



CBD



CONVENIO SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

Distr.
GENERAL

UNEP/CBD/SBSTTA/12/9
25 de abril de 2007

ESPAÑOL
ORIGINAL: INGLÉS

ÓRGANO SUBSIDIARIO DE ASESORAMIENTO
CIENTÍFICO, TÉCNICO Y TECNOLÓGICO

Duodécima reunión

UNESCO, París, 2–6 de julio de 2007

Tema 5.3 del programa provisional*

PROBLEMÁTICAS NUEVAS E INCIENTES EN RELACIÓN CON LA CONSERVACIÓN Y LA UTILIZACIÓN SOSTENIBLE DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

La diversidad biológica y la producción de biocarburantes líquidos

Nota del Secretario Ejecutivo

RESUMEN EJECUTIVO

De conformidad con el párrafo (d) del apéndice A del anexo III a la decisión VIII/10, el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (OSACTT) deberá tratar problemáticas nuevas e incipientes en relación con la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. En una reunión celebrada por teleconferencia el 22 de septiembre de 2006, la Mesa del OSACTT identificó, entre otras problemáticas nuevas e incipientes a considerar por el OSACTT en su duodécima reunión, las interrelaciones entre la diversidad biológica y la producción de biocarburantes líquidos. La presente nota, preparada para facilitar el trabajo del OSACTT, resume la información de la documentación y de un foro electrónico de seis semanas iniciado el 29 de enero de 2007.

La producción de biocarburantes líquidos ha aumentado en todo el mundo en los últimos años, principalmente debido a los esfuerzos para mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y para lograr una mayor seguridad energética. Las principales biomasas utilizadas para producir biocarburantes líquidos son la caña de azúcar, los granos del maíz y, aún en fase de experimentación, materias primas de segunda generación como los materiales celulósicos para el bioetanol y los aceites de colza y de palma para el biodiesel. Los rendimientos en cuanto a cantidad de combustible producida, el balance energético neto, la reducción de emisiones de GEI y los costes de producción varían en función de la biomasa utilizada, los medios de producción, el lugar de producción y los mercados. La cantidad de combustible producida, el balance energético neto y la reducción de emisiones de GEI suelen ser más altos en el caso de la caña de azúcar y del aceite de palma, mientras que los costes de producción más bajos corresponden a la caña de azúcar. Aparentemente las materias primas celulósicas tienen potenciales de rendimiento, balance energético neto y reducción de emisiones de GEI aún mayores.

*

UNEP/CBD/SBSTTA/12/1

/...

Para economizar recursos, sólo se ha impreso un número limitado de ejemplares del presente documento. Se ruega a los delegados que lleven sus propios ejemplares a las reuniones y eviten solicitar otros.

Los datos científicos disponibles indican que la producción a gran escala de biocarburantes líquidos puede contribuir a la reducción de emisiones de GEI, lo que constituye una importante contribución indirecta a la conservación de la diversidad biológica. La contribución potencial de los biocarburantes a la superación de los retos del cambio climático y al fomento de nuevas fuentes renovables de energía fue tratada en el decimocuarto y decimoquinto período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible. Sin embargo, la producción de biocarburantes a gran escala puede tener efectos negativos sobre la diversidad biológica, entre ellos la fragmentación y la degradación de los hábitats, un aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero debido a la degradación de los sumideros de carbono y a la deforestación, la contaminación y eutrofización del agua, y la sobreexplotación causada por los conflictos sobre la utilización del suelo y el aumento de los precios de los alimentos. Por ejemplo:

(a) La utilización de suelos naturales, por ejemplo humedales y bosques naturales, para la producción de biocarburantes está considerada como amenaza importante para la diversidad biológica debido a la pérdida de hábitats, de los componentes de su diversidad biológica y de servicios esenciales de los ecosistemas. La utilización de suelos naturales también puede incrementar las emisiones de gases de efecto invernadero, por ejemplo debido a la deforestación y la degradación de turberas y sumideros de carbono.

(b) La necesidad de suelo agrícola fértil para producir biocarburantes podría generar conflictos por la utilización del suelo y aumentar el precio de los alimentos, lo que afectaría a las comunidades indígenas y locales así como a los pequeños agricultores, ya que los forzaría a depender más de alimentos que se crían en terrenos salvajes o a roturar otras tierras para la agricultura.

(c) El aumento del consumo de agua debido a la expansión de la agricultura y la contaminación del agua causada por los procesos de conversión de biomasa también pueden provocar una pérdida de diversidad biológica.

A pesar de ello, dependiendo del cambio en la utilización del suelo y de la biomasa en cuestión, la producción de biocarburantes también puede ser beneficiosa para la diversidad biológica. Por ejemplo, la sustitución de cultivos anuales por cultivos herbáceos perennes o la restauración de suelos degradados con plantaciones de árboles podrían conducir a una mayor diversidad biológica animal y reducir el empleo de plaguicidas y el consumo neto de fertilizantes.

Existen varias opciones para fomentar la producción sostenible de biocarburantes, a saber: (i) la aplicación de directrices y normas en el marco del enfoque por ecosistemas, (ii) la aplicación de directrices para la evaluación del impacto ambiental y la evaluación ambiental estratégica, incluida la diversidad biológica, (iii) el desarrollo de marcos políticos sólidos que contribuyan tanto a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero como a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica, y (iv) el fomento de la investigación para mejorar la economía y el rendimiento de la biomasa energética y para desarrollar tecnologías que permitan aprovechar materias primas de segunda generación y otros materiales, por ejemplo residuos.

Hasta la fecha solo se ha realizado un reducido número de análisis exhaustivos del ciclo completo de producción desde la plantación hasta el consumo de biocarburantes, incluyendo los efectos socioeconómicos y ambientales. Para fomentar los enfoques de toma de decisiones basada en pruebas y de aplicación de buenas prácticas para la producción de biocarburantes, sería importante realizar dichos análisis exhaustivos de proyectos a gran escala y compartir datos y experiencias a través de los medios adecuados.

RECOMENDACIONES PROPUESTAS

El Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico pudiera recomendar que la Conferencia de las Partes:

1. *Invite* a las Partes y otros Gobiernos a:

(a) Desarrollar marcos políticos sólidos para las distintas opciones de producción de biocarburantes líquidos que contribuyan tanto a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero como a la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica;

(b) Alentar el desarrollo y aplicación de directrices y normas en el marco del enfoque por ecosistemas para reducir los posibles impactos perjudiciales de la producción de biocarburantes líquidos sobre la diversidad biológica;

(c) Fomentar la investigación, sobre todo de materias primas de segunda generación, para mejorar los efectos socioeconómicos y los rendimientos de los biocarburantes líquidos así como para disminuir los impactos perjudiciales sobre la diversidad biológica;

(d) Fomentar la cooperación internacional en la producción sostenible de biocarburantes, incluida la cooperación Sur-Sur y la transferencia de tecnologías;

2. *Pida* al Secretario Ejecutivo que, en colaboración con las organizaciones relevantes, compile información socioeconómica y ecológica de las Partes, otros Gobiernos y otras fuentes referente a la gama completa de carburantes líquidos, y que utilice la información para llevar a cabo evaluaciones exhaustivas de los posibles impactos de la producción de dichos carburantes sobre la diversidad biológica y su contribución a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero, para luego distribuirlas entre las Partes.

