GreenFacts
Hechos sobre la Salud y el Medioambiente

Consenso Científico sobre

Bosques y energía

Fuente:
FAO (2008)

Resumen & Detalles:
GreenFacts

Nivel 2 - Detalles sobre Bosques y energía

1. **Introducción - ¿Qué papel pueden desempeñar las actividades forestales y agrícolas en la producción de energía?.....2**
2. **¿Cuáles son las tendencias y las perspectivas de la oferta y la demanda de energía?.....3**
   - 2.1 ¿Cómo se prevé que evolucionen las fuentes de energía renovable.....4
   - 2.2 ¿En qué medida se utiliza la dendroenergía en el mundo?.....4
   - 2.3 ¿Qué factores determinarán las futuras decisiones energéticas?.....5
3. **¿Cómo se produce la bioenergía?.....6**
   - 3.1 ¿Cómo se utiliza la madera para producir una bioenergía diferente a la de los biocombustibles?.6
   - 3.2 ¿Cómo se producen los biocombustibles líquidos?.....7
4. **¿En qué medida pueden las actividades forestales contribuir a la futura demanda energética?.....8**
   - 4.1 ¿De qué factores depende la evolución de la dendroenergía?.....8
   - 4.2 ¿En qué medida pueden contribuir las fuentes de madera a la producción energética?.....9
   - 4.3 ¿En qué se diferencian los distintos biocombustibles en cuanto a competitividad y emisiones de gases de efecto invernadero?.....10
5. **¿Cuáles son las consecuencias de un mayor uso de la bioenergía? 11**
   - 5.1 ¿En qué medida se verán afectados la pobreza, el empleo y los precios?.....11
   - 5.2 ¿Cuáles serán las repercusiones sobre la tierra y el medio ambiente?.....12
6. **¿De que modo deben desarrollarse las políticas bioenergéticas?.....13**
7. **Conclusiones.....14**

Este Dosier es un resumen fiel del destacado informe de consenso científico publicado en 2008 por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO): *"Forests and Energy, Key Issues"*

El Dosier completo se encuentra disponible en: https://www.greenfacts.org/es/bosques-energia/

Este documento pdf corresponde al Nivel 2 de un Dosier de GreenFacts. Los Dosieres de GreenFacts, articulados en torno a preguntas y respuestas, se publican en varios idiomas y en un formato exclusivo de fácil lectura con tres niveles de complejidad creciente.

- El Nivel 1 responde a las preguntas de forma concisa.
- El Nivel 2 profundiza un poco más en las respuestas.
- El Nivel 3 reproduce la fuente original, un informe de consenso científico internacional resumido por GreenFacts en los niveles 1 y 2.

Todos los Dosieres de GreenFacts en español están disponibles en: http://www.greenfacts.org/es/

1. Introducción - ¿Qué papel pueden desempeñar las actividades forestales y agrícolas en la producción de energía?

Véase también nuestro dossier sobre los recursos forestales [véase https://www.greenfacts.org/es/recursos-forestales/index.htm]

Como la demanda energética mundial se está disparando, los precios de los combustibles fósiles, el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y las inquietudes sobre la dependencia de la importación de energía están provocando un cambio importante de las fuentes de energía. Las formas de energía alternativas están despertando un interés considerable, ya que constituyen un medio para reducir el consumo de combustibles fósiles y limitar las emisiones de gases de efecto invernadero. Por ejemplo, la biomasa, como la madera, los cultivos y los subproductos agrícolas, puede utilizarse como una fuente de energía renovable, denominada bioenergía. Ésta podría ayudar a reducir la dependencia de los combustibles fósiles y a reducir el precio de la energía emitiendo menos gases de efecto invernadero que los combustibles fósiles.

La energía se considera "renovable" si puede obtenerse de forma indefinida a partir de fuentes como el sol, el viento o el agua; o bien si puede generarse de forma sostenible a partir de biomasa como la madera.

Algunos países tienen grandes zonas forestales que, gestionadas de forma sostenible, pueden utilizarse como fuente de bioenergía. En países en desarrollo, la recolección de fuentes de bioenergía tradicional, como la leña, el carbón vegetal, el estiércol, etc., sigue estando muy extendida, y se utilizan de forma no segura e insostenible para cocinar y generar calor. Sin embargo, en la actualidad existen instalaciones modernas a gran escala capaces de convertir de un modo efectivo la madera y los residuos forestales en calor y electricidad. Las fuentes de energía en las que plantas nuevas reemplazan a las cultivadas únicamente se consideran renovables si la biomasa crece a un nivel equivalente o superior al de la cosecha. El beneficio neto en cuanto a las emisiones de CO_2 depende del equilibrio entre el CO_2 capturado durante el crecimiento de las plantas y el liberado durante la producción, el procesamiento, el transporte y la quema de combustible. La bioenergía puede contribuir a la mitigación del cambio climático si las liberaciones netas de CO_2 son inferiores a las de la forma de energía que sustituye, en particular las de los combustibles fósiles.

