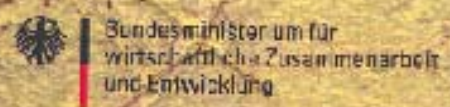


# **APORTES DE LOS BIOCOMBUSTIBLES A LA SUSTENTABILIDAD DEL DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE**

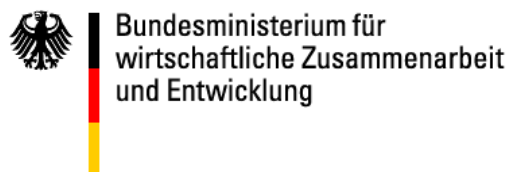
## **ELEMENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS**





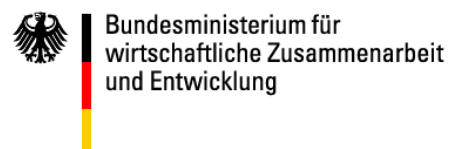
# **APOORTE DE LOS BIOCOMBUSTIBLES A LA SUSTENTABILIDAD DEL DESARROLLO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE:**

## **ELEMENTOS PARA LA FORMULACIÓN DE POLÍTICAS PÚBLICAS**



**Aporte de los biocombustibles  
a la sustentabilidad del desarrollo  
en América Latina y el Caribe:  
Elementos para la formulación de políticas públicas**

**Héctor Pistonesi  
Gustavo Nadal  
Víctor Bravo  
Daniel Bouille**



Este documento fue preparado por los consultores de CEPAL, Héctor Pistonesi, Gustavo Nadal, Víctor Bravo y Daniel Bouille. Contó con la revisión, elaboración de partes del mismo y coordinación de Fernando Sánchez Albavera, Director de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL) y de Hugo Altomonte Jefe de la Unidad de Recursos Naturales y Energía de esa División.

También contó con el aporte y comentarios de Fernando Cuevas, Jefe de la Unidad de Energía de la Sede Subregional de CEPAL en México, Manlio Coviello y Jean Acquatella, Oficiales de Asuntos Económico de la División de Recursos Naturales e Infraestructura de la CEPAL. Este documento se elaboró en el marco del proyecto "*Towards sustainable and equitable globalization. Component 2: Sustainable development, integrated management of natural resources and climate change*" GER/06/002, que se lleva a cabo con el apoyo financiero del Gobierno de Alemania.

Las opiniones expresadas en este documento, que no ha sido sometido a revisión editorial, son de exclusiva responsabilidad de los autores y pueden no coincidir con las de la Organización.

Publicación de las Naciones Unidas

LC/W.178

Copyright © Naciones Unidas, marzo de 2008. Todos los derechos reservados  
Impreso en Naciones Unidas, Santiago de Chile

La autorización para reproducir total o parcialmente esta obra debe solicitarse al Secretario de la Junta de Publicaciones, Sede de las Naciones Unidas, Nueva York, N. Y. 10017, Estados Unidos. Los Estados miembros y sus instituciones gubernamentales pueden reproducir esta obra sin autorización previa. Sólo se les solicita que mencionen la fuente e informen a las Naciones Unidas de tal reproducción.

## Índice

Índice .....	3
Resumen Ejecutivo .....	5
Introducción .....	9
Capítulo I .....	11
Contexto internacional de los biocombustibles .....	11
1.1 Motivaciones que impulsan las políticas de biocombustibles en la agenda mundial ....	13
1.2 La agenda mundial: visión desde diferentes países y regiones .....	15
1.3 Principales metas de la política de sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles.....	18
1.4 Sustentabilidad de las metas de penetración de biocombustibles.....	25
1.5 Los biocombustibles de segunda generación en América Latina y el Caribe .....	33
1.6 Principales conclusiones e interrogantes respecto al contexto mundial de los biocombustibles.....	33
Capítulo II .....	35
Los biocombustibles en el marco de la política energética .....	35
2.1 Algunos aspectos relevantes de la situación energética de la región .....	36
2.2 Aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad energética .....	38
2.3 Ámbitos a tomar en cuenta para el análisis de las políticas de biocombustibles y su vinculación con las dimensiones de desarrollo sustentable.....	44
Capítulo III .....	53
Situaciones “estilizadas” para el desarrollo de los biocombustibles .....	53
3.1 Criterios para la identificación de situaciones estilizadas .....	55
3.2 Esquemas estilizados con respecto a los “ámbitos” del desarrollo sustentable.....	61
3.3 Tipología de países para el bioetanol .....	62
3.4 Tipología de países para el biodiesel.....	72
Capítulo IV .....	77
Hacia una agenda propia de las políticas de los biocombustibles .....	77
4.1 Lineamientos de políticas públicas que aporten a la sustentabilidad del desarrollo.....	77
4.2 Principales factores que pueden conspirar contra la posibilidad de fijar una agenda propia en materia de biocombustibles .....	83
4.3 Evaluación de las políticas sobre biocombustibles .....	84

## Resumen Ejecutivo

Frente a las crecientes dificultades para asegurar el abastecimiento de petróleo y derivados, y la fuerte alza en sus precios, la adopción de los programas de biocombustibles por parte de los países desarrollados, particularmente Estados Unidos y la Unión Europea, plantea una serie de oportunidades, desafíos y riesgos para los países de la región. Es por ello que el desarrollo de la producción de biocombustibles debe plantearse en el marco de políticas nacionales para que pueda expresarse en un avance simultáneo en crecimiento económico, protección del patrimonio natural y en equidad social.

Las políticas públicas sobre los biocombustibles no deberían descuidar los objetivos nacionales que tienen que ver no sólo con la especialización productiva –Agronegocios– sino con la mayor cobertura energética de la población y la protección del patrimonio natural. Por tanto cada país tiene que definir su propia agenda y aprovechar la demanda de los países desarrollados para resolver sus propios problemas, y para abrir nuevas oportunidades para el desarrollo rural sustentable.

Dada la complejidad y multidimensionalidad que presenta la formulación de políticas públicas sobre biocombustibles, en este trabajo se puede constatar que sólo bajo ciertas condiciones de implementación es posible garantizar el aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad del desarrollo.

Un buen número de 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 en su efectivo aporte al combate a la pobreza y su impacto en los precios de los alimentos.

Por tanto, una tarea pendiente es la definición de una agenda propia de políticas públicas que constituya un real aporte a la sustentabilidad del desarrollo. Es decir, a pesar de las conveniencias que la producción de biocombustibles puedan aportar, desde el punto de vista micro económico, especialmente en el plano de los intereses de los agronegocios, desde la perspectiva de la sustentabilidad del desarrollo, se plantean un conjunto de interrogantes que

habría que examinar con cuidado antes de formular dichos lineamientos. Sería entonces importante:

- investigar el balance neto de energía fósil, considerando 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 a provocar otros impactos negativos sin compensación alguna en términos de ahorro de energía fósil o en el uso de divisas para los países dependiente de las importaciones.
- 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 constituye una contribución real y permanente al cumplimiento del objetivo último de la Convención Marco de Cambio Climático.
- evaluar en aquellos casos que la producción de biocombustibles se base 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 sólo los monocultivos, el aporte de los programas de biocombustibles al empleo, la mejora de las asimetrías distributivas y al desarrollo rural podría resultar negativo.

En todo caso, dentro de la región las situaciones de los países presentan diferencias muy marcadas, con relación a la producción y destino de los biocombustibles, con la dotación de recursos naturales, con la experiencia previa y el desarrollo tecnológico en la materia, con la disponibilidad de alternativas energéticas para el transporte, en el grado de cobertura de los requerimientos básicos de energía y respecto de las condiciones de pobreza y subalimentación. En consecuencia, no es válido expresar la conveniencia o no de la adopción de los programas de biocombustibles de manera generalizada.

Los países que 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 estarían en condiciones de convertirse en exportadores a gran escala de ese biocombustible. En el caso de los principales exportadores de aceite vegetal y que disponen además de abundantes recursos naturales, existen actores dispuestos a incursionar en el negocio de exportación de biodiesel. Sin embargo, estos casos, tales alternativas podrían implicar serios riesgos de deterioro de sus recursos naturales y a la biodiversidad y profundizar las asimetrías sociales.

En general, los impactos sobre la actividad agrícola podrían ser en general poco significativos, si es que la producción de biocombustibles no permitiera una mayor incorporación del progreso técnico para obtener una mayor productividad de los cultivos preexistentes, y para una ampliación sustentable de la frontera agrícola. Pero, al mismo tiempo deberían asegurar un mejor manejo de los suelos y recursos hídricos y un mejoramiento de las variedades existentes, y de ser conveniente, 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 y/o subnutrición e insuficiente cobertura de los requerimientos básicos de energía, no resulta sostenible plantear la opción de exportación ya que la misma provocaría efectos negativos sobre los diferentes ámbitos del desarrollo sostenible.

CEPAL ha venido insistiendo en que no es conveniente aumentar solamente la oferta, que a escala planetaria puede tener consecuencias imprevisibles, en un contexto de consumos de

energía fuertemente crecientes. Debería darse mayor prioridad a moderar los estilos de consumos, 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.

Dada la escasa experiencia nacional y regional en la formulación de políticas públicas, en este trabajo se analizan a modo de ejemplo, algunas situaciones tipo para reflejar la complejidad del análisis que se propone. 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.

Estos problemas tienen un alcance superior y van mucho más allá de lo que en este documento se pretende tratar. En este trabajo se considera, a modo de ejemplo, la formulación de políticas en cuatro situaciones tipo que se resumen en países:

- 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;
- dependientes del petróleo con un nivel medio de cobertura de requerimientos básicos de energía;
- que cuentan con una variada canasta de recursos energéticos y pueden diversificar aún más su matriz energética con la producción de bioetanol y/o biodiesel, pero que sin embargo son importadores de derivados;
- cuyas ventajas comparativas y curva de aprendizaje tecnológico que le permiten insertarse en el mercado mundial.

Finalmente, este trabajo plantea que la racionalidad global que debe primar en la formulación de políticas públicas para la producción y uso de biocombustibles es multidimensional y requiere por tanto de una conducción centralizada. Esto es, además de la autoridad política de energía, resulta necesaria la participación de las autoridades de política agropecuaria, de la industria y el transporte, de hacienda, de recursos naturales y medio ambiente, del área social y de salud y de las entidades regionales. Sólo con un acuerdo previo, sobre bases informadas, resulta posible formular una política coherente sobre biocombustibles. Una vez alcanzado ese consenso en el seno del poder público, resulta 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.



## Introducción

El presente estudio adopta una visión integral e intersectorial de la problemática planteada por la formulación de políticas públicas en biocombustibles y su aporte a la sustentabilidad del desarrollo de los países de la región.

Para ello el trabajo se dividió en cuatro capítulos. El primero que trata sobre el contexto internacional, procura demostrar las motivaciones que impulsan las políticas en biocombustibles en la agenda mundial, y los desafíos e interrogantes planteados por las metas de su penetración en los mercados tanto de los países desarrollados como las de países en desarrollo.

Dado que la política que se formule sobre los biocombustibles se debe situar en el marco de la política energética, en el segundo capítulo se analizan los aspectos relevantes de la situación energética regional, así como las dimensiones a considerar entre esas políticas y la vinculación con las dimensiones del desarrollo sustentable.

En el tercer capítulo, se presentan situaciones denominadas “estilizadas” para el desarrollo de los biocombustibles, analizando tipologías de países para el bioetanol y para el biodiesel.

En el cuarto, se diseñan posibles caminos a recorrer hacia una agenda propia de las políticas sobre biocombustibles donde se incluyen lineamientos de políticas que aporten a la sustentabilidad del desarrollo, aquellos factores que pueden conspirar contra esa propia agenda y la forma en que deberían evaluarse las políticas en materia de biocombustibles.

Dado que los biocombustibles pueden obtenerse en base a diversos productos agropecuarios que van desde las plantas herbáceas y leñosas hasta diferentes tipos de residuos agrícolas y ganaderos, en el contexto de este trabajo fue necesario precisar qué tipo de biocombustibles serán analizados.

Etimológicamente el término “biocombustibles” debería considerar a los combustibles obtenidos a partir de fuentes biológicas. Pero resulta que tanto el petróleo como el gas natural (al menos según las teorías prevaletentes en cuanto a su origen orgánico) también son de origen biológico (el fitoplancton y zooplancton descompuestos a grandes profundidades originaron estos hidrocarburos). El carbón mineral proviene, a su vez, de la descomposición de acumulaciones de materia boscosa, cubiertas por aguas y sedimentos minerales. Es decir que éstos combustibles fósiles, en última instancia, también provienen de la fotosíntesis. La diferencia entre el petróleo, el gas natural y el carbón mineral y los denominados “biocombustibles” es que los primeros no son renovables y los segundos sí.

En este documento se analizará exclusivamente la problemática del bioetanol y el biodiesel, cuya producción proviene de cultivos de la agricultura y la silvicultura.

El término “biocombustibles” se utiliza para referirse a los combustibles obtenidos de la biomasa, la cual incluye, por ejemplo, a cultivos, leña, carbón vegetal y biogas. La primera generación de “biocombustibles” está basada esencialmente en cultivos agrícolas y la segunda generación en materias primas provenientes de la silvicultura (bosques naturales o plantaciones con finalidades energéticas) y de residuos de ambos orígenes.

Por biocombustibles se entiende a los “combustibles renovables de origen biológico que incluyen a la leña, estiércol, biogas, biohidrógeno, bioalcohol, biomasa microbiana, desechos agrícolas, cultivos para combustibles, etc”<sup>1</sup> y por Agrocombustibles “a los biocombustibles obtenidos a partir de monocultivos, tales como soja, caña de azúcar, maíz, etc”.<sup>2</sup>

Por lo tanto el bioetanol y el biodiesel, a los que se hará referencia en este documento, son un tipo particular de agrocombustibles, pero para los efectos de este trabajo se mantendrá la denominación de biocombustibles.

Por bioetanol se entenderá un combustible renovable, complementario o sustituto de las naftas o gasolinas, producido a partir de azúcares, almidón o celulosa, contenido en diferentes materias primas vegetales:

- De los azúcares, comúnmente sacarosa, contenido en cultivos como la caña de azúcar o la remolacha azucarera; se obtiene bioetanol mediante un proceso de fermentación y destilación
- Del almidón contenido en semillas de cereales como el maíz, el trigo, el sorgo o en tubérculos como la yuca o mandioca se obtiene bioetanol mediante un proceso de hidrólisis, sacarificación, fermentación y destilación
- De la celulosa proviene de materias primas lignocelulósicas como árboles, arbustos, rastrojos de cultivos y desechos celulósicos se obtiene bioetanol a través de una hidrólisis avanzada, fermentación y destilación.

Por **biodiesel** se entenderá un combustible renovable complementario o sustituto del combustible diesel o gas oil, producido a partir de lípidos (ácidos grasos) como los aceites vegetales obtenidos de la palma aceitera, la soja, el girasol, el ricino o el algodón, la colza, la jatropha, de grasas animales y de algas. El proceso clave es la esterificación que consiste en combinar el aceite, o la materia grasa, con un alcohol ligero (como el metanol o el bioetanol) en presencia de un catalizador como podría ser el hidróxido de sodio.

Se puede hablar entonces de bioetanol y de biodiesel de “primera generación”, cuando son obtenidos a través de las materias primas provistas por los cultivos y procesos industriales mencionados; y de bioetanol, de “segunda generación” cuando es obtenido a partir de materias primas lignocelulósicas.

El desarrollo de la producción de bioetanol de primera generación está limitado por la disponibilidad de tierras para la obtención de materias primas ricas en azúcares y almidón.

Esto llevaría a pensar en la conveniencia del bioetanol de “segunda generación” por la mayor disponibilidad de materias primas proveedoras de celulosa y por la no competencia con productos agrícolas destinados tradicionalmente a la producción de alimentos.

---

<sup>1</sup> Hazell, P. y R.K. Pachauri “Bioenergy and agriculture: promises and challenges. Overview. IFPRI Focus 14, N° 1, Washington. 2006.

<sup>2</sup> Otra referencia importante es la de la UWET (Unified Wood Energy Terminology) presentada por la FAO en fines de la década pasada y adonde ya se conceptúan los agrocombustibles, como una categoría de los biocombustibles.

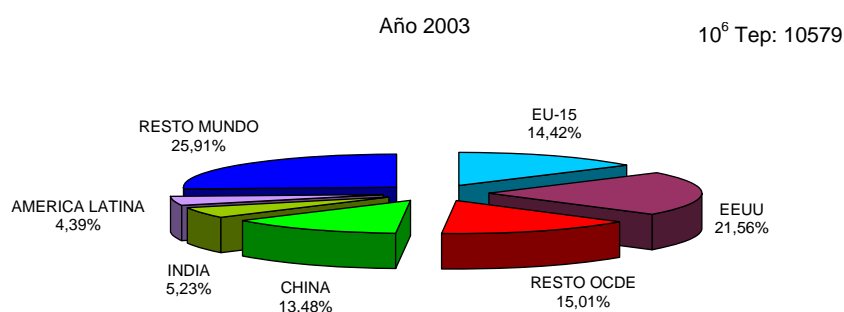
# Capítulo I

## Contexto internacional de los biocombustibles

Entre los principales aspectos de naturaleza estructural que caracterizan al contexto energético mundial, pueden destacarse los siguientes:

- *Las diferencias en el nivel de desarrollo que explican la desigual distribución del consumo de energía*, destacando el predominio de Países Desarrollados nucleados en la OCDE, especialmente EEUU y Europa de los 15,<sup>3</sup> como consecuencia de un estilo de crecimiento intensivo en el consumo de energía. (Gráfico 1).

**GRÁFICO 1**  
**CONSUMO APARENTE MUNDIAL DE ENERGÍA<sup>4</sup>**  
(Porcentajes)



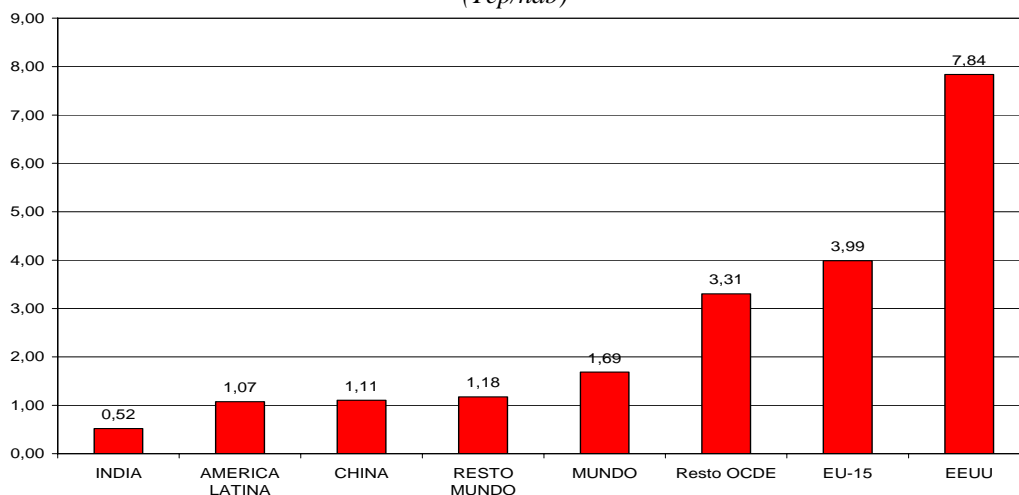
Fuente: Energy Balances of OECD Countries 2005.

<sup>3</sup> Europa de los 15 (Alemania, Austria, Bélgica, Dinamarca, España, Finlandia, Francia, Grecia, Irlanda, Italia, Luxemburgo, Países Bajos, Portugal, Reino Unido y Suecia).

<sup>4</sup> Resto de OCDE (Australia, Canadá, República Checa, Hungría, Islandia, Japón, Corea, Nueva Zelandia, Noruega, Polonia, República Slovaca; Suiza y Turquía).

Así, el Consumo Aparente de Energía (CAE) por habitante de EEUU en 2003 superaba en más de 7 veces al promedio de América Latina y el Caribe y era 15 veces superior al de India (Gráfico 2). Esto a pesar que entre los años 1973 y 2003 países como China e India han aumentado su participación en el CAE en 1,9 y 1,6 veces respectivamente.

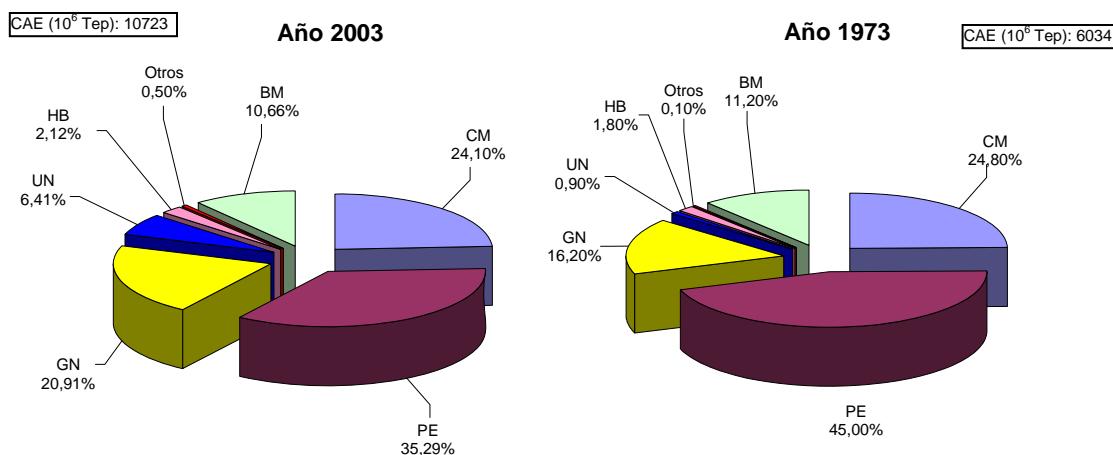
**GRÁFICO 2**  
**CONSUMO ENERGÉTICO APARENTE POR HABITANTE (AÑO 2003)**  
(Tep/hab)



Fuente: Energy Balances of OECD Countries 2005.  
Energy Balances of Non-OECD Countries 2005; Key World Energy Statistics-2005.

- *El mercado predominio del petróleo en el consumo de energía*, a pesar de los avances logrados entre 1973 y 2003 con la paulatina sustitución del petróleo por el Gas Natural y los Combustibles Nucleares (NU)<sup>5</sup> (Gráfico 3).

**GRÁFICO 3**  
**CONSUMO APARENTE DE ENERGÍA DEL MUNDO POR FUENTE**



Fuente: Energy Balances of OECD y NO OCDE Countries 2005.

<sup>5</sup> Petróleo es (PE); Gas Natural es (GN); Combustibles Nucleares es (UN); Hidroelectricidad es (HE); Solar, Eólica, Geotérmica son (Otros); Bioenergéticos es (BM).

## 1.1 Motivaciones que impulsan las políticas de biocombustibles en la agenda mundial

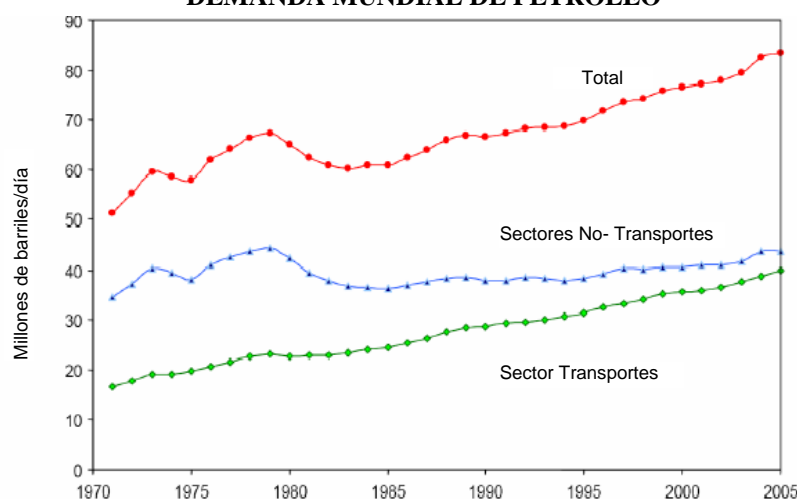
A fin de caracterizar los rasgos más salientes del contexto energético internacional se plantean a continuación las principales motivaciones que impulsan la promoción de los biocombustibles.

### a) Motivaciones energéticas

La dinámica de la demanda mundial de petróleo se explica fundamentalmente por el crecimiento del consumo para el transporte (Gráfico 4), existiendo dudas u opiniones contrapuestas sobre la duración de las reservas comprobadas a nivel mundial y en particular con relación a la producción anual máxima que podrían aportar dichas reservas.<sup>6</sup>

Esto implica un incremento de la dependencia del petróleo importado por parte de los países desarrollados (EEUU, Europa, Japón), economías emergentes (China, India) y países en desarrollo no productores de petróleo. Los excedentes para abastecer los faltantes de petróleo están localizados principalmente en América Latina (Venezuela y México), en los países del medio Oriente y Rusia.

**GRÁFICO 4**  
**DEMANDA MUNDIAL DE PETRÓLEO**



Fuente: Agencia Internacional de Energía.

Por otra parte, cuando desde mediados de los años 1980 comenzó a funcionar el mercado financiero de títulos petroleros, el precio comenzó a caracterizarse por su volatilidad. Es decir sin motivos estrictamente vinculados a la evolución de las reservas, de la producción, del consumo y de la variación de existencias, el comportamiento de los precios del petróleo muestra en el corto plazo oscilaciones hacia el alza o hacia la baja con un comportamiento similar al de los títulos que se negocian en las bolsas de comercio. Además, otros hechos vinculados a la industria petrolera como la falta de inversiones, el impulso consumidor de países emergentes, y la escasez de crudos

<sup>6</sup> Según la información de Reservas Comprobadas de Petróleo, que se publica anualmente en el mes de Junio de cada año en “BP Statistical Review of World Energy”, la duración de las mismas ha pasado de los 29 años en 1980 a 40,5 años en 2006. Los valores tanto del Oil and Gas Journal como del World Oil y del USGS y de la Agencia Internacional de la Energía son muy parecidos. Pero según el destacado geólogo Colin Campbell y los científicos del Oil Depletion Analysis Center, se trata más de un sumario de cálculos muy políticos que aportan gobiernos y compañías, que de un riguroso estudio científico. El pico de producción máxima de Petróleo según el Oil Depletion ocurriría dentro de unos 5 años y según el Cambridge Energy Research Associates en 2015 con 110 millones de barriles por día, a partir de los 87 de capacidad de producción existentes actualmente.



livianos, también han servido para alimentar la mencionada volatilidad, con una tendencia creciente en los últimos años, que en definitiva deviene en enormes ganancias especulativas.<sup>7</sup>

En este contexto, las motivaciones energéticas para impulsar los programas de biocombustibles radican esencialmente en garantizar la seguridad de abastecimiento, disminuir la dependencia respecto de importaciones de petróleo desde regiones potencialmente conflictivas y en atenuar los impactos de precios internacionales con alta volatilidad y con marcada incertidumbre respecto de su evolución futura.

## **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 a nivel del 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 que contribuirían a la reducción de las emisiones GEI.

Las normativas ambientales vigentes en la Unión Europea y en los Estados Unidos, agregan argumentos adicionales que favorecen el uso de los biocombustibles. En efecto, en Estados Unidos se plantea la sustitución del MTBE,<sup>8</sup> como aditivo para la oxigenación de la gasolina, con efecto contaminante sobre las aguas, por el ETBE,<sup>9</sup> lo que implica favorecer al bioetanol como sustituto de oxigenación de la gasolina. En el caso de la UE, las limitaciones sobre contenido de azufre en el diesel también tienden a favorecer la incorporación del biodiesel con contenidos muy bajos de ese componente.

De cualquier modo, atendiendo a los volúmenes de combustibles fósiles que se consumen en los países “desarrollados”, y a la baja disponibilidad de tierras para cultivos competitivos (UE, Japón), se abre un mercado potencial de dimensiones considerables para el comercio internacional de biocombustibles.

Sin embargo, existe aun mucha discusión sobre el efecto neto de los biocombustibles sobre el medio ambiente, considerando los impactos a lo largo de toda la cadena productiva, incluyendo sus posibles efectos contaminantes sobre los recursos naturales (suelos, agua) o el grado de responsabilidad sobre la deforestación o la reducción de la biodiversidad.

## **c) Motivaciones ligadas al desarrollo agrícola**

Los biocombustibles abren nuevas oportunidades para el desarrollo agrícola. Los productores y exportadores de los países en desarrollo, ubicados en zonas cálidas y con potencial para obtener biocombustibles a partir de cultivos competitivos con los precios del petróleo tienen una oportunidad para 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 y exclusión de los pequeños y medianos productores y el efecto negativo sobre la biodiversidad.

---

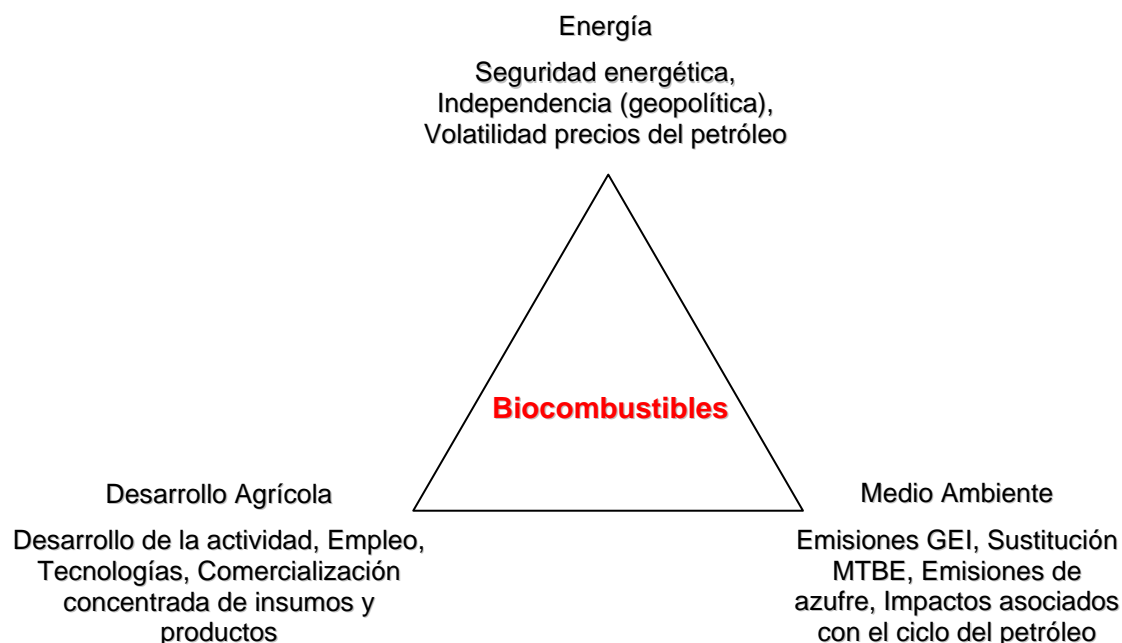
<sup>7</sup> Entre 2002 y 2007, el precio promedio anual del crudo WTI, en US\$ de 2006, pasó de 27,73 a alrededor de 80 US\$ el barril.

<sup>8</sup> Éter metil tert-butílico.

<sup>9</sup> Étil ter-butil eter

La clara explicitación de las motivaciones y reparos resulta especialmente importante en el marco de este documento, al menos para señalar el carácter multidimensional del tema y para determinar los ámbitos que deben ser examinados para formular y evaluar de manera responsable una política sobre biocombustibles en el plano nacional.

### GRÁFICO 5 MOTIVACIONES QUE IMPULSAN LA INTRODUCCIÓN DE LOS BIOCOMBUSTIBLES



Fuente: Elaboración propia.

## 1.2 La agenda mundial: visión desde diferentes países y regiones

Si bien los aspectos más importantes son comunes a la gran mayoría de países industrializados, resulta conveniente considerar los argumentos y posiciones de diferentes regiones y países, tales como la Unión Europea (UE), Estados Unidos y Brasil.

### a) Unión Europea (UE)

La Unión Europea es uno de los principales impulsores del uso de biocombustibles. “En el 2030, los biocombustibles representarían el 25% del combustible para transporte carretero, el cual será provisto en su mayor parte por una industria europea eficiente y sustituirá combustible fósil importado utilizando tecnologías innovativas y sustentables y creando oportunidades para los proveedores de Biomasa, la industria de biocombustible y la industria automotriz.”<sup>10</sup>

La visión de la Unión Europea no es solo local; los acuerdos con países en desarrollo constituyen un importante capítulo de su estrategia. La Unión Europea está dispuesta a desarrollar

<sup>10</sup> European Commission – Biofuels in the European Union: A vision for 2030 and beyond -2006; An Unión Europea Strategy for Biofuels – 2006; An Energy Policy for Europe – 2007.

y fortalecer la cooperación, sobre todo para identificar y articular adecuadamente las diferentes realidades de los países en desarrollo<sup>11</sup> y avanzar en un mejor conocimiento de los factores locales determinantes, tales como: (i) la potencial escala de producción (ii) el tamaño de los mercados nacionales y regionales (iii) la infraestructura de inversiones necesarias (iv) el apoyo y promoción de políticas públicas (v) las opciones para exportar (Unión Europea, EEUU, Japón, China) y (vi) el precio de mercado de las materias primas a ser utilizadas en la producción de biocombustibles.

El aporte de la Unión Europea de €20 millones a Johannesburg Renewable Energy Coalition (JREC) tiene por fin asistir a los países en desarrollo de energías renovables para el alivio a la pobreza y está *articulado a la estrategia de la Unión Europea para promover los biocombustibles en los países en desarrollo (European Union Strategy, 2006)*. La Unión Europea afirma que las acciones serán llevadas a cabo respetando las condiciones de sustentabilidad del patrimonio natural para su desarrollo. Otras acciones en la misma dirección se vinculan a los programas Intelligent Energy-Europe, especialmente con el objetivo de promover las bondades del mercado, desarrollar capacidad de gestión y fortalecer la cooperación para explotar beneficios mutuos y la transferencia de tecnología.