I. INTRODUCCIÓN

1. De conformidad con el párrafo (d) del apéndice A del anexo III a la decisión VIII/10, el Órgano Subsidiario de Asesoramiento Científico, Técnico y Tecnológico (OSACTT) tiene el mandato de identificar problemáticas nuevas e incipientes en relación con la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. En una reunión celebrada por teleconferencia el 22 de septiembre de 2006, la Mesa del OSACTT identificó, entre otras problemáticas nuevas e incipientes a considerar por el OSACTT en su duodécima reunión, las interrelaciones entre la diversidad biológica y la producción de biocarburantes líquidos.

2. La contribución de los biocarburantes como nueva fuente renovable de energía a los esfuerzos para afrontar los retos del cambio climático ha sido tratada en foros internacionales adecuados, incluida la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible y el Grupo Asesor Científico y Técnico del Fondo para el Medio Ambiente Mundial. Además en 2006 se creó la Asociación Mundial de la Bioenergía (GBEP) para establecer un diálogo político mundial de alto nivel sobre la bioenergía, y fomentar usos más eficientes y sostenibles de la biomasa. Al identificar los biocarburantes como una problemática nueva e incipiente de conformidad con la decisión VIII/10, la Mesa del OSACTT recomendó su consideración por parte del OSACTT en su duodécima reunión desde la perspectiva de la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.

3. La presente nota ha sido preparada a partir de los resultados de estudios, informes y otros documentos científicos con el fin de facilitar la consideración de esta problemática por el Órgano Subsidiario. Aunque no es un examen exhaustivo de la problemática, se ha beneficiado de las aportaciones recibidas a lo largo de un foro electrónico de seis semanas de duración iniciado por la Secretaría del Convenio sobre la Diversidad Biológica el 29 de enero de 2007. Con todas esas aportaciones al foro electrónico se ha compilado un documento informativo.

4. Tras una descripción de los diferentes tipos de biocarburantes líquidos en la sección II de la presente nota, en la sección III se presentan las ventajas de la producción y utilización de biocarburantes, y en la sección IV se presentan los posibles efectos de dicha producción sobre la diversidad biológica. La sección V presenta algunas opciones indicativas para fomentar un desarrollo de los biocarburantes que sea coherente con la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica.

II. DESCRIPCIÓN DE LOS TIPOS DE BIOCARBURANTES

5. El impacto del cambio climático sobre la diversidad biológica es importante, por lo que es urgente mitigar la emisión de gases de efecto invernadero (GEI). Las actuales emisiones antropógenas de dióxido de carbono (CO₂) proceden principalmente del consumo de energía generada con combustibles fósiles (IPCC, 2001). Los combustibles derivados de biomasa, como alcoholes, aceites vegetales, biogas y leña, reciben el nombre de biocarburantes o biocombustibles y se pueden utilizar como sustitutos del combustible de origen fósil. Debido a que el transporte es un sector que contribuye significativamente a las emisiones de CO₂, la presente nota se centra en los biocarburantes líquidos utilizados para el transporte.

6. Actualmente existen dos tipos principales de biocarburantes líquidos que se pueden utilizar en el sector del transporte: (i) el bioetanol, que se produce a partir del almidón de los cereales, el azúcar y, más recientemente la celulosa, aunque aún está en fase de experimentación; y (ii) el biodiesel, que se obtiene de aceites vegetales y del aceite de cocinar reciclado. Tanto el bioetanol como el biodiesel se pueden utilizar en los vehículos de hoy en día cuando se mezclan con gasolina o con gasóleo sacado del petróleo, o incluso puro en coches de combustible flexible (WI [Worldwatch Institute] y GTZ [Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit], 2006).

7. Las mayores fuentes de biomasa que se utilizan en la actualidad son la caña de azúcar y el maíz para producir bioetanol, y el aceite de colza y de palma para producir biodiesel. También se utilizan otras fuentes, como las semillas de girasol, la soja, los cacahuetes, la jatrofa, y el aceite de ricino y de coco para biodiesel, y trigo, remolacha azucarera, sorgo y yuca para bioetanol (Brown, 2006; FMAM-STAP, 2006). El rendimiento de cada uno en cuanto a la cantidad de energía que se genera y la cantidad de combustible que se produce varía en función del tipo de material vegetal que se utilice. La mayor cantidad de combustible se suele obtener con la caña de azúcar, mientras que el mayor rendimiento energético corresponde al aceite de palma y la caña de azúcar (véase la tabla 1 a continuación).

8. Una amplia gama de materiales celulósicos, como los cultivos herbáceos, las plantas leñosas, los derivados del sector forestal y la agricultura (incluidos los residuos de madera, los tallos y los troncos) y los residuos municipales constituyen las denominadas materias primas de segunda generación, para cuya conversión se están desarrollando nuevas tecnologías. Las materias primas celulósicas pueden generar una energía neta mayor y contribuir más a la reducción de las emisiones de GEI, porque tienen un potencial relativamente alto de secuestro del carbono y su cultivo requiere menos energía que las materias primas no celulósicas (Cook y Beyea, 2000; Farrell *et al.*, 2006; FMAM-STAP, 2006; WI y GTZ, 2006). La investigación de pastizales de bajos insumos y alta diversidad demuestra que con las tecnologías actuales también se podrían derivar biocarburantes de mezclas de plantas perennes de pastos nativos (Tilman *et al.*, 2006). A pesar de que el proceso de conversión de la celulosa todavía no es competitivo desde el punto de vista económico, el coste de la producción de biocarburantes celulósicos está disminuyendo (WI y GTZ, 2006), y el etanol celulósico obtenido a partir de ciertas biomasas ya está disponible comercialmente. Las algas son otra fuente de biomasa que se está considerando para producir biocarburantes, y el biodiesel obtenido a partir de algas ha sido probado recientemente con resultados satisfactorios en mezclas de un 5%.

III. POSIBLES VENTAJAS DE LA PRODUCCIÓN Y CONSUMO DE BIOCABURANTES

9. La crisis energética de los 70 llevó a muchos países a buscar formas de mejorar su seguridad energética reduciendo su dependencia de los combustibles fósiles y diversificando sus suministros de energía. Aunque la producción de biocarburantes nunca ha sido realmente significativa debido al bajo precio del petróleo, el papel de la biomasa como sustituto de los combustibles fósiles ha vuelto a despertar un gran interés en la última década a causa de: (i) la inestabilidad en los países productores de petróleo; (ii) la subida del coste del petróleo en esta última década, desde menos de 20 USD por barril en 1995 (dólares de 2006) a más de 60 USD en 2006 (WTRG Economics, 2006), y (iii) la adopción y entrada en vigor del Protocolo de Kioto, que exige a los países que lo han ratificado que reduzcan las emisiones de GEI. Por consiguiente, la producción de biocarburantes puede aportar seguridad energética a los países, protegerlos de los riesgos de la subida del precio de la energía, sobre los que algunos países no tienen control, y suponer un ahorro significativo de divisas, que así se pueden invertir en la economía nacional.