Recientemente, los biocombustibles líquidos de primera generación, derivados de la palma aceitera, la caña de azúcar, el maíz, la colza, la soja y el trigo entre otros productos agrícolas han ganado popularidad como combustibles alternativos para vehículos. Es muy probable que la ampliación de la producción agrícola para la bioenergía aumente la presión sobre la tierra y, como consecuencia, se incrementen la deforestación y las emisiones de carbono; estos argumentos se plantean a fin de cuestionar el verdadero papel que desempeñan los biocombustibles líquidos en la mitigación del cambio climático. Además, debido a que la energía de los combustibles fósiles suele utilizarse para cultivar, cosechar, procesar y transportar cultivos y biocombustibles, el beneficio neto de carbono puede ser bajo (incluso negativo) en algunos casos. Asimismo, se ha probado que el uso de estos cultivos para producir biocombustibles en vez de alimentos ha contribuido a aumentar el precio de los alimentos. Sin embargo, se espera que pronto se pueda disponer de esa tecnología en la producción de biocombustibles líquidos leñosos de segunda generación, que no competirían con los cultivos de alimentos y serían mucho más eficientes en la conversión de energía y las emisiones de efecto invernadero.

En los próximos años, el uso de energía aumentará considerablemente a escala mundial, y los combustibles fósiles seguirán siendo probablemente la fuente de energía más viable económicamente. Los cambios que se observarán en el futuro en las fuentes de energía dependerán probablemente, entre otros factores, de los precios de la energía y la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles, el coste y potencial de mitigación

de las fuentes alternativas de energía y del grado de compromiso respecto a la mitigación del cambio climático.

2. ¿Cuáles son las tendencias y las perspectivas de la oferta y la demanda de energía?

Proporciones de las fuentes de energía [véase el anexo 3, pág. 17]

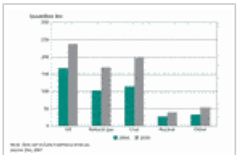
La mayor parte de la energía mundial se genera a partir de fuentes no renovables, especialmente del petróleo, el carbón y el gas. En 2004, poco más del 13% de dicha energía se obtuvo de fuentes renovables, correspondiendo un 10,6% de ella a la bioenergía (con un 3,2% de biomasa tradicional como leña, carbón vegetal, estiércol, etc.). Las fuentes de energía renovables derivadas del sol, el viento, las mareas, los embalses y el calor interno de la Tierra sólo constituyen el 2,7% restante.

Se espera que en los próximos años el crecimiento de la población mundial y el desarrollo económico traigan consigo un considerables aumento en la demanda de energía. De 2004 a 2030, los pronósticos sobre el mercado energético se hicieron contando con la generación de calor, de electricidad y el transporte. Estos pronósticos no tuvieron en cuenta la biomasa tradicional como la leña, el carbón vegetal, el estiércol, etc., que no se comercializan oficialmente, pero siguen teniendo un gran uso en los países en desarrollo para cocinar y generar calor.

En 2004, en los mercados de energía, el consumo de los países en desarrollo representó menos de la mitad del uso de energía a nivel mundial. Sin embargo, se prevé que para 2010 las regiones en desarrollo consuman más energía que las industrializadas, y que para 2030 representen el 58% del consumo mundial de energía. No obstante, es probable que las cifras de consumo per cápita permanezcan por debajo de las de los países desarrollados.

En el mundo, casi la mitad del aumento de la demanda energética mundial se destinará a la generación de electricidad, y un quinto al transporte.

El rápido crecimiento económico de los países asiáticos, en especial de China e India, será responsable de gran parte de ese aumento. Además, se prevé que los países asiáticos experimenten las tasas de crecimiento en demanda energética más altas del mundo, con mucho. Para 2030, Asia habrá multiplicado su actual uso energético en más del doble. El aumento de la demanda de energía probablemente sea menos evidente en las regiones industrializadas, donde las economías nacionales ya están desarrolladas y el crecimiento de la población es relativamente bajo.