Con respecto a la Agenda europea se puede afirmar que:<sup>12</sup>

- Es una agenda amplia que no se restringe sólo a las dimensiones energéticas o de cambio climático si bien éstas parecen ser las fuerzas impulsoras.
- Esta fuertemente orientada al consumo de energía del sector transporte y a la necesidad de reducir las emisiones de GEI para cumplir con los compromisos asumidos en el Protocolo de Kyoto.
- Se orienta a incrementar la seguridad del abastecimiento, disminuir la dependencia de crudo importado y a reducir el impacto de la volatilidad de precios.
- Descansa en un análisis integral, incluyendo el desarrollo de nichos tecnológicos importantes para la Unión Europea en el procesamiento de biocombustibles de primera y segunda generación.
- Considera factible el abastecimiento de la totalidad de la cadena productiva garantizando a la industria bioenergética con materia prima de segura disponibilidad. Sin embargo, ello no excluye articular a los países en vías de desarrollo con Europa mediante la producción de materias primas para los biocombustibles.
- Estima que es una opción sustentable para los sectores agrícolas europeos reduciendo las necesidades de subsidios a los productores.
- Se evalúa como una solución de transición con la presunción que en el largo plazo (2030) el desarrollo de opciones alternativas y vectores como el hidrógeno habrán alcanzado la madurez suficiente para sustituir los derivados de petróleo en el transporte.

## **b) Estados Unidos**

A diferencia de la Unión Europea, la estrategia desarrollada por Estados Unidos debe inferirse de las acciones de Gobierno ya que no se encuentra explicitada en documentos públicos. A fines de

<sup>11</sup> Ya se ha mencionado que el papel que la Biomasa puede cumplir depende fuertemente de las especificidades propias de cada país.

<sup>12</sup> “The Unión Europea is supporting biofuels with the objectives of reducing greenhouse gas emissions, boosting the decarbonisation of transport fuels, diversifying fuel supply sources and developing long-term replacements for fossil oil. The development of biofuel production is expected to offer new opportunities to diversify income and employment in rural areas”. CEC – Unión Europea Strategy for Biofuels – Bruselas 2006.

marzo 2007 se anunció el respaldo a la producción de bioetanol como un medio para aliviar el consumo de energía del sector transporte y se impulsó un programa hemisférico de etanol. Brasil es visto como un potencial abastecedor de la creciente demanda de bioetanol de USA, considerando que la demanda de corto plazo de bioetanol ha crecido significativamente por varias razones: su uso como sustituto de MTBE,<sup>13</sup> incentivos impositivos importantes, el mandato del Acta de Política Energética de 2005 sobre el uso de renovables y bioetanol en las gasolinas y el creciente precio del petróleo.

La Agenda de biocombustibles de EEUU promoverá el negocio agrícola ya que se propone profundizar los incentivos con “pagos verdes” a aquellos agricultores que se dediquen a cultivos energéticos, incentivar prácticas que disminuyan los impactos sobre el cambio climático, incrementar fondos para promover el uso de energías renovables y promover la generación de cooperativas para el desarrollo de nuevas biorefinerías. El tipo de incentivos muestra el claro objetivo de generar más y mejores fuentes de ingreso para los agricultores.

Los otros elementos declarados se asocian a mejorar la seguridad del abastecimiento diversificando las fuentes energéticas y disminuyendo la presión sobre la energía importada de regiones conflictivas y reducir las emisiones de GEI. Una mayor presencia, a través de convenios específicos en países de América Latina y Caribe debe ser considerada como otro de los elementos a destacar en la agenda de EEUU.

Puede concluirse entonces que se persigue:

- Mantener adecuados niveles de rentabilidad y bienestar de los sectores agrícolas.
- Superar las controversias alrededor de subsidios agrícolas (Ronda de Doha) promoviendo en los sectores agrícolas, usinas de biocombustibles.
- Diversificar la matriz de abastecimiento de combustibles, especialmente para el sector transporte.
- Reducir las emisiones de GEI.
- Incrementar la seguridad del abastecimiento, reduciendo la dependencia de petróleo proveniente de zonas de conflicto.
- Reforzar la cooperación con países de América Latina y el Caribe, llevando adelante un programa de dimensión regional.

### **c) Brasil**

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.

La agenda de Brasil estaría impulsada por objetivos tales como:

- Promover el desarrollo rural y la reducción de la pobreza y la inequidad

---

<sup>13</sup> Es interesante señalar que los principales defensores de la alternativa de oxigenación con ETBE son las empresas petroleras, que pretenden así mantener en sus manos el control de los aditivos para la gasolina y encontrar un mercado para las corrientes de butano, que componen aproximadamente la mitad del volumen de ETBE. Por unidad de oxígeno contenido, el ETBE no aporta ninguna ventaja y eventuales beneficios en términos de presión de vapor no se justifican, ya que mediante la adecuada formulación de fracciones livianas de la gasolina se puede lograr mismo efecto. Para más detalles referirse al Estudio de Factibilidad para los biocombustibles en México (SENER/BID, 2007), disponible en la Internet.

- Fortalecer su liderazgo en la etapa de transición de introducción de los biocombustibles líquidos en el mercado internacional
- Profundizar su desarrollo tecnológico en biocombustibles de primera y segunda generación.
- Demostrar que el desarrollo de biocombustibles es compatible con los objetivos de sostenibilidad y conservación del medio ambiente.

Mientras los países de América del Sur han aprobado normas relacionadas con las participaciones de los biocombustibles -tanto en bioetanol como en biodiesel-, los países de América Central, sin contar con leyes,<sup>14</sup> destacan por haber emprendido una serie de proyectos con el objetivo de dinamizar la agroindustria, reducir las importaciones de combustibles, al mismo tiempo que con intereses en la exportación, particularmente de bioetanol hacia los Estados Unidos de América y dentro del tratado EEUU-RDCAFTA.

### **1.3 Principales metas de la política de sustitución de combustibles fósiles por biocombustibles**

Impulsados por las motivaciones descritas anteriormente, numerosos países han establecido metas para la sustitución de gasolinas por bioetanol y de diesel oil por biodiesel. El Cuadro 1 presenta una síntesis de las metas de algunos países, desde el punto de vista de América Latina y el Caribe.

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 de tiempo.

En el caso de EEUU la meta indicada para el año 2017 (Alternative Fuels Standard o AFS) ha sido aprobada por el Congreso en Noviembre de 2007. Representa una extensión de la legislación vigente (Renewable Fuels Standard o RFS), la cual sólo abarca la meta indicada para el año 2012. Nótese el fuerte cambio de tendencia que existe entre ambos estándares, lo que implica casi quintuplicar el volumen de combustibles alternativos en un lapso de cinco años. Una de las razones que avala la expansión de las metas es que debido a los incentivos promulgados por la Energy Policy Act del año 2005 se estima que la capacidad local de producción de combustibles renovables al año 2012 será significativamente superior a la demanda proyectada por el RFS. La AFS se enmarca en el plan “20 en diez”, el cual busca reducir un 20% el consumo de gasolina en los próximos 10 años.<sup>15</sup>

En el caso de la Unión Europea las metas, especialmente para el año 2020, se refieren a un mínimo a lograr por todos los países miembros en la sustitución de gasolinas y de diesel oil para transporte. Estas metas están sujetas a ciertas condiciones cuyo cumplimiento aún es incierto: deben ser logradas en forma costo efectiva; la producción de los biocombustibles debe ser sustentable; deben estar disponibles comercialmente los biocombustibles de segunda generación y la Fuel Quality Directive debe ser modificada de tal forma de permitir la mezcla.<sup>16</sup> Cabe mencionar que la Unión Europea no pudo cumplir la meta de participación de biocombustibles fijada en un 2% para el año 2005, alcanzando sólo un 1.2%.

---

<sup>14</sup> Al menos hasta junio de 2007.

<sup>15</sup> G. Honty, E. Gudynas, “Agrocombustibles y desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe”, OD, 2007. “Twenty in Ten: Strengthening America’s Energy Security”, White House Office of Communications, March 2007.

<sup>16</sup> Biomass Action Plan - Communication from the Commission, COM2005 628 final. Presidency Conclusions, 7224/1/07. An Unión Europea Strategy for Biofuels - Communication from the Commission, COM2006 34 final.



**CUADRO 1**  
**METAS DE POLÍTICA PLANTEADAS PARA LOS BIOCOMBUSTIBLES**

<b>País / Región</b>	<b>Bioetanol</b>	<b>Biodiesel</b>
<b>América del Norte</b>		
USA	Renewable Fuels Standard y Alternative Fuels Standard: 28,000 millones de lts. de combustibles renovables en el 2012; 132,000 millones de lts. de combustibles renovables y alternativos en 2017 (15% del uso proyectado de gasolinas al 2017).	
Canadá	5% en 2010	2% de contenido renovable en diesel oil y fuel oil en 2012
<b>Europa</b>		
Unión Europea	5.75% al 2010, 8% al 2015 y 10% al 2020 para biocombustibles en sustitución de diesel oil y gasolinas para transporte (computado sobre base energética)	
<b>Asia</b>		
Japón	Sustitución de 500,000m3 de gasolinas para transporte por año al 2010 (1.8 millones de lt/año de bioetanol en el corto plazo, 6 millones de m3 de bioetanol producido localmente , al 2030 que representa el 10% de la demanda actual de gasolinas)	
China	15% del consumo para transporte al 2020	
India	5% al 2012, 10% al 2017	
<b>Oceanía</b>		
Australia	350 millones de litros de biodiesel+bioetanol al 2010	
<b>LAYC</b>		
Argentina	5% sobre el producto final al 2010	5% sobre el producto final al 2010
Bolivia		2,5% a partir del 2007 hasta llegar a un 20% en el 2015.
Brasil	22% desde el 2001	2% al 2008 y 5% desde el 2013 y 20% al 2020
Colombia	10% a partir del 2006, por regiones	5% a partir del 2008
Paraguay	18% mínimo	1% en 2007, 3% en 2008, 5% en 2009
Perú	7,8% a partir del 2006 y en forma progresiva por regiones	5% a partir del 2008 y en forma progresiva por regiones

Fuente: CEPAL en base a fuentes oficiales.

### a) Requerimientos de biocombustibles en prospectiva

En base a las estimaciones sobre la evolución de los consumos de gasolinas y diesel oil y las metas de mezcla es posible estimar las demandas de bioetanol/ETBE y biodiesel (Ver cuadros 1, 2, 3).

### b) Requerimiento de tierras para el cumplimiento de las metas

Las demandas estimadas de biocombustibles indicadas más arriba dan lugar a requerimientos de tierras que pueden condicionar la viabilidad de su abastecimiento mediante producción local y por la necesidad de recurrir a importaciones desde otras regiones.

En el Cuadro 4 se presenta respectivamente una estimación de las superficies de tierra necesarias en UE25, EEUU y América Latina y el Caribe para producir localmente los volúmenes de biocombustibles indicados y su magnitud en relación a la superficie cultivable total y la superficie dedicada a cultivos relevantes en cada región.

**CUADRO 2**  
**DEMANDA TRANSPORTE**  
(mtep)

Región/País	Combustible	2005	2010	2020
USA	Gasolinas	363,0	379,0	367,0
	Bioetanol/ETBE	8,0	11,0	65,0
	Diesel Oil	130,0	138,0	143,0
	Biodiesel	0,0	4,0	25,0
UE25	Gasolinas	136,0	123,0	109,0
	Bioetanol/ETBE	0,6	8,0	12,0
	Diesel Oil	164,0	179,0	230,0
	Biodiesel	3,0	11,0	26,0
ALyC	Gasolinas	69,0	78,0	99,0
	Bioetanol/ETBE	6,9	13,0	25,0
	Diesel Oil	64,0	74,0	100,0
	Biodiesel	0,0	4,0	11,0
China	Gasolinas	40,0	47,0	66,0
	Bioetanol/ETBE	0,6	2,6	12,0
	Diesel Oil	37,0	49,0	86,0
	Biodiesel	0,0	2,0	15,0
India	Gasolinas	8,5	10,5	15,0
	Bioetanol/ETBE	0,2	0,3	1,7
	Diesel Oil	22,4	24,9	30,0
	Biodiesel	0,0	1,0	5,2
Japón	Gasolinas	45,5	50,2	58,0
	Bioetanol/ETBE	0,2	0,3	3,1
	Diesel Oil	27,9	29,3	32,0
	Biodiesel	0,0	0,0	0,3
Mundo	Gasolinas	862,1	918,1	1 002,0
	Bioetanol/ETBE	16,7	34,7	118,0
	Diesel Oil	625,7	703,4	882,0
	Biodiesel	3,2	21,9	82,5

Fuente: CEPAL en base a la AIE.

**CUADRO 3**  
**TRANSPORTE**  
(Porcentaje de biocombustible en el total)

Región/País	Combustible	2005	2010	2020
USA	Bioetanol/ETBE	2,2	2,9	15,0
	Biodiesel	0,0	2,9	15,0
UE25	Bioetanol/ETBE	0,4	5,8	10,0
	Biodiesel	1,8	5,8	10,0
ALyC	Bioetanol/ETBE	9,2	14,2	20,0
	Biodiesel	0,0	5,0	10,0
China	Bioetanol/ETBE	1,4	5,1	15,0
	Biodiesel	0,4	3,8	15,0
India	Bioetanol/ETBE	2,3	2,5	10,1
	Biodiesel	0,0	3,7	15,0
Japón	Bioetanol/ETBE	0,4	0,5	5,0
	Biodiesel	0,0	0,0	1,0
Mundo	Bioetanol/ETBE	1,9	3,6	10,5
	Biodiesel	0,5	3,0	8,6

Fuente: CEPAL en base a la AIE.

**CUADRO 4**  
**REQUERIMIENTOS DE TIERRAS PARA BIOCOMBUSTIBLES**

a)

Requerimientos de tierras (UE25)	2005		2010		2020	
	Etanol	Biodiesel	Etanol	Biodiesel	Etanol	Biodiesel
Rendimiento promedio biocombustibles* (litros/Ha)	4 000	1 300	4 800	1 400	5 900	1 600
Superficie cultivable total (millones de Has)	49					
Superficie cultivos relevantes (millones de Has)	25	4	30	5	29	6
Superficie biocombustibles* (millones de Has)	0,2	2,4	3,1	9,2	4,0	18,7
% área biocombustibles/area cultivable total	0,4%	4,9%	6%	19%	8%	38%
% área biocombustibles/area cultivos relevantes	1%	60%	10%	183%	14%	312%

Fuente: elaboración propia en base a “Biofuels for transport - an International perspectiva”, EA, 2004.

b)

Requerimientos de tierras (USA)	2005		2010		2020	
	Etanol	Biodiesel	Etanol	Biodiesel	Etanol	Biodiesel
Rendimiento promedio biocombustibles* (litros/Ha)	3 500	600	3 800	600	4 700	700
Superficie cultivable total (millones de Has)	133					
Superficie cultivos relevantes (millones de Has)	30	29	32	31	32	31
Superficie biocombustibles* (millones de Has)	4,6	0	5,9	8,0	27,1	42,1
% área biocombustibles/area cultivable total	3%	-	4%	6%	20%	32%
% área biocombustibles/area cultivos relevantes	15%	-	18%	26%	-	136%

Fuente: elaboración propia en base a “Biofuels for transport - an International perspectiva”, EA, 2004.

c)

Requerimientos de tierras (AL y C)	2005		2010		2020	
	Etanol	Biodiesel	Etanol	Biodiesel	Etanol	Biodiesel
Rendimiento promedio biocombustibles* (litros/Ha)	5 100	600	5 950	700	6 800	2 200
Superficie cultivable total (millones de Has)	150					
Superficie cultivos relevantes (millones de Has)	8,8	41	10,5	49	14,7	69
Superficie biocombustibles* (millones de Has)	2,7	0	4,2	6,5	7,2	5,9
% área biocombustibles/area cultivable total	2%	-	3%	4%	5%	4%
% área biocombustibles/area cultivos relevantes	30%	-	41%	13%	49%	9%

Fuente: CEPAL en base a fuentes oficiales.

Estas estimaciones se refieren a biocombustibles de primera generación a los cuales se incorporan mejoras de rendimiento promedio de los combustibles medidos en litros por hectárea cultivada. En todos los casos se satisface la demanda con producción local y cultivos energéticos que son actualmente aptos para cada región. Se excluyen del mismo a los biocombustibles de segunda generación (Vgr. residuos) ya que se considera aún incierto el momento de su disponibilidad comercial. Por ende es importante tener en cuenta que la incorporación de las nuevas tecnologías podría alterar sustancialmente este panorama.

Las tablas presentan dos indicadores i): % área biocombustibles con relación al área cultivable total; ii): % área biocombustibles/área cultivos relevantes. Ambos indicadores pueden brindar señales de alerta en relación a la disponibilidad local de tierras para producir biocombustibles y la competencia con otros usos como la producción de alimentos.

De las tres regiones indicadas la única capaz de autoabastecerse de biocombustibles de primera generación es América Latina y el Caribe. Tanto la UE25 (biodiesel) como EEUU (biodiesel y bioetanol) presentan en el corto (año 2010) y mediano plazo (año 2020) problemas significativos de disponibilidad de tierras y competencia potencial con otros usos.

La Unión Europea ya ocupaba el 60% de las tierras de cultivos relevantes para la producción de biodiesel en el año 2005, teniendo que triplicar la superficie para abastecer la

demanda al año 2020. Estados Unidos presenta problemas hacia el año 2020 a raíz de la nueva reglamentación (ver Cuadro 1), debiendo dedicar más del 100% de la superficie actual de cultivos relevantes a la producción de biodiesel y cerca del 85% a la producción de etanol.

En el caso de América Latina y el Caribe la situación es algo más holgada, en parte debido al crecimiento de la superficie destinada a cultivos relevantes. A pesar de ello en el año 2020 se requeriría destinar alrededor del 9% de la superficie cultivable a la producción de biocombustibles para satisfacer la demanda local de América Latina y el Caribe. Esta cifra podría subir hasta el 15% en caso de no desarrollarse en forma significativa los cultivos de palma africana y tener que recurrir principalmente a la soja para producir biodiesel.

Al año 2010 la parte de la demanda de biodiesel de la Unión Europea que no podría ser cubierta con producción local sería equivalente a la demanda de América Latina y el Caribe en su conjunto (5 Mtep), mientras que al año 2020 la demanda de biodiesel de Unión Europea y EE UU no cubierta sería alrededor del doble de la demanda de América Latina y el Caribe (24Mtep). Como consecuencia, y de no mediar cambios tecnológicos importantes tanto la Unión Europea como EE UU probablemente recurran a la importación de biocombustibles de regiones como América Latina y el Caribe, abriendo nuevas oportunidades comerciales, pero acentuando en forma significativa los impactos sobre el medio rural de la región.

### **c) Ventajas comparativas e impacto sobre el uso de la tierra**

En lo que se refiere a los biocombustibles de primera generación, las ventajas comparativas en relación al rendimiento neto energético, considerando el ciclo de vida, están relacionadas principalmente con la disponibilidad de recursos naturales (disponibilidad de suelos aptos, agua, y temperatura). Algunos de estos factores pueden compensarse pero siempre a expensas de un mayor consumo de energía asociado al ciclo de vida del biocombustible. Es por ello que los dos cultivos con mayores rendimientos corresponden a zonas tropicales húmedas (caña de azúcar y palma africana).

Así la palma africana rinde 12030 litros de biodiesel por hectárea, frente a 426,8 de la soja y la caña de azúcar 6800 litros por hectárea frente a 3920 de la remolacha azucarera y 1425,6 del maíz.

En términos generales los cultivos energéticos aptos para zonas templadas correspondientes a los países industrializados tienen un menor rendimiento energético neto que aquellos que pueden ser cultivados en países en vías de desarrollo ubicados en zonas tropicales y subtropicales. Dos notables excepciones son la colza y la remolacha azucarera, las cuales son aptas para cultivo en zonas templadas y presentan rendimientos interesantes por unidad de superficie, aunque varias veces inferiores y a los de la palma africana y la caña de azúcar. Como ejemplo de ello se puede mencionar que la Unión Europea obtiene una importante fracción de su producción local de biocombustibles en base a estos dos cultivos.

Dado el importante grado de ocupación de la tierra, tanto en la Unión Europea como en EE UU el avance de los biocombustibles de primera generación se produciría a expensas de tierras agrícolas, ganaderas o en descanso.

La Unión Europea tiene un potencial de 8.2 millones de hectáreas de tierras en descanso y 8.2 millones de hectáreas dedicadas a cultivos no alimentarios.<sup>17</sup> Este potencial es insuficiente para abastecer la demanda local al año 2020 mediante biocombustibles de primera generación, para lo cual se requerirían alrededor de 23 millones de Has.

---

<sup>17</sup> Biofuels in Europe, A. Prieur-Vernat, Panorama 2007, IFP, 2007.

En Estados Unidos las proyecciones del Departamento de Agricultura indican una expansión importante de la superficie cultivada con maíz (40 millones de has al 2017) a expensas en gran medida de la superficie dedicada al cultivo de la soja y por ende de las exportaciones asociadas a este cultivo.<sup>18</sup> La expansión del cultivo de maíz sería suficiente para abastecer la demanda interna de bioetanol al año 2020.

En relación a la disponibilidad de tierras en países en vías de desarrollo existe un debate en torno a cuáles son las tierras efectivamente disponibles para el cultivo de biocombustibles de primera generación y qué se engloba en las estimaciones de tierras potencialmente aptas. En última instancia estas discusiones revelan discrepancias importantes en cuanto a la aceptación o no de ciertos impactos asociados, por ejemplo, a la expansión de la frontera agrícola hacia áreas naturales y al desplazamiento de actividades ligadas a la producción agrícola y ganadería extensiva.

El déficit de biodiesel hacia el año 2020 en Unión Europea y EEUU equivale a la producción de 31 millones de Has en América Latina y el Caribe, el doble de lo que la región destinaría a abastecer su propia demanda. En su conjunto esto representaría un 20% de la superficie cultivable en América Latina y el Caribe. Estas cifras podrían reducirse a 13 millones de hectáreas y 9% de superficie cultivable en caso de desarrollarse extensivamente los cultivos de palma africana. Aunque no se poseen estimaciones de las tierras agropecuarias abandonadas en América Latina y el Caribe, es improbable que esta demanda pueda ser satisfecha exclusivamente recurriendo a las mismas, con lo cual tendría que utilizarse tierras destinadas a otros cultivos, a la ganadería y áreas naturales, tal como se ha venido experimentando en varios países de la región.

#### **d) Perspectivas del comercio mundial**

La demanda de los países desarrollados y de los emergentes genera una serie de oportunidades comerciales para los países en desarrollo, pero también desafíos para un uso sostenible de sus recursos. El mercado potencial para el 2020 sería de casi 48 millones de toneladas equivalentes de petróleo para el bioetanol y de 35 millones para el biodiesel.

De acuerdo al Biomass Action Plan de la UE, existen tres escenarios de importación posibles en la UE: mínimo, máximo y balanceado.<sup>19</sup> Esto se debe a que el potencial local de largo plazo para la producción de biocombustibles en la Unión Europea es bastante elevado en relación a sus requerimientos si se consideran nuevas tecnologías y el aprovechamiento de los residuos de biomasa y cultivos energéticos.

La Unión Europea favorece el escenario intermedio de abastecimiento tratando de balancear el impacto sobre los precios de los combustibles y sobre la estructura agraria interna, lo cual implica que la UE25 podría llegar a importar la mitad de sus requerimientos de biocombustibles al año 2030, lo que equivaldría al 12.5% del consumo para transporte terrestre (45 Mtep).<sup>20</sup>

Dichas importaciones se originarían principalmente en América Latina y el Caribe y el sudeste de Asia. La otra mitad se produciría localmente. Las importaciones de aceite de palma desde Malasia e Indonesia durante el año 2005 representaron alrededor del 5% de la producción local de biodiesel. Algunas estimaciones apuntan a que estos países proveerían hasta un 20% de la demanda de la UE. Sin embargo, estas importaciones están siendo cuestionadas a raíz de los impactos asociados con la deforestación. En relación al etanol, la Unión Europea importó, en el año 2005, 0.25 millones de m<sup>3</sup> desde Brasil, Pakistán, Guatemala, Ucrania y Perú.

<sup>18</sup> Ethanol expansion in the United States, USDA, 2007.

<sup>19</sup> Biofuels in the European Union - A vision for 2030 and beyond EUR22066 EC.

<sup>20</sup> Ibid.



Es necesario mencionar que existen restricciones técnicas a la importación de biodiesel de soja en la Unión Europea relacionadas, por ejemplo, con el índice de yodo que mide la estabilidad del combustible a la oxidación y producción de depósitos sólidos. El metil eter (ME) de soja tiene un índice de yodo de 133 cuando la norma europea admite hasta 120.

Cuestiones como ésta han ocasionado que hasta el momento la exportación de ME de soja a la Unión Europea desde países productores como la Argentina haya sido ínfima. Esto favorece además las importaciones de aceite frente a la de biodiesel, con la consiguiente pérdida de ganancia por valor agregado de los países que producen la materia prima. Las exportaciones actuales hacia la Unión Europea son principalmente de aceite de soja. La Unión Europea permite una mezcla de hasta el 10% de aceite de soja o de palma con el aceite de colza producido localmente para mantener los estándares de calidad.

En relación a Estados Unidos sería posible producir localmente el bioetanol para abastecer la demanda local, si bien esto involucraría desplazar otros cultivos y reducir exportaciones y producción ganadera. Eventualmente motivaciones económicas podrían impulsar a Estados Unidos a importar bioetanol vía los países pertenecientes al CBI (Caribbean Basin Initiative, entre los cuales Costa Rica, El Salvador y Jamaica ya han exportado bioetanol a EEUU), los cuales poseen ventajas arancelarias frente a Brasil. En relación al biodiesel, Estados Unidos ha importado aceite de palma desde Ecuador como materia prima para la producción local de biodiesel.

Las exportaciones de bioetanol de Brasil durante el año 2005 totalizaron 2.6 millones de m<sup>3</sup>, con destino a India, Japón, EEUU, Corea, Jamaica, Costa Rica, Holanda, Suecia y otros países. Jamaica y Costa Rica triangulan bioetanol hacia EEUU aprovechando ventajas arancelarias. Se estima que Japón demandará bioetanol de Brasil para abastecer su creciente demanda.

Varios países de América Central (El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica) tienen planes para exportar 0.4 millones de m<sup>3</sup> de bioetanol al año 2010.

En relación a China se estima que de no mediar un cambio tecnológico hacia los biocombustibles de segunda generación, en el mediano plazo es factible imaginar un escenario en el cual se importaría la mitad del bioetanol para satisfacer la demanda interna de 12Mtep identificada al año 2020.<sup>21</sup>

El comercio potencial mundial de biocombustibles va a depender de la disponibilidad de nuevas tecnologías, de la implementación de estándares para la producción sustentable de biocombustibles y de las discusiones en torno a medidas proteccionistas como son las barreras arancelarias. En el mediano plazo el volumen de bioetanol a ser importado por EEUU, UE25, Japón y China podría casi duplicarse.

---

<sup>21</sup> Market Evaluation: Fuel Ethanol, Unicamp, 2007.

**CUADRO 5**  
**ESTIMACIÓN DE LAS IMPORTACIONES DE BIOCOMBUSTIBLES AL AÑO 2020**

Región / País	Importaciones estimadas Año 2020 (Mtep)		Hipótesis
	Bioetanol	Biodiesel	
EEUU	33	13	50% importado (*)
EU25	6	13	50% importado (**)
China	6	8	50% importado (*)
India	0,5	1,6	30% importado
Japón	2,8	0,3	90% importado
Total	47,8	35,3	

Fuente: CEPAL en base a fuentes oficiales.

(\*) Market Evaluation: Fuel Ethanol, Unicamp, 2007.

(\*\*) Biocombustibles in the European Union - A vision for 2030 and beyond EUR22066 EC.

## 1.4 Sustentabilidad de las metas de penetración de biocombustibles

La introducción de los biocombustibles requiere despejar algunas interrogantes como las siguientes:

- ¿Cuáles son los efectos del uso alternativo del suelo para biocombustibles sobre el precio y la disponibilidad de tierras para la producción de alimentos?
- ¿Provocará impactos ambientales significativos, especialmente en cuanto a deforestación, con la consecuente desertificación, y pérdida de biodiversidad?
- ¿Cuáles son las articulaciones para que se concrete el aporte al desarrollo rural?
- ¿Qué porción del valor creado puede ser apropiado por los productores y/o retenido en el plano nacional?
- ¿Contribuyen en términos netos a la sustitución de combustibles fósiles, a tener un balance neto de energía positivo y a mitigar el impacto ambiental?<sup>22</sup>
- ¿Existen opciones o estrategias de mayor impacto sobre la sustentabilidad, especialmente en los países más pobres? ¿En qué medida la opción de los biocombustibles compite con aquellas en términos de recursos?

Frente a estas interrogantes y riesgos planteados existen múltiples preocupaciones con relación a la efectiva contribución de los biocombustibles a la sustentabilidad, especialmente en los países de menor desarrollo relativo.

### a) Efectos sobre el uso del suelo y la seguridad alimentaria

Las oportunidades para el comercio internacional que abre la introducción de los biocombustibles requerirá de una mayor disponibilidad de tierras para el desarrollo de cultivos energéticos y su desviación de otros propósitos, tales como alimentos, forraje, bosques, pasturas para animales o conservación.<sup>23</sup>

Los impactos sobre la seguridad alimentaria en el corto y mediano plazo están esencialmente vinculados con la actual generación de biocombustibles líquidos para transporte que dependen casi exclusivamente de materia prima originada en granos alimenticios.

<sup>22</sup> Los análisis del “ciclo de vida” no son concluyentes en estos aspectos (dependiendo, por ejemplo, de la materia prima y del procesamiento). Runge, F. and Senauer B. “How Biofuels could starve the Poor”, Foreign Affairs, June 2007.

<sup>23</sup> United Nation – “The emergin Biofuels Markets: Regulatory, Trade and Development implications – UN – 2006.

Dado el estado de la tecnología, en el corto y mediano plazo los principales tipos de Biomasa que podrán ser convertidos en biocombustibles son las fuentes de Biomasa “primarias” tales como cultivos para biodiesel (girasol, colza, etc.) y cultivos de almidón y azúcar (maíz, caña) los llamados cultivos para etanol.<sup>24</sup>

En cuanto a la seguridad alimenticia, el impacto presentaría cuatro dimensiones: *disponibilidad, acceso, estabilidad y utilización*.<sup>25</sup> La **disponibilidad** podría estar amenazada en tanto suelo, agua y otros recursos productivos sustituyan la producción de alimentos. Asimismo, si la producción de combustibles eleva los precios de las materias primas, como fue el caso del maíz en 2006 y 2007,<sup>26</sup> el **acceso** a los alimentos podría estar comprometido para los sectores de menores ingresos. La **estabilidad** se refiere a la dimensión temporal dado que los precios de los biocombustibles se verían afectados por la volatilidad de los precios del petróleo, volatilidad que sería transmitida a su vez a los sectores agrícolas, lo que no garantiza un abastecimiento estable sino con fuertes oscilaciones. A ello se sumaría el hecho de que el incremento del precio de las materias primas afecta la competitividad de los biocombustibles. Finalmente, si los biocombustibles impactan sobre la disponibilidad de agua podrían afectar el uso alternativo de los recursos hídricos en otros cultivos alimentarios.<sup>27</sup>

Seguridad alimenticia se relaciona con sub-alimentación y hambruna y éstas con la pobreza. FAO estima en más de 850 millones los sub-alimentados del mundo, de los cuales más del 96% se encuentran en países en vías de desarrollo y con un crecimiento del 1,1% anual, siendo dos tercios niños,<sup>28</sup> con el agravante que el número absoluto de hambrientos no ha disminuido en los últimos 15 años. Obviamente, la hambruna se concentra en los países de bajo nivel de ingreso e importadores de granos (LIFDCs).<sup>29</sup>

FAO y otras instituciones<sup>30</sup> incorporan otro aspecto, la *evolución en el cambio de dieta*. “Aproximadamente el 30% de la producción mundial de granos se utiliza para la alimentación de ganado... un tercio del crecimiento proyectado de demanda de alimentos en las próximas tres décadas provendría de cambio de dietas con más población consumiendo mayores calorías originadas en carne y productos lácteos. Ambos requieren más insumos y recursos de suelo y agua para alimentar el ganado disminuyendo la disponibilidad de tales recursos para otros fines o generando una mayor competencia por ellos.”<sup>31</sup>

El avance sobre bosques nativos, bosques tropicales y ecosistemas frágiles,<sup>32</sup> sería una de las principales preocupaciones. Estas se relacionan con el desplazamiento de suelos destinados

<sup>24</sup> European Environment Agency – EEA/EAS/03/004, 2007.

<sup>25</sup> United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Commission on Sustainable Development. Fifteen session, 30 abr.-11 May 2007; Shell, “The Shell Sustainability Report”, 2006.

<sup>26</sup> “The flow of immigrants north from México since NAFTA inextricably linked to the flow of American corn in the opposite direction, a flood of subsidized grain that the Mexican government estimates has thrown two million Mexican farmers and other agricultural workers of the land since the mid-90s” Pollan, M. New York Times Magazine”, April 22, 2007.

<sup>27</sup> En todos los casos, las dimensiones pueden tener su cara positiva: incremento de los ingresos a los agricultores, dependiendo de cómo se articule la cadena productiva; expansión de los servicios energéticos en zonas rurales facilitando la disponibilidad y acceso a los alimentos; si la bioenergía reemplaza a otros combustibles podría liberarlos para otros usos y servicios energéticos.

<sup>28</sup> Se estima que en 2025 habrá 1200 millones de pobres en el mundo (United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Commission on Sustainable Development. Fifteen session, 30 abr.-11 May 2007).

<sup>29</sup> En muchos casos exportadores de bienes del trópico. LIFDCs: “low income food-importing developing countries”.