10. Al derivar de fuentes renovables, los biocarburantes pueden producir emisiones más o menos neutras de carbono, ya que en teoría el carbono que se libera durante la combustión del biocarburante puede ser absorbido por las plantas que están creciendo. Según los informes disponibles, los biocarburantes líquidos también liberan menos GEI que los combustibles fósiles convencionales (Perlack *et al.*, 1992; Huston y Marland, 2003; Kim y Dale, 2005; WI y GTZ, 2006). El WI y la GTZ (2006) informaron de que con los almidones (maíz y trigo) se conseguía una reducción de las emisiones de CO₂ de entre un 20 y un 40%, con los aceites vegetales (colza, girasol y soja) de entre un 45 y un 75%, con los azúcares (caña de azúcar y remolacha azucarera) de entre un 40 y un 90%, y con materias primas de segunda generación, como los residuos (aguas residuales, restos) y las fibras (césped de pradera y álamo), de un 100%. El uso de sistemas de bajos insumos y alta diversidad en suelos degradados podría dar lugar a emisiones negativas de carbono, gracias al secuestro de carbono asociado al aumento de los niveles de materia orgánica en el suelo (Tilman *et al.*, 2006). No obstante, las evaluaciones del ciclo de vida indican muchas incertidumbres, especialmente en lo que se refiere a las emisiones relacionadas con los derivados,

y reflejan que a menudo la utilización del suelo no se tiene en cuenta, lo que puede tener un impacto significativo sobre las emisiones de carbono. Por lo tanto, la posible reducción total de emisiones con biocarburantes, desde la producción al consumo, sigue siendo objeto de debate y los distintos estudios realizados presentan cifras diferentes. Lo mismo ocurre con el balance energético neto (véase la tabla 1 a continuación).

11. En cuanto a los costes de producción, es posible que en breve la producción y el consumo de algunos biocarburantes sean más ventajosos que los del petróleo. Según el WI y la GTZ (2006), cuando los precios del petróleo están por encima de 50 USD por barril, como durante la mayor parte de 2005, 2006 y principios de 2007, el bioetanol obtenido a partir de la caña de azúcar (Brasil) es bastante más barato que la gasolina. El biodiesel obtenido a partir de la colza (Europa) y de la soja (Estados Unidos de América) tiene un precio equiparable al del gasóleo, y el biodiesel obtenido a partir de aceite de cocinar usado (Europa y Estados Unidos de América) tiene un precio cada vez más competitivo con el del gasóleo. Sin embargo, la competitividad del precio depende del país de producción y de la biomasa utilizada. En Alemania, por ejemplo, el precio del barril de petróleo al que el biocarburante pasa a ser más competitivo que el petróleo está entre 95 y 105 USD por barril en el caso del biodiesel, 90 USD por barril en el caso del bioetanol procedente del azúcar y el almidón, y entre 120 y 180 USD por barril en el caso del bioetanol procedente de biomasa celulósica (Agencia Técnica para Materias Primas Renovables [FNR], 2006).

Tabla 1. *Características seleccionadas de los biocarburantes líquidos*

<i>Biocarburante</i>	<i>Producción de combustible^a (l/ha)</i>	<i>Balance energético neto^b</i>	<i>Reducción de las emisiones de CO₂ (%)</i>	<i>Fuente (para las columnas 3 y 4)</i>
Etanol a partir de los granos del maíz	~3000	1,25 1,03 (en el peor de los casos) 1,12 (en el mejor de los casos) 1,67 (con derivados) 1,06 (sin derivados) ~1,5	12 ^d 32 N.D. N.D.	Hill <i>et al.</i> , 2006 De Oliveira <i>et al.</i> , 2005 Shapouri y McAlloon, 2004 WI y GTZ, 2006
Etanol a partir de caña de azúcar	~6000	3,14 (en el peor de los casos) 3,87 (en el mejor de los casos) 5,82 ~8	67 De 72 a 75 N.D.	De Oliveira <i>et al.</i> , 2005 Sadones, 2006 WI y GTZ, 2006
Etanol a partir de remolacha azucarera	~ 5000	1,25 ~2	31 N.D.	Sadones, 2006 WI y GTZ, 2006
Etanol a partir de trigo	~ 2500	1,35 ~2	45 N.D.	Sadones, 2006 WI y GTZ, 2006

Etanol celulósico	S.D.	2-36	N.D.	WI y GTZ, 2006
Biodiesel a partir de soja	~ 500	1,93 (con derivados) 3,67 (sin derivados) ~3	41 ^d N.D.	Hill <i>et al.</i> , 2006 WI y GTZ, 2006
Biodiesel a partir de colza	~ 1100	2,23 ~2,5	68 N.D.	Sadones, 2006 WI y GTZ, 2006
Biodiesel a partir de girasol	~ 1000	~3	N.D.	FMAM-STAP, 2006
Biodiesel a partir de aceite de palma	~ 4500	~9	N.D.	WI y GTZ, 2006

a. Fuente: WI y GTZ, 2006

b. El coeficiente entre la energía contenida en el biocarburante y la energía no renovable utilizada para producir dicho biocarburante.

c. Porcentaje de reducción de emisiones en comparación con el consumo de una cantidad de gasolina energéticamente equivalente

d. Cultivo cosechado en un terreno ya en producción (no en un hábitat natural convertido)

N.D.: no disponible

S.D.: sin determinar

12. Los biocarburantes también son interesantes para la economía nacional. Cuando son producidos en el propio país, pueden generar empleo y contribuir al producto interior (Brown, 2006). La producción de biocarburantes en el propio país puede impulsar la economía nacional aumentando las oportunidades de negocio y los ingresos de los agricultores. En este contexto, es de esperar que el aumento de la producción de materias primas para biocarburantes en áreas rurales contribuya a la mitigación de la pobreza (Coelho, 2005). Como se destacó durante el decimocuarto período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible, la cooperación Sur-Sur y el desarrollo de esos países en lo que se refiere a la producción de biocarburantes se podrían reforzar. Sin embargo, la eficiencia económica e incluso la eficacia ambiental de los biocarburantes varían según el lugar de producción y la materia prima utilizada. Por ejemplo, según la Agencia Técnica para Materias Primas Renovables alemana, se ha calculado que el bioetanol obtenido a partir de la remolacha azucarera en Alemania ahorra 7,2 t/ha de CO₂ y cuesta 24 euros/GJ, mientras que el bioetanol obtenido a partir de la caña de azúcar en Brasil puede ahorrar 15,5 t/ha de CO₂ y cuesta 9,5 euros/GJ (Agencia Técnica para Materias Primas Renovables, 2006). De ahí que al fomentar la producción nacional de biocarburantes sea necesario tener en cuenta en todos sus aspectos las oportunidades de obtener resultados regionales o internacionales que sean más eficientes económicamente y más eficaces ambientalmente.

13. Como sustituto del petróleo, el biocarburante también constituye una solución práctica, ya que mantiene el valor superior de los combustibles líquidos para los que ya hay disponible una infraestructura de distribución (p. ej., gasolineras) y no requiere ninguna modificación importante de los vehículos existentes si se mezcla petróleo con biocarburante (WI y GTZ, 2006).