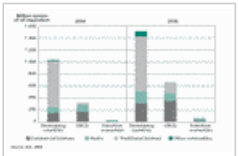


Consumo mundial de energía comercializada [en] [véase el anexo 8, pág. 20]

Se prevé que los combustibles fósiles respondan a la mayor parte del aumento de la demanda de energía durante los próximos 20 años. Sin embargo, en términos porcentuales, las fuentes de energía que probablemente habrán aumentado más para 2030 son el gas y el carbón (véase la figura 3 [véase el anexo 8, pág. 20]). En última instancia, la política será decisiva a la hora de determinar qué fuentes de energía explotar, y en qué medida, para satisfacer la demanda mundial.

2.1 ¿Cómo se prevé que evolucionen las fuentes de energía renovable

Aproximadamente tres cuartos de las energías renovables se consumen en países en desarrollo, en concreto en África y América Latina. En África, esto se debe básicamente al consumo de leña para generar calor y cocinar (biomasa tradicional). En América Latina, se debe al gran uso de renovables en Brasil, donde el 45% de la energía que se consume procede de fuentes renovables como la hidroeléctrica, la madera o el etanol derivado de la caña de azúcar.



Consumo mundial de energía renovable por región [véase el anexo 4, pág. 17]

Aunque los combustibles fósiles continuarán suministrando la mayoría de la energía mundial en los próximos años, se espera que el uso de energía renovable crezca ligeramente más rápido que el consumo mundial de energía en las próximas décadas (aproximadamente un 1,9% al año). Por lo tanto, en términos porcentuales, se espera que la proporción mundial de energía renovable comercializada (sin contar con la biomasa tradicional) crezca un simple 0,2% entre 2004 y 2030, pasando del 7,4% al 7,6% del uso total de energía.

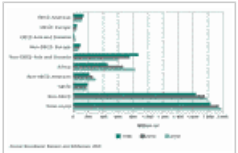
Se espera que el mayor crecimiento en la producción de energía renovable (sin contar con la biomasa tradicional) se dé en América del Norte, los países en desarrollo de Asia y América Central y del Sur. Dicho crecimiento será consecuencia del aumento de la demanda de energía en países asiáticos, mientras que en América Central y del Sur se deberá a un enfoque concreto sobre la energía renovable y a las actuales alternativas a los combustibles fósiles económicamente competitivas.

La hipótesis de política alternativa mundial presentada en 2006 por la Agencia Internacional de la Energía (AIE) mostró el modo en que el mercado energético mundial cambiaría si se adoptaran ciertas políticas para reducir las emisiones de carbono y mantener la oferta energética. Dicha hipótesis prevé que la proporción de biomasa tradicional en el consumo mundial de energía disminuirá, mientras que la proporción total de fuentes renovables apenas variará, con un rápido incremento de las pequeñas proporciones de energía geotérmica, solar y eólica.

Aumento mundial de las energías renovables en la hipótesis de política alternativa mundial [en] [véase el anexo 10, pág. 21]

2.2 ¿En qué medida se utiliza la dendroenergía en el mundo?

Desde el descubrimiento del fuego, la madera ha sido una importante fuente de energía para cocinar y generar calor. Hoy, la dendroenergía también se utiliza en los países en desarrollo para actividades comerciales como el secado del pescado, el curado del tabaco y la cocción de ladrillos; mientras que en los países desarrollados principalmente es una fuente de energía para la industria forestal.



Consumo de combustibles leñosos por región [en] [véase el anexo 5, pág. 18]

Recientemente, algunos países han empezado a explorar sistemas de generación de energía a partir de la madera como una posible alternativa ecológica a los combustibles fósiles. Se han desarrollado nuevas tecnologías para mejorar la eficacia y la viabilidad económica de la generación de energía a partir de madera, en concreto en países con grandes áreas forestales.

Estados Unidos, Canadá, Suecia y Finlandia se encuentran entre los países que más utilizan la dendroenergía en sus industrias, dependiendo principalmente de los subproductos del procesamiento de madera, como el licor negro procedente de la elaboración de la pasta de papel. Además, el 65% del suministro mundial de **madera en rollo** (troncos en estado

natural, sin tratar) procede de países industrializados. Por el contrario, la **leña** (pequeños fragmentos de madera utilizados principalmente para generar calor y cocinar) se produce y consume principalmente en países no industrializados como India, China y Brasil.

El uso de leña está aumentando en todas las regiones africanas, pero solamente en Sudáfrica su uso en aplicaciones industriales está generalizado. Puede que la producción de leña sea mayor que la registrada, ya que la gran mayoría se comercializa de un modo informal y se utiliza en domicilios privados.