<sup>30</sup> FAO. COMMITTEE ON AGRICULTURE Nineteenth Session: BIOENERGY. Item 7 of the Provisional Agenda, Rome, 13-16 April 2005, [http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j4313e.htm#P31\\_813](http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j4313e.htm#P31_813); United Nation Convention to Combat Desertification – ICTSD International Centre for Trade and Sustainable Development “Promoting Sustainable Land Management through Trade: Examining the Linkages between Trade, Livelihoods and Sustainable Land Management in Degraded Areas. A Background Paper”, March 2007; UN, op.cit. 2007.

<sup>31</sup> UN, op.cit. 2007 – Página 33.

<sup>32</sup> Si el objetivo de Unión Europea de alcanzar el 5,75% del transporte en base a biocombustibles en 2010 tuviera que ser alimentado con bioetanol proveniente de maíz que, de otro modo se utilizaría para alimentar ganado, se requerirán 1,6 millones de hectáreas adicionales para reemplazar tal maíz. Para cubrir el objetivo de la Unión Europea se requeriría entre un 10 a 30% de la superficie de Europa para la producción de granos (“The Shell Sustainability Report”, Shell, 2006).

a la producción de ganado y el consecuente avance de estas actividades hacia sistemas más frágiles, tierras vírgenes y los efectos asociados sobre hábitat, biodiversidad, agua, aire y calidad de suelo.

Otros efectos a evitar son aquellos relacionados con prácticas agrícolas inadecuadas como son:<sup>33</sup> efectos sobre los nutrientes de los suelos; pérdida de materia orgánica; efectos de los agroquímicos y fertilizantes, eutrofización<sup>34</sup> de espejos de agua, acidificación de suelos y espejos de agua, pérdida de culturas pastoriles, pérdidas de fuentes alimenticias para herbívoros. Si bien no se esperan crisis globales vinculadas al agua, crisis localizadas se están produciendo en diferentes puntos del planeta. La agricultura utiliza hoy el 70% del agua dulce disponible, esencialmente para la producción de alimentos y otros productos. Un gran porcentaje es por lluvias naturales, más tres cuartos de los cultivos bajo riego están en países en vías de desarrollo que representan alrededor del 20% de la tierra agrícola y proveen el 40% de la producción de granos.<sup>35</sup> Por cierto, en relación al agua, no se trata solo de disponibilidad sino también de la institucionalidad de los recursos hídricos y de las condiciones de acceso.

## **b) Impacto sobre la biodiversidad**

Poco se conoce hoy en día sobre los impactos en Biodiversidad como resultado de convertir tierra cultivable, o de otro uso, en la producción de materias primas para biocombustibles. Varios estudios se han realizado a nivel de granjas o predios limitados pero hay poca información sobre los impactos en biodiversidad en grandes áreas.<sup>36</sup> Es posible, en consecuencia, solo estimar efectos esperados e inciertos. Sin embargo, esto no es óbice para la inacción o la acción sin estudiar las consecuencias.

Ahora bien, el desarrollo del mercado de biocombustibles debería conllevar un nuevo impulso a la apertura creciente de los mercados mundiales de productos agrícolas.

Los potenciales efectos sobre la biodiversidad que provocarían acciones de incremento del comercio internacional de productos originados en la tierra pueden sintetizarse en:

- a) Efectos positivos en aquellos países que disminuyan su nivel de actividad agrícola basado en un sistema altamente tecnificado y especializado. El abandono de incentivos perversos a la biodiversidad (subsidios agrícolas) y sus consecuencias deben, sin embargo, ser monitoreados o incorporados como un plan más integral para evitar cambios en el uso del suelo que provoquen impactos mayores a los evitados.
- b) Efectos negativos si los productores que “salen del mercado” se basan en prácticas tradicionales extensivas en tierras marginales, que son importantes para mantener áreas naturales con altos niveles de biodiversidad. El mantenimiento de medidas de protección a agricultores tradicionales podría beneficiar la biodiversidad.
- c) Los efectos de la expansión de las actividades agrícolas en otros países pueden generar efectos de signo contrario. El efecto total dependería de: (i) el nivel y tipo de intensificación de uso del suelo y cambio de uso del suelo inducido (ii) el papel y la importancia del efecto ingreso y otros factores socio-económicos (iii) el diseño y la implementación de otras políticas, especialmente vinculadas al alivio de la pobreza (iv) el papel, importancia y la tecnología implementada.

<sup>33</sup> United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Commission on Sustainable Development. Fifteen session, 30 abr.- 11 May 2007.

<sup>34</sup> En ecología el término eutrofización, designa el enriquecimiento en nutrientes de un ecosistema. El uso más extendido se refiere específicamente al aporte más o menos masivo de nutrientes inorgánicos en un ecosistema acuático.

<sup>35</sup> FAO, Crops and drops: making the best use of water for agriculture – Rome – 2002.

<sup>36</sup> Defra Project NF0440, 2007; EEA/EAS, 2005.

- d) En el caso de la agricultura, al igual que en otros sectores, si los efectos ambientales y sobre la biodiversidad no están internalizados en los costos de las tecnologías de producción, los insumos específicos y otras decisiones de los agentes productivos, se hacen necesarios mecanismos de regulación.

Los eslabones correspondientes al sector agrícola en los casos de la caña de azúcar para el bioetanol y soja o palma para el biodiesel pueden asumir el carácter predominante de monocultivos. En la región hay ya evidencias de efectos como la pérdida de áreas naturales, la contaminación de suelos y aguas, y los desbalances en el uso del territorio, que indican que esos monocultivos avanzan en sentido opuesto al desarrollo sostenible.<sup>37</sup>

Dado que no es posible tener siempre claras evidencias antes que el daño ocurra, el “principio de precaución” es la respuesta a tal incertidumbre.<sup>38</sup> El mismo ha sido ampliamente incorporado en acuerdos ambientales internacionales y posteriormente desarrollado en marcos legales nacionales.

Una de las acciones más notorias a nivel internacional es la resolución de la Comisión de Biodiversidad SCBD/STTM/JM/lj/59120 (9 de Julio de 2007), en respuesta a la recomendación XII/7 del SBSTTA, que solicita a las Partes “proveer información relevante de los impactos sobre Biodiversidad del ciclo completo de producción y uso de Biocombustibles y como las mismas están siendo tenidas en cuenta” - (“Compilation of information on the impacts on Biodiversity of the production and use of Biofuel”).<sup>39</sup>

La cita de Achim Steiner, Director de UNEP, es una referencia acertada con respecto a Biodiversidad. “La Bioenergía nos brinda una excelente oportunidad para abordar muchos desafíos: cambio climático, seguridad energética y desarrollo de áreas rurales. Las inversiones, sin embargo, deben planificarse y gestionarse cuidadosamente para evitar nuevos problemas ambientales y sociales, algunos de los cuales pueden tener consecuencias irreversibles. Medidas para asegurar la sustentabilidad de la Bioenergía incluyen congeniar los cultivos con las condiciones de los ecosistemas locales, buenas prácticas de manejo agrícola y desarrollo de mercados locales que provean a los desposeídos de servicios energéticos modernos”.<sup>40</sup>

En cuanto a la dimensión rural/agrícola, en América Latina la contribución del sector agroalimentario sigue siendo muy relevante en cuanto a su aporte al PBI, la ocupación de mano de obra y las exportaciones (30% del PBI regional y 40% de las exportaciones),<sup>41</sup> con un incremento importante en las últimas décadas en las actividades no tradicionales (intensivas en mano de obra, mayor valor agregado y efectos de arrastre). Sin embargo tal aporte y desarrollo no

<sup>37</sup> “Los cultivos para combustibles están generando en Brasil mucha presión en los remanentes de áreas naturales en la ecoregión del Cerrado, en algunas zonas del nordeste, la costa atlántica y la Amazonia...Se cumple lo observado con varios cultivos, en el sentido de reducir las áreas naturales y generar un proceso de fragmentación de los ecosistemas, con los consiguientes efectos negativos sobre la biodiversidad...La expansión sojera observada en el Cerrado genera importantes impactos ambientales, donde al menos el 40% de su superficie está comprometida por los usos agropecuarios y sólo un 5% tiene potencialidades de ser preservada. Tan sólo en el estado de Mato Grosso, el núcleo sojero brasileño, entre 2003 y 2004 se perdieron 12.500 km2 de selva...El avance la agricultura en el Cerrado de Brasil, en buena parte se ha hecho sobre predios dedicados a la ganadería extensiva, cuyos propietarios se trasladan entonces a nuevos sitios sobre la selva tropical amazónica...En Paraguay y Bolivia, ese mismo cultivo, ha generado pérdida de áreas naturales y deforestación...Finalmente, en el caso de Argentina, se denuncian impactos del avance sojero y otros cultivos en bosques del norte y noroeste del país... La presión sobre ambientes tropicales se repite en otros países. En Perú, se intenta promover el cultivo de caña de azúcar en la región amazónica, y en Colombia tiene lugar tanto en las laderas y valles andinos, como en la región del Caribe” G. Honty, E. Gudynas, “Agrocombustibles y desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe”, OD, 2007, pags 14 y 15.

<sup>38</sup> “Guidelines for applying the precautionary principle to Biodiversity conservation and natural resource management” – 2006.

<sup>39</sup> Esta resolución converge con la preocupación manifestada por los representantes de varios países en oportunidad del encuentro del Panel científico (United Nations Scientific Advisory Body on Biodiversity)<sup>39</sup>, donde varios funcionarios reclamaron la aplicación del Principio de Precaución para los Biocombustibles.

<sup>40</sup> United Nations. Department of Economic and Social Affairs. Commission on Sustainable Development. Fifteen session, 30 abr.- 11 May 2007.

<sup>41</sup> BID – biocombustibles; La fórmula mágica para las economías rurales de ALC? – Peter Pfaumann (SDS/RUR) – Noviembre 2006



parece haber sido suficiente para reducir la pobreza rural en la mayoría de los países. Por otra parte la indigencia rural triplicaría la indigencia urbana.<sup>42</sup>

Los biocombustibles podrían ofrecer beneficios para la población en las zonas rurales, si se optara por utilizar tecnologías intensivas en el uso de mano de obra y, en muchos países, se consiguiera un menor nivel de concentración de la propiedad de la tierra. Sin embargo el impacto de mayores demandas y mayores precios no implican automáticamente mejores condiciones para los campesinos de las comunidades rurales. Es importante evaluar si el desarrollo de biocombustibles pudiera contribuir a exacerbar tendencias como: mayor concentración de suelos, mayor mecanización y disminución de demanda de mano de obra, mantenimiento y aun deterioro de condiciones laborales.<sup>43</sup>

Sin embargo, es relevante mencionar que otras mediciones empíricas del Departamento de Sociología Rural de la Universidad de São Paulo -basándose en datos censales del Instituto Brasileño de Geografía y Estadística (IBGE)- han demostrado diferenciales positivos en la agroindustria frente a otros segmentos de la agricultura brasileña. Por ejemplo, el nivel de formalidad en los empleos de la agroindustria de la caña pasó de 32% en 1985 para 73% en 2005 (Dias de Moraes, 2007) y los indicadores de estabilidad, sueldos pagos, educación también indican mejoras, con valores típicamente superiores a otros cultivos agroindustriales en Brasil.<sup>44</sup>

Adicionalmente, los impactos del bioetanol y del biodiesel pueden ser bien diferentes, ya que, dependiendo del producto utilizado como materia prima, el biodiesel admitiría la posibilidad de menores escalas y buena ocupación de mano de obra.

### **c) Efectos sobre la retención nacional del Valor Agregado**

La retención de valor agregado está vinculada al modelo de desarrollo de los biocombustibles.<sup>45</sup> La creación de empleos, crecimiento y protección de ingresos y mejora del bienestar, dependerá de la articulación regional de las actividades. Una cadena productiva integrada a las necesidades de la región y basada en “clusters” de desarrollo que maximicen el impacto sobre las economías regionales y orientadas a satisfacer las necesidades de biocombustible de la propia región, ayudará a elevar y retener el valor agregado. Debería evitarse que un modelo orientado a la exportación funcione como un “enclave”.

### **d) Presión adicional en países en desarrollo ubicados en áreas de mayor insolación**

Los biocombustibles provenientes de cultivos de climas tropicales suelen ser más eficientes (caña de azúcar, palma) no sólo porque son cultivos más productivos en términos de conversión de la luz solar en biomasa, sino también porque son más intensivos en mano de obra, sin uso de energía fósil y con menos carga de fertilizantes y pesticidas.<sup>46</sup>

La industria global de biocombustibles naturalmente aumentará la demanda de materias primas en áreas tropicales, que poseen mejores rendimientos, menores costos de producción y, muchas veces, menor presión regulatoria y menores restricciones ambientales a la expansión de

---

<sup>42</sup> Ibid.

<sup>43</sup> El ejemplo de la evolución de los precios de caña de azúcar y su escaso traslado a la mejora de salarios de los trabajadores rurales es elocuente (BID (2006) op.cit.; Runge, F. and Senauer B. “How Biofuels could starve the Poor”, Foreign Affairs, June 2007.

<sup>44</sup> La regla de formación de los precios de la caña atribuye a materia prima cerca de 60% de los resultados de la producción sucro-alcoholera y en el precio de la caña, alrededor de 60% son salarios, proporción muy diferente de otros sectores energéticos, o sea alrededor de 36% del valor agregado de la producción energética remunera los trabajadores en la producción de materia prima.

<sup>45</sup> Forum Umwelt and Entwicklung – Global Market for Bioenergy between Climate Protection and Development Policy – Bonn – 2005.

<sup>46</sup> Greenpeace – Bioenergía: oportunidades y riesgos – Mayo 2007.

cultivos. Esta combinación de factores puede contribuir a incrementar las tasas de deforestación y cambio de uso del suelo sobre las menguantes áreas de selva y bosques en zonas tropicales.

### **e) Balance energético y ambiental**

Los biocombustibles deben demostrar que el ciclo de proyecto tiene un balance energético positivo ya que se destina una cantidad significativa de energía al laboreo, cosecha y procesamiento de los cultivos. Esta situación se liga, también al balance de GEI que se ha emitido durante el crecimiento de los cultivos,<sup>47</sup> y en la producción, transporte y uso del combustible. Si el proceso de crecimiento de la producción se basa en la deforestación, el impacto sobre el balance de emisiones sería aun más dramático.<sup>48</sup>

### **f) Aspectos institucionales**

Los avances recientes en el desarrollo de indicadores de sustentabilidad atribuyen una particular importancia a la denominada dimensión institucional.<sup>49</sup> La adecuada disponibilidad de un marco institucional constituye una condición necesaria para desarrollar y mantener un subsistema basado en biocombustibles eficaz y eficiente en lo económico, equitativo en lo social y amigable en lo ambiental. Es el marco institucional, incluyendo el marco jurídico/político y regulatorio, quien va articular las políticas, estrategias y acciones que influyan sobre las tendencias en las tres dimensiones.

La efectividad de las políticas públicas requerirá de un adecuado marco de información, capacidad técnica, investigación y desarrollo y seguridad en el monitoreo de los progresos hacia los objetivos que se planteen.

La estructura institucional, marcos legales y regulatorios y el monitoreo y control de la distribución del valor agregado a lo largo de la cadena productiva de biocombustibles, así como la localización y la participación de los productores en la propiedad de las plantas procesadoras en áreas rurales son condiciones para lograr un mejor reparto y distribución de los beneficios.

Como se mencionó anteriormente, los biocombustibles pueden tener un potencial grande para ofrecer nuevas oportunidades para las áreas rurales y disminuir la pobreza rural, sin embargo tales bondades dependen de cómo se implementen los programas ya que existe el riesgo de que estos programas “conduzcan a una concentración de tierras, liberen mano de obra si se acentúa la mecanización y aumenten los precios de los insumos así como de los alimentos. Así, los efectos positivos no son automáticos ni inherentes, sino que dependen del diseño de los programas”.<sup>50</sup>

### **g) Las incertidumbres asociadas a los desarrollos tecnológicos alternativos: Biocombustibles de segunda generación**

Como ya se señalara existen tecnologías de primera generación que son las más difundidas y probadas, incluso, en etapa industrial y cuyas producciones de bioetanol y biodiesel han sido comercializadas. Existen otras alternativas para producir biocombustibles, en particular el bioetanol, partiendo de las moléculas de celulosa contenidas en árboles, arbustos y rastrojos de la

<sup>47</sup> Esto es particularmente importante para la Soja, por ejemplo, ya que las emisiones de Oxido Nitroso durante su crecimiento son muy importantes. En el caso de Argentina, se ha convertido en la tercer fuente de emisión detrás de la Energía y la Ganadería.

<sup>48</sup> Cada hectárea desmontada en Brasil equivale a una emisión de 500 toneladas de CO<sub>2</sub>. Las emisiones evitadas de los biocombustibles podrían demandar decenas o cientos de años para compensar las emisiones generadas en los desmontes. Greenpeace – Bioenergía: oportunidades y riesgos – Mayo 2007.

<sup>49</sup> Indicators for sustainable energy development: An initiative by the International Atomic Energy Agency  
I. A. Vera, L. M. Langlois, H. H. Rogner, A. I. Jalal and F. L. Toth - 2005

<sup>50</sup> BID, 2006, op cit.

producción agrícola. En el caso del biodiesel se puede considerar también de segunda generación el obtenido de los aceites generados por ciertos tipos de algas.

Se habla de Tecnologías de Segunda Generación, cuando el objetivo es producir los denominados biocombustibles avanzados, por ejemplo, aquellos provenientes de la reacción de Fischer Tropsch; el Biometanol; el biohidrógeno, el Singas, el bioetanol obtenido de la celulosa y el biodiesel obtenido de las Algas.

Se trata de biocombustibles que todavía no se encuentran disponibles comercialmente a gran escala pero que indican una posible ruta tecnológica alternativa o complementaria. Aquí sólo se hará referencia a la elaboración del bioetanol a partir de celulosa y de la elaboración del biodiesel a partir de algas.

a) *Bioetanol a partir de la celulosa*

La información disponible indicaría que el balance de energía de producir bioetanol a partir de la celulosa es positivo y se menciona una relación de 1,98 de energía producida por cada unidad de energía empleada en el proceso. Se dice que para producir 50 millones de galones de bioetanol de biomasa de celulosa por año en EEUU, los residuos sólo proporcionarían el 40% a 50 % de la materia prima y el resto debería provenir de plantaciones energéticas y esto causaría un gran impacto al sistema agrícola de EEUU. Niveles mayores afectarían gravemente el costo de las tierras agrícolas y la competencia con las tierras para la producción de alimentos.

El informe “Growing Energy”, del National Resources Defense Council (NRDC),<sup>51</sup> suministra información sobre la producción de bioetanol por tonelada de biomasa seca y por hectárea. Producir 165,000 millones de galones de bioetanol en EEUU requeriría 116 millones de hectáreas destinadas al cultivo de plantaciones energéticas (switch grass) y esto seguramente impactaría sobre la producción y precios de los alimentos para animales y humanos pues comprometería el 27% del total de tierras agrícolas del País. El bioetanol obtenido de celulosa costaría casi el doble que el obtenido de la caña de azúcar.

El switch grass es el más aceptado e investigado de los cultivos para energía. Es un pasto perenne y nativo de EEUU. Se desarrolla con facilidad y no requiere mucho nitrógeno como fertilizante. Tarda varios años en madurar, la cosecha puede ir hasta las 20 toneladas por hectárea, pero dependiendo de la cantidad de lluvias podría ser nula.

La Corporación Logen en Ottawa, Canadá, ha sido la primera en desarrollar el proceso de obtener bioetanol de celulosa en Abril del 2004. Ha construido la primera planta de demostración. La planta procesa 40 toneladas de paja de trigo por día.

En síntesis esta tecnología de segunda generación aún está en la etapa de desarrollo, especialmente en lo referente a los procesos microbiológicos, y no se estima que pueda estar disponible comercialmente antes de unos 10 años.

---

<sup>51</sup> Ver NRDC, “Growing Energy”, How Biofuels can help end America’s oil dependence. December 2004.

b) *Biodiesel a partir de aceite de algas*<sup>52</sup>

Esta tecnología se ha demostrado en fase de laboratorio y en pequeños piletones al aire libre (hasta 1000m<sup>2</sup>), restando aún el ensayo de prototipos de grandes superficies como etapa necesaria para el análisis de factibilidad comercial.

El proceso aprovecha dos aspectos destacables de algunas variedades de microalgas: su alta eficiencia fotosintética en relación a las plantas terrestres, lo que les permite almacenar una mayor cantidad de energía solar en forma de energía química; y el alto contenido en lípidos utilizables para la producción de biodiesel.

Los esquemas estudiados para la producción masiva de aceite plantean la cría de las algas en extensos piletones de poca profundidad con agua en circulación permanente en una especie de circuito que recorre el piletón impulsado por paletas u algún otro medio. Dentro del piletón se inyecta CO<sub>2</sub> como alimento para las algas, el cual es transformado en biomasa por medio de la energía solar.

En relación a los recursos necesarios para el funcionamiento del proceso, los de consumo más intensivo son: aguas salobres, dulces o de desecho, amplias superficies planas, CO<sub>2</sub> a bajo costo (por ejemplo de una planta termoeléctrica fósil muy cercana), energía solar, nitrógeno y potasio. La utilización de agua tiende a ser bastante inferior a la de los cultivos convencionales con irrigación.

Parece no haber importantes barreras técnicas en relación al proceso de producción, pero sí existe incertidumbre en relación a la factibilidad económica de la producción en gran escala, que depende fuertemente de aspectos tales como la productividad en ambientes situados al aire libre y en grandes extensiones, de las características del diseño de ingeniería e implementación, del valor de los productos y subproductos y de los créditos por mitigación de emisiones de GEI. Si bien en escala de laboratorio se ha comprobado el alto rendimiento en aceite de las microalgas, en gran escala aún resta por comprobar la competitividad de la tecnología, la resistencia a predadores y competencia con algas salvajes en ambientes menos controlados, la efectividad de los sistemas de mezcla con CO<sub>2</sub> y del diseño hidráulico, los efectos del viento y de las fluctuaciones de luz y temperatura, y la factibilidad de la cosecha.

La productividad para diferentes tipos de algas y condiciones de cultivo oscila entre 15g/m<sup>2</sup>.día y 40g/m<sup>2</sup>.día de algas. El contenido en lípidos puede variar entre 16% y 50% del peso seco de las algas. Como consecuencia, la productividad en lípidos obtenida en piletones ubicados al aire libre se sitúa entre 5g/m<sup>2</sup>.día y 9g/m<sup>2</sup>.día durante la temporada de crecimiento. Asumiendo un promedio anual de 5g/m<sup>2</sup>.día de producción de lípidos se obtendrían unos 20m<sup>3</sup>/ha-año de aceite. Estimaciones realizadas en Estados Unidos indican un rendimiento teórico máximo de 140m<sup>3</sup>/ha-año y un rendimiento promedio factible de 47m<sup>3</sup>/ha-año. Las bajas temperaturas reducen la productividad de las algas (valores mínimos cercanos a 3g/m<sup>2</sup>-día de algas se han registrado en pleno invierno en zonas con heladas), pero el contenido de lípidos puede aumentar. Se han alcanzado eficiencias de utilización de CO<sub>2</sub> cercanas al 90%.

En relación a los costos, las estimaciones indican que el biodiesel de algas tendría un costo de entre 60 USD/bbl y 150 USD/bbl (2006 USD) con productividades de 20m<sup>3</sup>/ha-año y 47m<sup>3</sup>/ha-año respectivamente (costo de inversión USD 45,000/ha, costo de operación y mantenimiento USD 13,000/ha-año, tasa 7%, período 15 años). La infraestructura de provisión de agua y CO<sub>2</sub> puede tener una gran influencia sobre el costo de inversión total. Se puede concluir

---

<sup>52</sup> Biodiesel from Algae, NREL, 1997. Benemann, J.R., Van Olst, J.C., Massingill, M.J., Weissman, J. C., Brune, D. E., "The Controlled Eutrophication Process: Using Microalgae for CO<sub>2</sub> Utilization and Agricultural Recycling" <http://www.unh.edu/p2/biodiesel>.

que la productividad que se obtenga en los prototipos a gran escala al aire libre será determinante para establecer la viabilidad comercial del cultivo de algas para la producción de biodiesel.

Finalmente, es importante mencionar que se han desarrollado recientemente esquemas orientados a la obtención de productos y subproductos con alto valor agregado en fotobiorreactores cerrados bajo condiciones mucho más controladas. Sin embargo, esta línea de desarrollo aún se enfrenta con el desafío de reducir el alto costo de inversión y el logro de altas productividades.

## **1.5 Los biocombustibles de segunda generación en América Latina y el Caribe**

No se tiene información actualizada sobre el potencial de producción de biomasa proveniente de los residuos agropecuarios, forestales y agroindustriales. En el caso de los dos primeros, su utilización masiva, impactaría sobre la disponibilidad de fertilizantes y micronutrientes naturales que deberían ser sustituidos por los de origen químico y en el caso de los existentes en el sotobosque plantearían problemas de biodiversidad en los ecosistemas boscosos.

Por otro lado la dispersión espacial de esta biomasa generaría costos adicionales de recolección en especial si se instalaran fábricas en escalas adaptadas a los mercados consumidores del bioetanol de los países desarrollados.

En el caso de los residuos agroindustriales competirían con el suministro de energía a los propios establecimientos industriales y con la fabricación de otro tipo de productos industriales como el papel. Por estas razones se ha supuesto que las materias primas celulósicas provengan de plantaciones energéticas de switch grass.

El mercado de gasolinas a ser mezcladas con bioetanol se ha proyectado hasta el año 2020 y se ha supuesto un valor alto de bioetanol en la mezcla como es el 23%.<sup>53</sup> Con estos supuestos la afectación de tierras cultivables para el cultivo del switch grass sería muy baja en todos los países.

Este impacto poco desfavorable de esta ruta de obtención del bioetanol, hay que sopesarlo con la dependencia tecnológica que implicaría la provisión de las cepas de enzimas y otros microorganismos imprescindibles para que el proceso de conversión funcione adecuadamente, además del control de dicho proceso y del equipamiento requerido para instalar las fábricas.

## **1.6 Principales conclusiones e interrogantes respecto al contexto mundial de los biocombustibles**

El capítulo ha presentado las múltiples oportunidades que ofrece el mercado mundial de biocombustibles a través de la apertura de nuevos mercados y un creciente comercio internacional para aquellos países en condiciones de implementar un volumen de importaciones significativo; una oportunidad para reducir la dependencia energética para los que presentan un balance comercial de energía negativo, sobre todo en combustibles fósiles e incrementar la seguridad de abastecimiento; nuevas y mayores posibilidades para el desarrollo rural y la generación de una cadena productiva aguas abajo de la actividad primaria que permita agregar valor, generar empleo

---

<sup>53</sup> Los Requerimientos de Superficie cultivada con switch grass para la producción de la biomasa celulósica y de ella el rendimiento en bioetanol fueron obtenidos de Nathanael Greene, " How Biofuels Can Help End America's Oil Dependence", Natural Resources Defense Council , Growing Energy, July 2005. En ese trabajo se consignan los siguientes datos: 11,17 Toneladas seca de biomasa por hectárea y 208, 9 litros de bioetanol por tonelada seca de biomasa.

y abrir nuevos nichos tecnológicos; reducir y mitigar impactos ambientales e inclusive, contribuir a reducir la vulnerabilidad e incrementar la adaptación al cambio climático.

Se ha hecho, sin embargo, hincapié que la obtención de los beneficios depende de las políticas públicas que se implementen y de las estrategias institucionales, regulatorias, económicas, financieras, sociales y ambientales que permitan el manejo de los riesgos e incertidumbres asociados al desarrollo de los biocombustibles líquidos.

Finalmente, resta preguntarse cómo se prepara América Latina para los combustibles de segunda generación y como incorporará dicha etapa a sus planes y estrategias.

Examinar estos interrogantes parece esencial para fundar sobre bases sólidas e informadas una política dirigida a los biocombustibles.

## Capítulo II

### Los biocombustibles en el marco de la política energética

La agenda de los países de la OECD constituye la referencia obligada en la definición de una agenda mundial. Es evidente que el cumplimiento de las metas que se han fijado los países de la OECD en cuanto a la participación de biocombustibles en el Sector Transporte no podrían ser satisfechas con producción local y, a pesar que muchos programas son justificados por la promoción o sostenimiento de mejores condiciones rurales o respuesta a las presiones de tales sectores, las cuestiones energéticas y ambientales se han constituido en el motor visible de las propuestas. En consecuencia, se auguran fuertes impactos favorables sobre el comercio internacional que tiene a América Latina y Caribe como uno de los principales actores, en la provisión de materias primas, aceite o productos con mayor grado de elaboración (Etanol y biodiesel).

El papel de América Latina, es visto por actores relevantes como oportunidades para el fortalecimiento de relaciones de cooperación Sur-Sur, como por ejemplo actividades triangulares, que incluyan a África, América Central y El Caribe. La tecnología podría ser provista por América del Sur y combinarse con las condiciones climáticas y suelos favorables de otras regiones. Tales oportunidades dependen de una mayor apertura de los mercados de la OECD, eliminando subsidios agrícolas y barreras a la importación de biocombustibles.

La geopolítica global de los biocombustibles muestra a la OECD y China como los más importantes demandantes y África, América Latina y el Caribe e India como los potenciales abastecedores. En el caso de biodiesel, el rol de las oleaginosas se mantendría en el mediano y largo plazo y las ventajas de América Latina son evidentes.

Las estrategias que los países implementen se vinculan con tres opciones que deberían evaluarse: la articulación al mercado internacional vía exportaciones, la sustitución de derivados de petróleo en el mercado interno exclusivamente o una combinación de las dos.

Existen oportunidades de crecimiento del comercio internacional y la región tiene un importante potencial natural. Para identificar que países pueden articularse al mercado internacional, cuales son los que pueden plantearlo como una opción para el mercado interno y cuales los que, quizás, no puedan ni siquiera pensar en el mercado local es necesario desarrollar

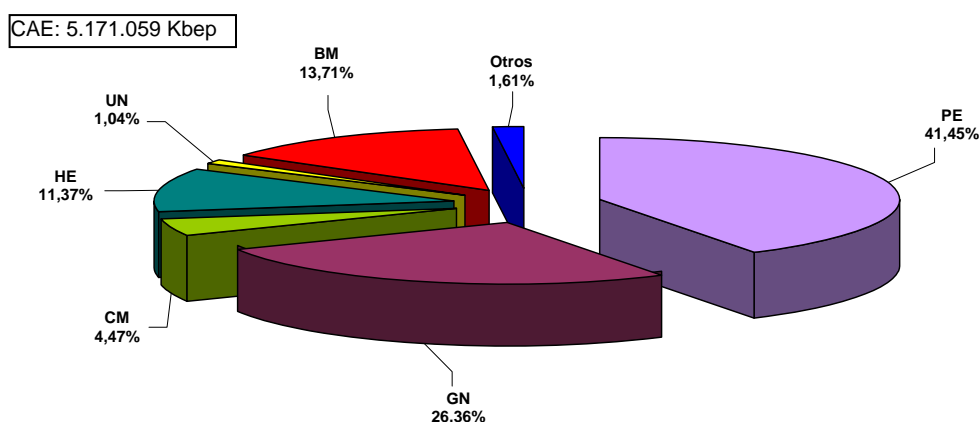
una mejor caracterización de las potencialidades y riesgos asociados a las diferentes alternativas. Es este el objetivo central de este capítulo.

## 2.1 Algunos aspectos relevantes de la situación energética de la región

Escapa a los alcances de este documento realizar una descripción de la Situación Energética en América Latina y el Caribe; sólo se hará referencia a los aspectos que sirvan esencialmente para categorizar energéticamente a los países de la Región a los fines de contextualizar la discusión centrada en las políticas de biocombustibles.

América Latina y el Caribe representan cerca del 5% del Consumo Aparente Mundial de Energía.<sup>54</sup> En el Gráfico 6 se puede apreciar la Estructura del Consumo Aparente por fuente energética primaria para la Región en el año 2005.

**GRÁFICO 6**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: CONSUMO APARENTE DE**  
**ENERGÍA POR FUENTES - 2005**  
(Porcentajes)



Fuente: Informe de Estadísticas Energéticas: OLADE 2005.

Del Gráfico 6 se desprende que la Región, en su conjunto, depende fuertemente de los hidrocarburos (67,8%), posicionándose por encima de la media mundial que es de 65,6%. Lo mismo ocurre respecto de la hidroelectricidad y las energías de la biomasa. Por el contrario en lo referente a la energía nuclear y al carbón mineral la región está por debajo de la media mundial que es de 6,5% y 24,4% respectivamente. En consecuencia la región es dependiente de combustibles fósiles.

Esta conclusión amerita una primera tipificación de los países desde el punto de vista energético: países importadores netos de petróleo y derivados (que son los más) y países exportadores netos de petróleo y derivados que son los menos.

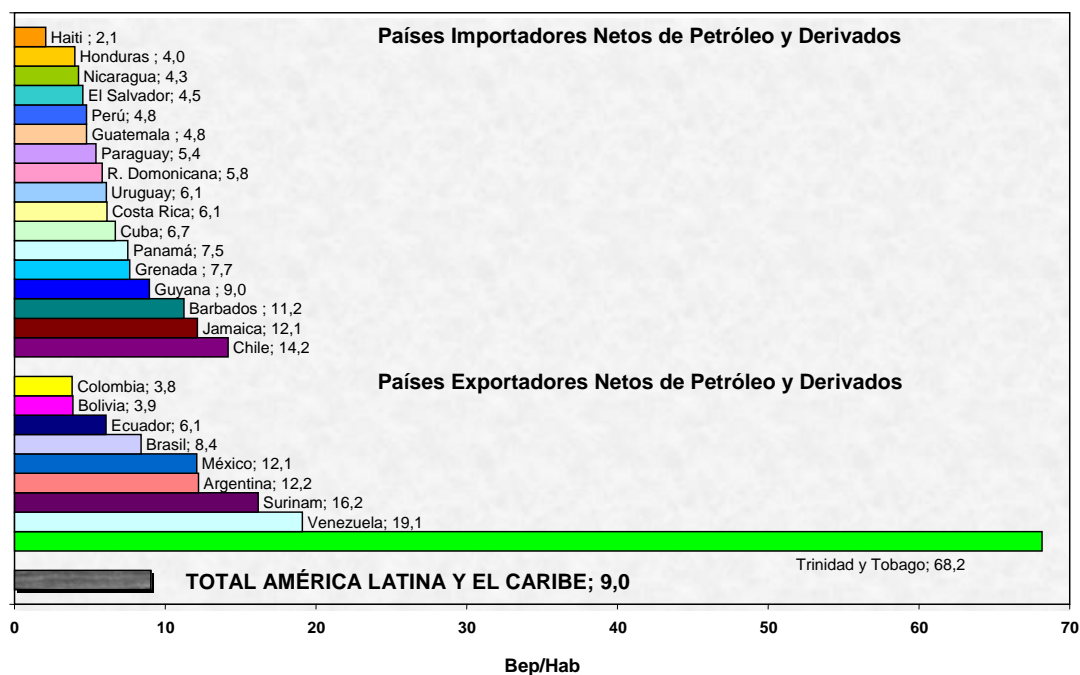
<sup>54</sup> Por Consumo Aparente, expresada en Energías Primarias, se entiende la suma de la Producción más las Importaciones menos las Exportaciones, más/menos las Variaciones de Existencias.