IV. POSIBLES IMPACTOS DE LA PRODUCCIÓN DE BIOCARBURANES SOBRE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

A. Estudio general

14. El volumen del sector de los biocarburantes y el número de países en los que son producidos y consumidos están aumentando a un ritmo acelerado (WI y GTZ, 2006). Mientras la producción mundial de petróleo aumentaba un 7% entre 2000 y 2005, la de bioetanol casi se triplicaba y la de biodiesel

aumentaba más del triple (Brown, 2006; WI y GTZ, 2006). En 2005 la producción de biocarburantes representó casi el 2% del consumo mundial de gasolina (Brown, 2006). Al bioetanol le corresponde el 90% de la producción mundial de biocarburantes y al biodiesel el 10% restante (WI y GTZ, 2006). La principal materia prima que utiliza Brasil, el país líder en la producción de bioetanol, es la caña de azúcar. Brasil es el único ejemplo de sector consolidado de biocarburantes a gran escala que suministra bioetanol a los consumidores a un precio económico, con lo que satisface el 40% de la demanda de combustible para vehículos del país (Brown, 2006; WI y GTZ, 2006) y actualmente está trabajando sin subvenciones directas. Estados Unidos es el segundo productor de bioetanol. Su bioetanol es obtenido a partir de maíz en grano y satisface algo menos del 2% de la demanda total de combustible para automóviles (Brown, 2006; WI y GTZ, 2006). En 2004 estos dos países representaban aproximadamente el 71% de la producción mundial de bioetanol (calculado a partir de los informes de Brown, 2006, y de WI y GTZ, 2006). En lo que respecta a la producción de biodiesel, el líder es Europa, y en concreto Alemania proporcionó aproximadamente el 55% de la producción total de biodiesel en 2005, seguida de Francia, con un 15% (calculado a partir de los informes de WI y GTZ, 2006). Ambos países utilizan principalmente colza como materia prima (Brown, 2006).

15. La importancia del papel del biocarburante para afrontar la creciente demanda de energía y al mismo tiempo proteger el medio ambiente está aumentando. De hecho, en el decimocuarto período de sesiones de la Comisión sobre el Desarrollo Sostenible se hizo hincapié en la importancia de la energía renovable, por ejemplo el biocarburante, a la hora de reducir la contaminación atmosférica y las emisiones de GEI. Un creciente número de programas gubernamentales, asociaciones y otras iniciativas está fomentando la mitigación de GEI y el aumento de la producción y consumo de biocarburantes. La Directiva de la Unión Europea (UE) sobre biocarburantes, adoptada en mayo de 2003, establece un 5,75% como valor de referencia para la cuota de mercado que deberá corresponder a los biocarburantes en 2010 (Comisión Europea, 2004). Asimismo, en la reunión del Consejo de la Unión Europea celebrada en marzo de 2007, los 27 Jefes de Estado y de Gobierno acordaron un aumento de un 10% del consumo de biocombustibles y una utilización de fuentes de energía renovables de un 20% como meta vinculante para 2020 (Comisión Europea, 2007). Estados Unidos ha previsto que el 30% de su consumo actual de petróleo habrá sido sustituido por biocarburantes en 2030 (Perlack *et al.*, 2005). Muchos otros países han fijado metas para la producción y consumo de biocarburantes (véase la tabla 2 a continuación).

Tabla 2: producción actual de biocarburantes en los principales países productores y consumo previsto

<i>País</i>	<i>Producción actual</i>		<i>Consumo previsto</i>
	<i>Bioetanol</i>	<i>Biodiesel</i>	
Brasil	16.500×10^6 l (WI y GTZ, 2006)		No encontrado
EE. UU.	16.230×10^6 l (WI y GTZ, 2006)	290×10^6 l (WI y GTZ, 2006)	Sustitución de un 30% del consumo de petróleo para 2030, lo que requerirá 1.000 millones de toneladas secas de materias primas de biomasa al año (Perlack <i>et al.</i> , 2005)
China	2.000×10^6 l (WI y GTZ, 2006)		Un 15% de la demanda de energía para el transporte para 2020 (GAIN, 2006a)
Unión Europea	950×10^6 l (WI y GTZ, 2006)	3.184.000 toneladas (los 20 productores más destacados) (Asociación Europea de	5,75% de la cuota de mercado para los biocarburantes en 2010 (Comisión Europea, 2004) 10% de aumento en el consumo de

		Biodiesel, EBB)	biocarburantes para 2020 (Comisión Europea, 2007)
India	300×10^6 l (WI y GTZ, 2006)		El Ministerio del Petróleo ha previsto suministrar gasolina mezclada con un 5% de etanol por todo el país para 2006/7, y aumentarlo después a una mezcla de un 10% de etanol. El Gobierno también ha previsto una mezcla de un 20% de biodiesel para 2012 (GAIN, 2006b).
Alemania		1.920×10^6 l (WI y GTZ, 2006)	Al menos un 5,75% del consumo total de combustible en términos de energía (Gobierno de Alemania, 2006)
Francia	161.172 toneladas (Gobierno de Francia, 2005)	511×10^6 l (WI y GTZ, 2006) 323.720 toneladas (Gobierno de Francia, 2005)	Porcentaje de biocarburante mezclado con combustibles fósiles corrientes: 5,75% en 2008, 7% en 2010 y 10% en 2015 (Ministère de l'agriculture et de la pêche, 2006)
Italia		227×10^6 l (WI y GTZ, 2006)	No encontrado
Austria	Producción no significativa	83×10^6 l (WI y GTZ, 2006) 55.000 toneladas (Agencia Federal del Medio Ambiente, 2005)	Sustitución de un 5,75% basada en el contenido energético (Agencia Federal del Medio Ambiente, 2004)

16. Dada la limitada superficie de suelo agrícola disponible en ciertos países y que la producción de biomasa en ciertos países con condiciones climáticas favorables puede ser mejor, también se prevé que la producción de biocarburantes aumente significativamente en países en desarrollo (p. ej., la producción a partir de aceite de palma en Indonesia para satisfacer la demanda de China y Europa). Brasil y Estados Unidos firmaron un acuerdo en marzo de 2007 para colaborar en el avance de la tecnología de los biocarburantes y expandir la producción de bioetanol a otros países de Sudamérica (Ewing, 2007). Según un estudio sobre el potencial mundial de la bioenergía de aquí a 2050 (Smeets *et al.*, 2004), las regiones más prometedoras para el suministro a gran escala de bioenergía, suponiendo que se apliquen las mejores prácticas de gestión agrícola y las mejores prácticas tecnológicas, son el África subsahariana, Latinoamérica, el Caribe y Asia Oriental.

17. La opinión general es que la producción y consumo de biocarburantes líquidos en vez de combustibles fósiles podría contribuir a la reducción de gases de efecto invernadero y proporcionar oportunidades para que los países del anexo I al Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Diversidad Biológica ganen créditos y, mediante la mitigación del cambio climático, contribuyan a la conservación de la diversidad biológica. Sin embargo, el potencial exacto de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero sigue sin conocerse con certeza.