Por lo general, el consumo mundial de **combustibles leñosos** (término que comprende la leña y el carbón vegetal) está aumentando, reflejando en gran parte un aumento del consumo en países de África y de América del Sur debido al crecimiento de la población. Sin embargo, el consumo per cápita de combustibles leñosos está disminuyendo en todas las regiones del mundo, excepto en los países de Asia y Oceanía pertenecientes a la OCDE (es decir, Japón, Corea del Sur, Australia y Nueva Zelanda), como consecuencia del aumento de los ingresos, la urbanización, la disponibilidad cada vez menor de fuentes de madera y el incremento de la disponibilidad de fuentes alternativas de energía preferibles a los combustibles de madera.

Los datos recientes indican que el número de personas que utilizan **biomasa** como principal combustible para cocinar aumentará en el futuro, especialmente en África y Asia (excepto en China).

Sin embargo, resulta difícil obtener información precisa sobre el consumo de combustibles leñosos y es necesaria mucha atención a la hora de interpretar los datos.

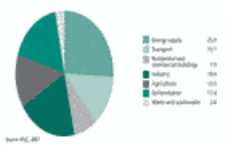
2.3 ¿Qué factores determinarán las futuras decisiones energéticas?

Las futuras decisiones energéticas dependerán del precio de los combustibles fósiles y de la disponibilidad de alternativas, así como de la importancia de los diferentes objetivos antagónicos. Por ejemplo, las políticas dirigidas a reducir el cambio climático se centrarán en la reducción de las emisiones de carbono mediante el uso de fuentes de energía limpias, mientras que las políticas dirigidas a reducir la dependencia energética fomentarán el uso de determinados combustibles debido la localización de los suministros.

Precio del petróleo [en] [véase el anexo 9, pág. 21]

2.3.1 El **precio del petróleo** se multiplicó más de seis veces entre 1999 y mediados de 2008, cuando el precio del barril alcanzó su máximo, superando los 100 dólares. A pesar de que se espera que los precios permanezcan por debajo de este máximo durante la mayor parte de los próximos 20 años, la incertidumbre en cuanto al futuro suministro puede elevar los precios antes de 2015. Probablemente unos precios más altos del petróleo fomenten el uso de energías renovables, pero también pueden evitar que los países en desarrollo inviertan en ellos dificultando su crecimiento económico. Las economías en desarrollo son, por tanto, especialmente sensibles a los cambios en la oferta y la demanda mundial de energía.

2.3.2 El sector de la energía por sí solo es responsable de una cuarta parte de la **emisión mundial de gases de efecto invernadero**, aproximadamente el doble que el sector de transporte. La agricultura y la deforestación juntas representan un tercio de todas las emisiones. Dada la importancia considerable de la deforestación en las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero, se requiere atención para asegurar que la producción de biocombustibles no provoca pérdidas del carbono terrestre debido a la deforestación.



Emisiones mundiales de gases de efecto invernadero en 2000 por sector [en] [véase el anexo 6, pág. 18]

El uso de **combustibles fósiles** constituye el mayor impacto humano en el clima. Se calcula que representa más de la mitad (56%) del total de las emisiones de gases de efecto invernadero. A pesar de la tendencia actual de centrarse en el petróleo y el transporte, el **carbón** es con mucho el combustible fósil más contaminante, y el mayor emisor de gases de efecto invernadero. Con grandes reservas diseminadas alrededor del mundo, se espera que una proporción cada vez mayor de la energía mundial en los próximos años proceda del carbón. Se calcula que China e India juntas representan dos tercios del aumento de la demanda mundial de carbón.

2.3.3 El uso de diversos tipos de energía renovable también dependerá mucho del grado en que cada país **dependa de las importaciones de combustible**. Gracias a los esfuerzos que se están realizando actualmente en Europa y América del norte para fomentar el uso de los biocombustibles, la diferencia entre las importaciones y las exportaciones en estas regiones es menor.

3. ¿Cómo se produce la bioenergía?

Un fuego abierto sólo convierte el 5% de la energía potencial de la madera
Foto: Roberto Faidutti

La bioenergía puede producirse a partir de materiales forestales mediante diversos procesos que van desde la quema de palos y ramas para cocinar y generar calor, a la gasificación de astillas de madera para producir combustible para el transporte. Estos sistemas se diferencian en la eficacia energética, los costes de las instalaciones?, las emisiones de carbono y la intensidad de la mano de obra. Las circunstancias nacionales y locales determinarán en gran medida si cada uno de los sistemas es adecuado desde un punto de vista económico, medioambiental y social. Para lograr los máximos beneficios climáticos de la bioenergía en cuanto a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, la cantidad de dióxido de carbono liberado durante la producción, el procesamiento, el transporte y el uso de biomasa debería ser igual o menor que la cantidad absorbida por la biomasa cosechada.