Si se examina cada uno de los países, se puede apreciar en el Gráfico 7 que existe una notable desigualdad en cuanto a la oferta energética total por habitante, que sería todavía más marcada si se estratificara ese indicador por nivel de ingreso, dentro de cada país.

En general los mayores valores se dan para los países exportadores netos de petróleo, donde la mitad está por encima del valor medio para la Región, que es de 9 Bep/hab. Por el contrario 14 sobre 17 países importadores netos de petróleo, están por debajo del valor medio.

**GRÁFICO 7**  
**AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE: OFERTA ENERGÉTICA TOTAL POR HABITANTE - 2005**  
(Bep/hab)



Fuente: Informe de Estadísticas Energéticas: OLADE 2005.

Población: CEPAL- anuario Estadístico América latina y El Caribe – 2005.

En el Cuadro 6 se incluye un conjunto de indicadores energéticos seleccionados. A partir de ese conjunto de indicadores se puede observar que:

- Hay 7 países, todos importadores netos de petróleo, con una participación de la leña en el consumo energético final,<sup>55</sup> superior al 30%, que por otra parte y en general son los países más pobres de la Región.
- En los países Importadores netos de petróleo, salvo cuatro que también son productores, la dependencia de este energético importado es total.
- En cuanto a los exportadores netos de petróleo, se podría afirmar que dos de ellos son marginalmente exportadores. En un caso Brasil, porque está a punto de alcanzar el total autoabastecimiento y en el otro Bolivia que importa significativos volúmenes de derivados específicamente diesel oil.

<sup>55</sup> Consumo Energético Final es el de los Sectores Socioeconómicos, llamado Consumo Energético, más el Consumo No Energético.

- Desde el punto de vista de los biocombustibles interesa especialmente el consumo del sector transporte y dentro de él, lógicamente, casi toda la energía proviene de los derivados de petróleo.
- Las Gasolinas son las que representan la mayor parte del mercado potencial del etanol.
- Debe aclararse que al considerar las gasolinas como sustituibles al 100 % se está suponiendo que se trata de alcohol hidratado que requiere su uso en motores de vehículos diseñados especialmente para ese combustible. Si se tratara del alcohol anhidro, que es el que se puede mezclar con gasolinas y utilizar en los mismos motores de los vehículos que usan ese derivado de petróleo, la magnitud del mercado potencial se reduciría al porcentaje de bioetanol en la mezcla.
- El consumo total del gas oil en el transporte presenta una tendencia creciente en casi todos los países y en muchos de ellos debe ser importado. Una cierta porción del mismo podría sustituirse por biodiesel.

## 2.2 Aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad energética

Esta sección será destinada a proveer un marco conceptual para examinar y evaluar las políticas sobre biocombustibles en los países de la Región. Se trata en primer lugar de caracterizar las cadenas productivas que habrán de presentarse con mayor frecuencia para la producción de biocombustibles.

En segundo término, importa discutir la naturaleza del concepto de la sustentabilidad del desarrollo y caracterizar las dimensiones a considerar para dar operatividad a ese concepto. A este respecto se recurrirá a los desarrollos contenidos en la publicación de CEPAL/OLADE/GTZ “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas”.<sup>56</sup>

En tercer lugar, se propone la construcción de un esquema que vincule un conjunto de “ámbitos” pertinentes para analizar los impactos de las políticas de biocombustibles sobre la sustentabilidad del desarrollo. En este sentido será fundamental discutir la identificación de tales “ámbitos” ya que ello tiene que ver con la multiplicidad de cuestiones involucradas en el tema de biocombustibles y su vinculación con las dimensiones de la sustentabilidad.

En cuarto término, se presentan los criterios a ser utilizados para identificar las situaciones estilizadas que resulten representativas de los casos más relevantes para discutir la formulación de las políticas sobre biocombustibles. Se trata de identificar un conjunto de situaciones estilizadas para bioetanol y para biodiesel.

### a) Las cadenas productivas de los biocombustibles

Una cadena productiva constituye un subsistema del aparato productivo cuyos procesos están vinculados por relaciones de insumo-producto, incluyendo además la caracterización de los mercados intervinientes, así como la provisión de los insumos y de la tecnología y/o los bienes de capital.

En consecuencia, para caracterizar las cadenas productivas de los biocombustibles hay que tomar en cuenta: los procesos de producción primaria en el en el sector agrícola-forestal, los de transformación de los productos primarios dentro del sector agroindustrial, y los de mezcla y distribución correspondientes a actividades de industria y de servicios; también se deberían

---

<sup>56</sup> CEPAL, OLADE, GTZ, Santiago de Chile, 2003.

examinar todos los mercados de compra-venta tanto de los productos e insumos de cada proceso y de la provisión de tecnología y de bienes de capital.

Esta caracterización deberá realizarse separadamente para el bioetanol y el biodiesel, debido las diferencias que se presentan principalmente en el eslabón primario debido a los cultivos implicados, pero también en las características propias de los procesos industriales.

En los Diagramas 1, 2 y 3 se presentan, a modo de ejemplo, las cadenas productivas correspondientes al bioetanol (partiendo de la caña de azúcar y del maíz como materias primas y al biodiesel, considerando la soja como materia prima).

De otro lado, la cadena productiva del bioetanol, basada en la caña de azúcar, presenta la flexibilidad de que puede optar por dar un énfasis diferente a la producción de azúcar<sup>57</sup> o alcoholes según las circunstancias coyunturales: Brasil agrega a esto una flexibilidad adicional al poseer una industria automotriz que puede fabricar automóviles Flex-fuel, que pueden utilizar una mezcla de gasolina y bioetanol anhidro o directamente alcohol hidratado.

En el caso de la producción de bioetanol, los eslabones industriales suelen estar localizados junto a la producción primaria (especialmente en el caso de utilizar como materia prima la caña de azúcar) y la tecnología empleada suele suponer escalas de gran tamaño y extender el control sobre el eslabón primario.<sup>58</sup> Es importante por eso analizar los efectos que podría tener la concentración y control sobre los eslabones primarios en la cadena de valor.

Por lo general y al menos en lo que se refiere a los combustibles de primera generación, las tecnologías que se emplean en los eslabones industriales son conocidas. Sin embargo, en lo que se refiere a la provisión del equipamiento, teniendo en cuenta las escalas de producción, puede presentarse una diferencia (especialmente referida a bioetanol) entre los países más grandes que podrían contar con producción nacional y los más pequeños que tendrían que importarlos.

En el caso del biodiesel la situación es diferente a este respecto puesto que en la industria aceitera pueden darse tamaños de planta pequeños, medianos y grandes y por tanto es más viable la existencia de organizaciones de tipo cooperativo (establecimientos medianos).

---

<sup>57</sup> A parte de la experiencia y del desarrollo tecnológico brasileño en agroindustria cañera, particularmente en términos agronómicos, Colombia, Costa Rica, Guatemala presentan instituciones tradicionales de investigación, con producción significativa y regular, inclusive porque el mejoramiento de variedades presenta grande especificidad local. Por eso mismo, es importante constar la gran relevancia de un desarrollo propio siempre que se pretenda promover los biocombustibles.

<sup>58</sup> En Brasil, el 70% de la superficie cultivada es controlada por 340 molinos, mientras que el 30% restante está en manos de unos 60 mil pequeños y medianos productores (Rothkopf, G. "A blueprint for green energy in the Americas". Interamerican Development Bank, Washington. 2007).

**CUADRO 6  
AMERICA LATINA Y EL CARIBE: INDICADORES ENERGETICOS 2005**

Países Importadores Netos de Petróleo y Derivados	Consumo Final Energético	Participación de la Leña 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	Consumo del Sector Transporte	Participación del Petróleo en el Consumo del Sector Transporte	Consumo de Gasolinas para Transporte	Consumo de GNC o GNV para Transporte	Consumo de GLP para Transporte	Consumo de bioetanol para Transporte	Mercado Potencial del Bioetanol(*)	Consumo de Diesel Oil para Transporte	Cobertura Eléctrica Total
	Kbep	Kbep	(%)	(%)	Kbep	Kbep	(%)	Kbep	Kbep	Kbep	Kbep	Kbep	Kbep	(%)
Barbados (2)	2 026,0	0,0	54,3	100,0	1 999,0	940,0	100,0	724,0				724,0	216,0	95,0
Chile	155 639,0	18,6	46,1	88,0	89 121,0	57 098,0	98,9	17 036,0	255,0			17 296,0	25 602,0	96,8
Costa Rica	22 204,0	9,5	55,9	100,0	13 793,0	10 572,0	95,9	4 173,0			401,0	4 593,0	5 757,0	98,1
Cuba	60 813,0	2,3	35,1	62,9	35 938,0	12 227,0	97,5	3 818,0			3,0	4 063,0	5 757,0	95,5
El Salvador	24 152,0	35,1	35,5	100,0	13 378,0	7 487,0	100,0	3 321,0				3 321,0	3 597,0	84,0
Grenada (1)	490,0	7,1	71,8	100,0	563,0	259,0	98,5	199,0				199,0	19,0	82,0
Guatemala (2)	52 680,0	45,5	33,1	71,1	16 454,0	12 653,0	100,0	6 093,0		132,0		6 225,0	6 151,0	84,0
Guyana (1)	5 484,0	31,8	39,8	100,0	3 660,0	1 109,0	100,0	596,0				596,0	322,0	82,0
Haití (1)	16 818,0	62,6	26,2	100,0	4 910,0	2 961,0	100,0	1 647,0				1 647,0	1 134,0	34,0
Honduras (1)	24 278,0	41,0	39,2	100,0	14 041,0	5 009,0	100,0	2 035,0				2 035,0	2 961,0	67,0
Jamaica	29 091,0	0,5	46,3	100,0	30 105,0	8 612,0	99,5	4 093,0				4 093,0	2 604,0	93,0
Nicaragua	18 156,0	58,6	26,1	100,0	8 890,0	3 424,0	100,0	1 297,0				1 297,0	1 996,0	55,2
Panamá	21 570,0	17,8	45,9	100,0	11 708,0	7 818,0	100,0	3 049,0				3 049,0	2 521,0	83,0
Paraguay	26 119,0	37,5	27,9	100,0	7 144,0	7 117,0	96,0	1 023,0		120,0	165,0	1 308,0	5 685,0	93,2
Perú	98 351,0	12,5	57,6	47,7	24 787,0	33 874,0	99,4	9 799,0				9 998,0	22 287,0	78,1
R. Dominicana	38 837,0	12,6	45,8	100,0	35 470,0	13 834,0	86,0	7 093,0		1 930,0		9 023,0	3 812,0	92,3
Uruguay	16 846,0	17,1	47,3	100,0	11 056,0	5 340,0	100,0	1 540,0				1 540,0	3 790,0	98,0

Países Exportadores Netos de Petróleo y Derivados	Consumo Final Energético	Participación de la Leña en el Consumo Final Energético	Participación del Petróleo en el Consumo Final Energético	Participación del Petróleo Exportado en la Producción de Petróleo	Importaciones Netas de Petróleo	Consumo del Sector Transporte	Participación del Petróleo en el Consumo del Sector Transporte	Consumo de Gasolinas para Transporte	Consumo de GNC o GNV para Transporte	Consumo de GLP para Transporte	Consumo de bioetanol para Transporte	Mercado Potencial del Bioetanol	Consumo de Diesel Oil para Transporte	Cobertura Eléctrica Total
	Kbep	Kbep	(%)	(%)	Kbep	Kbep	(%)	Kbep	Kbep	Kbep	Kbep	Kbep	Kbep	(%)
Argentina	334 284,0	0,4	34,0	36,0	88 119,0	94 429,0	79,5	23 070,0	18 946,0			42 016,0	49 003,0	95,0
Bolivia	24 580,0	9,1	33,2	7,3	1 121,0	8 561,0	95,1	3 035,0	800,0			3 835,0	3 784,0	67,1
Brasil	1 283 384,0	9,0	34,5	1,7	10 650,0	376 420,0	83,7	75 324,0	12 329,0		73 000,0	160 653,0	190 801,0	97,0
Colombia	166 148,0	7,2	39,2	72,9	139 149,0	56 709,0	94,3	24 602,0	1 907,0		2 190,0	28 699,0	22 106,0	90,9
Ecuador	58 986,0	2,7	69,2	67,0	133 949,0	30 782,0	100,0	11 475,0				11 475,0	17 009,0	89,7
México	1 230 035,0	3,5	32,5	54,0	623 796,0	320 809,0	96,7	205 804,0	128,0	10 022,0		215 954,0	84 452,0	96,0
Surinam	4 586,0	7,4	36,7	22,4	2 163,0	1 019,0	100,0	554,0				554,0	287,0	97,0
Trinidad y Tobago(3)	71 672,0	0,0	7,0	70,5	33 018,0	4 533,0	100,0	2 832,0				2 832,0	1 627,0	92,0
Venezuela	297 000,0	0,0	42,3	88,5	1 075 876,0	107 154,0	106 318,0	83 652,0	838,0			84 490,0	17 779,0	97,0

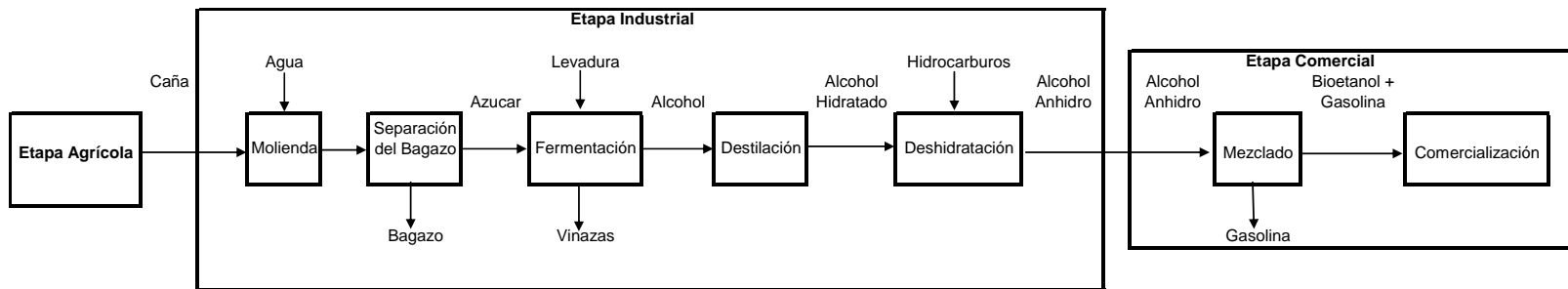
  

	Consumo Final Energético	Participación de la Leña en el Consumo Final Energético	Participación del Petróleo en el Consumo Final Energético	Participación del Petróleo Exportado en la Producción de Petróleo	Importaciones Netas de Petróleo	Consumo del Sector Transporte	Participación del Petróleo en el Consumo del Sector Transporte	Consumo de Gasolinas para Transporte	Consumo de GNC o GNV para Transporte	Consumo de GLP para Transporte	Consumo de bioetanol para Transporte	Mercado Potencial del Bioetanol	Consumo de Diesel Oil para Transporte	Cobertura Eléctrica Total
	Kbep	Kbep	(%)	(%)	Kbep	Kbep	(%)	Kbep	Kbep	Kbep	Kbep	Kbep	Kbep	(%)
<b>Total América Latina y el Caribe</b>	4 082 663,0	7,5	37,5	48,0	1 794 845,0	1 189 530,0	95,7	497 298,0	35 203,0	12 429,0	75 998,0	620 928,0	479 063,0	91,9

Fuente: Informe de Estadísticas Energéticas: OLADE 2005.

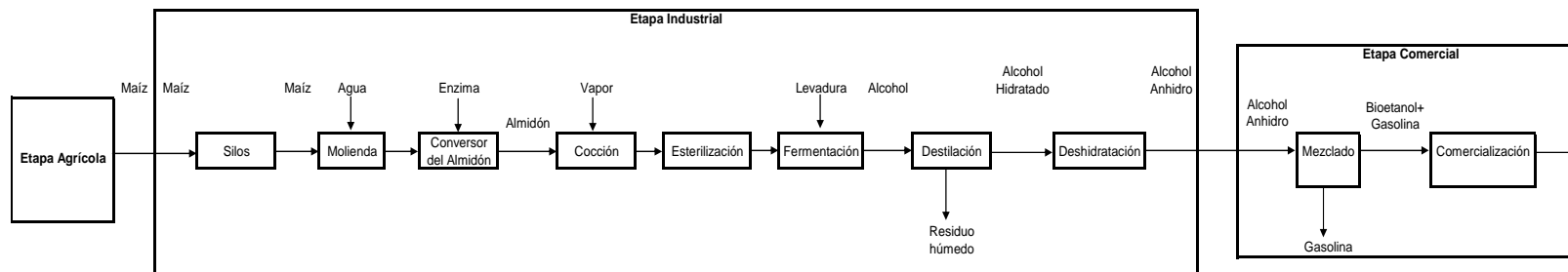
(\*) Se considera como mercado potencial a la suma de los consumos consignados en la cuatro columnas previas; debe aclararse que el bioetanol podría tomar el 100 % únicamente en el caso de tratarse de alcohol hidratado que requiere en su uso motores de vehículos diseñados especialmente para ese combustible. En el caso de tratarse de alcohol anhidro, la mezcla con los derivados del petróleo tendría límites máximos.

**DIAGRAMA 1**  
**CADENA PRODUCTIVA DEL BIOETANOL PRODUCIDO A PARTIR DE LA CAÑA DE AZÚCAR**



Fuente: Elaboración propia.

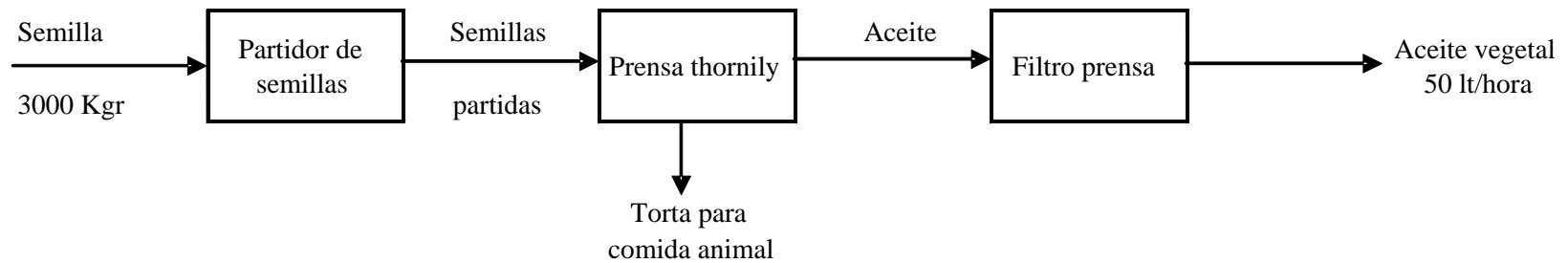
**DIAGRAMA 2**  
**CADENA PRODUCTIVA SIMPLIFICADA DEL BIOETANOL PRODUCIDO A PARTIR DEL MAÍZ**



Fuente: Elaboración propia.

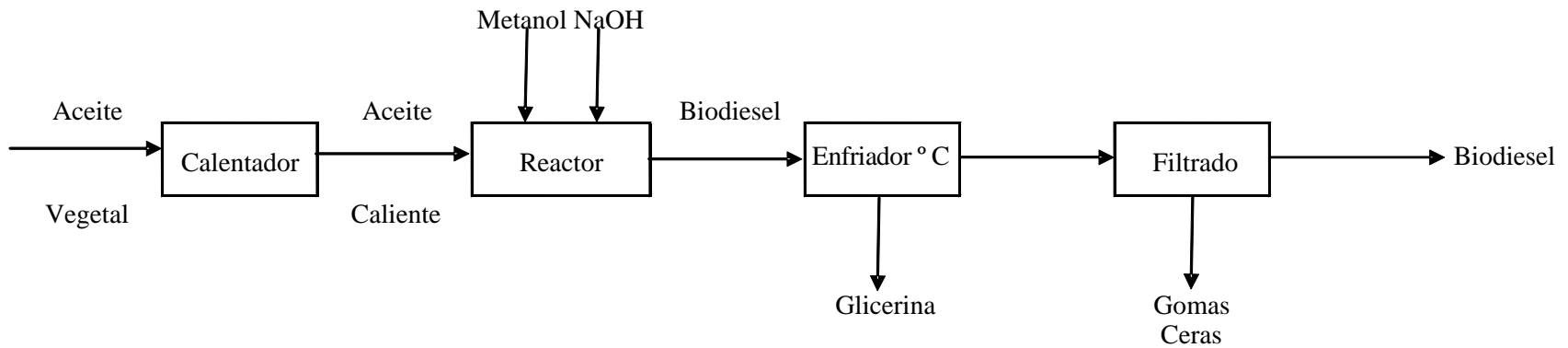
**DIAGRAMA 3**  
**CADENA PRODUCTIVA DE BIODIESEL PRODUCIDO A PARTIR DE LA SOJA**

**A. Etapa industria aceitera**



Fuente: Elaboración propia.

**B. Etapa de producción biodiesel**



Fuente: Elaboración propia.

## b) Las dimensiones del desarrollo sustentable

El “desarrollo sustentable” hace referencia a la dinámica de un sistema complejo que se compone de una multiplicidad de aspectos de muy difícil aprehensión en términos sintéticos. Es por ello que cualquier intento de aplicar el calificativo de “sustentable” a una determinada trayectoria del desarrollo socioeconómico-ambiental, resulta más o menos arbitraria y generalmente conlleva juicios de valor.<sup>59</sup>

La Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de América Latina y el Caribe,<sup>60</sup> creyó necesario enfatizar sobre los aspectos distributivos al calificar como sustentable a “Un desarrollo que distribuya más equitativamente los beneficios del progreso económico, proteja al medio ambiente nacional y mundial en beneficio de las futuras generaciones y mejore genuinamente la calidad de vida”.<sup>61</sup>

En el marco del proyecto sobre “Energía y Desarrollo Sustentable en ALC” (OLADE/CEPAL/GTZ)<sup>62</sup> se plantea que el ser humano debe ser el sujeto activo y la finalidad última del desarrollo y, en consecuencia se ubica al desarrollo humano como elemento central de la sustentabilidad y ello llevó a adoptar el concepto de desarrollo humano que se enuncia dentro de los informes anuales del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)<sup>63</sup> como aproximación a la noción de desarrollo sustentable.

A partir de elementos de esta definición se intentó deducir las dimensiones que ayudan a dar operatividad al concepto de desarrollo sustentable:<sup>64</sup>

Estas dimensiones (económica, social, ambiental y política) están fuertemente vinculadas e interactúan entre sí dinámicamente en la realidad de un sistema socioeconómico concreto. Así por ejemplo, la calificación de la fuerza de trabajo tiene una influencia decisiva en el proceso económico de producción; pero, a su vez, aquella calificación depende crucialmente del grado de educación formal de la población, que es un aspecto perteneciente a la dimensión social. De modo análogo, la mejora en la calidad de vida de la población habrá de depender del ritmo de crecimiento económico y de la distribución de los resultados de ese crecimiento. También es claro que una distribución equitativa del producto social, disminuye el grado de conflictividad y, por tanto, mejora las condiciones de gobernabilidad.

En la Dimensión Económica, la sustentabilidad se vincula con la posibilidad de sostener el crecimiento hacia el futuro. Por supuesto, cada sistema económico va cambiando su modalidad de acumulación en el tiempo (esto es, en particular, sectores de actividad que lideran el crecimiento, patrón tecnológico que caracteriza al sistema productivo, formas de inserción en el sistema mundial). Sin embargo, cada modalidad de acumulación presenta un conjunto de rasgos

---

<sup>59</sup> En 1987 la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (CMMAD) definió el concepto de desarrollo sustentable como: “Un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin menoscabar la capacidad de las futuras generaciones de satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD “Nuestro Futuro Común”, Oxford University Press, Oxford, 1987). Pero esta definición, de carácter muy general, no especifica con qué criterio de equidad se deben satisfacer las necesidades del presente, ni como debe ser el manejo de los recursos para lograr el objetivo de no menoscabar la posibilidad de que las generaciones futuras satisfagan las suyas.

<sup>60</sup> Impulsada conjuntamente por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y el programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), con el apoyo de la CEPAL y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA)

<sup>61</sup> “Nuestra Propia Agenda” Washington D.C., 1990.

<sup>62</sup> OLADE/CEPAL/GTZ, “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe. Enfoques para la política energética” Quito, mayo de 1997.

<sup>63</sup> De acuerdo con el PNUD el desarrollo humano se concibe como “el proceso de ampliar la gama de opciones de las personas, brindándoles mayores oportunidades de educación, atención médica, ingreso y empleo, y abarcando el espectro total de opciones humanas, desde un entorno físico en buenas condiciones hasta libertades económicas y políticas” PNUD, Desarrollo Humano: Informe 1992, publicado para el PNUD, Bogotá, 1992, página 18.

<sup>64</sup> CEPAL, OLADE, GTZ, “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas” Santiago de Chile, 2003, págs 29 a 33.

básicos que permiten discernir sobre su viabilidad futura, atendiendo a las condiciones de contexto vigentes y su evolución esperada. Por otra parte, es claro que la disponibilidad de recursos naturales, humanos y equipos e instalaciones de producción, calificación de recursos condiciona las potencialidades del crecimiento.

En la Dimensión Social es importante atender a los aspectos vinculados con la calidad de vida de la población. Pero, en términos generales y dado un contexto socio-cultural, es claro que el nivel de ingreso de las familias es el determinante principal de la calidad de vida de la población. Por supuesto, la naturaleza de las políticas sociales vigentes en cada país constituye un elemento complementario al ingreso efectivo de las familias en la determinación de la calidad de vida.

Por su parte, la Dimensión Ambiental abarca la amplia gama de elementos que conforman el entorno natural. Es importante señalar ciertas características propias de tales elementos. Por una parte, la no-reproducibilidad de los mismos en sus calidades originarias implica la irreversibilidad de las alteraciones de ellos, derivadas de las actividades sociales de producción y consumo. Por otra parte, en muchos casos, la respuesta del sistema natural ante tales alteraciones supone un alto nivel de incertidumbre (presencia de consecuencias no esperadas), hecho que dificulta seriamente la evaluación de los efectos de las acciones humanas sobre el entorno natural. Cabe mencionar que una porción significativa de los elementos que integran la biosfera son de “propiedad común”, universal o social, situación que da lugar a la necesidad de considerar la existencia de las “externalidades”.<sup>65</sup> Los costos sociales y privados resultantes de dichas externalidades o impactos sobre el medio ambiente podría inducir a una asignación no eficiente de los recursos y las propuestas que se plantean (Impuestos y subsidios o creación de mercados faltantes) presentan fuertes dificultades de implementación. De este modo, la presencia de dichas externalidades suelen tener efectos distributivos contrarios a la equidad.

En la Dimensión Política, el desarrollo sustentable se vincula con la gobernabilidad y la vigencia de condiciones que aseguren el respeto por los derechos del hombre. En principio, la existencia de sistemas democráticos de gobierno que estén basados en una efectiva participación y representación de los diferentes grupos sociales, aparece como una de las formas más adecuadas para lograr la sustentabilidad en el plano político. En esta dimensión interesa el desarrollo institucional y la articulación entre los poderes públicos.

De este modo, utilizando un conjunto de indicadores que deben vincularse con las dimensiones mencionadas resulta posible evaluar por su intermedio los progresos o retrocesos que pueden verificarse en cada una de ellas. En particular, en el caso de las políticas públicas, se requiere examinar los impactos potenciales de las mismas (Objetivos, Metas, Estrategias, instrumentos y acciones o programas) definiendo indicadores que permitan discernir sobre su aporte en favor de la sustentabilidad del desarrollo.

## **2.3 Ámbitos a tomar en cuenta para el análisis de las políticas de biocombustibles y su vinculación con las dimensiones de desarrollo sustentable**

Para estos efectos es necesario examinar el tema desde varios aspectos que no siempre pueden traducirse de manera simple por medio de indicadores que permitan dar una imagen de conjunto sobre las diferentes situaciones. Por ello, se introduce el concepto de “ámbitos” vinculados con las dimensiones del desarrollo sustentable. En el Gráfico 8 se representan de manera esquematizada los “ámbitos” que se consideran como más relevantes para la evaluación de las políticas públicas sobre los biocombustibles.

---

<sup>65</sup> Y de “bienes públicos”.

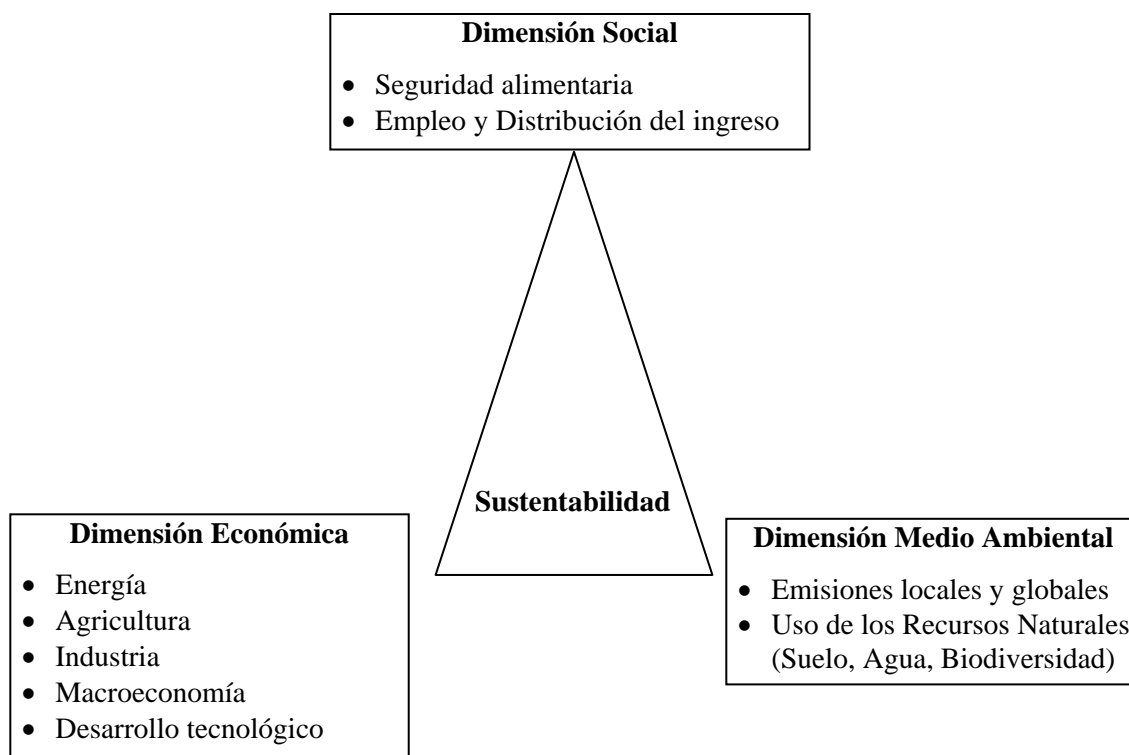


Dentro de la *Dimensión Económica* corresponde examinar los siguientes “ámbitos o ejes”:

- Eje Energía

Se trata de analizar la contribución de los biocombustibles a la sustentabilidad del sistema energético nacional. En tal sentido, se pretende analizar el aporte de los biocombustibles al grado de autarquía, a la seguridad de abastecimiento, a la diversificación de la matriz energética y al ahorro energético. Pero esto último será cierto únicamente en la medida en que la energía utilizada en los procesos de producción, incluyendo los correspondiente insumos, fuera menor que la contenida en los biocombustibles obtenidos. Por supuesto que el resultado variará según la materia prima agrícola, la organización de su producción, la consideración de los subproductos de los procesos industriales y su utilización. De cualquier modo, acerca del balance energético de los biocombustibles existe aun un gran debate y se plantean posiciones que son muy divergentes. Pero es claro que este es uno de los aspectos más importantes desde el punto de vista de la sustentabilidad energética y que las políticas específicas tendrían que examinar con atención.<sup>66</sup>

**GRÁFICO 8**  
**“ÁMBITOS” VINCULADOS A LA EVALUACIÓN DE LOS PROGRAMAS DE BIOCOMBUSTIBLES**



Fuente: Elaboración propia.

<sup>66</sup> Lobato, V. "Metodologías para optimizar el análisis de materias primas para biocombustibles en los países del MERCOSUR", PROCISUR, IICA. Montevideo, 2007.

- Eje Agricultura

El aporte de los biocombustibles dependerá del tipo de cultivo que genera la materia prima, la disponibilidad de tierras y agua, las formas que adopta la organización de la producción y las modalidades de tenencia de la tierra, la asimilación de tecnología, los vínculos con los procesos agroindustriales de la cadena productiva y el acceso al financiamiento. Todos estos factores van a incidir sobre la capacidad de los actores del ámbito agrícola de apropiarse una porción del valor que se genera a lo largo de toda la cadena productiva.<sup>67</sup>

En este “ámbito” debe examinarse también las cuestiones relativas al uso del territorio en lo que se refiere a la asignación de tierras a diferentes actividades agrícolas, a la ganadería (incluyendo la producción de leche) y a las actividades forestales. En particular, debería analizarse la competencia por el uso del suelo que puede implicar el desplazamiento de unas actividades por otras.<sup>68</sup> Es decir, la política de biocombustibles debe ser coordinada con la repartición pública que tiene a su cargo la política agropecuario-forestal a fin de evitar ciertos efectos perversos que pudieran presentarse.