18. Farrell *et al.* (2006) observaron que con excepción de la producción de bioetanol de Brasil, el ahorro de emisiones de gases de efecto invernadero correspondiente a la mayoría de los biocarburantes era inferior a su potencial, y a veces inexistente. Asimismo, varias organizaciones no gubernamentales de todo el mundo han expresado su preocupación por los importantes impactos perjudiciales que la producción de biocarburantes podría tener sobre las comunidades locales e indígenas y sobre la diversidad biológica (Biofuelwatch, 2007; Global Forest Coalition, 2006), y han pedido que se aplique el principio de precaución. A continuación se exponen de forma resumida los posibles impactos perjudiciales de la producción de biocarburantes.

B. Competencia por el suelo

19. La cantidad de suelo que se podría dedicar a biomasa para generar energía es limitado, ya que la mayor parte del suelo apropiado se está utilizando para fines agrícolas o para asentamientos humanos, está cubierta de bosques o ha sido declarada área protegida (FAO, 2003). Por consiguiente, es posible que las plantaciones de biomasa para generar energía compitan con los usos agrícolas que actualmente se dan al suelo, o es posible que conduzcan al uso del resto de los espacios naturales que se deberían conservar.

20. Un estudio de la Universidad de Florida sugiere que para reemplazar la totalidad de la oferta de gasolina de Estados Unidos haría falta un 60% del suelo cultivable disponible (Moreira, 2005). También se ha calculado que haría falta hasta un 13% del suelo agrícola de la Unión Europea para que los biocarburantes alcanzasen la cuota del 5,75% del consumo energético de Europa (Consejo Asesor de Investigación sobre Biocarburantes, 2006).

21. La posibilidad de que la sustitución paulatina de los combustibles fósiles por biocarburantes acelere la expansión agrícola suscita una creciente preocupación. Obviamente una consecuencia directa de la expansión de las plantaciones de biomasa energética por suelos naturales sería la pérdida de diversidad biológica debido a la destrucción y fragmentación de hábitats. Algunas organizaciones no gubernamentales ya han planteado problemáticas de deforestación y otras formas de destrucción de ecosistemas, por ejemplo de humedales, debido a la expansión de los cultivos (Biofuelwatch, 2007; Global Forest Coalition, 2006). Aún se perdería más diversidad biológica si se siguiesen prácticas agrícolas insostenibles para establecer y gestionar plantaciones de biomasa, por ejemplo una utilización excesiva de insumos químicos que llevase a la eutrofización y la contaminación del agua, o labores de cultivo que provocasen la erosión o la compactación del suelo. Dada la limitada superficie de suelo adecuado, la biomasa energética también podría extenderse por áreas ribereñas, tierras retiradas de la producción o líneas de árboles, todas las cuales juegan un papel ecológico importante. Como parte del estudio realizado para la segunda edición de la Perspectiva Mundial sobre Diversidad Biológica (MNP y GLOBIO Consortium, 2006), se ha explorado un escenario en el que la bioenergía juega un papel importante en la reducción de las emisiones equivalentes de CO₂. En este escenario, se conseguiría un gran ahorro de energía y un 23% de la oferta mundial restante procedería de biocarburantes en 2050. No obstante, para 2050 el aumento (+1%) de la diversidad biológica conseguido al mitigar el cambio climático y reducir la deposición de nitrógeno, gracias a que se quemarían menos combustibles fósiles, no compensaría la pérdida (-2%) de hábitats naturales causada por la plantación de cultivos para biocarburantes aproximadamente en el 10% de la superficie agrícola mundial. Eso llevaría a una pérdida adicional de diversidad biológica de un 1% aproximadamente.

22. Sin embargo, los riesgos de una mayor degradación del medio ambiente debida al cultivo de biomasa energética no son los mismos con todos los cultivos energéticos. Por ejemplo, Perlack *et al.* (1992) y Cook y Beyea (2000) informaron de que la sustitución de cultivos anuales por cultivos herbáceos perennes, considerados como materias primas de segunda generación, podría reducir el empleo de plaguicidas y el consumo neto de fertilizantes así como aumentar la diversidad biológica animal, ya que el hábitat mejoraría y las funciones de los ecosistemas naturales se restaurarían. Asimismo, la plantación de biomasa energética podría servir para rehabilitar suelos marginales y degradados (p. ej., Tilman *et al.*, 2006).

23. Otras problemáticas relacionadas con la agricultura: (i) es posible que se dé preferencia a los monocultivos de alto rendimiento energético (caña de azúcar y palma de aceite) frente a la rotación de cultivos, lo que podría llevar a la simplificación de los ecosistemas agrícolas con una disminución de cultivos y de la diversidad biológica de las explotaciones agrícolas; (ii) el surgimiento de cultivos energéticos modificados genéticamente para aumentar la cosecha y el rendimiento energético podría llevar a la polinización cruzada de especies salvajes emparentadas, con la consiguiente pérdida de diversidad biológica; (iii) el posible riesgo de que, al intentar aumentar la producción y satisfacer la creciente demanda de biocarburantes, los cultivos energéticos que tienen muchas de las características de una maleza, como es el caso de la jatrofa, se conviertan en especies invasoras.

C. Emisiones adicionales de gases de efecto invernadero

24. La agricultura es responsable de una parte importante de las emisiones no procedentes de la generación o el consumo de energía. Según la Revisión Stern (Stern, 2006), se calcula que el total de emisiones agrícolas, sin incluir la deforestación ni tener en cuenta el aumento de la producción de biocarburantes, aumentará en un 30% antes de 2020. La mayor parte de este aumento se debe a la intensificación de las emisiones de óxido nitroso provocada por el mayor uso de fertilizantes, sobre todo en los trópicos (IPCC, 2001). Asimismo, prácticas agrícolas como el arado aumentan las emisiones del carbono que hay en el suelo. La mayor demanda de biocarburantes podría conducir a que se arase suelo no agrícola y pastizales a gran escala, lo que a su vez causaría cuantiosas emisiones de carbono.

25. De forma parecida, la degradación de las turberas por la expansión de los biocarburantes podría llevar a importantes emisiones de carbono. La *Evaluación de turberas, diversidad biológica y cambio climático* de cobertura mundial indica que las turberas son esenciales para la conservación de la diversidad biológica y en ellas viven especies especializadas y existen ecosistemas únicos, además de que son sumideros de carbono cruciales que contienen tanto carbono como toda la biomasa terrestre, y el doble que la biomasa de todos los bosques, a pesar de que cubre solo un 3% de la superficie terrestre del planeta. Este informe también afirma que la conservación, restauración y explotación inteligente de las turberas son medidas imprescindibles y muy rentables para mitigar a largo plazo el cambio climático y adaptarse a él, así como para conservar la diversidad biológica. Otro informe (Hooijer *et al.*, 2006) afirma que el 27% de los terrenos ocupados por concesiones para producir leña y palma de aceite en Indonesia están situados sobre turberas. Por lo tanto, la expansión de la producción de biocarburantes de hecho podría contrarrestar la reducción de las emisiones de GEI atribuible a la utilización de dichos biocarburantes. Según la Evaluación de Ecosistemas del Milenio (2005) y la segunda edición de la Perspectiva Mundial sobre Diversidad Biológica (SCDB, 2006), los impactos del cambio climático son los que más rápido están aumentando de todos los impulsores del cambio de la diversidad biológica y los ecosistemas.