3.1 ¿Cómo se utiliza la madera para producir una bioenergía diferente a la de los biocombustibles?

La madera se ha utilizado desde hace mucho tiempo para cocinar y generar calor. Sin embargo, su eficiencia como fuente de energía varía en función del modo de procesamiento. Por ejemplo, un fuego abierto sólo convierte un 5% del potencial energético de la madera. No obstante, esta cifra aumenta desde un 36%, con las estufas de madera tradicionales, a un 80%, con las estufas modernas de pellets de uso doméstico. Los grandes sistemas diseñados para el uso industrial, como las calderas de recuperación de energía, los sistemas de cogeneración para la producción de calor y energía eléctrica y los de gasificación) también varían mucho en cuanto a la relación coste y eficacia energética.

Las calderas con turbina de vapor pueden utilizarse en los aserraderos para generar vapor mediante la quema de cortezas y otros productos residuales. A su vez, el vapor puede utilizarse para generar la energía necesaria para el funcionamiento del aserradero. Otras calderas de recuperación similares pueden utilizarse en fábricas de pasta de papel y de papel. Por lo general, las calderas suelen aprovechar un 40% de la energía que contiene la madera. Los incentivos económicos por instalar dichos dispositivos de generación eléctrica en aserraderos no han sido suficientes debido al coste históricamente bajo de los combustibles fósiles, y siempre se han pasado por alto a favor de los sistemas basados en los combustibles sólidos, históricamente más económicos.

Los sistemas de cogeneración son muy eficaces para la producción de calor y electricidad, tanto para el uso industrial a gran escala como para el uso doméstico. Recientemente se han desarrollado varias tecnologías para potenciar la eficacia de estos sistemas, permitiendo que aprovechen hasta el 80% de toda la energía disponible en la madera. Un estudio reciente observó que una instalación eléctrica de cogeneración alimentada con astillas liberaba 7 veces menos CO_2 por unidad de energía producida que una instalación análoga alimentada con gas natural.

La **gasificación** (proceso que consiste en calentar la madera hasta una temperatura muy alta para obtener gas) es un sistema de generación de energía a partir de la madera adecuado para instalaciones industriales a pequeña escala y aldeas. Este sistema se considera más rentable que las calderas de recuperación de energía y, si se integra en un sistema de cogeneración, puede incrementar más aún la eficiencia en la producción de calor y energía. Sin embargo, la gasificación puede suponer un problema para instalaciones más pequeñas, debido a la dificultad de mantener un suministro adecuado de madera. Por lo tanto, esta tecnología parece ser una opción más económica para instalaciones medianas.

Los **hornos de pellets**, que utilizan las tecnologías más punteras para conservar y recuperar energía, se han convertido en una opción tecnológica atractiva, en especial para el uso doméstico o a pequeña escala. El material leñoso que se quema se compone de serrín y otros productos residuales del procesamiento de la madera que se secan, se fraccionan y se prensan formando así los pellets. Estos hornos sirven a la vez para eliminar residuos y generar energía.

3.2 ¿Cómo se producen los biocombustibles líquidos?

Últimamente, los elevados precios del petróleo, las preocupaciones sobre las emisiones de gases de efecto invernadero y la dependencia de la importación de petróleo han aumentando el interés por los biocombustibles. Los biocombustibles de "primera generación", derivados de los cultivos de alimentos, han captado la mayor parte de la atención debido a sus precios relativamente bajos y a su avanzado estado de desarrollo. Sin embargo, se espera que los avances tecnológicos aumenten el futuro interés por los biocombustibles de "segunda generación", que derivan de material vegetal no alimentario.

3.2.1 Los **biocombustibles de primera generación** son, entre otros, el bioetanol (obtenido a partir de azúcares y almidón) y el biodiésel (a base de semillas oleaginosas). Los cultivos alimentarios que se utilizan para generarlos varían en función de la localización geográfica. En las regiones templadas se utiliza una variedad de cereales, con un 90% del biodiésel mundial generado a partir de colza en Europa. Por el contrario, en las regiones tropicales predomina el uso de la caña de azúcar y el aceite de palma, siendo los países de Asia y del Pacífico los mayores productores.