Debe considerarse que los biocombustibles constituyen una oportunidad para la diversificación de la agricultura y por lo tanto habría que analizar la significación del valor agregado de las actividades vinculadas del sector primario y su incidencia sobre el PBI agrícola.

- Eje Industria

Las características de los procesos industriales pertenecientes a las cadenas de biocombustibles, así como su localización espacial pueden ser diferentes según se trate de bioetanol o el biodiesel y también según la materia prima agrícola que se utilice. En el caso del bioetanol (especialmente el originado en la caña de azúcar), suele existir una integración vertical entre el eslabón agrícola y las plantas de producción industrial. Por tratarse de tamaños de planta comparativamente grandes y de alta intensidad de capital, pueden implicar una alta concentración agro-industrial y al mismo tiempo una baja incidencia sobre el empleo.

En el caso del biodiesel la situación puede ser diferente y es posible la existencia de pequeños tamaños de planta cuya producción esté destinada al autoconsumo o al abastecimiento del mercado interno por medios de pequeñas y medianas empresas. Sin embargo, también en este caso puede tratarse de grandes establecimientos teniendo a la exportación como destino predominante. Desde el punto de vista del desarrollo local esta diferente configuración de la oferta puede tener repercusiones muy diferentes.

De cualquier modo, las actividades agroindustriales relacionadas con los biocombustibles pueden tener un impacto más o menos significativo sobre la actividad industrial del país, sobre todo cuando se incluye la provisión de equipamiento e instalaciones y los efectos interindustriales.

---

<sup>67</sup> “They also point to the possibility that still-larger companies may enter in the rural economy, putting the squeeze on farmers by controlling the price paid to feedstock producers in given area and owning the rest of the value chain. If so, the real profits are likely to go not to those who can produce large quantities of feedstock, but to those with the proprietary technology to play this biomass into fuel and products. Thus, the entire bioenergy chain needs to be analysed in order to identify and overcome actual and/or potential barriers and inefficiencies.” UN-Energy, “Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers”, United Nations, 2007, pag. 24-25.

<sup>68</sup> “...biofuel programmes can result in concentration of ownership that could drive the world’s poorest farmers off their land and into deeper poverty.... one thing is clear: the more involved farmers are in the production, processing, and use of biofuels, the more likely they are to share in the benefits” *ibid.* pag. 24.

- Eje Macroeconómico

Entre los aspectos del plano macroeconómico se incluyen los impactos fiscales (exenciones de impuestos, subsidios), como las vinculadas al balance comercial y de pagos (exportaciones, reducción de importaciones, importación de equipos) y las relacionadas.

- Eje tecnológico

Aquí interesa tener un inventario del conocimiento acumulado en el desarrollo de las materias primas y en la incorporación de tecnología para el desarrollo de los biocombustibles. Teniendo en cuenta que comenzar a invertir en investigación y desarrollo en esta materia puede ampliar las posibilidades de acceder a los biocombustibles de segunda generación, el tema adquiere una especial relevancia sobre todo en los países que no cuentan con ventajas comparativas para desarrollar los biocombustibles de primera generación.

Dentro de la Dimensión Ambiental resulta pertinente tomar en cuenta los siguientes “ámbitos”:

- Emisiones de Gases de Efecto Invernadero y otros contaminantes

Uno de los principales beneficios invocados para los biocombustibles es que podría ayudar a disminuir las emisiones de gases de efecto invernadero hacia la atmósfera, ya que los gases emitidos en la quema de esos combustibles son absorbidos durante el crecimiento de los cultivos, sin embargo lo que interesa es el balance de energía consumida en toda la cadena productiva. En la medida que la energía utilizada tenga origen fósil, el balance de emisiones puede resultar negativo. Esta cuestión no puede ser resuelta a priori y se requiere de una evaluación específica en cada caso. Adicionalmente, cambios en el uso de la tierra (vgr. implantando cultivos energéticos en áreas previamente ocupadas por selvas o bosques) pueden ocasionar emisiones y pérdidas de sumideros de dióxido de carbono que reducen aun más las ventajas de los biocombustibles desde el punto de vista de las emisiones de GEI.<sup>69</sup>

En este plano debe considerarse también el problema de la polución en el medio ambiente aéreo local, especialmente en las grandes ciudades de la Región. En este caso los biocombustibles parecen ofrecer ventajas en relación a algunos contaminantes y desventajas en relación a otros<sup>70 71</sup>

- Uso de Recursos Naturales

El uso del suelo y el agua y el impacto en la biodiversidad adquieren una significación muy especial, tanto desde el punto de vista de la sustentabilidad del desarrollo como desde el análisis de la sostenibilidad misma de los biocombustibles.

Ya se han mencionado algunos efectos ambientales negativos de los monocultivos en que se sustenta la producción de biocombustibles en el plano del eslabón agrícola.<sup>72</sup> Entre tales efectos se incluye el agotamiento de los suelos, si no se hace la rotación suficiente de los cultivos y la contaminación de las aguas por el uso de pesticidas, de herbicidas y de fertilizantes; la presión sobre áreas naturales y/o los bosques nativos, afectando la biodiversidad.<sup>73</sup>

---

<sup>69</sup> Carbon mitigation by biofuels or by saving and restoring forests?, R. Righelato y D. Spracklen, Science, vol. 317, p 902, Agosto 2007.

<sup>70</sup> Impact of biodiesel fuels on air quality and human health, R.E. Morris et al., National Renewable Energy Laboratory, NREL/SR-540-33793, Mayo 2003.

<sup>71</sup> Effects of Ethanol (E85) versus Gasoline Vehicles on Cancer and Mortality in the United States, M. Jacobson, Environmental Science & Technology, 41 (11), 4150 -4157, 2007.

<sup>72</sup> Ver nota 57.

<sup>73</sup> “Efectos como la pérdida de áreas naturales, la contaminación de suelos y aguas, y los desbalances en el uso del territorio, indican que esos monocultivos avanzan en sentido opuesto al desarrollo sostenible”. G. Honty, E. Gudynas, “Agrocombustibles y desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe”, OD, 2007, pag 11.

En lo que se refiere a la Dimensión Social los “ámbitos” más relevantes son:

- Seguridad alimentaria

La discusión biocombustibles o alimentos se plantea generalmente bajo la forma de disponibilidad de tierras y el uso competitivo de las mismas para una u otra finalidad.

La introducción de los biocombustibles en la agenda de los países “desarrollados”, dada la magnitud de los requerimientos, está teniendo ya un efecto de presión hacia la alza de los precios de los alimentos. En este sentido debe tomarse en cuenta no sólo la alimentación humana sino también los efectos sobre la alimentación animal. Esos incrementos en los precios redundarán sin duda en un menor acceso de la población más pobre a los alimentos.<sup>74</sup> En algunos países de la Región podría ocurrir que este efecto de alza de precios se produzca como consecuencia de la disminución de la oferta debido a la sustitución de cultivos. Se requiere por tanto examinar si el alza de los precios es el resultado de decisiones internas o un reflejo de las importaciones de alimentos.

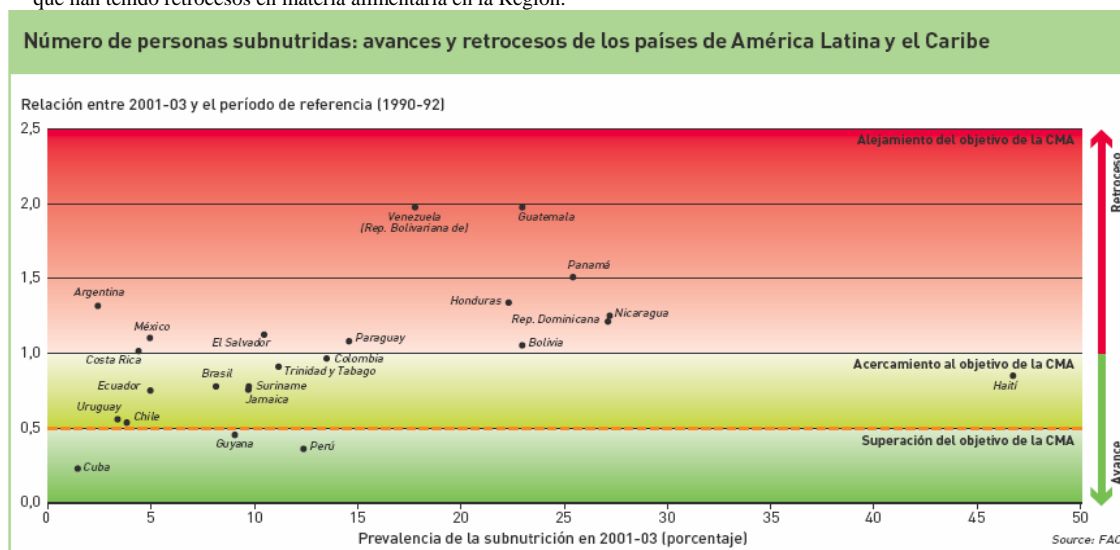
**CUADRO 7<sup>75</sup>**  
**POBLACIÓN SUBNUTRIDA Y EXPORTACIONES DE ALIMENTOS**

		Exportaciones de alimentos en 2004 (% del total exportado)		
		0-20%	20-40%	>40%
Porcentaje de población subnutrida en 2004	>20		Bolivia	Guatemala, Honduras, Nicaragua, Panamá
	10-20	Colombia, Trinidad Tobago, Venezuela	El Salvador, Perú	Paraguay
	5-10	LArC, México	Brasil, Costa Rica, Ecuador, Jamaica	Guyana
	<5		Barbados, Chile	Argentina, Uruguay

Fuente: Cepal en base a base de datos WDI, World Bank.

<sup>74</sup> “But rapid growth in first-generation liquid biofuels production will raise agricultural commodity prices and could have negative economic and social effects, particularly on the poor who spend a large share of their income on food. In many countries, the current structure of agricultural markets mean that de bulk of the profits go to a small portion of the population. Unless ownership is shared more equitably, this divide could become as true for energy commodities as it is for food commodities today. For instance, two companies, Cargill and Archer Daniels Midland, control more than half of the world’s grain trade” UN-Energy, op cit., pag. 4

<sup>75</sup> De acuerdo con el informe de FAO sobre el estado de inseguridad alimentaria en el mundo del año 2006, son muchos los países que han tenido retrocesos en materia alimentaria en la Región.



- Empleo y Distribución del ingreso

Uno de los argumentos esgrimidos a favor de la introducción de los biocombustibles es la generación de empleos. Por supuesto, la expansión de actividades o la aparición de nuevas suponen en principio un incremento del empleo, tanto en las etapas agrícolas como agroindustriales o de servicios. Sin embargo, debe considerarse la posibilidad de que aquellos procesos supongan el desplazamiento de actividades existentes, especialmente en el ámbito agrícola (sustitución de unos cultivos por otros) y que los cambios en las tecnologías de producción podrían generar una disminución de trabajadores por unidad de producto. En consecuencia, el efecto sobre el empleo debería calcularse en términos netos.<sup>76</sup>

En lo que se refiere a la distribución del ingreso es importante analizar el nivel comparativo de salarios que se pagan en las actividades relacionadas con la producción de Biocombustibles, respecto de otras actividades similares;<sup>77</sup> los efectos de la expansión de dichas actividades sobre el valor y la concentración de la propiedad de las tierras y la distribución del valor generado entre los actores participantes.

Con respecto al valor de las tierras, debería analizarse si se presenta una presión hacia el alza y el desplazamiento de pequeños y medianos productores a favor de los emprendimientos de superficie en gran escala, fenómeno que podría redundar en una mayor asimetría social.<sup>78</sup>

- Desarrollo local

En este ámbito interesa destacar el impacto del desarrollo de los biocombustibles en el crecimiento local y en la disponibilidad de bienes y servicios.

En función de lo expresado en los párrafos precedentes, podría plantearse como primera aproximación a la evaluación del aporte de las políticas de los biocombustibles, una imagen gráfica de forma de una “telaraña” decagonal como la que se presenta en el gráfico 9.

En este sentido sería conveniente que se articulen las políticas públicas en cada ámbito a efectos de que tengan una convergencia positiva en el desarrollo de los biocombustibles, asimismo es necesario construir un conjunto de indicadores vinculados con cada uno de esos “ámbitos”, para ser utilizados en el monitoreo de los programas y políticas dirigidas a los biocombustibles. En última instancia, la evaluación que se propone por medio de la utilización del esquema representado en el Gráfico 8 debería basarse en el análisis de ese tipo de indicadores.

Ello permitiría examinar si en ciertos “ámbitos” las políticas adoptadas dan lugar a impactos que signifiquen retrocesos desde el punto de vista de la sustentabilidad. Esto sería representado por medio de ejes que avancen hacia la zona “negativa” del Gráfico 9.

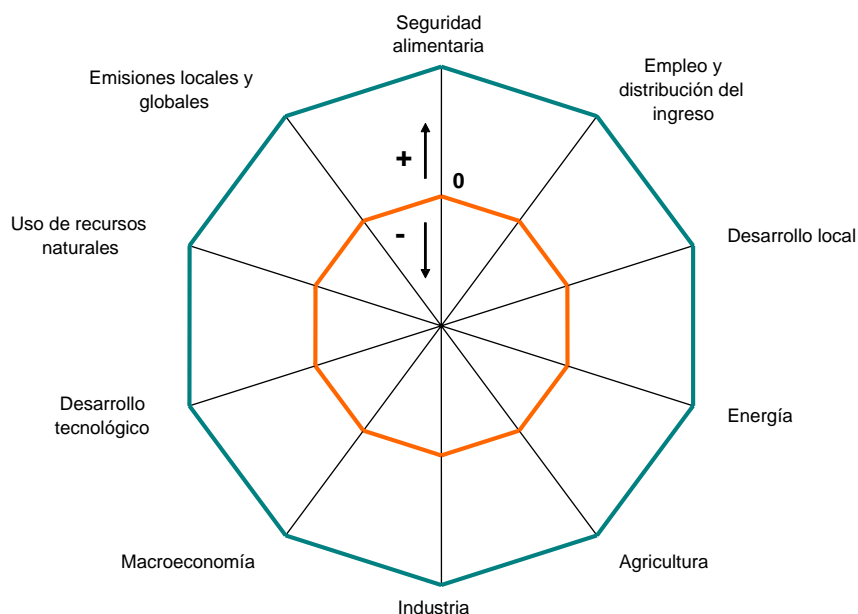
---

<sup>76</sup> Por ejemplo, en la producción de la caña de azúcar en Brasil el empleo neto disminuyó en un 33,5% entre 1992 y 2003 (personal permanente 37,6; personal temporario 28,4), principalmente como consecuencia de la introducción de medios mecánicos de cosecha. (Smeets E. et al. “Sustainability of Brazilian bio-ethanol” UNICAMP, agosto de 2006. En Argentina, “...la desocupación rural, particularmente la de las pequeñas ciudades del interior aumentó, debido a la desaparición de los cultivos regionales y al ahorro de mano de obra que conlleva la producción sojera” (Domínguez, D., Sabatino, P., “Con la soja al cuello: crónica de un país hambriento productor de divisas”, CLACSO, Marzo 2006).

<sup>77</sup> En Smeets et al. op cit., discute la incidencia de la cadena productiva del bioetanol comparando los índices de Gini que resultan en los eslabones de esa cadena con los correspondientes a otras cadenas y expresa como conclusión que de dicha cadena se deriva un aporte positivo a la distribución del ingreso puesto que los correspondientes índices de Gini están por debajo del correspondiente a la media del Brasil. Sin embargo, si se consideran los niveles medios de salario de la cadena del bioetanol con los prevalecientes en otras industrias, se deduce una imagen inversa: 552.2 R\$/mes contra 575 de Alimentos y Bebidas, 1281.1 de la industria de Combustibles y 1074.6 de la Industria Química; además si se toma en cuenta solo el eslabón primario (cosecha de la caña de azúcar) el salario medio es 446.6.

<sup>78</sup> “En Argentina, el avance arrollador de la soja y otros monocultivos dedicados a la agroindustria generaron una caída del número de productores rurales, con una disminución en especial de productores familiares, y conflictos con otros usos productivos que se redujeron o trasladaron (por ejemplo lechería, algodón, cereales, etc.), concentración de la tierra, proliferación de contratos donde los dueños de los predios ceden la gestión a empresas o inversores, e implantación de paquetes tecnológicos con transgénicos” (ibid. pag.21)

**GRÁFICO 9**  
**EVALUACIÓN ESQUEMÁTICA DE LOS IMPACTOS SOBRE LOS “ÁMBITOS DE LA SUSTENTABILIDAD”**



Fuente: CEPAL en base a fuentes oficiales.

En el Recuadro 1 se presenta un posible conjunto de indicadores cuyo contenido informativo permitiría una evaluación preliminar de los impactos de las políticas públicas sobre los biocombustibles en los diferentes “ámbitos” que se proponen para analizar el aporte de estos programas a las dimensiones del desarrollo sustentable.

**RECUADRO 1**  
**BIOCOMBUSTIBLES: INDICADORES VINCULADOS A LOS “ÁMBITOS” DE LA SUSTENTABILIDAD EN SUS DIFERENTES DIMENSIONES**

1. Energía:
  - 1.1. Impacto en la estructura de consumo final total
  - 1.2. Producción de gasolina y diesel como porcentaje de la importación total de bienes
  - 1.3. Grado de cobertura de los requerimientos básicos: consumo de energía útil por habitante
2. Agricultura:
  - 2.1. Contribución neta de la producción de biocombustibles al Valor Agregado sectorial
  - 2.2. Hectáreas destinadas a la producción de biocombustibles como porcentaje del área agrícola total
  - 2.3. Rendimientos por tipo de cultivo destinado a la producción de biocombustibles
3. Industria:
  - 3.1. Contribución neta de la producción de biocombustibles al valor Agregado Industrial
  - 3.2. Grado de concentración de la actividad industrial de producción de biocombustibles
  - 3.3. Magnitud de la inversión requerida para alcanzar las metas sobre biocombustibles porcentaje de la inversión extranjera directa total
4. Macroeconomía:
  - 4.1. Efecto neto sobre el balance comercial por la sustitución de importaciones de combustibles (deducir las importaciones de agroquímicos y fertilizantes)
  - 4.2. Efecto fiscal neto (aumento o disminución de ingresos fiscales)
  - 4.3. Porcentaje de la inversión sobre desarrollo tecnológico financiada por el Estado
5. Desarrollo tecnológico:
  - 5.1. Número y tipo de acuerdos de la cooperación internacional para el desarrollo tecnológico relativo a los biocombustibles.

- 5.2. Si existe o no importación de especies para la producción de la materia prima agrícola
- 5.3. Nivel del gasto en desarrollo tecnológico para la adaptación de especies
- 6. Uso de Recursos Naturales:
  - 6.1. Tasa de deforestación o de desplazamiento de pastura ocasionada por la expansión de cultivos vinculados a los biocombustibles
  - 6.2. Requerimiento de agua por hectárea de cultivo relacionado con los biocombustibles
  - 6.3. Agotamiento de suelos ocasionado por cultivos de materia primas de biocombustibles
- 7. Emisiones locales y globales:
  - 7.1. Producción local de biocombustibles como porcentaje del consumo local de los mismos
  - 7.2. Emisiones evitadas por el uso de biocombustibles
- 8. Seguridad Alimentaria:
  - 8.1. Índice de población subnutrida
  - 8.2. Importación de alimentos como porcentaje de la oferta local
  - 8.3. Incremento de los precios de los alimentos básicos en el último año
- 9. Empleo y distribución del ingreso:
  - 9.1. Condiciones del empleo en el eslabón agrícola de la cadena productiva de biocombustibles (duración de la jornada de trabajo.
  - 9.2. Nivel del salario promedio en la producción agrícola de la materia prima para los biocombustibles como porcentaje del salario promedio en el sector rural
  - 9.3. Porcentaje del precio de venta que queda en manos del productor
  - 9.4. Desplazamiento de población con tenencia precaria de la tierra
- 10. Desarrollo local
  - 10.1. Tipo de productores predominantes (pequeños, medianos, grandes)
  - 10.2. Origen de los actores de la producción (local, nacional, multinacional)
  - 10.3. Tipo de organización (organización comunitaria / productores individuales)

## Capítulo III

### Situaciones “estilizadas” para el desarrollo de los biocombustibles

Este capítulo describe el estado de situación de los biocombustibles en los países de la Región, indicando las metas de política, los requerimientos de combustibles para el transporte en prospectiva (confrontada con el origen de la oferta) y las potencialidades respecto de los cultivos bioenergéticos.

Asimismo, se plantea un conjunto de criterios destinados a estilizar situaciones representativas consideradas como más relevantes para discutir las orientaciones de las políticas referidas a los biocombustibles. Para ello se toma en cuenta un conjunto de indicadores, que permiten vincular a cada país con las situaciones que se han estilizado. Cabe precisar que las situaciones estilizadas correspondientes a bioetanol y al biodiesel no tienen por qué ser totalmente coincidentes.

Luego de describir las situaciones estilizadas del bioetanol y el biodiesel se realiza una primera evaluación de éstas confrontándolas con los “ámbitos” de la sustentabilidad esquematizando el potencial impacto de los biocombustibles de la manera gráfica bajo la forma de “telarañas” de carácter cualitativo.

En base a proyecciones del mercado disputable para bioetanol y biodiesel al año 2020 en diversos países de la región y asumiendo una penetración del 10% para el bioetanol (excepto para Brasil, para el cual se adoptó el 40%) y del 10% para el biodiesel (sobre base energética) para dicho año, es posible estimar la superficie requerida para obtener la materia prima necesaria para diversos países de la región (Cuadro 8). Estas estimaciones incluyen mejoras en la productividad agrícola y rendimientos en la producción de bioetanol a lo largo del tiempo.

Para analizar la disponibilidad en cada país de tierras adecuadas para producir los volúmenes de biocombustibles indicados en el Cuadro 8 es necesario discriminar las superficies en bosques, zonas agrícolas, pasturas y áreas con restricciones a las actividades agrícolas. Sin embargo, realizar este análisis a partir de las estadísticas sobre el uso del suelo puede resultar inadecuado. Ello debido a que usualmente las estadísticas hacen mención a la superficie de “Tierras agrícolas” existente en cada país, incluyendo las pasturas por lo que en muchos casos



representa un porcentaje apreciable de la superficie total (Vgr. Argentina 46%, Brasil 31%, Colombia 44%, México 56%).

**CUADRO 8**  
**PROSPECTIVA DE LA DEMANDA DE BIOCOMBUSTIBLES VS DISPONIBILIDAD DE TIERRAS<sup>79</sup>**

País	Demanda al año 2020		Superficie requerida			Superficie requerida como % de la superficie arable
	Bioetanol	Biodiesel	Bioetanol	Biodiesel	Total	
	(ktep)		(miles de has)			
Argentina	713	1 506	238	1 962	2 200	8%
Bolivia	76	87	22	41	63	2%
Brazil	12 673	5 711	3 667	2 678	6 345	11%
Chile	360	788	142	616	757	38%
Colombia	532	560	154	164	318	14%
Costa Rica	137	114	40	34	73	32%
Ecuador	263	320	76	94	170	10%
El Salvador	101	104	29	30	60	9%
Guatemala	189	271	55	79	134	9%
Honduras	76	83	22	24	46	4%
México	4 760	2 045	1 377	599	1 977	8%
Nicaragua	35	48	10	14	24	1%
Panamá	104	108	30	32	62	11%
Paraguay	24	164	7	77	84	3%
Perú	135	300	39	88	127	3%
Trinidad y Tobago	84	58	24	17	41	55%
Uruguay	36	120	12	156	168	12%
Rep. Bolivariana de Venezuela	1 739	370	503	109	612	24%
Total	22 035	12 756	6 447	6 814	13 261	9%

Fuente: CEPAL en base a fuentes oficiales.

Las pasturas abarcan en general una parte muy significativa de las tierras agrícolas y posee una caracterización relativamente vaga, pudiendo incluir zonas de bosques y arbustos, sabana, y otras áreas de interés natural.<sup>80</sup> Por ende, resulta conveniente diferenciar con mayor precisión las características de las tierras agrícolas de cada país, para ver si existen restricciones para utilizarlas en la producción de biocombustibles.

Otras restricciones importantes a la utilización de tierras (agrícolas o no) para la producción de biocombustibles se refieren a:

- Áreas de bosques y ecosistemas protegidos o de interés para la conservación
- Superficie requerida para satisfacer los requerimientos internos y externos de alimentos
- Tierras con limitaciones de suelos
- Tierras desérticas, áridas y semiáridas
- Tierras con pendiente elevada
- Tierras degradadas

En el Cuadro 9 se resumen algunas de estas características de los países de la Región.

La superficie requerida para la alimentación de toda la población está calculada en base a una canasta balanceada de alimentos con un contenido calórico de 2,414 kcal/persona /día. La

<sup>79</sup> Se incluye la demanda potencial del sector agropecuario. Se asumen cultivos aptos para cada país y rendimientos promedio prospectivos asociados a los mismos. En el caso del biodiesel la superficie requerida puede aumentar sustancialmente en caso de no expandirse en forma significativa los cultivos de palma

<sup>80</sup> Glosario FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/site/375/default.aspx>

comparación se realiza con la tierra arable por ser una categoría más precisa que la de tierra agrícola. Indicadores cercanos o superiores a 100% señalan potenciales<sup>81</sup> restricciones en la disponibilidad de tierras para alimentar su población y producir biocombustibles simultáneamente. La fuerza de esas restricciones depende de cuántas tierras no arables clasificadas como pasturas puedan ser destinadas a fines agrícolas. Algunas de estas restricciones son superables mientras que otras no lo son.

**CUADRO 9**  
**LIMITACIONES PARA EL USO AGRÍCOLA DE LAS TIERRAS**

País	% de tierra agrícola (2003)	% de tierra arable (2003)	% de cultivos permanentes (2003)	% de praderas y pastos permanentes (2003)	% de área boscosa (2005)	% de tierras desérticas, áridas y semiáridas	% de tierras degradadas (moderada a muy severa)	% tierras con limitaciones de suelos	Superficie requerida para alimentación de toda la población (% de las tierras arables)
Antigua y Barbuda	32,0	18	4,5	9,1	20	-	-	-	206
Argentina	46,0	10	0,4	35,9	12	71	63	67	28
Barbados	44,0	37	2,3	4,7	5	-	-	100	340
Belice	7,0	3	1,4	2,2	72	0	29	79	79
Bolivia	34,0	3	0,2	31,2	54	30	37	73	64
Brasil	31,0	7	0,9	23,3	56	3	52	91	65
Chile	20,0	3	0,4	17,3	22	72	48	82	167
Colombia	44,0	2	1,5	40,5	55	1	37	73	410
Costa Rica	56,0	4	5,9	45,8	47	0	100	62	393
Cuba	61,0	28	6,6	26,1	25	0	61	61	75
República Dominicana	76,0	23	10,3	43,4	28	0	100	51	170
Ecuador	29,0	6	4,9	18,4	39	11	29	63	167
El Salvador	82,0	32	12,1	38,3	14	0	94	52	213
Guatemala	43,0	13	5,6	24,0	36	0	72	65	182
Guyana	9,0	2	0,2	6,2	77	0	14	83	32
Haití	58,0	28	11,6	17,8	4	0	100	51	240
Honduras	26,0	10	3,2	13,5	42	0	87	64	142
Jamaica	47,0	16	10,2	21,1	31	0	100	45	308
México	56,0	13	1,3	41,9	34	87	54	72	87
Nicaragua	57,0	16	1,9	39,7	43	0	82	68	58
Panamá	30,0	7	2,0	20,6	58	0	88	66	121
Paraguay	63,0	8	0,2	54,6	47	0	30	72	42
Perú	17,0	3	0,5	13,2	54	0	54	85	154
Puerto Rico	25,0	9	4,7	11,6	46	39	100	65	1 019
Suriname	0,6	0,4	0,1	0,1	95	0	18	80	149
Trinidad y Tobago	26,0	15	9,2	2,1	44	0	100	-	352
Uruguay	85,0	8	0,2	77,4	9	0	13	61	51
Rep. Bolivariana de Venezuela	25,0	3	0,9	20,7	54	3	29	79	209
América Latina y el Caribe	36,0	7	1,0	27,9	45	26	50	81	80

Fuente: Elaboración propia en base a Anuario estadístico de América Latina y el Caribe - 2004, CEPAL; WDI del World Bank online; TERRASTAT online; "FAO methodology for the measurement of food deprivation", FAO Statistics Division, Roma, Octubre del 2003

### 3.1 Criterios para la identificación de situaciones estilizadas

Aunque las múltiples dimensiones asociadas al desarrollo de los biocombustibles hace muy compleja la tarea de estilización de situaciones representativas, ya que el tema y su discusión son altamente dependientes de circunstancias locales (de clima, agronómicas, económicas y sociales), es importante caracterizar ciertas situaciones relevantes destinadas a destacar los aspectos más significativos de las políticas públicas.

Entre los criterios más relevantes destinados a caracterizar tales situaciones se destaca los referidos a:

- La estructura energética propia de cada país, especialmente relacionada con la dependencia de importaciones de combustibles fósiles o su carácter de país exportador de petróleo y sus derivados o de gas natural. Este criterio está destinado a examinar la importancia relativa de la sustitución de los combustibles para el transporte por biocombustibles.

<sup>81</sup> Se califica como "potenciales" ya que para un mismo contenido calórico pueden existir variaciones entre países en la canasta de alimentos que afectan el cálculo de la superficie requerida para la producción de los mismos.

- El tamaño del mercado interno disputable<sup>82</sup> por los biocombustibles, en términos prospectivos.
- Las condiciones de clima apto para la producción de los cultivos agrícolas más adecuados para la producción de las materias primas de los biocombustibles.
- La dotación de recursos naturales (tierras, agua) necesarios para la producción de las materias primas agrícolas que se utilizan para la producción de biocombustibles, destinadas ya sea para al mercado interno o a la exportación, en términos prospectivos.
- La presencia de situaciones de subnutrición y pobreza, que impliquen a la producción de alimentos como una finalidad más prioritaria para el uso de las tierras agrícolas. También se toma en cuenta si el país considerado es importador o exportador de alimentos.

Tomando en cuenta estos criterios, se ha identificado un conjunto de situaciones estilizadas, distinguiendo aquellas que son más relevantes para el bioetanol y las que son más pertinentes para el biodiesel. En esta distinción se toma en cuenta tanto la importancia relativa del mercado interno disputable, en términos prospectivos, para ambos tipos de biocombustibles como las condiciones climáticas y la dotación de recursos naturales para la producción de las materias primas de origen agrícola.

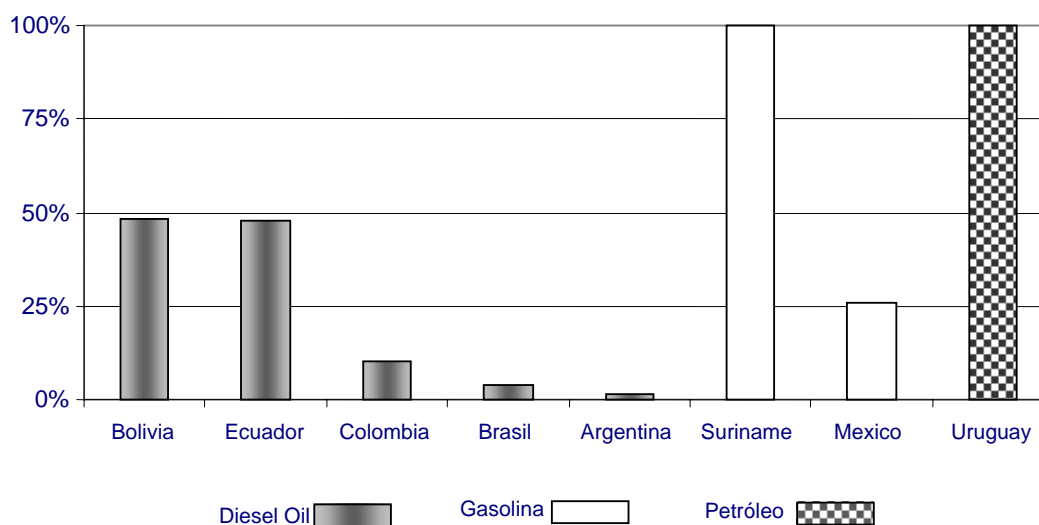
Los países de la Región se relacionan con las distintas situaciones estilizadas que mejor los describen en términos de los criterios planteados. Se han excluido de la discusión los países que por razones vinculadas a su dotación de recursos hidrocarbúricos, la opción de los biocombustibles no parece razonable. Tal es el caso de la República Bolivariana de Venezuela y de Trinidad & Tobago. En otros casos la información disponible no resulta suficiente para una adecuada caracterización.

A continuación se incluye un conjunto de gráficos destinados a presentar la información referida a los criterios utilizados para caracterizar las situaciones estilizadas que se presentan en la siguiente sección.