D. Deforestación

26. Además de la posible pérdida de masa forestal debida a la roturación de terrenos para dedicarlos a la agricultura, el creciente interés en la biomasa celulósica (materias primas de segunda generación) podría aumentar la presión que actualmente supone para los bosques la recogida de leña (especialmente en países en desarrollo), y empeorar la ya alarmante pérdida de diversidad biológica en estos ecosistemas. Asimismo, de forma parecida a la expansión de la agricultura, el aprovechamiento de los recursos forestales para producir biocarburantes podría ser contraproducente para la reducción de los gases de efecto invernadero, ya que entre un 25 y un 30% de los GEI liberados a la atmósfera cada año (1.600 millones de toneladas) se debe a la deforestación. Se ha descubierto que las selvas vírgenes de Indonesia contienen una media de 306 toneladas de carbono por hectárea en la biomasa aérea y la hojarasca, mientras que las plantaciones maduras de palma de aceite contienen solo 63 toneladas por hectárea y en general su ciclo de vida es de 25 (Palm *et al.*, 1999).

27. Sin embargo, Cook y Beyea (2000) informaron de que la plantación de bosques o de árboles para la producción de biocarburantes puede ser beneficiosa para la diversidad biológica siempre y cuando no reemplace a los rodales naturales y sobre todo si reemplaza a cultivos en líneas o ayuda a restaurar suelos degradados (recuperación de la población de aves y vegetación de sotobosque que favorece la formación de un hábitat adecuado para pequeños mamíferos). Asimismo, el efecto negativo de las operaciones de corta de los bosques se puede mitigar mediante el uso de residuos procedentes de la explotación forestal, que pueden constituir alrededor de un 60% del total de árboles cortados que se deja en los bosques (Parikka, 2004).

E. Conflictos por el suelo y precios de los alimentos

28. Algunas organizaciones, como el Programa para los Pueblos de los Bosques (Forest Peoples Programme, FPP), y Sawit Watch, han expresado su preocupación por la presunta imposición de producir biocarburante, por ejemplo con plantaciones de palma de aceite, a comunidades indígenas y locales, así como trabajadores de plantaciones y pequeños agricultores, sin tener en cuenta sus derechos, medios de subsistencia o bienestar (Colchester *et al.*, 2006). Asimismo, dado que la demanda mundial de alimentos no deja de aumentar, cambiar el uso del suelo agrícola para cultivar biomasa energética podría provocar una subida de los precios de los alimentos, lo que a su vez podría forzar a las comunidades indígenas y locales a roturar más terrenos para producir alimentos (agricultura de subsistencia) o para pastos, y a depender más intensamente de alimentos salvajes, lo que perjudicaría a la diversidad biológica.

F. Impactos relacionados con el agua

29. La expansión de la producción de biomasa para producir biocarburantes podría intensificar la necesidad de agua, sobre todo para cultivos que necesitan mucha agua. El agua ya es un recurso escaso en muchas zonas y constituye el principal obstáculo para la expansión de la agricultura. Este aspecto es muy serio, puesto que la pérdida de la diversidad biológica de los recursos hídricos de agua dulce es más rápida que en ningún otro gran ecosistema, y las presiones sobre los recursos hídricos están aumentando rápidamente a causa de la producción de alimentos y la urbanización.

30. También habría que tener en cuenta el consumo y la contaminación del agua en la fase de procesamiento de los biocarburantes. La contaminación del agua puede deberse a que el efluente sin tratar de los molinos de aceite de palma contiene sustancias químicas (Comisión Europea, 2006). La conversión de biomasa en combustibles líquidos consume poca agua en comparación con las pérdidas por evapotranspiración en la producción de cultivos energéticos. Sin embargo el efluente generado en los procesos de fermentación para producir bioetanol podría ser considerable (Berndes, 2002). Por consiguiente, al problema de la contaminación del agua que causa la agricultura, habría que añadir la contaminación y consiguiente pérdida de diversidad biológica si el agua utilizada en las tecnologías de procesamiento no es tratada adecuadamente antes de devolverla al medio ambiente.

VI. OPCIONES INDICATIVAS PARA FOMENTAR UNA PRODUCCIÓN DE BIOCARBURANTES RESPETUOSAS DE LA DIVERSIDAD BIOLÓGICA

31. La producción de biocarburantes plantea diversas problemáticas en relación con la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. Sin embargo, en la documentación se han propuesto una serie de opciones para reducir los efectos negativos sobre la diversidad biológica y fomentar los positivos.

A. Aplicación de directivas o normas industriales para reducir los efectos negativos sobre la diversidad biológica

32. Varias organizaciones han pensado posibles medidas para mitigar los impactos perjudiciales y desarrollar sistemas y herramientas sostenibles de producción de biocarburantes. La Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible, por ejemplo, fue creada para reunir al sector comercial, organizaciones conservacionistas, grupos de la sociedad civil, gobiernos y otras partes interesadas, y ha formulado principios y criterios para una producción sostenible de aceite de palma así como un amplio código de conducta para sus miembros (RSPO, 2006). El código incluye principios relacionados con las mejores prácticas que deben seguir los agricultores y fomenta la responsabilidad medioambiental y la conservación de los recursos naturales y la diversidad biológica.

33. El Instituto Öko ha elaborado un documento sobre normas industriales para la sostenibilidad de la bioenergía (Fritsche *et al.*, 2006), publicado por el Fondo Mundial para la Naturaleza. Greenpeace ha desarrollado criterios para evaluar la tecnología de producción de bioenergía y un marco para la agricultura sostenible. Otras organizaciones no gubernamentales como Amigos de la Tierra-Brasil han desarrollado criterios para la producción sostenible de biocarburantes (Moret *et al.*, 2006).

34. El Fondo Mundial para la Naturaleza también ha propuesto la certificación y etiquetado de la bioenergía con el fin de fomentar la producción y consumo de biocarburantes respetuosos del medio ambiente (Denruyter y Earley, 2006).

35. El enfoque por ecosistemas, que es el principal marco de acción en el Convenio, y otras herramientas adoptadas por la Conferencia de las Partes, por ejemplo la evaluación del impacto ambiental y la evaluación ambiental estratégica incluyendo la diversidad biológica, ayudarían a planificar y poner en práctica los planes y programas de producción de biocarburantes.

B. Fomento de la investigación para desarrollar las opciones sostenibles

36. Las materias primas de segunda generación y las tecnologías de conversión asociadas con ellas son prometedoras en cuanto a la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la conservación de la diversidad biológica. La utilización de biomasa de pastizales de bajos insumos y gran diversidad, y la concentración en la producción de biocarburantes en suelos que ya están disponibles para la agricultura, sobre todo suelos degradados, puede crear sistemas de producción de emisiones negativas de carbono, tener efectos deseñables sobre el consumo y la calidad del agua, y contribuir a la conservación de la diversidad biológica agrícola (Tilman *et al.*, 2006). Por lo tanto, la investigación es crucial para desarrollar el potencial de las materias primas de segunda generación. Por último, la economía y los rendimientos de la biomasa energética se pueden mejorar. Para ello se podría recurrir a la mejora y la ingeniería genética, que crean la necesidad de más investigación genética y más desarrollo.