Las tecnologías para producir bioetanol a partir de azúcares y almidón se han refinado y desarrollado a lo largo de los años, especialmente en Brasil y en los EE.UU. La **caña de azúcar** tiene la ventaja de que, además del azúcar fermentado para la producción de etanol, también se puede utilizar el componente celulósico del tallo de la planta, denominado bagazo, para la generación de energía para producir bioetanol, lo que aumenta su eficacia energética total.

Los cultivos de semillas oleaginosas se utilizan en la producción de **biodiésel**, en particular en Europa. Sin embargo, su cultivo requiere unas condiciones óptimas del suelo, lo que puede llevar al desmonte de los bosques a fin de liberar espacio para campos agrícolas adecuados.

La producción de cultivos de alimentos para generar biocumbustibles puede contribuir de forma importante a las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero si provocan la deforestación y la degradación de la tierra. En Asia sudoriental, una de cada cuatro plantaciones de aceite de palma se localiza en tuberas drenadas.

Recientemente se ha investigado el uso de otras plantas oleaginosas más resistentes para producir biodiésel. Por ejemplo, la Jatropha curcas es una planta que crece bien en tierras marginales y que también puede utilizarse para recuperar tierras degradadas, lo que indica que, con una gestión correcta, su producción puede ampliarse sin competir directamente con los bosques naturales o las tierras agrícolas de gran valor utilizadas para producir alimentos.

3.2.2 Probablemente, dentro de 10 -15 años, **la madera y los residuos agrícolas de bajo coste** derivados de la producción de varios cereales se utilizarán para producir biocombustibles líquidos de segunda generación económicamente competitivos. Hoy en día, el bioetanol es el **biocombustible líquido de segunda generación** más cercano a la comercialización.

Es probable que los residuos agrícolas figuren entre las materias primas para la obtención de biocombustibles líquidos más económicas. En la actualidad, únicamente se dispone de una pequeña proporción de dichos residuos para generar energía pero, a medida que la producción de bioenergía aumente los residuos agrícolas podrían convertirse en materias primas más importantes para la obtención de biocombustibles.

Los residuos forestales y la madera de las plantaciones forestales son otras posibles materias primas. Hoy en día, sólo una pequeña proporción de los biocombustibles líquidos procede de los bosques, pero el uso de biomasa forestal para producir biocombustibles líquidos celulósicos para el sector del transporte podría aumentar.

En la actualidad, se están desarrollando dos tecnologías básicas para convertir la madera en combustibles líquidos. En la conversión bioquímica, la madera se trata con enzimas para liberar azúcares que posteriormente se pueden convertir en etanol. En la conversión termoquímica, los combustibles líquidos se producen mediante un proceso basado en el calentamiento de la madera y la corteza con una presencia mínima o nula de oxígeno.

Probablemente, los procesos utilizados para la producción de biocombustibles de segunda generación sean más rentables cuando se integren en las plantas de producción existentes, como las fábricas de papel.

4. ¿En qué medida pueden las actividades forestales contribuir a la futura demanda energética?

4.1 ¿De qué factores depende la evolución de la dendroenergía?

La oferta y la demanda de dendroenergía se verán afectadas de distinto modo por diversos factores entre los países desarrollados y en desarrollo. Por lo general, la medida en la que la silvicultura contribuirá a la futura producción energética dependerá de:

- la capacidad de la dendroenergía para satisfacer los objetivos de las últimas políticas energéticas
- los costes y los beneficios socioeconómicos y medioambientales de la producción dendroenergética

A partir de los residuos derivados de operaciones forestales se podría generar una cantidad de energía considerable.

- las políticas e instituciones que determinan las prácticas forestales.

La evolución de la dendroenergía depende en gran medida de la eficacia de las **políticas** diseñadas para fomentar su uso y en el modo de aplicación de las mismas. Los **elevados precios de los combustibles fósiles** son un incentivo para el desarrollo de los biocombustibles, pero si los precios son demasiado bajos, es decir, si las reservas de carbón son abundantes, la demanda de biocombustibles sólo aumentará si las políticas se aplican adecuadamente. En los países donde las políticas locales no logran desviar el interés de los combustibles fósiles, los mercados de exportación podrían desempeñar un papel clave en el desarrollo bioenergético.

Los **aspectos ecológicos, económicos y sociales** de la producción de dendroenergía también serán importantes. Por ejemplo, los temas relacionados con el **cambio climático** y la eficacia energética influenciarán la medida en la que los productos forestales contribuyen a la generación de energía, así como los factores regionales relacionados con la localización del suministro, la infraestructura, las condiciones de cultivo y la disponibilidad de mano de obra.