---

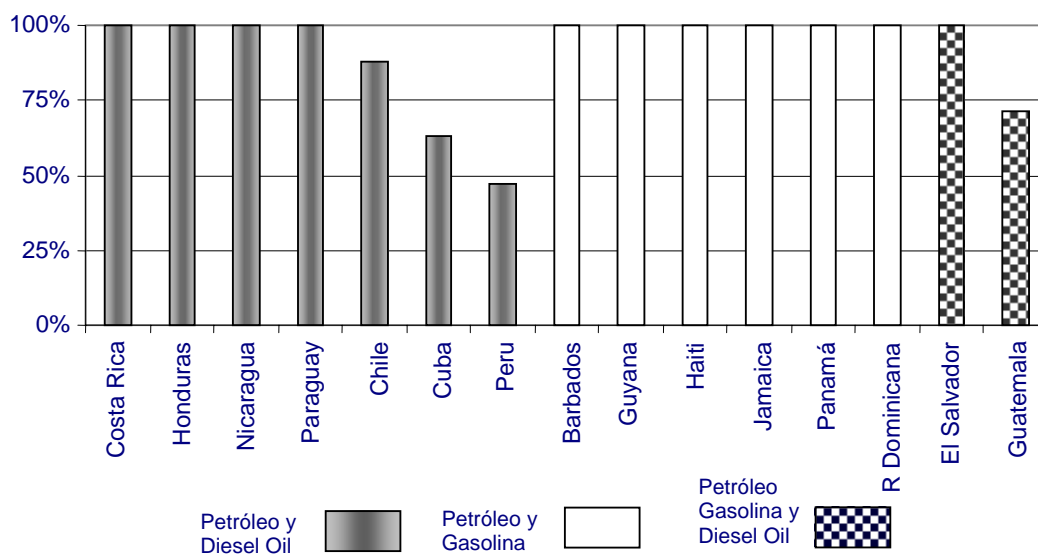
<sup>82</sup> La idea básica de la disputabilidad es que un mercado puede ser vulnerable a las fuerzas competitivas aunque esté caracterizado por una situación monopólica u oligopólica. Es decir si las empresas que ocupan el mercado son técnicamente ineficientes, aplican precios excesivos a sus productos o explotan a los consumidores de alguna otra manera, la entrada exitosa de competidores es posible. En consecuencia, los mercados disputables deben estar caracterizados por libre y fácil entrada y salida de modo tal que la competencia potencial puede ser suficiente para disciplinar el comportamiento de las firmas oligopólicas o monopólicas presentes en el mercado. Sin embargo, en el caso de los derivados del petróleo, la existencia de costos hundidos significativos en la esfera de distribución-comercialización (infraestructura portuaria y de almacenamiento, canales de distribución establecidos – estaciones de servicio de bandera-), limita fuertemente la posibilidad de introducir disputabilidad de los correspondientes mercados. Aún en los mercados de mayor tamaño para esos productos, dentro de la Región, la estructura de producción de derivados tiene características oligopólicas debido a la fuerte presencia de economías de escala en la actividad de refinación. En los países de reducido tamaño del mercado, puede resultar engañoso pensar que el carácter comercializable de los derivados del petróleo habrá de inducir disputabilidad de los mercados por vía de la importación. En tales circunstancias, haciendo una aplicación estricta de la Teoría de los Mercados Disputables, se requiere de una regulación de los precios. Ver Héctor Pistonesi, “Elementos de la Teoría Económica de la Regulación”, IDEE/FB, Bariloche, 1998; y OLADE/CEPAL/GTZ Energía y Desarrollo Sustentable: guía para la formulación de políticas. 2da. Edición, Santiago 2005.

**GRÁFICO 10**  
**IMPORTACIÓN DE PETRÓLEO Y DERIVADOS**  
*(Gasolina y/o diesel como porcentaje del consumo de transporte)*



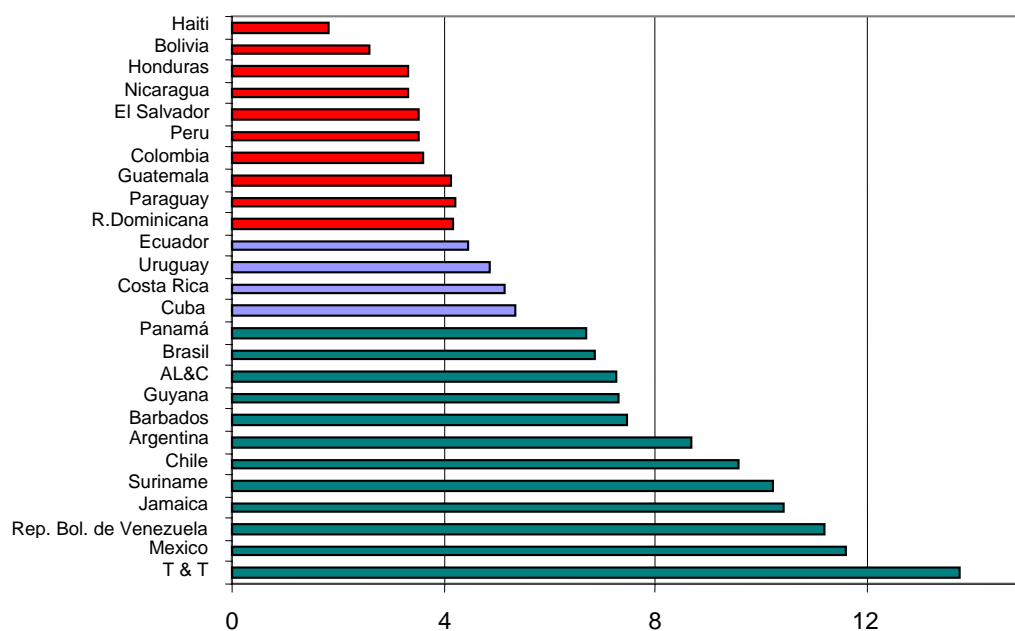
Fuente: CEPAL, en base a OLADE “Informe de Estadísticas Energéticas 2005”.

**GRÁFICO 10 (Continuación)**  
**IMPORTACIÓN DE PETRÓLEO Y DERIVADOS**  
*(Gasolina y/o diesel como porcentaje del consumo de transporte)*



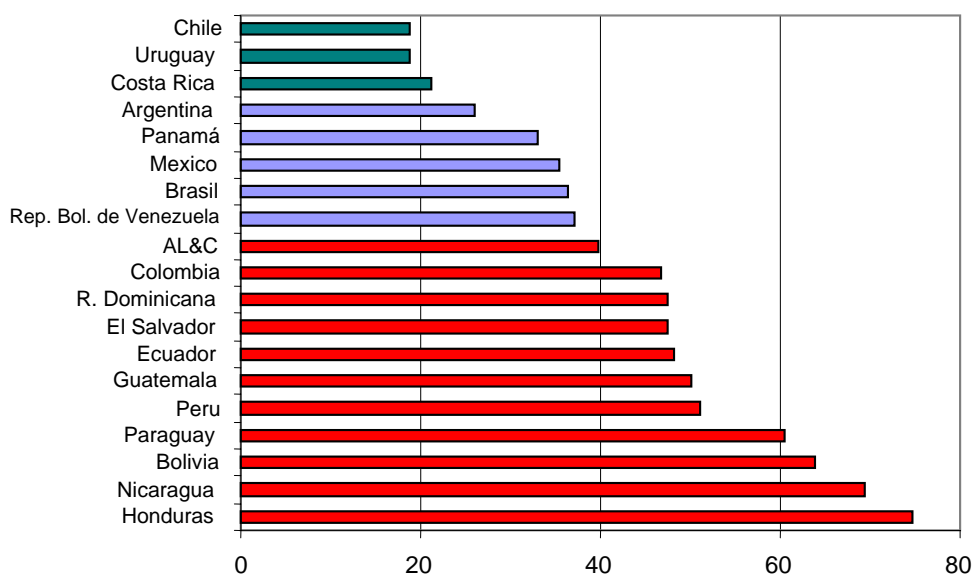
Fuente: CEPAL, en base a OLADE “Informe de Estadísticas Energéticas 2005”.

**GRÁFICO 11**  
**CONSUMO DE ENERGÍA PER CAPITA**  
*(bep/hab.)*



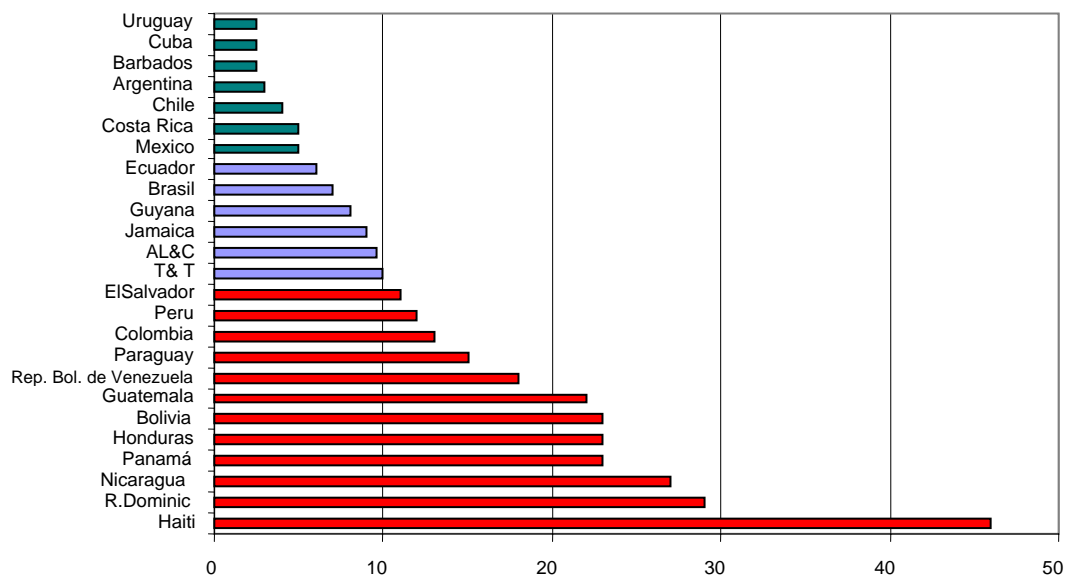
Fuente: CEPAL, en base a OLADE “Informe de Estadísticas Energéticas 2005”.

**GRÁFICO 12**  
**POBREZA**  
*(Porcentaje de pobres e indigentes)*



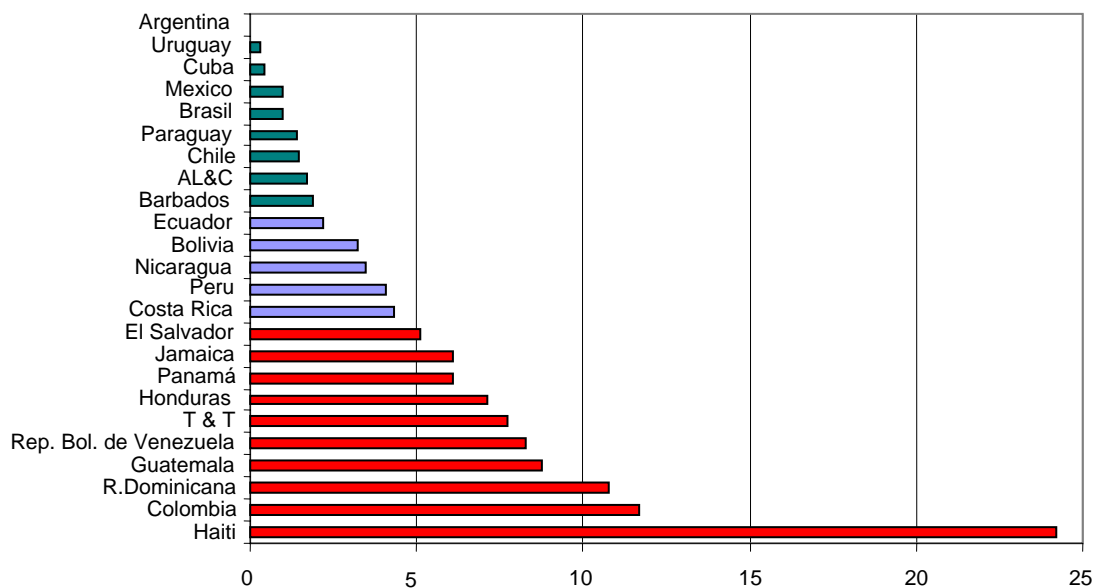
Fuente: Elaborado en base a CEPAL “Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2006”.

**GRÁFICO 13**  
**SUBNUTRICIÓN**  
(Porcentaje de población subnutrida 2004)



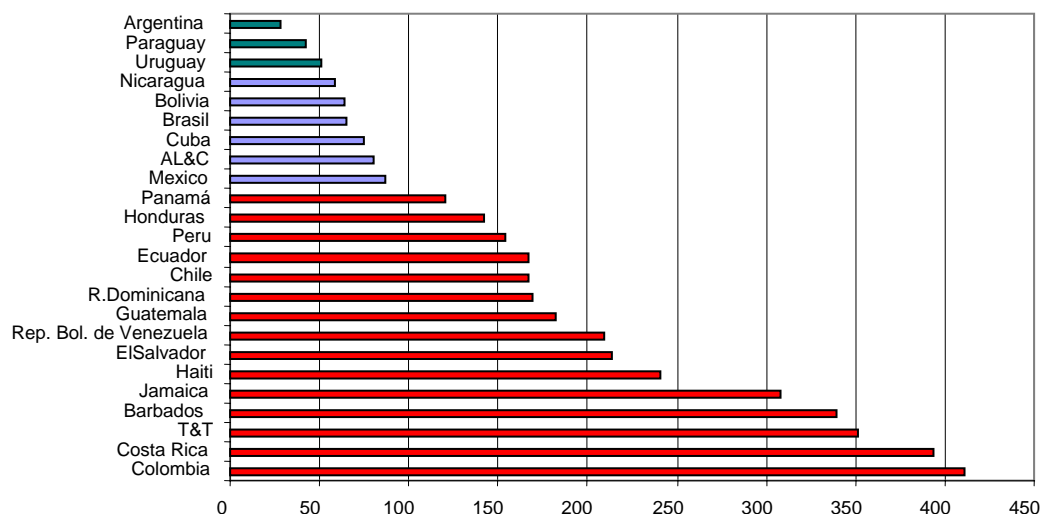
Fuente: Elaborado en base a CEPAL “Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2006”.

**GRÁFICO 14**  
**REQUERIMIENTO DE TIERRAS PARA ATENDER LA SUBNUTRICIÓN**  
(Porcentaje tierras arables)



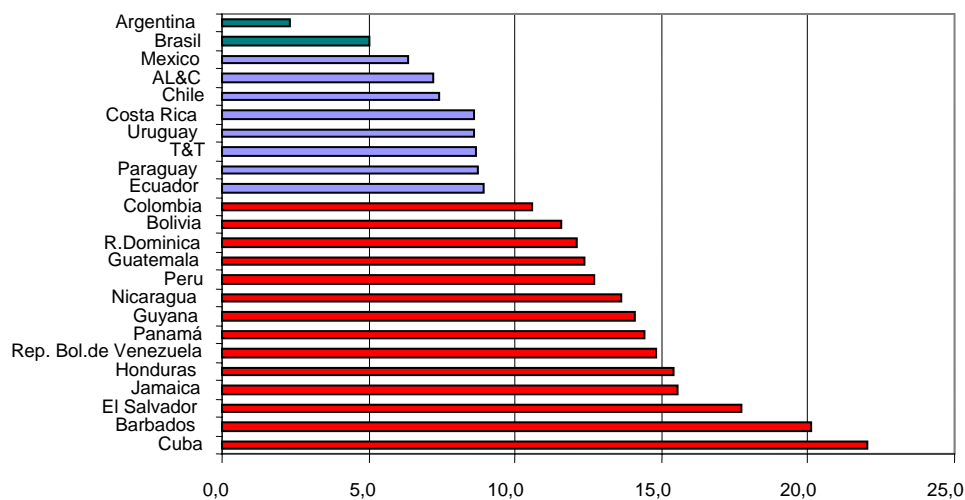
Fuente: Elaborado en base a CEPAL “Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2006”.

**GRÁFICO 15**  
**TIERRAS REQUERIDAS PARA ATENDER LA ALIMENTACIÓN**  
**DE TODA LA POBLACIÓN**  
*(Porcentaje de tierras arables)*



Fuente: CEPAL, base a "FAO methodology for the measurement of food deprivation" y CEPAL "Anuario Estadístico de América Latina y el Caribe 2006".

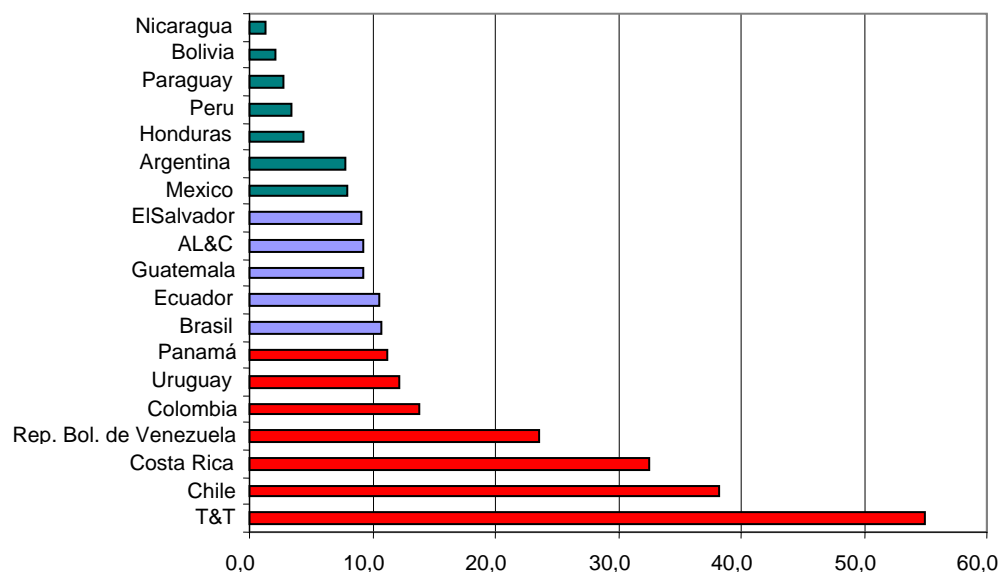
**GRÁFICO 16**  
**IMPORTACIÓN DE ALIMENTOS**  
*(Porcentaje de la importación total de mercancías)*



Fuente: CEPAL en base a información de la base de datos del WDI (<http://publications.worldbank.org/WFI>)

**GRÁFICO 17**  
**REQUERIMIENTO PARA ABASTECER EL MERCADO INTERNO**  
**DE BIOCOMBUSTIBLES**

*(Porcentaje de tierras arables)*



Fuente: CEPAL en base a OLADE “Informe de Estadísticas Energéticas 2005”.

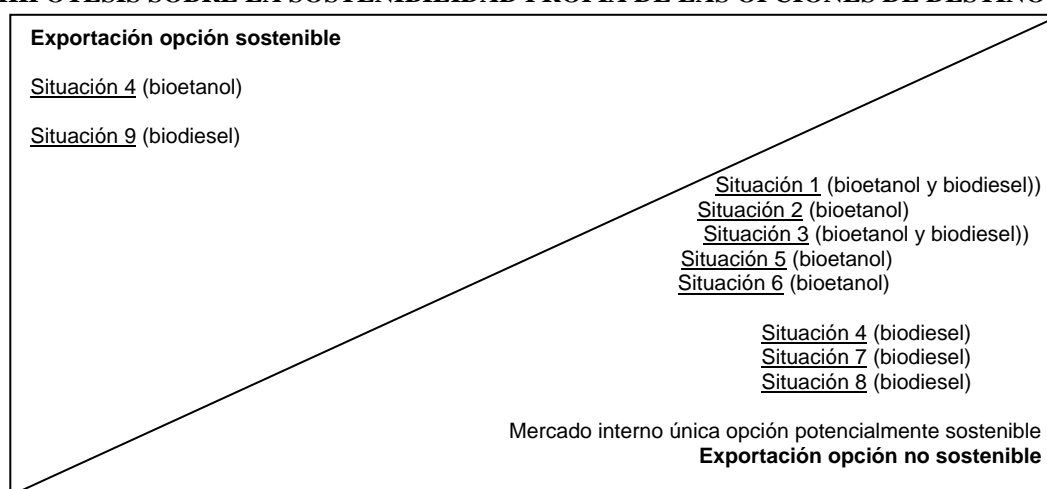
### 3.2 Esquemas estilizados con respecto a los “ámbitos” del desarrollo sustentable

Para la formulación de políticas públicas sobre biocombustibles sería conveniente plantearse algunas hipótesis previas referidas a las estrategias que pueden adoptar los países, incluidos en las diferentes situaciones que se presentan a continuación, con respecto al destino de esos biocombustibles. Esto es si el destino es el mercado interno, tendiente a sustituir los combustibles fósiles (gasolina o diesel), o si se proponen dirigirlos a la exportación, o ambas cosas a la vez.

Atendiendo a la disponibilidad de recursos naturales (tierras, agua), de las tecnologías correspondientes, tanto en la etapa agrícola como industrial, y a los requerimientos de tierras para superar las situaciones de subnutrición, la exportación resulta una opción sostenible solo para un número reducido de países, que tienen una amplia disponibilidad de tierras (gráfico 18).



### GRÁFICO 18 HIPÓTESIS SOBRE LA SOSTENIBILIDAD PROPIA DE LAS OPCIONES DE DESTINO



Fuente: Elaboración propia.

En función de estas hipótesis sobre las opciones de sustitución de importaciones versus exportación y otras relacionadas con aspectos vinculados con los diferentes eslabones de las cadenas productivas, se proponen a continuación una serie de elementos que debieran considerarse en una evaluación de los programas sobre biocombustibles.

### 3.3 Tipología de países para el bioetanol

El conjunto de situaciones estilizadas más relevantes con referencia al bioetanol es el siguiente:

#### Situación 1:

Incluiría países:

- de clima tropical
- altamente dependientes de importaciones de petróleo y/o derivados
- bajo o muy bajo nivel de consumo energético por habitante
- alto nivel de pobreza
- moderado o alto nivel de subnutrición
- moderado o alto requerimiento de tierras para atender la subnutrición
- importador de alimentos
- moderado o alto requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles

Si los países ubicados en esta situación tuvieran como principal objetivo de política la cobertura del déficit alimentario, no sería sostenible plantearse la opción de exportación, y se estima inclusive que la sustitución de las importaciones de derivados tendría un alcance muy restringido debido principalmente a la limitación de recursos naturales que, por otra parte, deberían destinarse justamente a la cobertura de dicho déficit alimentario.

Además, dado que existe una baja cobertura de los requerimientos energéticos de la parte más pobre de la población, especialmente la ubicada en las áreas rurales, sería conveniente que las iniciativas para la producción de biocombustibles prioricen el mejoramiento de esa cobertura. En este contexto resultaría claro que los programas de biocombustibles podrían acompañar las iniciativas anteriores, pero no debería esperarse o suponerse que estos programas por sí solos aporten al combate a la pobreza.

Con relación a las condiciones o características de las cadenas productivas parecería que las mejores opciones competitivas serían la caña de azúcar para la producción de bioetanol, y la palma para el biodiesel.<sup>83</sup> Sin embargo la expansión del cultivo puede avanzar sobre tierras ocupadas por pasturas dedicadas a la ganadería y/o sobre áreas de monte natural. Asimismo, debería ponerse atención los incrementos de la productividad en la actividad agrícola en función de los anteriores indicadores de competitividad.

En este contexto pareciera que los actores predominantes en el eslabón agrícola serían los tradicionales, adoptando eventualmente variedades y agroquímicos importados, con mecanización creciente de la zafra y fuerte concentración en la producción. En este caso debería prestarse especial atención a las condiciones de trabajo y a los niveles de salarios pagados a la mano de obra aunque se supone que deberían mejorar progresivamente. También a los efectos derivados del desplazamiento de pequeños productores, el aumento en el valor de las tierras y su mayor concentración, y en el incremento de precios de los alimentos.

La etapa agroindustrial estaría integrada verticalmente y sería controlada por los actores de la producción agrícola. La mezcla y distribución estaría bajo el control de las empresas petroleras que actúan en el país, y dadas las perspectivas de costos de la cadena productiva sería necesario implementar un sistema de incentivos fiscales para llevar adelante el programa de desarrollo de los biocombustibles.

Se supone que el abastecimiento con bioetanol estará destinado al mercado interno disputable; caso contrario, si se tratara de un monopsonio, existen probabilidades que los precios futuros de los biocombustibles tiendan a la baja, con la consecuente tendencia también a la baja de los salarios agrícolas.

Si se abasteciera entonces el 10% del mercado de las gasolinas, los programas de producción de biocombustibles mostrarían ciertas fortalezas, aunque con un moderado aporte a la diversificación energética, a la seguridad del abastecimiento y al desarrollo de la actividad agrícola y agroindustrial, y un escaso aporte al desarrollo tecnológico por que las tecnologías a utilizar serían importadas. Se observaría también un leve impacto macroeconómico, por cuanto el efecto positivo sobre el balance comercial derivado de la sustitución de las importaciones de combustibles se podría neutralizar con la importación creciente de agroquímicos. Podría también ser importante el costo fiscal de la promoción de existir un subsidio dentro de la cadena de producción.

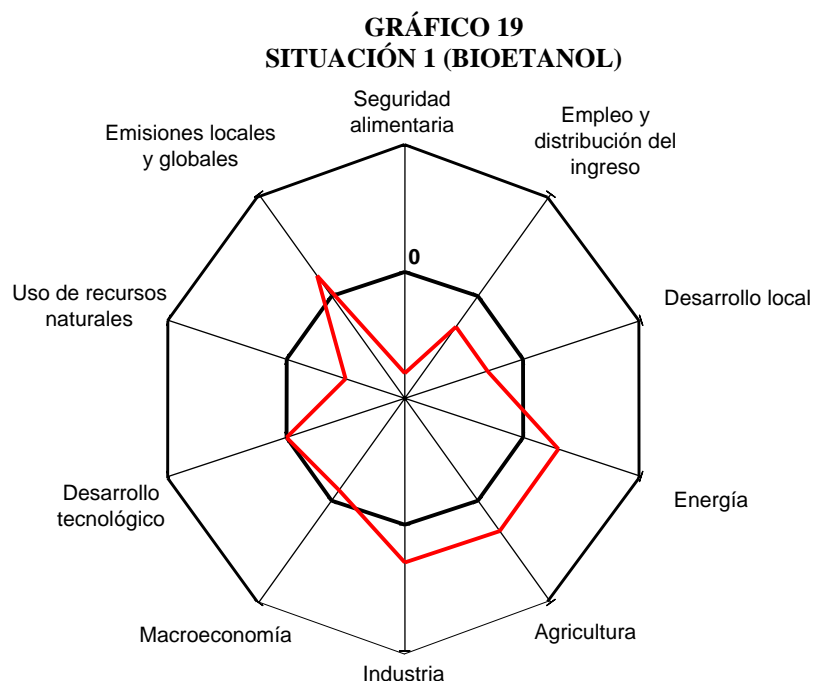
El incremento de los precios de los alimentos importados podría obedecer tanto a la evolución de los precios internacionales como a una eventual competencia entre tierras destinadas a la producción de biocombustibles con aquellas destinadas a la producción de alimentos.

Los impactos cualitativos esperados en términos del aporte a la sustentabilidad del desarrollo nacional presentarían una imagen como la que se muestra en el gráfico 19. Se propone por tanto que los países que podrían incluirse en esta situación, por ejemplo, El Salvador, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Guatemala con la información disponible

---

<sup>83</sup> Estas hipótesis se formulan atendiendo a las tendencias históricas y a las condiciones generales del sistema socioeconómico. En el Capítulo IV se enuncian lineamientos de política más conducentes hacia la sustentabilidad del desarrollo.

de las variables incluidas en los ejes, construyan la imagen correspondiente para apoyar las decisiones tendientes a lograr una situación de mayor sustentabilidad.



Fuente: Elaboración propia.

### Situación 2 :

Comprendería países:

- de clima tropical
- altamente dependientes de importaciones de petróleo y/o derivados
- alto nivel de consumo energético por habitante
- bajo nivel de pobreza y de subnutrición
- bajo requerimiento de tierras para atender la subnutrición
- importadores de alimentos
- moderado requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles.

Al igual que en el caso de la situación anterior, existe una disponibilidad limitada de recursos naturales según los países incluidos. Pero, a diferencia de aquella situación, la presencia de la subnutrición es poco relevante, los requerimientos básicos de energía tienen una mayor cobertura en cantidad y calidad y la pobreza tiene escasa significación. En consecuencia, aunque también existen otras opciones interesantes de bioenergía, la producción de biocombustible con destino al mercado interno disputable, en porcentajes limitados, puede ser una estrategia sostenible, si al mismo tiempo se verifican ciertas condiciones respecto del desarrollo de las cadenas productivas.

En estas condiciones el cultivo de base para la producción de bioetanol sería la caña de azúcar y para el biodiesel podrían aparecer algunas variedades de palma o jatropha. Para que la expansión del cultivo no avance sobre tierras ocupadas por pasturas dedicadas a la ganadería y/o sobre áreas de monte natural, debería producirse un incremento de la productividad agrícola. La producción en el eslabón agroindustrial debería incluir la posibilidad de organización de los pequeños productores, mientras que la provisión de agroquímicos y las tecnologías adoptadas seguirían siendo provistas desde el exterior. Dada la estructura de participación de empresas en el mercado interno, el control sobre la mezcla y comercialización sería controlada por empresas petroleras, en ciertos casos de naturaleza pública.

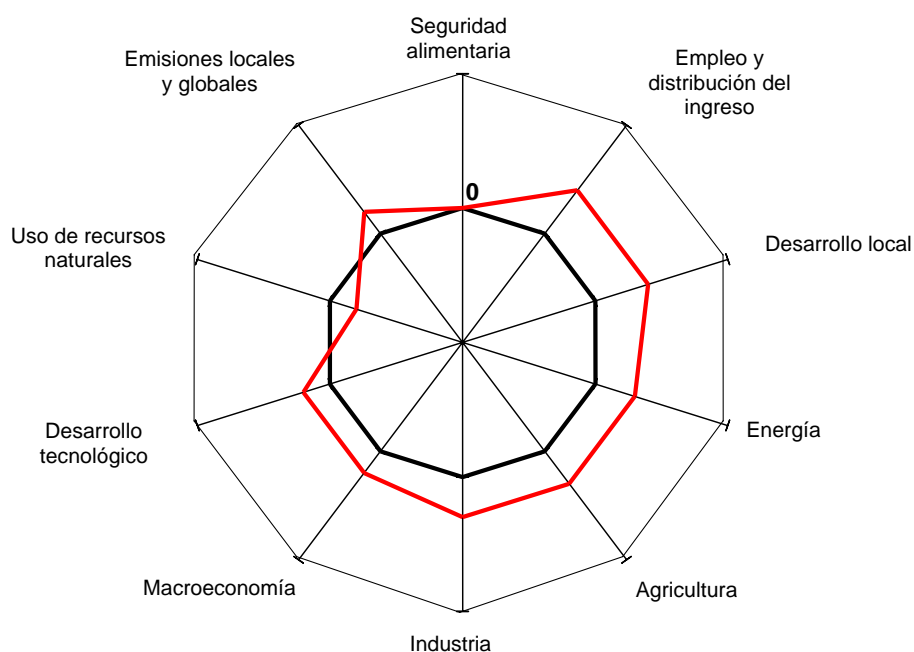
La sustitución del 10% del mercado de la gasolina importada, produciría impactos positivos sobre el empleo y la distribución del ingreso, y sobre el desarrollo local, debido a la presencia de formas de organización cooperativa en los eslabones agroindustriales y de compañías petroleras públicas en los eslabones finales (mezcla y distribución de los combustibles).

En menor medida se registrarían efectos positivos por el moderado aporte a la diversificación energética, a la agricultura y la actividad industrial, y neutro o levemente positivo en las emisiones locales.

Se presentaría un escaso aporte en los ejes macroeconómico y del desarrollo tecnológico, por razones semejantes al caso anterior. Habría que evaluar los posibles efectos sobre los recursos naturales que la producción de bioetanol pudiera provocar en cada país.

Los países que podrían estar en esta situación como Barbados, Jamaica, Grenada, Guyana, Surinam, Cuba, Costa Rica deberían proceder a ratificar con información y estudios las condiciones en la que se realizaría el abastecimiento interno evaluando sus fortalezas y riesgos, y con ello su aporte a la sustentabilidad del desarrollo nacional. De esta forma se podrían valorar los impactos y construir la imagen como la que se muestra en el gráfico 20.

**GRÁFICO 20**  
**SITUACIÓN 2 (BIOETANOL)**



Fuente: Elaboración propia.

### Situación 3:

Involucraría países:

- de clima subtropical/tropical;
- exportadores de petróleo y/o de gas natural;
- importadores de derivados;
- con bajo nivel de consumo energético por habitante;
- altos índices de pobreza; niveles moderados de subnutrición;
- moderado requerimiento de tierras para atender la subnutrición;
- importadores/exportadores de alimentos;
- bajos requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles.

Aunque la disponibilidad de tierras es significativamente mayor que en las situaciones anteriores, existen alternativas basadas en el uso más eficaz de los combustibles fósiles disponibles (gas natural y/o derivados del petróleo) y utilizations más prioritaria de la bioenergía para dar respuesta a la baja cobertura de los requerimientos básicos de la población más pobre, especialmente en el medio rural, dentro de una estrategia general de reducción de la pobreza. En el caso de algunos países incluidos en esta situación sería necesario complementar la introducción de los biocombustibles con una política de transporte que privilegie el ahorro y uso racional de la energía, tanto por sus impactos sobre la dependencia de combustibles importados como en lo referente al medio ambiente. Por otra parte, los recursos de aptitud agrícola deberían ser destinados con prioridad a atender las carencias en materia de alimentación.

