environment remain to be assessed. Bioenergy production and policies need to be based on a broad cost/benefit analysis at multiple scales and for the entire production chain (Kavanagh, 2007). Likewise, for such a development initiative to succeed, requires a coherent cross sectoral government intervention and policies that integrate the concerns of agriculture and food security, energy, environment and even trades.

This premise underscores the need for a) a broader understanding of the extent of the issues and concerns surrounding food to bioenergy conversion and b) the accompanying policy/institutional dimensions as input to the development of an appropriate and truly responsive food and bioenergy programs in developing economies. It is along this line that this proposal on Regional Evidence Generation and Policy and Institutional Mapping on Food and Biofuel for the Africa, Asia and Latin American regions, is proposed. It will generate evidence on the impact of converting food crops into bioenergy and provide supporting documentation for the formulation of pro-poor policies.

Objectives:

The project will undertake rapid assessments to provide an understanding of the current initiatives on food and bioenergy in Africa, Asia and Latin America and their consequent effects on food availability and livelihood opportunities to smallholder farmers.

Specifically the project will:

- a. Generate regional evidence on the frequency of the conversion of cash food crops to biofuels.
- b. Determine perceived issues and concerns of this conversion by sector (regional, national, household).
- c. Establish early indication of the impact (trends, patterns) to anticipate future scenarios.
- d. Undertake policy and institutional mapping as well as analysis to better understand the policy and institutional dimensions of the food and bioenergy interphase.

All of these will lead to informed policy formulation and an enabled policy environment in respective regions. This will cushion the impact of, or tap opportunities for, smallholder farmers in case of adverse or favorable effects, respectively.

Project Components and Implementing Strategies

The project will comprise two parallel activities:

- | | |
|-------------|----------------------------------|
| Activity 1: | Evidence generation |
| Activity 2: | Policy and institutional mapping |

Evidence generation in Part 1 is a broad based activity that will provide a general understanding, by region, of the magnitude of food to biofuel conversions, the ensuing and predominant concerns/ issues and give an early indication of their impact on food access and availability as well as livelihood sustainability of smallholder farmers. Part 2 will enable a deeper understanding by documenting the policy and institutional background in which these conversions occurs.



Estudio para la generación de evidencia regional y mapeo político – institucional sobre alimento y bioenergía

Anexo 2

SAG's Study on Regional Evidence Generation and Policy and Institutional Mapping on Food and Bioenergy General Guidelines for Regional Fora					
Project Mobilization		Each regional For a to Identify an individual or group in the region to conduct the study, discuss on the methodology and schedule			
Area Selection & preparatory activities <i>(An introduction on the relevance of the study in the region, review of Literature to support Area selection & a firmed up Methodology shall comprise the first part of the study report)</i>		a. Decide on best approach for the region while keeping activities within the context & schedule of approved study document. b. Select region where food to energy crop area conversion is predominant ;Select at least 2 sites in the region as study area c. Research Instrument Preparation (design, pretest, etc)			
Period Covered		As much as possible, focus on the last 3 years (2005-2008) as the period covered by the study. In case of policy mapping component, include policies that are enacted before 2005, are still in effect and have bearing on the areas being covered			
Data Collection and Processing					
Evidence Generation			Policy and Institutional Mapping		
1.Foodcrop to bioenergy crop area (may wish to limit on predominant crops)	Type of crop areas converted	Rate of conversion	1. Inventory of policy initiatives that have bearing on food- bioenergy conversion activities in the area of study as well as the initiating/implementing institutions	Policies	Institutions
	a. rice b. maize c.	a. b. c.		a. b. .	a. b. .
2.Food to bioenergy crop conversion impact by level			2. Policy and Institutional Assessment		
a. Profile/ Characterize samples of households, the communities, regions/ country under study	households (socio economic profile, etc) Communities/regions (socio economic activities, presence absence major services, governance, etc		a. Profile policy effectiveness, weaknesses, failure in general (country/regional level) in particular on the specific area under study	Policy itself	implementation
b. Early indications of impact			Results and Analysis		
i.Farm household (representative samples only)	Changes in Farm systems, food security (availability, access, consumption, etc), income /livelihood sustainability, access to resources, other indicators		1. Enumeration of Policy Issues &Concerns	Policy itself	Implementation
			2. Policy Gaps, Entry points & Areas for action		
ii.community, regional,country	*Major developments during study period *impact on livelihood, health, environment, etc		Input findings to Evidence Generation Component of the Study		
Results, Analysis and Validation					
1. Enumeration of Issues and Concerns; social, economic, environmental, policy, governance (Validated through multi stakeholder consultation/presentation of results)					
2. Identification of Gaps / Entry points , measures already undertaken to address them and Areas for further action (by whom)					
Report Preparation					
Prepare Regional Report, (Introduction, review of literature, Methodology, Analysis & Results and Recommendation (provide additional information as may be required by study integration (that may have been missed & still within context of approved study)					



Programa Hemisférico de Agroenergía y Biocombustibles
Programa Cooperativo de Investigación, Desarrollo e Innovación
Agrícola para los Trópicos Suramericanos