En muchas zonas del mundo, las inversiones en la ampliación de plantaciones para la producción de bioenergía pueden verse dificultadas por factores tales como las disputas por la tierra, el riesgo de expropiación, una gobernanza ineficaz, etc.

A menudo, las inversiones en bioenergía dependen de las subvenciones y los avances tecnológicos. Los países en desarrollo con presupuestos limitados deben tener especial cuidado a la hora de evaluar los riesgos y los beneficios de invertir en bioenergía. El Protocolo de Kyoto ofrece incentivos por establecer plantaciones energéticas y financiar el uso sostenible de los biocombustibles, y facilita la transmisión de tecnología a los países en desarrollo.

4.2 ¿En qué medida pueden contribuir las fuentes de madera a la producción energética?

La dendroenergía se encuentra entre las fuentes más eficaces de bioenergía en cuanto a cantidad de energía liberada por unidad de carbono emitida. Cuando se produce con tecnología eficiente, ya puede competir con los combustibles fósiles. Además, puede ayudar a países con grandes zonas forestales a incrementar su seguridad energética. Las dos fuentes principales de dendroenergía son las plantaciones forestales y los residuos forestales.

4.2.1 Es posible generar mucha energía a partir de la biomasa desechada en las operaciones forestales. De hecho, sólo una pequeña proporción de los árboles talados se convierte en productos comerciables. En algunos países, la energía que podría generarse a partir del excedente total de **residuos forestales** desechados por fábricas y después de la cosecha podría superar la demanda nacional de energía. Además, podrían utilizarse métodos eficaces de cosecha y transporte para recoger los residuos forestales que se han dejado tras la cosecha en bosques tropicales, a fin de reducir aún más el coste y las repercusiones medioambientales de la generación de electricidad a partir de residuos forestales, en especial en países en desarrollo. Sin embargo, se debe tener cuidado de dejar una cantidad adecuada de residuos en el suelo, ya que son necesarios para mantener la tierra y los ecosistemas en buenas condiciones.

Las repercusiones sociales y medioambientales de las plantaciones de cultivos energéticos, que necesitan tierra para crecer, podrían evitarse generando biocombustibles a partir de residuos agrícolas y forestales. Aun así, es probable que el número de plantaciones aumente, entre otras causas debido a que se espera que la cantidad de residuos forestales disponibles se reduzca en los próximos años por la disminución de la cubierta forestal.

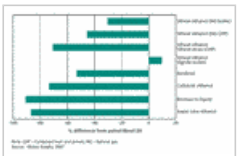
4.2.2 Las **plantaciones forestales** se han utilizado durante mucho tiempo para producir madera con fines energéticos, especialmente para el consumo local, a pequeña escala. En las zonas templadas, existen ciertas especies de árboles de crecimiento rápido adecuadas para plantaciones energéticas. En Brasil, donde la producción a gran escala de dendroenergía se ha estado investigando durante décadas, las plantaciones forestales se han utilizado para generar calor y electricidad para la industria del acero, la alimentaria y la de las bebidas entre otras. Unas políticas coherentes y claramente formuladas pueden ayudar a contrarrestar los inconvenientes culturales, económicos y medioambientales que dimanan de las crecientes inversiones en plantaciones forestales. Para que las plantaciones sean económicamente viables, es fundamental que la productividad sea alta, las cosechas eficaces y la logística de calidad.

La ventaja de generar energía a partir de los árboles, en contraposición a los cultivos agrícolas, es que no es necesario talarlos anualmente, la tala se puede posponer si bajan los precios de mercado y los productos pueden satisfacer un amplio abanico de usos finales.

4.2.3 **Las especies de árboles menos utilizadas** que carecen de valor para la industria de la madera también podrían utilizarse para producir energía junto con los **bosques secundarios**. Con una ordenación adecuada, dichas fuentes de madera podrían llevar a un aumento de los ingresos y a una mejora de la gestión sostenible de bosques.

4.2.4 Es probable que las operaciones forestales existentes suministren la mayor parte de la **madera utilizada** en la producción de bioenergía futura. Esta situación podría cambiar si se dispusiera de tecnologías económicamente competitivas para la producción de biocombustibles de segunda generación. Los avances tecnológicos también podrían aumentar la eficacia de la generación de combustibles de madera y proveer cantidades importantes de dendroenergía en todo el mundo. A escala mundial, se espera que la demanda de dendroenergía aumente. En consecuencia, la demanda de biomasa será superior a la oferta en muchas regiones, sobre todo si las industrias de procesamiento de madera compiten con el sector bioenergético por la biomasa.

4.3 ¿En qué se diferencian los distintos biocombustibles en cuanto a competitividad y emisiones de gases de efecto invernadero?