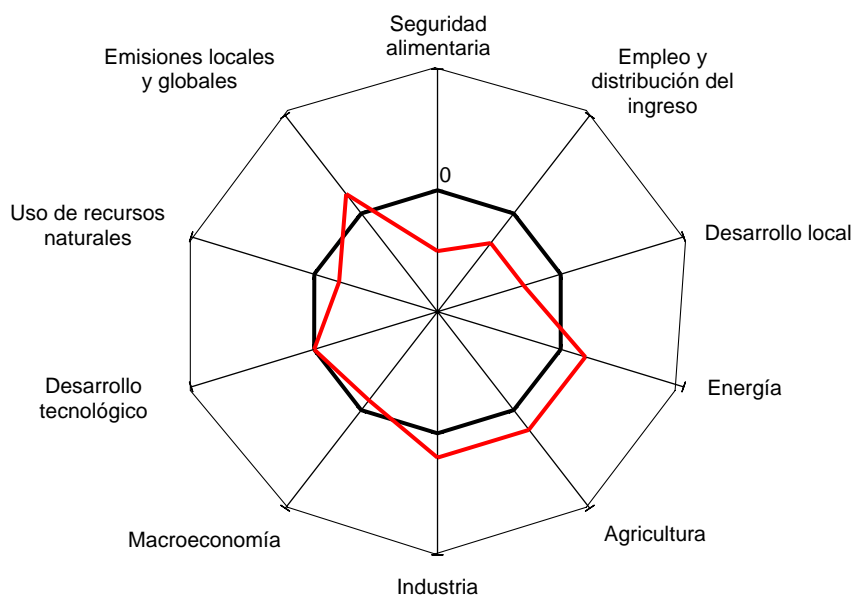
Si se decidiera la producción de biocombustibles en función de las productividades de las materias primas respectivas, el cultivo de base para la producción de bioetanol sería la caña de azúcar y para el biodiesel la palma. Sin embargo, la expansión del cultivo podría avanzar sobre tierras ocupadas por pasturas dedicadas a la ganadería y/o sobre áreas de monte natural, exigiendo a la vez que se registren incrementos moderados de la productividad en la actividad agrícola. Los actores predominantes en el eslabón agrícola estarían integrados verticalmente a la etapa agroindustrial, adoptando eventualmente variedades y agroquímicos importados y con mecanización creciente de la zafra con fuerte concentración en la producción.

Asimismo dadas las características ambientales e hidrológicas, así como el tipo de tecnologías y materias primas utilizadas, en algunos países incluidos en esta situación, podrían presentarse limitaciones de agua (stress hídrico). La mezcla y distribución de los combustibles sería controlada, en algunos casos, por empresas petroleras transnacionales, y en otros por empresas públicas. Dado las perspectivas de costos de la cadena productiva, se necesitaría de incentivos fiscales para poner en marcha el programa de producción de biocombustibles.

Bajo estas condiciones, la adopción de estos programas, con metas de alrededor del 10% para bioetanol, se traduciría en impactos positivos, sobre la seguridad del abastecimiento energético y en menor medida sobre el desarrollo de la actividad agrícola e industrial. En el plano macroeconómico, a las posibles exportaciones se contraponen los requerimientos de agroquímicos importados, por lo que el efecto neto dependería del balance resultante entre ambos flujos comerciales.

De presentarse estas condiciones, la figura cualitativa de los impactos positivos, neutros y negativos es la presentada en el gráfico 21, para lo cual los países que podrían ser incluidos en dicha situación, por ejemplo Perú, Bolivia, Ecuador deberían realizar el ejercicio de analizar el aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad del desarrollo.

**GRÁFICO 21**  
**SITUACIÓN 3 (BIOETANOL)**



Fuente: Elaboración propia.

#### Situación 4:

Se incluirían en esta situación países:

- de clima subtropical/tropical;
- con autosuficiencia petrolera y de derivados;
- consumo energético por habitante de nivel medio;
- moderado índice de pobreza;
- bajo nivel de subnutrición;
- bajo requerimiento de tierras para atender la subnutrición;
- exportador de alimentos;
- bajo requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles;
- fuerte experiencia en producción de bioetanol y desarrollo tecnológico tanto en la etapa agrícola como industrial;
- industria automotriz madura y con desarrollo tecnológicos propios en lo que se refiere al uso de bioetanol;
- con una empresa petrolera estatal con proyección hacia las otras cadenas productivas de energía.

#### a) Bioetanol

Esta situación sería el caso de países con una larga experiencia en la producción de bioetanol como Brasil, con notables incrementos en la productividad por el desarrollo de nuevas variedades de caña de azúcar, amplia disponibilidad de tierras para la expansión del cultivo y

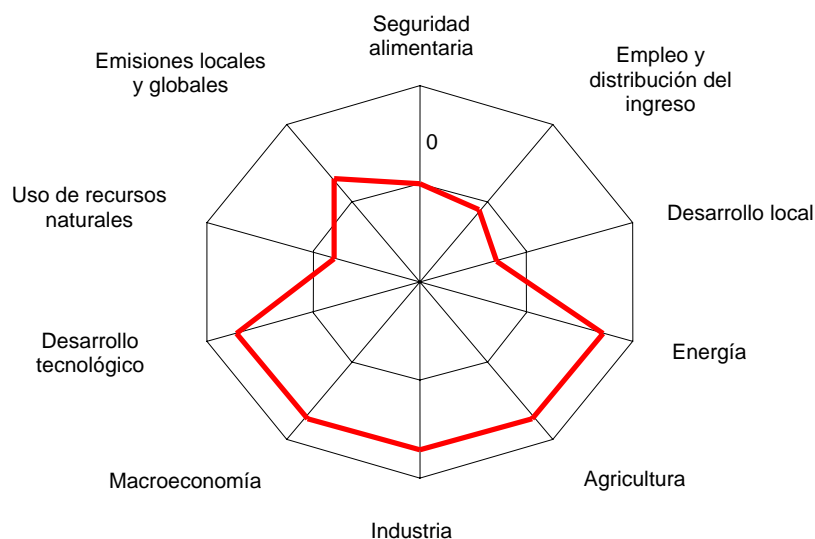
desarrollo de automóviles de tecnología flexible en su propia industria automotriz. Estas características harían sostenible la opción de producir bioetanol, no solo con destino al mercado interno sino como agroindustria de exportación. El bajo nivel de subnutrición en comparación con otros países y el moderado nivel de consumo energético por habitante hacen que no se vean comprometida ni la seguridad alimentaria como tampoco la cobertura de los requerimientos básicos de energía. De todos modos, las amenazas parecen estar vinculadas con las dimensiones social y ambiental.

En esta situación el cultivo de base para una producción de bioetanol más competitiva es la caña de azúcar. La expansión del cultivo se realiza por medio de grandes productores que están integrados verticalmente y utilizan métodos mecanizados para la zafra. En este caso podría producirse el eventual desplazamiento de pequeños productores dedicados a la ganadería y a la producción de alimentos. Asimismo se contaría con la provisión nacional de una parte de los fertilizantes, de herbicidas y pesticidas. La exportación estaría centralizada en los productores más importantes y la mezcla y la distribución de los combustibles controlada principalmente por la empresa petrolera con mayoría accionaria estatal.

En el gráfico 22 se esquematizan los impactos para el caso de una penetración de alrededor del 40% en el mercado interno, y de una tecnología de automóviles flexibles en el uso de una variada gama de mezclas de bioetanol/gasolina, así como la opción de exportar bioetanol. En este caso se observan impactos significativos sobre casi todos los “ámbitos” debido al tamaño del mercado interno. Impactos positivos sobre la seguridad de abastecimiento, sobre la actividad agroindustrial, y efectos directos e indirectos sobre la actividad industrial. Los efectos macroeconómicos también pueden ser considerables, debido principalmente a las consecuencias positivas sobre el balance comercial. Asimismo, el impacto sobre el desarrollo tecnológico es significativo.

En cambio, el efecto sobre el uso de recursos naturales y la contribución a las emisiones locales y globales es incierto, aunque el primero puede tener signo negativo por el desplazamiento de la ganadería hacia zonas protegidas; los impactos sobre los “ámbitos” de la dimensión social tienen un carácter neutro (seguridad alimentaria), y debería prestarse atención en las condiciones del empleo y nivel de ingreso.

**GRÁFICO 22**  
**SITUACIÓN 4 (BIOETANOL)**



Fuente: Elaboración propia.

## b) Biodiesel

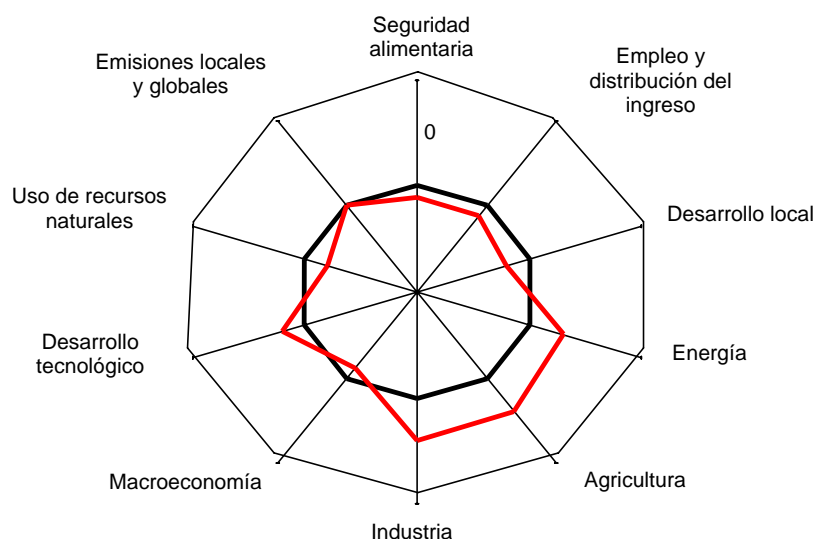
En este caso, a diferencia de la amplia y larga experiencia que se registra con relación al uso del bioetanol en el transporte como sustituto de la gasolina, no existe una tradición y un desarrollo tecnológico significativo en la producción y utilización del biodiesel. Por otra parte, si bien la producción y exportación de oleaginosas y aceites es importante (particularmente la soja y sus derivados), el país cuenta con otras especies vegetales que podrían emplearse en la producción de biodiesel (palma africana, ricino y colza), aunque pareciera que no serían competitivas en pequeña escala. Sin embargo, atendiendo a las consecuencias sobre la dimensión ambiental (uso de los recursos naturales, biodiversidad) y social (empleo, desarrollo local, asimetrías sociales), estas alternativas podrían ser más favorables que la expansión del monocultivo de soja.

Las características relevantes con relación a las cadenas productivas del biodiesel indicarían que el cultivo predominante sería la soja, aunque se utilizaría también la palma africana y el ricino; y en mucho menor medida jatropha y canola. Los actores principales en el caso de la soja son grandes productores que utilizan básicamente insumos nacionales e integrados verticalmente en el eslabón agroindustrial. La expansión de los cultivos podría significar el desplazamiento de pequeños productores y/o su avance sobre zonas naturales.

En cambio, los actores que recuren a otras alternativas de cultivos son en su mayor parte pequeños y medianos productores, que subsisten en la actividad gracias al apoyo estatal dirigido a promover el desarrollo rural y productivo local. Los emprendimientos vinculados a las materias primas agrícolas alternativas también requieren de asistencia estatal. Finalmente, la mezcla y distribución destinada al mercado interno estaría controlada por la empresa petrolera con mayoría accionaria estatal.

En el gráfico 23 se presentan los principales impactos cualitativos sobre los “ámbitos” de la sustentabilidad del desarrollo correspondientes a esta situación. Tal como puede observarse, a diferencia de la misma situación referida al bioetanol, los impactos positivos serían más atenuados, mientras que los negativos se mantienen, debido principalmente al uso de la soja como cultivo de base. Las consecuencias en el ámbito macroeconómico se vuelven en este caso negativas debido a la presencia de un costo fiscal que en el caso del bioetanol no existiría.

**GRÁFICO 23**  
**SITUACIÓN 4 (BIODIESEL)**



Fuente: Elaboración propia.



## Situación 5:

En esta situación se incluirían países:

- clima tropical;
- exportadores de petróleo e importadores marginales de diesel;
- bajo nivel de consumo energético por habitante;
- alto índice de pobreza;
- moderado nivel de subnutrición;
- alto requerimiento de tierras para atender la subnutrición;
- moderado importador de alimentos;
- moderado requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles.

En términos generales se dispondría de una dotación de recursos naturales relativamente aceptables, moderadas situaciones de pobreza y de subnutrición, y una insuficiente cobertura de los requerimientos de energía, especialmente de su población rural. Esta situación contrasta con la diversificación de su dotación de recursos energéticos que le permite ser exportador de petróleo, carbón mineral y gas natural, aunque el alcance de las reservas comprobadas en el caso de los recursos hidrocarburíferos sería muy limitado.

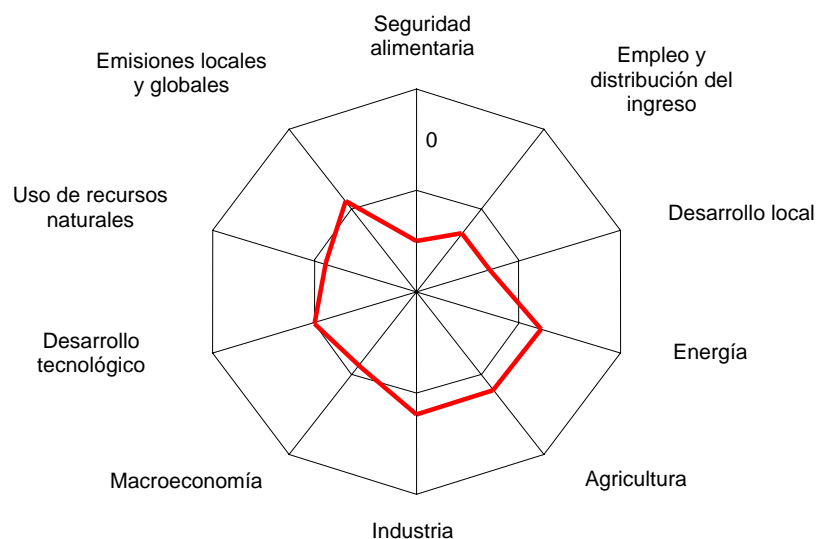
Si se decidiera producir biocombustibles, en función de las productividades de las materias primas respectivas, el cultivo de base para la producción de bioetanol sería la caña de azúcar y para el biodiesel la palma. Al igual que en la situación 3, habría limitadas posibilidades de diversificación y entrada de nuevos actores en el eslabón agrícola, los que estarían predominante integrados verticalmente a la etapa agroindustrial, adoptando eventualmente variedades y agroquímicos importados, con mecanización creciente de la zafra y fuerte concentración en la producción.

Aún cuando la mezcla y la distribución de los combustibles fueran controladas por la empresa petrolera estatal se vislumbraría la necesidad de incentivos fiscales, con el objeto de cerrar la brecha entre los costos de producción de bioetanol y biodiesel y los precios de mercados vigentes.

Los impactos cualitativos potenciales de la adopción de dichos programas con metas de alrededor del 10% de mezcla de bioetanol y 5% de biodiesel mostrarían efectos poco claros en su contribución a una mayor sustentabilidad. A un efecto de poca relevancia en la seguridad del abastecimiento energético y sobre el desarrollo de la actividad agrícola e industrial, se adicionarían efectos neutros en el plano macroeconómico (por los requerimientos de fertilizantes y agroquímicos importados), y en los ejes del desarrollo tecnológico y del medio ambiente.

Bajo estas condiciones y características de las cadenas productivas, la figura cualitativa de los impactos neutros y negativos se observan en el gráfico 24, para lo cual los países que podrían ser incluidos, como Colombia por ejemplo, deberían realizar el ejercicio de dimensionar los ejes para analizar el aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad del desarrollo.

**GRÁFICO 24**  
**SITUACIÓN 5 (BIOETANOL)**



Fuente: Elaboración propia.

### Situación 6:

Sería el caso de países:

- que tienen un clima subtropical/tropical;
- exportadores de petróleo e importadores marginales de gasolina;
- alto nivel de consumo energético por habitante;
- moderados índices de pobreza y bajos niveles de subnutrición;
- bajos requerimientos de tierras para atender la subnutrición;
- importadores marginales de alimentos;
- moderados requerimientos de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles.

Aún cuando la presencia de pobreza y subnutrición sería moderada o baja y haya una buena cobertura de los requerimientos básicos de energía, la introducción de programas de biocombustible conllevaría una serie de desafíos y amenazas, referidos a arreglos institucionales y medidas de promoción que pueden tener un costo fiscal y un efecto negativo sobre el acceso de la población más pobre a los alimentos, así como ciertos efectos no positivos en los restantes “ámbitos” de la dimensión social.

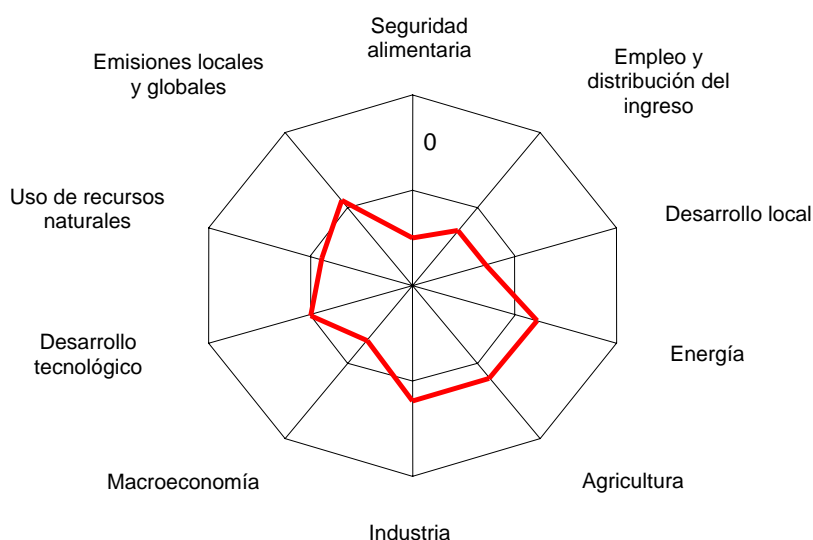
De acuerdo a las características y productividades de las materias primas de las respectivas cadenas productivas, aparecerían los cultivos de la caña de azúcar y del maíz para el bioetanol; y de palma y ricino para biodiesel. Se necesitarían la presencia de grandes productores para alcanzar escalas competitivas. Es probable que la intervención de la empresa petrolera estatal en la regulación de precios de compra, mezcla y distribución no alcance para evitar la necesidad de incentivos fiscales.

Si se llevara a cabo el programa de producción de biocombustibles con metas de alrededor del 10% del mercado disputable del bioetanol y 5% del biodiesel, los impactos

cuantitativos serían lo que aparecen en el gráfico 25. Se observarían una contribución positiva a la sustentabilidad: modesto aporte a la seguridad energética, a la actividad agrícola e industrial y efecto levemente positivo sobre las emisiones aéreas locales. Adicionalmente, existirían por una parte un impacto en el plano macroeconómico levemente negativo debido a la promoción impositiva y a la importación de agroquímicos, y por otra, un efecto neutro sobre el desarrollo tecnológico y levemente negativo sobre los recursos naturales.

Las amenazas en esta situación vendrían dadas por los impactos en el ámbito social. Los países con estas características, entre los cuales se incluye México, debieran realizar el ejercicio para evaluar los ejes propuestos en el gráfico 25, para concluir si el programa de biocombustibles contribuye sustantivamente al desarrollo sostenible.

**GRÁFICO 25**  
**SITUACIÓN 6 (BIOETANOL)**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4 Tipología de países para el biodiesel

Con relación al biodiesel se han considerado tres situaciones que se analizaron separadamente por las condiciones edafoclimatológicas y de las cadenas productivas que se detallan a continuación.

#### Situación 7:

En esta situación se consideran:

- países de clima subtropical;
- altamente dependiente de importaciones de petróleo y/o derivados;
- con bajo nivel de consumo energético por habitante;
- alto nivel de pobreza; moderado nivel de subnutrición;
- bajo requerimiento de tierras para atender la subnutrición;
- exportador de alimentos;

- bajo requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles.

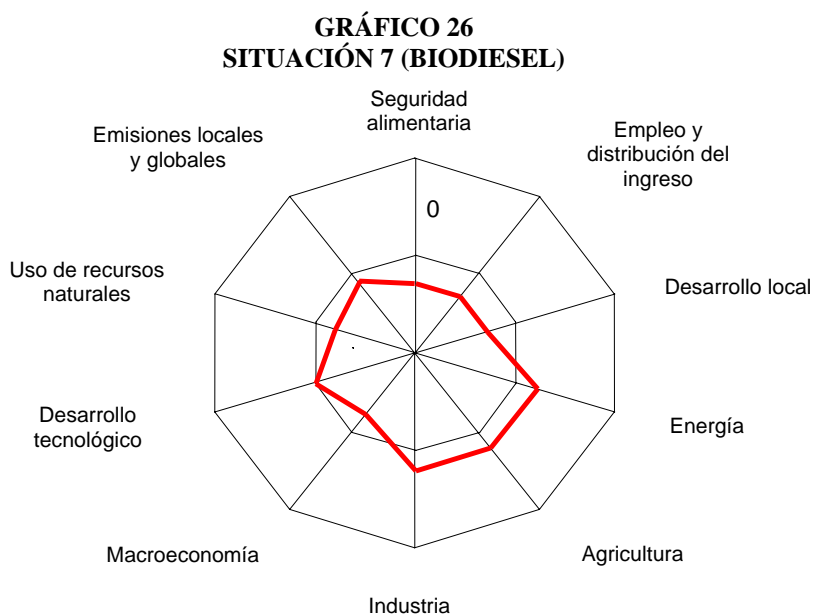
Aunque en términos de dotación de tierras disponibles es potencialmente posible producir una cantidad apreciable de biodiesel, se trata de una situación que contrasta por el moderado nivel de pobreza y subnutrición, con una deficiente cobertura de los requerimientos básicos de energía, en cantidad y calidad, especialmente en el ámbito rural. Por otra parte, en el transporte público existen opciones basadas en los recursos hidroenergéticos que los países disponen en abundancia.

Por las características edafoclimáticas de estos países parecería relevante que la soja, y en mucho menor medida la palma, sean los cultivos de base para el biodiesel. La cadena productiva estaría dominada por los grandes productores, no necesariamente de origen local, que utilizan variedades de semillas transgénicas y agroquímicos de origen importado.

De seguirse presentando la situación actual, la expansión de los cultivos se realizaría desplazando pequeños productores y/o avanzando sobre zonas naturales, mientras que los eslabones de la agroindustria presentarían una alta concentración y tendrían un fuerte control sobre la cadena productiva. La mezcla y distribución del biodiesel estaría básicamente controlada por empresas petroleras privadas.

Si se abasteciera el mercado interno con un supuesto de sustitución del 10% de la demanda de diesel, se presentarían ventajas y fortalezas sobre ciertos “ámbitos” de la sustentabilidad: contribución leve a la diversificación y la seguridad energética, un impacto positivo sobre la actividad agrícola y agroindustrial, especialmente por la naturaleza de los actores involucrados; un efecto positivo sobre el desarrollo tecnológico; y un efecto neutro en el balance neto de emisiones.

En esta situación debería prestarse atención, por tratarse de un monocultivo, a los posibles efectos sobre el uso de los recursos naturales y la biodiversidad. También en los “ámbitos” de las dimensiones sociales debería prestarse particular atención, por las características del cultivo de base y del eslabón agroindustrial. Bajo las condiciones descritas en los párrafos anteriores, los impactos cualitativos mostrarían una imagen como la del gráfico 26, por lo que países como por ejemplo Paraguay, deberían evaluar cuantitativamente todos los ejes para verificar el real aporte del biodiesel a la sustentabilidad del desarrollo.



Fuente: Elaboración propia.

## Situación 8:

Se incluyen países:

- de clima templado;
- altamente dependientes de importaciones de petróleo;
- con moderado nivel de consumo energético por habitante;
- bajo nivel de pobreza; bajo nivel de subnutrición;
- bajo o muy bajo requerimiento de tierras para atender la subnutrición;
- moderado o alta relación exportador/importador de alimentos;
- moderado a alto requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles.

A diferencia de la situación anterior, en este caso se trata de países de clima templado con una disponibilidad más limitada de recursos naturales, un nivel poco significativo de pobreza y subnutrición y una cobertura comparativamente más alta de los requerimientos básicos de energía. Sin embargo, los países que potencialmente podrían incluirse en esta situación, por condiciones climáticas, por disponibilidad de recursos nacionales o por la orientación de las políticas energéticas vigentes, no se plantean metas ambiciosas con relación a los programas de biocombustibles, al menos en lo que se refiere a las tecnologías de la primera generación.

Con relación a las tecnologías de segunda generación la disponibilidad potencial de los residuos lignocelulósicos plantearía mayores posibilidades. Se buscaría por tanto en una primera etapa, una sustitución muy limitada de los combustibles derivados del petróleo, a pesar de la alta dependencia de las importaciones de ese combustible.

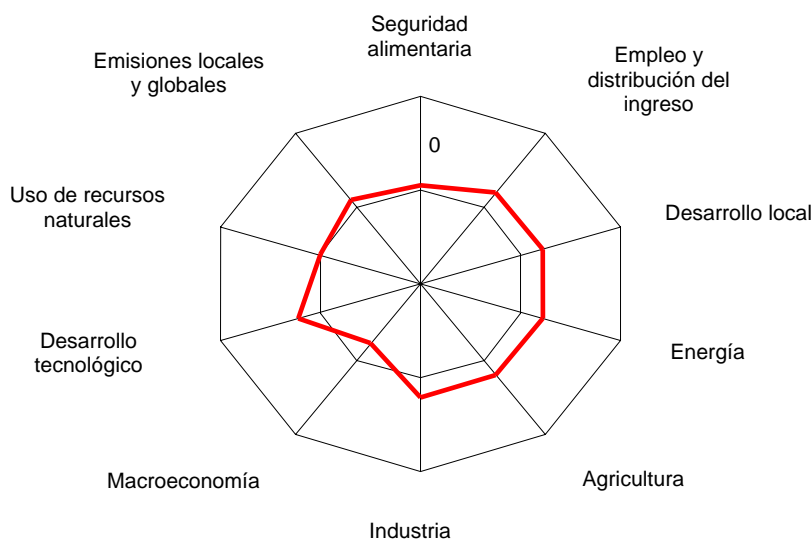
Los eslabones más relevantes de las cadenas productivas de biodiesel señalarían que las materias primas agrícolas de base para los biocombustibles de primera generación serían la soja, la colza o la jathropa, pero no se descarta la utilización de materia prima importada. Se impulsaría la producción en pequeña escala en regiones deprimidas tendiente a promover el desarrollo productivo a nivel local. Aún cuando las mezclas y la distribución sean realizadas por las empresas petroleras estatales, probablemente se necesite de incentivos fiscales para el desarrollo del biodiesel.

Si se dieran estas condiciones y se tratara de abastecer el 10% del mercado interno de biodiesel podrían presentarse impactos favorables significativos en las dimensiones sociales si se pusieran en práctica las propuestas contenidas en las políticas agrícolas y de combate a la pobreza en el área rural asociadas a la producción de biodiesel. También el efecto sobre el desarrollo tecnológico podría ser positivo ya que esta experiencia abriría el camino hacia los biocombustibles de segunda generación cuya dotación de recursos naturales es más prometedora. Finalmente, se presentarían impactos positivos, aunque de menor envergadura, en el eje de la seguridad energética, en la actividad agrícola y en el eje del desarrollo industrial.

Sin embargo, los impactos sobre las dimensiones ambientales serían poco significativos, y debería prestarse especial cuidado en el plano macroeconómico, tanto por el costo fiscal (exenciones impuestos o subvenciones), como por el balance comercial.

Los impactos cualitativos esperados en términos de aporte a al sustentabilidad del desarrollo se muestran en el gráfico 27. Los países que se encuentran en esta situación, por ejemplo Chile y Uruguay, deberían realizar el ejercicio cuantitativo para construir la imagen correspondiente y así poder apoyar sus políticas de desarrollo del biodiesel.

**GRÁFICO 27**  
**SITUACIÓN 8 (BIODIESEL)**



Fuente: Elaboración propia.

### Situación 9:

Se incluirían países:

- de clima templado;
- con autosuficiencia petrolera y disponibilidad de gas natural;
- importador marginal de diesel; alto nivel de consumo energético por habitante;
- bajo índice de pobreza y nivel moderado de subnutrición;
- bajo requerimiento de tierras para atender la subnutrición;
- fuerte exportador de alimentos;
- fuerte productor de aceite vegetal;
- bajo requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles.

Este tipo de países, al ser comparados con otros de la región, poseen una alta dotación de recursos naturales, bajos niveles de pobreza y sub-alimentación, son importantes productores-exportadores de alimentos -en particular de aceites vegetales- y presentan alta cobertura de los requerimientos de energía en cantidad y calidad. Estas condiciones le permitirían, además del abastecimiento del mercado interno con biodiesel, admitir la posibilidad de su exportación. Sin embargo, el cultivo agrícola en el que estaría basada la producción del biocombustible es un monocultivo que tiene una historia reciente con impactos sobre los recursos naturales y la biodiversidad, avanzando sobre pasturas para ganadería, con la participación de grandes productores que concentran gran parte de la producción.

De esta forma las características básicas de las cadenas productivas indicarían que el cultivo agrícola de base es la soja. Los actores predominantes del eslabón primario son grandes productores que desplazan a los pequeños y medianos productores, que son predominantemente ganaderos. Para sostener niveles altos de productividad y alcanzar tasas crecientes en los

volúmenes producidos, la expansión del cultivo supondría avanzar sobre áreas de bosques naturales y utilizar semillas híbridas y alto grado de tecnificación.

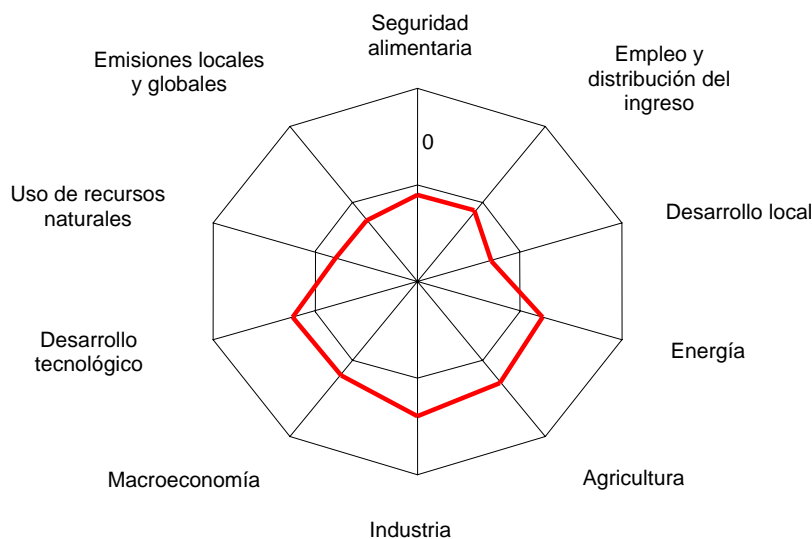
A su vez, en el eslabón agroindustrial predominan los medianos y grandes productores, mientras que la exportación puede presentar la participación de las grandes empresas transnacionales de la comercialización de granos, y también actores, de carácter mediano o grande, de origen nacional. Por lo general, la mezcla y distribución de combustible en el mercado interno es controlada por las empresas petroleras privadas.

Si se concretara la producción de biodiesel con estas características, en el supuesto de una sustitución de 10% de la demanda de diesel para mercado interno y parte para su exportación, arrojaría como resultados algunos impactos positivos sobre el desarrollo tecnológico y, aunque más débiles sobre la diversificación y la seguridad energética. Dada la competencia con la producción y las exportaciones de aceite vegetal se registraría un efecto poco significativo sobre la actividad agrícola y agroindustrial, y por esa razón una débil contribución en el plano macroeconómico, especialmente si se eliminan las retenciones a la exportación.

Pero al mismo tiempo debiera prestarse particular cuidado al posible impacto negativo sobre el uso de los recursos naturales, especialmente en relación a la biodiversidad. También merece atención los “ámbitos” de las dimensiones sociales ya que podrían observarse efectos sobre el acceso a los alimentos -por el encarecimiento de los mismos- sobre el empleo y la distribución del ingreso -por el desplazamiento de pequeños productores y el encarecimiento de las tierras- y sobre el desarrollo local.

Si la producción de biodiesel se diera bajo estas condiciones los impactos cualitativos mostrarían una imagen como la del gráfico 28. Los países que pudieran formar parte de esta situación, como por ejemplo Argentina, deberían evaluar el aporte de la producción de biodiesel a la sustentabilidad del desarrollo con información sobre todos los ejes de ese gráfico.

**GRÁFICO 28**  
**SITUACIÓN 9 (BIODIESEL)**



Fuente: Elaboración propia.

## Capítulo IV

### Hacia una agenda propia de las políticas de los biocombustibles

En este capítulo se proponen lineamientos de políticas públicas activas que impliquen un aporte positivo a la sustentabilidad del desarrollo de los países de la Región apuntando a construir una agenda propia en materia de biocombustibles.

Para estos efectos se toman cuatro de las situaciones estilizadas que se han descrito en el capítulo anterior, cuya secuencia va desde la *visión* a partir de la que se identifican los principales problemas (de qué de parte), a la formulación de *objetivos* (qué se pretende alcanzar), para luego establecerse la identificación de las *estrategias* (cómo hacerlo) y la definición de los principales *instrumento* (con qué) destinados a dar operatividad a las líneas estratégica planteadas. En el punto IV.3 se analiza la matriz de impactos y posteriormente la dicotomía o controversia entre la racionalidad privada y global.

Dada la escasa experiencia nacional y regional en este tipo de ejercicios, en este punto sólo se analizará, a modo de ejemplo, algunas de las situaciones tipo presentadas para reflejar la complejidad del análisis que se propone. Queda para una segunda etapa de formulación de políticas otra publicación que profundizará el trabajo actual a partir de los resultados empíricos alcanzados en los talleres nacionales de aplicación de esta metodología.

#### 4.1 Lineamientos de políticas públicas que aporten a la sustentabilidad del desarrollo

Es necesario precisar que desde la óptica de la sustentabilidad del desarrollo, lo correcto quizá sería plantear como punto de partida una **visión** que privilegie 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 bicomobustibles podría provocar. Pero estos problemas tienen un alcance superior y van mucho más allá de lo que en este documento se pretende tratar. Por ello, se plantearán los problemas a enfrentar desde la óptica del sector energético, aún cuando se intente medir los impactos sobre las dimensiones del desarrollo sostenible antes analizadas.