C. Establecimiento de un marco político sólido

37. El establecimiento de las iniciativas actuales relacionadas con los biocarburantes líquidos han dependido de la intervención de los gobiernos, y la mayoría continúan dependiendo de subvenciones y otros planes de incentivos. En este contexto, las opciones de producción de biocarburantes que contribuyen tanto a la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero como a la utilización sostenible de la diversidad biológica podrían fomentarse mediante marcos de incentivos apropiados (Farrell *et al.*, 2006).

VII. CONCLUSIONES

38. El impacto de la producción de biocarburantes sobre la diversidad biológica dependerá de las materias primas que se utilicen, de cómo se gestione, de los cambios en el uso del suelo que provoque y de los procesos energéticos. Aunque consumiendo biocarburantes se pueden reducir las emisiones de GEI, se teme que en ciertos casos la deforestación, los cambios en el uso del suelo y la pérdida de importantes sumideros de carbono como las turberas podrían contrarrestar la ventaja energética de estos combustibles. Varios participantes del foro electrónico sobre biocarburantes expresaron su preocupación

por la posibilidad de que la expansión de los biocarburantes acelere tanto el cambio climático como la pérdida de diversidad biológica debido a la deforestación, la destrucción de ecosistemas, el drenaje de turba y los efectos del aumento de la fertilización, que son más amplios.

39. Asimismo, el potencial para producir biocarburantes debe calcularse teniendo en cuenta los cambios climáticos que se están produciendo. El resumen para responsables de políticas elaborado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC) en 2007 predice una sequía importante en Sudamérica, África y la mayor parte del sudeste de Asia, lo que previsiblemente reducirá la producción agrícola precisamente en los países con mayor potencial para producir biocarburantes.

40. La expansión de la producción de biocarburantes está impulsada principalmente por la intervención de los gobiernos. Es importante que la política pública —y la estructura de incentivos asociada— sea desarrollada de tal manera que esta expansión no solo contribuya a mitigar las emisiones de gases de efecto invernadero sino que también sea coherente con la conservación y la utilización sostenible de la diversidad biológica. Además, dado que podría ser demasiado pronto para comprender totalmente los efectos de la producción de biocarburantes sobre la diversidad biológica, convendría evaluar los efectos socioeconómicos y ecológicos de dicha producción en el caso de proyectos a gran escala, de acuerdo con los requisitos y procedimientos nacionales.

REFERENCIAS

- Agency of Renewable Resources, 2006. Biokraftstoffe-eine vergleichende analyse. Fachagentur Nashwachsende Rohstoffe e.V. Available at: <http://www.bio-kraftstoffe.info>.
- Berndes, G. 2002. Bioenergy and water - The implications of large-scale bioenergy production for water use and supply. Global Environmental Change 12: 253-271.
- Biofuels Research Advisory Council. 2006. Biofuels in the European Union: a vision for 2030 and beyond. European Commission-Energy Research. Available at: http://ec.europa.eu/research/energy/pdf/draft_vision_report_en.pdf.
- Biofuelwatch. 2007. Open Letter: we call on the EU to abandon targets for biofuel use in Europe. Available at: <http://www.biofuelwatch.org.uk/2007Jan31-openletterbiofuels.pdf>.
- Brown, L.R. 2006. Plan B 2.0: Rescuing a Planet Under Stress and a Civilization in Trouble. Earth Policy Institute. Available at: <http://www.earth-policy.org/Books/PB2/index.htm>.
- Coelho, S.T. 2005. Biofuels: advantages and trade barriers. United Nations Conference on Trade and Development Document. Available at: http://www.unctad.org/en/docs/ditcted20051_en.pdf.
- Colchester, M., Jiwan, N., Andiko, Sirait, M., Firdaus, A.Y., Surambo, A. and Pane, H. 2006. Promised Land: Palm Oil and Land Acquisition in Indonesia – Implications for Local Communities and Indigenous People. First published by Forest People Programme, Perkumpulan Sawit Watch, HuMA and the World Agroforestry Centre. Available at: http://www.forestpeoples.org/documents/prv_sector/oil_palm/promised_land_eng.pdf.
- Cook, J. and Beyea, J. 2000. Bioenergy in the United States: progress and possibilities. Biomass and bioenergy 18: 441-455.
- Denruyter, J-P. and Earley, J. 2006. Sustainable Bioenergy. Paper drawn from a background paper presented at the International Conference on Sustainability Criteria for Bioenergy organized by the United Nations Foundation and the German NGO Forum Environment and Development, Bonn, Germany, 12-13 October 2006 (Unpublished).
- De Oliveira, M.E.D., Vaughan, B.E. and Rykiel, E.J. 2005. Ethanol as fuel: energy, carbon dioxide balances and ecological footprint. Bioscience 55(7): 593-602.
- European Commission. 2004. Directive 2003/30/EC of the European Parliament and of the Council of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels and other renewable fuels for transport. Official Journal of the European Union. Available at: http://ec.europa.eu/energy/res/legislation/biofuels_en.htm.
- European Commission. 2006. An EU Strategy for Biofuels: Impact assessment. Commission of the European Community: Brussels, Belgian. Available at: http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/sec2006_142_en.pdf.
- European Commission. 2007. Ambitious target agreed to reduce global warming. Press release by the European Commission. Available at: http://ec.europa.eu/news/environment/070309_1_en.htm.
- Ewing, R. 2007. Brazil, US to promote ethanol, but skirt tariff. Planet Ark press release. Available at: <http://www.planetark.com/dailynewsstory.cfm?newsid=40797&newsdate=12-Mar-2007>.

FAO (Food and Agriculture Organization). 2003. World Agriculture towards 2015/2030: An FAO Perspective. FAO/Earthscan Publishers: Rome, Italy. Available at: <http://www.fao.org/docrep/004/y3557e/y3557e00.htm>.

Farrell, A.E., Plevin, R.J., Turner, B.T., Jones, A.D., O'Hare, M. and Kammen, D.M. 2006. Ethanol can contribute to energy and environmental goals. *Science* 311: 506-508.

Federal Environment Agency. 2004. Biofuels in the transport sector in Austria in 2004. Summary of information of Austria in accordance with Article 4(1) of Directive 2003/30/EC for the reporting year 2003. Federal Environment Agency: Vienna, Austria. Available at: http://www.ebb-eu.org/legis/Austria1st%20report%20Dir%202003%2030_EN.pdf.

Fritzsche, U.R., Hünecke, K., Hermann, A., Schulze, F., Wiegmann, K. and Adolphe, M. 2006. Sustainable Standards for Bioenergy. WWF Germany: Frankfurt, Germany. Available at: <http://www.oeko.de/service/bio/dateien/wwf.pdf>.

GAIN (Global Agriculture Information Network). 2006a. China, People's Republic of: Bio-fuels, an alternative future for agriculture. USDA Foreign Agricultural Service. Available at: <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200608/146208611.pdf>.

GAIN (Global Agriculture Information Network). 2006b. India bio-fuels, bio-fuels production report. USDA Foreign Agricultural Service. Available at: <http://www.fas.usda.gov/gainfiles/200606/146197994.pdf>.