De forma general “una vez establecidos los resultados concretos que se pretenden alcanzar con relación a cada objetivo específico, se procede a analizar cómo actuar para lograr dichos resultados. Se trata de discernir las direcciones hacia donde hay que dirigir el esfuerzo, la magnitud de éste y el margen de maniobra con el que se cuenta en cada caso. Esto plantea la necesidad de un análisis de las fuerzas estratégicas favorables y desfavorables para conseguir el resultado deseado. En ese sentido, la matriz de identificación de líneas estratégicas se revela de gran utilidad. Esta matriz se construye anotando en filas las amenazas y oportunidades de factores externos (a los que formulan la política, en este caso el sector energético) con las debilidades y fortalezas de factores internos. Confrontar amenazas con debilidades lleva a definir estrategias de **sobrevivencia**; contrastar amenazas con fortalezas conduce a establecer estrategias **defensivas**; asimismo, confrontar oportunidades con debilidades y fortalezas lleva a definir estrategias **adaptativas** y **ofensivas** respectivamente. Algunas estrategias son muy versátiles y sirven tanto para defender y consolidar lo obtenido como para avanzar hacia mayores niveles de sustentabilidad. Las estrategias, también llamadas “líneas de acción”, dependerán de la situación concreta de cada país.<sup>84</sup>

Con el objeto de ilustrar diferentes alternativas, se tratará de caracterizar cuatro situaciones: a) el caso de países 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) países dependientes del petróleo con un nivel medio de cobertura de requerimientos básicos de energía; c) países que cuentan con una variada canasta de recursos energéticos y pueden diversificar aún más su matriz energética con la producción de bioetanol y/o biodiesel, pero que sin embargo son importadores de derivados; d) países cuyas ventajas comparativas y curva de aprendizaje tecnológico que le permiten insertarse en el mercado mundial.

*Situación a) Producción de bioetanol y biodiesel en países dependientes de petróleo que presentan problemas de balanza de pagos y que además muestran baja cobertura de requerimientos básicos de energía.*

En este caso se analizan países<sup>85</sup> de clima tropical, que además de las condiciones de dependencia y baja cobertura de requerimientos energéticos básicos, presentan un alto nivel de pobreza y de subnutrición y por tanto un alto requerimiento de tierras para atenderla- son importadores de alimentos y necesitan un alto requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles.

Se parte de una **visión** que debería responder a la siguiente interrogante: ¿en qué medida la producción de biocombustibles puede contribuir a la superación de los **problemas** que presenta el déficit en la cobertura de los requerimientos básicos de energía y de balanza de pagos? Como al mismo tiempo los países caracterizados en esta situación son dependientes de las importaciones de crudo y/o de derivados de petróleo, una política que aporte a la sustentabilidad debería dar prioridad al uso de sus propios recursos naturales dirigiéndolos a la búsqueda de **objetivos** que se propongan una mayor cobertura de los requerimientos básicos de energía, en cantidad y calidad, de la población rural y de la población urbano-marginal. De manera acorde con esos objetivos a la vez que debería priorizarse la utilización de la bioenergía para la generación eléctrica en pequeña escala en los sistemas aislados y en el uso local en pequeña escala del biodiesel y/o su autoconsumo en las actividades productivas, debería atacarse simultáneamente la amortiguación de la dependencia de los combustibles importados a través de su sustitución en el sector de

<sup>84</sup> OLADE/CEPAL/GTZ. “Energía y desarrollo sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la formulación de políticas energéticas”, páginas 179-188.

<sup>85</sup> En principio podrían incluirse países como El Salvador, Haití, Honduras, Nicaragua, Panamá, República Dominicana, Guatemala, entre otros.

transporte. Sin embargo, parecería que es más difícil la utilización de la bioenergía para la generación eléctrica en pequeña escala en los sistemas aislados y en el uso local en pequeña escala del biodiesel y/o su autoconsumo en las actividades productivas. Ello es así porque las tecnologías disponibles (gasificación y motores alternativos, pequeños grupos a vapor, etc.) son poco operacionales, costosas y salvo excepciones que justifican la regla (uso de residuos de aserraderos o agroindustrias) no existen experiencias duraderas y exitosas del uso de bioenergía para generación eléctrica en pequeña escala. Ese es un campo de gran interés para estudios y experimentos, con largo potencial para aplicación en la realidad latinoamericana, pero todavía en desarrollo.

La **estrategia** para poder alcanzar estos objetivos requeriría la coordinación de dependencias públicas de las áreas energética, social, ambiental, agrícola, y la formulación de planes con la participación de las autoridades locales y de organizaciones no gubernamentales.

Esta estrategia se enfrentaría con la *debilidad* de no contar con una adecuada articulación de la institucionalidad que deberían abordar las políticas de biocombustibles. La *fortaleza* principal sería la conciencia de la necesidad de recurrir a los recursos autóctonos de carácter renovable para resolver el problema de la dependencia de las importaciones y para mitigar la baja cobertura de requerimientos básicos. La principal *amenaza* estaría relacionada con los problemas de eficiencia en la institucionalidad vigente y la reducida capacidad adquisitiva de los sectores sociales involucrados. La *oportunidad* más destacable es el auxilio de la cooperación internacional que favorece los programas de utilización de energías renovables, es decir se haría necesario profundizar los programas para introducción masiva de fuentes renovables principalmente de la biomasa.

En cuanto a los **instrumentos** tendientes a dar operatividad a esas estrategias se pueden mencionar: a) mayor prioridad en la asignación de recursos presupuestarios y la formación de recurso humanos; b) la regulación del uso del espacio territorial, estableciendo normas de protección ambiental (exigencia de planes de manejo para el control de la erosión y degradación del suelo y acuíferos, entre otros) c) la creación de comisiones de coordinación interinstitucionales tendientes a unificar las acciones públicas; d) apoyar a los actores locales con información y medidas de promoción y e) coordinación del concurso de la cooperación internacional hacia los proyectos favorables a la consecución de los objetivos prioritarios, f) programas sociales (subsidios) para energización y combate a la pobreza.

De esta forma, resumidamente se tendría:

PROBLEMAS	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	INSTRUMENTOS
Déficit en cobertura de requerimientos básicos de energía y dependencia petrolera	Incrementar la cobertura energética a través de usos productivos y finales de biocombustibles y reducción de las importaciones energéticas	Fortaleciendo la articulación de las Instituciones Públicas, tanto nacionales como locales y precisando sus atribuciones en la fiscalización del uso del espacio territorial; promoviendo la cooperación internacional y diseñando programas sociales	Mayor dotación de recursos presupuestarios; regulación del espacio territorial; mayor información y promoción a los actores locales; creación de comisiones de coordinación de la cooperación nacional e internacional

**Situación b) países dependientes del petróleo con un nivel medio de cobertura de requerimientos básicos de energía.**

Este caso incluye países<sup>86</sup> de clima tropical, altamente dependientes de importaciones petroleras, con bajo nivel de pobreza y de subnutrición, importadores de alimentos y bajo requerimiento de tierras para atender tanto la subnutrición como para abastecer el mercado interno con biocombustibles.

Para estos países debería prevalecer una visión que reconozca como problema prioritario la dependencia de los combustibles importados, incluyendo al transporte como uno de sus causantes, sin excluir programas sociales destinados a cubrir mejor los requerimientos energéticos básicos, particularmente de la población más pobre. En función de ello, puede plantearse como objetivo: la sustitución en el mercado interno de parte de la gasolina importada, en condiciones que favorezcan la sustentabilidad, objetivo que debería complementarse con acciones dirigidas a la sustitución de los combustibles importados en otros usos (generación eléctrica, requerimientos locales en actividades productivas, etc.)

La principal estrategia debería estar dirigida: al establecimiento de estímulos al uso interno de biocombustibles; a la promoción de las organizaciones de productores que impliquen una equitativa distribución de los beneficios y al mejoramiento de la calidad de vida a nivel local; a evitar la deforestación y destrucción de hábitats naturales; a la promoción de la recuperación de tierras degradadas y tierras cultivables abandonadas; al establecimiento de mecanismos que faciliten el impulso de la cooperación para el acceso a las tecnologías modernas para la conversión y uso de los biocombustibles y a la determinación de normas de calidad para su aceptabilidad.

La principal amenaza para esta estrategia radica en la no priorización de los impactos sociales privilegiando los agro-negocios y exclusivamente la rentabilidad privada.

Algunos de los instrumentos correspondientes a esa estrategia podría ser: a) tributación diferenciada para el uso interno de biocombustibles y de su materia prima; b) beneficios fiscales y financieros a la producción del biocombustible que se realice con la participación de productores locales; c) un plan de manejo territorial; d) difusión de las tecnologías disponibles y acuerdos de cooperación internacional; e) programas y metas con relación a la incorporación de los biocombustibles; f) adopción y especificación de normas para la aceptabilidad de las mezclas y su comercialización.

Resumiendo esta situación:

PROBLEMAS	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	INSTRUMENTOS
Dependencia de combustibles importados	Reducción de las importaciones de acuerdo a una meta de penetración de biocombustibles destinados al mercado interno	Promocionando la organización de productores de acuerdo a una planificación territorial con metas de manejo sustentable; captando mayor cooperación internacional para la inserción de nuevas tecnologías y de normas de calidad; definiendo un plan de manejo sustentable	Plan de manejo sustentable; beneficios fiscales a la producción y al consumo; planificación territorial y legislación para la protección del territorio y el ambiente; adopción de normas para la comercialización; establecimiento de programas y metas de inserción en el mercado y cooperación internacional.

<sup>86</sup> Podrían citarse a Barbados, Jamaica, Grenada, Guyana, Surinam, Cuba, Costa Rica como ejemplos de esta situación.

*Situación c) países que cuentan con una variada canasta de recursos energéticos; y pueden diversificar aún más su matriz energética con la producción de bioetanol y/o biodiesel, pero que a pesar que son exportadores de hidrocarburos, son importadores de derivados.*

Estos países<sup>87</sup> cuentan con clima subtropical/tropical; con bajo nivel de consumo energético por habitante; altos índices de pobreza; niveles moderados de subnutrición y de requerimiento de tierras para superarlos; importadores/exportadores de alimentos; bajos requerimiento de tierras para abastecer el mercado interno con biocombustibles

En esta situación debería adoptarse una visión que privilegie la reducción de las importaciones y dotar de una mayor cobertura de los requerimientos energéticos a la parte más pobre de la población, especialmente la del ámbito rural. Reconociendo dichos problemas como prioritarios para avanzar hacia una mayor sustentabilidad del desarrollo, podrían plantearse como objetivos: reducir las importaciones de derivados, diversificar la matriz utilizando fuentes propias para ampliar la cobertura energética, y maximizar el impacto de la producción de biocombustibles sobre el desarrollo local.

Dentro de las estrategias conducente para el logro progresivo de estos objetivos puede mencionarse: a) la promoción del gas natural comprimido en las flotas del parque automotor; b) la masificación de las redes de distribución de GLP en el ámbito rural y urbano; c) el desarrollo de proyectos de utilización de la bioenergía para la generación eléctrica en sistema aislados; d) la promoción de la producción de biocombustibles para el autoconsumo y el uso local en actividades productivas; e) la autorización de las exportaciones de biocombustibles una vez abastecido el mercado interno.

Las debilidades más importantes se relacionan con la escasa articulación de las entidades que deberían estar implicadas en las políticas públicas y el poco desarrollo de la institucionalidad de las entidades responsables de las políticas públicas en el ámbito de la bioenergía.

La principal fortaleza se relaciona con la disponibilidad de recursos naturales energéticos. La principal amenaza para esta estrategia radica en la no priorización de los impactos sociales privilegiando los agro-negocios y exclusivamente la rentabilidad privada.

Es importante destacar que una de las oportunidades está relacionada con el interés de la cooperación internacional en preservar la biodiversidad y el desarrollo de proyectos de bioenergía de pequeña escala para el desarrollo local.

Algunos de los instrumentos dirigidos a dar operatividad a las mencionadas estrategias son los siguientes: a) ampliación de los centros locales de almacenamiento, fraccionamiento y distribución de combustibles; b) distribución de envases para GLP a los hogares del ámbito rural; c) fijación de precios de referencia para la venta del GLP para uso residencial en cada región; d) promoción e incentivo de las iniciativas comunitarias asistiendo a las comunidades locales en materia de proyectos bioenergéticos; e) asistencia técnica a los pequeños productores en condiciones de utilizar los biocombustibles para el autoconsumo; f) definición de una meta para la mezcla de biocombustibles; g) exportación de biocombustibles una vez abastecido el mercado interno; h) normas para la producción de biocombustibles y sus insumos; i) realización de una evaluación costo-beneficio del uso de las tierras y de los recursos hídricos para el desarrollo del mercado de biocombustibles versus otras opciones para el desarrollo rural.

---

<sup>87</sup> Bolivia, Ecuador y Perú podrían formar parte de este grupo.

La situación c) puede entonces resumirse:

PROBLEMAS	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	INSTRUMENTOS
Déficit en cobertura de requerimientos básicos de energía (en particular en el ámbito rural) y sustitución de derivados en el transporte	Aumento de la cobertura básica, reducción de la dependencia de las importaciones de derivados; y maximización del impacto social de la producción de biocombustibles.	Introduciendo el GNC en la flota de transporte; organizando redes de distribución de GLP; identificando el potencial hidroeléctrico; fomentando la biomasa para generación eléctrica; promocionando los bio-combustibles para autoconsumo local	Fijación de precios de referencia para la venta del GLP; promoción de iniciativas comunitarias en proyectos bioenergéticos; establecimiento de criterios de sustentabilidad para producción de biocombustibles; elaboración de un plan de manejo de recursos hídricos; regulación de las exportaciones y definición de metas para el consumo interno de biocombustibles; evaluación del uso de tierras para la producción de biocombustibles; programas sociales (subsidios) para la diversificación de la matriz con base en fuentes locales

*Situación d) países cuyas ventajas comparativas y curva de aprendizaje tecnológico le permiten una inserción dinámica en el mercado mundial.*

Estos países<sup>88</sup> cuentan con clima subtropical/tropical, son autosuficientes en petróleo y de derivados; con un consumo energético por habitante de nivel medio y moderado índice de pobreza, bajo nivel de subnutrición. Por estas condiciones requieren una baja demanda de tierras para atender la subnutrición y abastecer el mercado interno de biocombustibles; además son exportadores de alimentos y tienen fuerte experiencia en producción de etanol y desarrollo tecnológico tanto en la etapa agrícola como industrial; una industria automotriz madura y con desarrollo tecnológicos propios en lo que se refiere al uso de bioetanol; y con una empresa petrolera estatal con proyección hacia las otras cadenas productivas de energía.

En esta situación, la visión podría ser desempeñar un rol de liderazgo en el desarrollo tecnológico vinculado a los biocombustibles líquidos y posicionarse como importante productor-exportador al mercado internacional. Sin embargo, desde el punto de vista de la sustentabilidad del desarrollo deben evitarse los problemas sociales y ambientales relacionados con monocultivos que sirven de base al eslabón primario de los biocombustibles. En consecuencia, los objetivos, compatibles con esta visión son: a) el establecimiento de limitaciones a la expansión territorial de los monocultivos sobre áreas de reserva natural o destinadas a la producción de alimentos; b) apoyar variadas formas de organización empresarial de productores locales en los eslabones de producción-procesamiento de las materias primas; c) promover la participación de pequeños productores y evitar su desplazamiento; d) establecer condiciones de protección social a la mano de obra en el eslabón primario.

Dentro de las estrategias tendientes a concretar progresivamente el logro de esos objetivos deberían considerarse: a) los criterios de sustentabilidad para la producción de biocombustibles y sus insumos; b) los criterios de manejo para el control de la erosión y degradación del suelo y acuíferos; c) condicionantes al ordenamiento territorial; d) el apoyo a la producción de y certificación de biocombustibles; e) la asistencia a los productores para evitar su desplazamiento por el avance de los monocultivos vinculados a los biocombustibles; f) intervención pública en el mercado de la mano de obra vinculada a la cadena productiva del

<sup>88</sup> Brasil podría formar parte de este grupo.

bioetanol, especialmente en el ámbito de la producción primaria; g) mayor retención local y nacional del valor agregado en las correspondientes cadenas productivas.

Los principales instrumentos tendientes a dar operatividad a dichas estrategias son: a) perfeccionar métodos de información y regulación del uso del suelo y en general del ordenamiento territorial; b) fiscalizar las condiciones de trabajo y evitar el trabajo precario; c) establecimiento de medidas de promoción fiscal, financiera y de certificación de biocombustibles; d) apoyo financiero y asistencia a la gestión de los pequeños productores (manejo agronómico, y de mercado) para aumentar la rentabilidad; e) continuar fortaleciendo los mecanismos para obtener recursos presupuestarios dirigidos a promover las iniciativas oficiales y privadas sobre investigación y desarrollo tecnológico en materia de biocombustibles; f) medidas fiscales y regulatorias que promuevan la retención del excedente por los productores y sancionen las prácticas oligopólicas tendientes al control de las cadenas productivas.

En resumen:

PROBLEMAS	OBJETIVOS	ESTRATEGIAS	INSTRUMENTOS
Especialización productiva en etanol con problemas sociales y ambientales relacionados a monocultivos tradicionales para biocombustibles	Limitar la expansión de los monocultivos. Organizar los eslabones productivos para lograr una mayor rentabilidad de productores y mejorar las condiciones laborales.	Estableciendo criterios de sustentabilidad en la producción de los biocombustibles y optimizando el manejo territorial; generando sinergias con productores locales y logrando mejorar las condiciones de empleo	Fortalecer la institucionalidad para el ordenamiento territorial; medidas de promoción fiscal; apoyo financiero a los pequeños productores; promulgación de legislación para la regulación de las condiciones de empleo; apoyo financiero a la investigación y desarrollo

## 4.2 Principales factores que pueden conspirar contra la posibilidad de fijar una agenda propia en materia de biocombustibles

La adopción de los programas de biocombustibles por parte de los países desarrollados, particularmente de Estados Unidos y de la Unión Europea abre una serie de oportunidades a los países de la región. Sin embargo, deben adoptarse políticas nacionales para que el desarrollo de la producción de biocombustibles pueda expresarse en logros simultáneos en crecimiento económico, protección del patrimonio natural y en equidad social.

Para aprovechar dichas oportunidades del comercio, no deberían descuidarse los objetivos nacionales que tienen que ver no sólo con la especialización productiva sino con la mayor cobertura energética de la población y la protección del patrimonio natural. Por tanto cada país tiene que definir su propia agenda para aprovechar la demanda de los países desarrollados, para resolver sus propios problemas y para abrir nuevas oportunidades para el desarrollo rural.

De acuerdo al análisis presentado en capítulos anteriores en los que se da cuenta de la complejidad y multidimensionalidad del tema, se puede constatar en forma cualitativa y preliminar que sólo bajo ciertas condiciones de implementación es posible maximizar el aporte de los biocombustibles a la sustentabilidad del desarrollo de los países de la Región.

Un buen número de 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 en el plano agrícola, para el uso de los recursos naturales y en el plano social, especialmente en su efectivo aporte al combate a la pobreza y su impacto en los precios de los alimentos. Por tanto,

una tarea pendiente es la definición de una agenda propia de política sobre los biocombustibles que constituya un real aporte a la sustentabilidad del desarrollo de los países.

### **4.3 Evaluación de las políticas sobre biocombustibles**

En capítulo III se plantearon algunos lineamientos o propuestas de política para algunas situaciones estilizadas que se han considerado como más relevantes, tomando en cuenta las consideraciones sobre la sustentabilidad del desarrollo. Ahora se pretende realizar una confrontación de aquellas imágenes cualitativas previsibles, con las posibilidades efectivas de concretar una política que tome en cuenta todas las dimensiones de la sustentabilidad del desarrollo.

#### **a) Matriz de impacto de las políticas sobre biocombustibles**

A continuación se presenta una matriz de impactos sobre los ejes de la sustentabilidad antes mencionados, destacando la magnitud de los efectos, la medida en que la concreción de los mismos depende de las características de implementación de las políticas públicas y los aspectos críticos vinculados con sus orientaciones. Ver cuadro 10.

Tal como puede observarse en dicho cuadro, los impactos sobre el ámbito energético son en su mayor parte de carácter condicional, ya que están sujetos a la verificación empírica de la cantidad de energía fósil empleada en la producción de los biocombustibles. Si bien el balance energético en toda la cadena de producción puede ser difícil de evaluar, un indicador simple es si bajan o no las importaciones de combustibles en aquellos países que son importadores netos y se inclinan a la producción local de biocombustibles para sustituir esas importaciones.

Los impactos globales sobre la actividad agrícola son en general poco significativos y dudosos, si es que la producción de biocombustibles no permite una mayor incorporación del progreso técnico para obtener una mayor productividad de los cultivos preexistentes, y para una ampliación sustentable de la frontera agrícola. Asimismo deberían permitir un mejor manejo de los suelos y recursos hídricos y un mejoramiento de las variedades existentes, y de ser conveniente, de nuevas variedades adaptables a las condiciones ecológicas. Sólo en la Situación d) para el bioetanol, esos impactos tendrían un nivel significativo por la magnitud que puede asumir el nivel de actividad en función de los mercados de exportación.

Pero aún este caso, que se trata de un país con larga experiencia en producción y exportación de bioetanol ya se observan algunos problemas. Por tanto, la preocupación debe centrarse en el eventual impacto negativo de los monocultivos sobre las condiciones sociales que definen el mercado de trabajo, en la concentración de la propiedad y en la distribución social de los beneficios de la explotación.

Con respecto a los efectos globales de los programas y de la política sobre biocombustibles la magnitud del impacto estará relacionada con el tamaño y evolución de los mercados internos y con el tipo y magnitud de los mercados de exportación, sólo viables para las situaciones d) para el bioetanol.

**CUADRO 10**  
**MATRIZ DE IMPACTO DE LAS POLÍTICAS SOBRE BIOCOMBUSTIBLES**

AMBITO situación	Energía	Agricultura	Industria	Macro-Economía	Desarr. Tecnológ	Uso Recursos Naturales	Emisiones Locales y Globales	Seguridad Alimentaria	Empleo y Dist. Ingreso	Desar. Local
Situación a	c	xd	x	d	-	*	-	**	c	c
Situación b	c	x	x	cd	-	*	-	-	c	c
Situación c	c	xd	x	cd	-	*	-	*	c	c
Situación d (bioetanol)	c	xx	xx	xxc	xx	c	c	c	**	**

Fuente: Elaboración propia.

Notas:

c: condicional a la forma de implementación

d: efecto dudoso sobre la sustentabilidad

x: efecto de poca significación

xx : efecto significativo

- efecto neutro o nulo

\*: efecto predominantemente negativo

\*\* : efecto negativo de significación (aspecto crítico)

Los efectos relativos al plano macroeconómico dependerán del efecto neto entre las ganancias por sustitución de importaciones de hidrocarburos y pueden presentar resultados muy diferentes: en su mayor parte, se plantea el carácter dudoso de los mismos (simbolizados en cuadro con d ó cd) debido a los costos fiscales del eventual requerimiento de medidas de promoción (desgravación impositiva o subsidios) y/o la importación de insumos, especialmente para el eslabón primario (agroquímicos). También en este caso, se destaca el impacto en la Situación d) para bioetanol por su magnitud en lo referente a los mercados de exportación. Sin embargo, en este caso los resultados deberían mostrar un creciente balance positivo en el sector energético. Algo semejante, aunque de magnitud diferente puede suceder en el caso de países exportadores de materia prima (soja fundamentalmente) para el biodiesel. Mientras que en los países importadores lo que interesa es que disminuyan las importaciones y sus impactos en la factura petrolera.

Los impactos sobre la innovación tecnológica dependerán de las condiciones y tamaño del mercado y de la disponibilidad de recursos financieros suficientes como para mantener y profundizar esas actividades de innovación a lo largo de todos los eslabones de las cadenas productivas (especialmente la del bioetanol), incluyendo la actividad de la producción automotriz.

Con relación a los efectos sobre los recursos naturales y la biodiversidad, hay diversas situaciones que presentan aspectos críticos (indicados en el cuadro con \*), ya sea por la disponibilidad comparativamente más limitada de los mismos y/o la marcada verosimilitud de que la producción de las materias primas agrícolas avance sobre zonas forestales o de reserva natural. En otros casos se plantea un efecto condicional (denotados en el cuadro con c) que se explican por una disponibilidad más amplia de esos recursos, aunque puede verificarse ese mismo efecto sobre la biodiversidad y la posible degradación de los suelos.

En el “eje o ámbito” de seguridad alimentaria se presentan otro foco de aspectos especialmente críticos (denotados en el cuadro con \*\* o \*) o que condicionalmente podrían convertirse en tales (c). Se trata de situaciones donde prevalecen condiciones de subnutrición o pobreza o donde la producción de las materias primas de los biocombustibles puede implicar el desplazamiento de las actividades productoras de alimentos.

Los “ejes” de empleo y distribución del ingreso y de desarrollo local presentan una estructura semejante con referencia a los efectos correspondientes: las situaciones en que pueden darse la relevancia de los mercados de exportación plantean una imagen especialmente crítica



(\*\*) debido al carácter de monocultivos de carácter intensivo en mecanización y el predominio de productores de gran tamaño, En el resto de las situaciones las consecuencias estarían condicionadas a la efectiva incorporación de pequeños productores locales en la producción primaria.

## **b) Eventual discrepancia entre la racionalidad privada y la racionalidad global**

En la medida en que las actividades correspondientes a las cadenas productivas de biocombustibles resulten rentables habrá actores privados interesados en incursionar las mismas. Puesto que la producción de la materia prima agrícola constituye la porción más importante del costo de producción de los biocombustibles, los factores que determinen ese costo resultarán decisivos de los mismos en términos competitivos. En ese sentido el costo de la mano de obra sería una variable de ajuste, mientras que la incorporación del progreso técnico determinaría una mayor productividad. De ser ese el caso parte de las ganancias en eficiencia deberían ser trasladadas a los salarios.

Con precios internacionales del petróleo por encima de los 80 U\$S por barril, existe un amplio margen para la rentabilidad privada para la producción de biocombustibles de primera generación. Es así que en el seno de la Región existen múltiples iniciativas de inversión en las actividades agroindustriales vinculadas.

En estas condiciones, resulta especialmente importante analizar la eventual discrepancia entre la racionalidad privada (básicamente fundada en la rentabilidad financiera) con la racionalidad global que debería orientar la definición de políticas activas para el desarrollo sustentable.

Por supuesto, la mencionada racionalidad global es de difícil caracterización en la medida que refleja las preferencias de la autoridad de aplicación de las políticas, que en la práctica no suele ser un único actor sino una variedad de actores dentro del poder político (que pueden tener visiones divergentes con relación a la identificación de problemas, objetivos, estrategias e instrumentos).

De todo lo expuesto en este trabajo, surge que dicha racionalidad global es multidimensional y requiere por tanto de una conducción centralizada. Esto es, además de la autoridad política de energía, resulta necesaria la participación de las autoridades de política agropecuaria, de la industria y el transporte, de hacienda, de recursos naturales y medio ambiente, del área social y de salud y de las entidades regionales. Sólo un acuerdo previo, sobre bases informadas, resulta posible formular una política coherente sobre biocombustibles.<sup>89</sup> Una vez alcanzado ese consenso en el seno del poder público, resulta pertinente evaluar las reacciones de los actores involucrados de la sociedad civil en general e incorporar sus contribuciones a la propuesta de política elaborada. Así, las reglas de juego para la inversión deben corresponder a esa racionalidad global y no solamente a la racionalidad privada.

---

<sup>89</sup> Ver también CEPAL, OLADE, GTZ, “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas” Santiago de Chile, 2003.

## Bibliografía

- Benemann, J.R et al., (1997) “Biodiesel from Algae”, NREL.  
\_\_\_\_\_, “The Controlled Eutrophication Process: Using Microalgae for CO2 Utilization and Agricultural Recycling”, <http://www.unh.edu/p2/biodiesel>
- BP, (2007) “BP Statistical Review of World Energy”, Junio.
- CEPAL, (1991) “El desarrollo sustentable: transformación productiva, equidad y medio ambiente”, Santiago de Chile.
- CEPAL, OLADE, GTZ, (2003) “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe: Guía para la Formulación de Políticas Energéticas” Santiago de Chile.
- Chamay, M. et al., (2007) “Promoting Sustainable Land Management through Trade: Examining the Linkages between Trade, Livelihoods and Sustainable Land Management in Degraded Areas. A Background Paper”, United Nation Convention to Combat Desertification – ICTSD Internacional Centre for Trade and Sustainable Development, Marzo.
- CMMAD, (1987) “Nuestro Futuro Común”, Oxford University Press, Oxford.
- Comisión de Desarrollo y Medio Ambiente de America Latina y el Caribe, (1990) “Nuestra Propia Agenda”, Banco Interamericano de Desarrollo, Washington D.C.
- Commission of the European Communities, (2007) “An Energy Policy for Europe”, COM, 1 final, Bruselas.
- \_\_\_\_\_, (2006) “An EU Strategy for Biofuels”, COM, 34 final, Bruselas.
- \_\_\_\_\_, (2005) “Biomass Action Plan - Communication from the Commission”, COM (2005) 628 final, Bruselas.
- Council of the European Union, (2007) “Presidency Conclusions”, 7224/1/07 REV 1 CONCL 1, Bruselas, Mayo.
- Domínguez, D., Sabatino, P., (2006) “Con la soja al cuello: crónica de un país hambriento productor de divisas”, CLACSO, Marzo.
- European Commission, (2006) “Biofuels in the European Union: A vision for 2030 and beyond”, Final report of the Biofuels Research Advisory Council, EUR 22066.
- European Environment Agency, (2007) “Assessing the potential impact of large-scale biofuel production on agricultural land use, farmland habitats and related biodiversity”, EEA/EAS/03/004.
- FAO Forestry Department, (2004) “Unified Bioenergy Terminology - UBET”, Diciembre.

- \_\_\_\_\_, (2005) “Bioenergy”, Committee on Agriculture, Item 7 of the Provisional Agenda, Nineteenth Session, Rome, 13-16 April, [http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j4313e.htm#P31\\_813](http://www.fao.org/docrep/meeting/009/j4313e.htm#P31_813)
- \_\_\_\_\_, (2002) “Crops and drops: making the best use of water for agriculture”, Natural Resources Management and Environment Department, Roma.
- \_\_\_\_\_, “Glosario FAOSTAT”, <http://faostat.fao.org/site/375/default.aspx>
- Flara & Fauna International et al., (2006) “Guidelines for applying the precautionary principle to Biodiversity conservation and natural resource management”, The Precautionary Principle Project.
- Forum Umwelt and Entwicklung, (2005) “Global Market for Bioenergy between Climate Protection and Development Policy”, Bonn.
- G. Honty, E. Gudynas, (2007) “Agrocombustibles y desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe”, Observatorio del Desarrollo (od), Mayo.
- Greene, N., (2005) “How Biofuels Can Help End America’s Oil Dependence”, Natural Resources Defense Council, Growing Energy, Julio.
- Greenpeace, (2007) “Bioenergía: oportunidades y riesgos”, Mayo.
- Hazell, P. y R.K. Pachauri, (2006) “Bioenergy and agriculture: promises and challenges. Overview”, IFPRI Focus 14, N° 1, Washington.
- Lobato, V., (2007) “Metodologías para optimizar el análisis de materias primas para biocombustibles en los países del MERCOSUR”, PROCISUR, IICA. Montevideo.
- M. Jacobson, (2007) “Effects of Ethanol (E85) versus Gasoline Vehicles on Cancer and Mortality in the United States”, Environmental Science & Technology, 41 (11), 4150 -4157.
- OLADE/CEPAL/GTZ, (1997) “Energía y Desarrollo Sustentable en América Latina y el Caribe. Enfoques para la política energética”, Quito, Mayo.
- \_\_\_\_\_, (2005) “Energía y Desarrollo Sustentable: guía para la formulación de políticas”, 2da. Edición, Santiago.
- Pfaumann, P. (2006) “Biocombustibles, ¿La fórmula mágica para las economías rurales de ALC?”, BID, Unidad de desarrollo rural SDS/RUR, Noviembre.
- Pistonesi, H., (1998) “Elementos de la Teoría Económica de la Regulación”, IDEE/FB, Bariloche.
- PNUD, (1992) “Informe sobre Desarrollo Humano 1992”, Bogotá.
- Pollan, M. (2007) “You Are What You Grow”, New York Times Magazine, April 22.
- Prieur-Vernat, A., (2007) “Biofuels in Europe”, Panorama 2007, IFP.
- R.E. Morris et al., (2003) “Impact of biodiesel fuels on air quality and human health”, National Renewable Energy Laboratory, NREL/SR-540-33793, Mayo.
- Righelato, R. y Spracklen D., (2007) “Carbon mitigation by biofuels or by saving and restoring forests?”, Science, vol. 317, p 902, Agosto.
- Rothkopf, G., (2007) “A blueprint for green energy in the Americas”, Interamerican Development Bank, Washington.
- Runge, F. and Senauer B., (2007) “How Biofuels could starve the Poor”, Foreign Affairs, Junio.
- SENER/BID, (2007) “Estudio de Factibilidad para los biocombustibles en México”.
- Shell, (2006) “The Shell Sustainability Report 2006”.
- Skirvin, D., (2007) “Modelling the Landscape Impacts of Biomass Crops on Biodiversity”, Defra Project NF0440, Warwick HRI.
- Smeets E. et al., (2006) “Sustainability of Brazilian bio-ethanol”, Report NWS-E-2006-110, UNICAMP/University Utrecht, Agosto.
- UN-Energy, (2007) “Sustainable Bioenergy: A Framework for Decision Makers”, United Nations.
- United Nations, (2006) “The emerging Biofuels Markets: Regulatory, Trade and Development implications”, United Nations Conference on Trade and Development.

- United Nations. (2007) Department of Economic and Social Affairs. Commission on Sustainable Development. Fifteen session, 30 abr.-11 May.
- Vera, A. et al., (2005) “Indicators for sustainable energy development”, International Atomic Energy Agency.
- Walter, A. et al., (2007) “Market Evaluation: Fuel Ethanol”, Deliverable 8, Task 40 Sustainable Bio-energy Trade, Unicamp, Enero.
- Westcott, P., (2007) “Ethanol expansion in the Unites States – How will the agricultural sector adjust?”, FDS-07D-01, USDA, Mayo.
- White House Office of Communications, (2007) “Twenty in Ten: Strengthening America’s Energy Security”, Enero.