GEF-STAP (Scientific and Technical Advisory Panel of the Global Environmental Facility). 2006. Report of the GEF-STAP workshop on liquid biofuels. United Nations Environment Programme-GEF. Available at: http://www.gefweb.org/Documents/council_documents/GEF_30/documents/C.30.Inf.9.Rev.1ReportoftheGEF-STAPWorkshoponLiquidBiofuels.pdf.

Global Forest Coalition. 2006. Biofuels: a disaster in the making. Global Forest Coalition. Available at: http://www.wrm.org.uy/GFC/material/Disaster_in_Making.html.

Gouvernement de la France. 2005. Deuxième rapport de la France prévu par la Directive 2003/30/EC visant à promouvoir l'utilisation des biocarburants. European Biodiesel Board. Available at: http://www.ebb-eu.org/legis/FRANCE_2nd%20report%20Dir2003_30_report_FR.pdf.

Government of Germany. 2006. Third National Report on the Implementation of Directive 2003/30/EC of 8 May 2003 on the Promotion of the Use of Biofuels or Other Renewable Fuels for Transport. European Biodiesel Board. Available at: http://www.ebb-eu.org/legis/GERMANY_3rd%20report%20Dir2003_30_report_EN.pdf.

Hill, J., Nelson, E., Tilman, D., Polasky, S. and Tiffany, D. 2006. Environmental, economic and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. *Proceedings of National Academy of Sciences of the US* 103(30): 11206-11210

Hooijer, A., Silvius, M., Wösten, H. and Page, S. 2006. PEAT-CO₂, Assessment of CO₂ emissions from drained peatlands in SE Asia. Delft Hydraulics report Q3943. Available at: <http://www.wetlands.org/getfilefromdb.aspx?ID=b16d46c5-ea7b-469a-a265-408b59aab5d1>.

Huston, M.A. and Marland, G. 2003. Carbon management and biodiversity. *Journal of Environmental Management* 67: 77-86.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press: Cambridge, U.K. Available at: http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/index.htm.

IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. Climate Change 2007: The Physical Basis – Summary for Policymakers. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the IPCC. IPCC Secretariat: Geneva, Switzerland. Available at: <http://www.ipcc.ch/SPM2feb07.pdf>.

Kim, S. and Dale, B.E. 2005. Life cycle assessment of various cropping systems utilized for producing biofuels: bioethanol and biodiesel. *Biomass and Bioenergy* 29: 436-439.

Millennium Ecosystem Assessment. 2005. Ecosystems and Human Well-Being: Biodiversity Synthesis. World Resource Institute: Washington DC, U.S.A.

Ministère de l’Agriculture et de la Pêche. 2006. La valorisation de la biomasse : une nouvelle dynamique pour l’agriculture Française. Ministère de l’Agriculture et de la Pêche: Paris, France. Available at: http://www.agriculture.gouv.fr/spip/IMG/pdf/retranscription_colloque_biomasse_6avril2006.pdf.

MNP and GLOBIO Consortium (Netherlands Environmental Assessment Agency). 2006. Cross-road of Planet Earth’s life – Exploring means to meet the 2010-biodiversity target. In Collaboration with UNEP-WCMC and UNEP/GRID-Arendal. Available at: <http://www.biodiv.org/doc/gbo2/cbd-gbo2-global-scenarios.pdf>.

Moreira, N. 2005. Growing expectations – new technology could turn fuel into a bumper crop. *Science News* 168(14): pp. 218.

Moret, A., Rodrigues, D. and Ortiz, L. 2006. Sustainability criteria and indicators for bioenergy. Brazilian Forum of NGOs and Social Movements. Available at: <http://www.foei.org/publications/pdfs/bioenergy.pdf>.

Palm C.A., Woomer, P.L., Alegre, J.C., Arévalo, L., Castilla, C., Cordeiro, D.G., Feigl, B., Hairiah, K., Kotto-Same, J., Mendes, A., Moukam, A., Murdiyarno, D., Njomgang, R., Parton, W.J., Ricse, A., Rodrigues, V., Sitompul, S.M. and van Noordwijk, M. 1999. Climate Change Working Group Final Report, Phase II: Carbon sequestration and trace gas emissions in slash-and-burn and alternative land uses in the humid tropics. ASB Working Group Report (Reprinted 2000). ICRAF: Nairobi, Kenya.

Parikka, M. 2004. Global biomass fuel resources. *Biomass and Bioenergy* 27: 613-620.

Perlack, R.D., Ranney, J.W. and Wright, L.L. 1992. Environmental emissions and socioeconomic considerations in the production, storage, and transportation of biomass energy feedstocks. Prepared for the U.S. Department of Energy. Oak Ridge National Laboratory: Oak Ridge, U.S.A. Available at: <http://www.ornl.gov/info/reports/1992/3445603664390.pdf>.

Perlack, R.D., Wright, L.L., Turhollow, A.F., Graham, R.L., Stokes, B.J. and Erbach, D.C. 2005. Biomass as feedstock for a bioenergy and bioproducts industry: the technical feasibility of a billion-ton annual supply. U.S. Department of Energy and U.S. Department of Agriculture. Available at: http://feedstockreview.ornl.gov/pdf/billion_ton_vision.pdf.

RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil). 2006. RSPO principles and criteria for sustainable palm oil production – Guidance document. RSPO. Available at: <http://www.rspo.org/PDF/CWG/RSPO%20Criteria%20Final%20Guidance%20with%20NI%20Document.pdf>.

Sadones, P. 2006. Les agrocarburants. Rapport Énergie Durable en Normandie (EDEN): Yvetot, France. Available at :
http://www.confederationpaysanne.fr/images/imagesFCK/File/07/Energie/Biocarburants_rapport_EDEN.pdf?PHPSESSID=ea8b77f36cef4fc1.

SCBD (Secretariat of the Convention on Biological Diversity). 2006. Global Biodiversity Outlook 2. SCBD: Montreal, Canada. Available at: <http://www.biodiv.org/doc/gbo2/cbd-gbo2.pdf>.

Shapouri, H. and McAlloon, A. 2004. The 2001 net energy balance of corn-ethanol. U.S. Department of Agriculture: Washington D.C., U.S.A. Available at: <http://www.ethanol-gec.org/netenergy/NEYShapouri.htm>.

Smeets, E., Faaij, A. and Lewandowski, I. 2004. A quickscan of global bio-energy potentials to 2050 – An analysis of the regional availability of biomass resources for export in relation to the underlying factors. FairBiotrade Project Study by the Copernicus Institute in the Netherlands. Available at: <http://www.bioenergytrade.org/downloads/smeetsglobalquickscan2050.pdf>.

Stern, N. 2006. Stern Review: The Economics of Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge, U.K.

Tilman, D., Hill, J. and Lehman, C. 2006. Carbon-Negative Biofuels from Low-Input High-Diversity Grassland Biomass. *Science* 314(5805): 1598-1600.

WI and GTZ (Worldwatch Institute and the German Agency for Technical Cooperation). 2006. Biofuels for transportation: global potential and implications for sustainable agriculture and energy in the 21st century (Extended Summary). Prepared by the WI and GTZ, Washington D.C., for the German Federal Ministry of Food, Agriculture and Consumer Protection. Available at:
<http://www.worldwatch.org/taxonomy/term/445>.

WTRG Economics. Oil Price History and Analysis. Available at: <http://www.wtrg.com/prices.htm>.