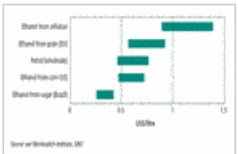


Emisiones de gases de efecto invernadero de de biocombustibles líquidos derivados de varias materias primas [en] [véase el anexo 7, pág. 19]

Respecto a las emisiones de **gases de efecto invernadero** los estudios calculan que la cantidad emitida durante la producción, procesamiento, transporte y uso de biocombustibles líquidos de segunda generación derivados de cultivos y de residuos forestales y agrícolas sería entre un 75 y un 85% menos que la de los combustibles utilizados en los motores de petróleo. Los biocombustibles líquidos de segunda generación tienen incluso el potencial para capturar más carbono del que liberan.

Cada tipo de biocombustible provee distintos grados de mejora de la eficiencia en comparación con el uso de los combustibles fósiles. Por ejemplo, el uso de bioetanol obtenido a partir de lamadera multiplicaría la eficiencia energética hasta cuatro veces, mientras que el etanol derivado del maíz sólo aporta una ligera mejora. Los mayores descensos de emisiones de gases de efecto invernadero se obtienen a partir de a la conversión de plantas enteras en biocombustibles líquidos (de biomasa a líquido).

En cuanto a la **competitividad de mercado**, la caña de azúcar es la materia prima agrícola más atractiva económicamente para obtener biocombustibles líquidos, por delante de los cultivos de maíz y otros cereales y de las semillas oleaginosas, así como del petróleo. Actualmente, los costes de producir biocombustibles líquidos de segunda generación como el etanol derivado de la celulosa son más altos que los costes de biocombustibles derivados de cereales. Sin embargo, el potencial para reducir costes de producción en el futuro parece ser mucho mayor para dichos biocombustibles líquidos de segunda generación y, para 2030, podrían competir con la caña de azúcar.



Competitividad de biocombustibles por materia prima [véase el anexo 1, pág. 16]

Si se desarrollara un proceso de producción de biocombustibles líquidos de segunda generación económicamente viable, la biomasa forestal podría pasar a utilizarse de un modo generalizado en el sector del transporte, en especial en países desarrollados donde probablemente se localizaría la mayor demanda.

5. ¿Cuáles son las consecuencias de un mayor uso de la bioenergía?

Se considera que la bioenergía tiene muchas ventajas, como fomentar el bienestar económico, especialmente en zonas rurales y países en desarrollo, permitir un mejor uso de las tierras no productivas, aumentar la seguridad energética y reducir las emisiones de gases de efecto invernadero. Sin embargo, para aprovechar todo el potencial de la bioenergía es necesario hacer frente a los problemas relacionados con la producción de biocombustibles a gran escala. Por lo tanto, las ventajas y los inconvenientes de los biocombustibles deben evaluarse uno a uno teniendo en cuenta los siguientes factores:

Una creciente demanda de bioenergía podría llevar a la deforestación
Foto: Masakazu Kashio

- aspectos regionales como el desarrollo rural, la equidad y la reducción de la pobreza;
- biodiversidad y ordenación de tierras y bosques
- emisiones de gases de efecto invernadero
- disponibilidad de agua;
- precios de la energía y dependencia energética.

Es importante destacar que la producción de energía derivada de la biomasa depende del tipo de cultivo y de su productividad entre otros factores. Por ejemplo, para determinada cantidad de energía, el maíz necesita el doble de superficie de tierra que la caña de azúcar, y la soja necesita una superficie más de diez veces mayor. Remplazar una cuarta parte de la energía destinada al transporte por biocombustibles derivados de la caña de azúcar requeriría el 17% de la superficie agrícola mundial (el 200% en el caso de utilizar soja). Por tanto, no es razonable esperar que los biocombustibles sustituyan por completo a los combustibles fósiles sino que deberían verse como una fuente energética potencial que podría utilizarse junto con otras.

5.1 ¿En qué medida se verán afectados la pobreza, el empleo y los precios?

Diversos estudios presentan la producción de biomasa para generar bioenergía como una nueva fuente de ingresos para los países en desarrollo, lo que se traduciría en la reducción de la pobreza y el aumento de la seguridad alimentaria. En la realidad, la propagación de la bioenergía puede tener repercusiones positivas y negativas en las formas de sustento.

Por un lado, es probable la producción de bioenergía cree más **puestos de trabajo** que la importación de combustibles fósiles. Pero el número de empleos dependerá del tipo de cultivo, ya que algunos requieren más volumen de trabajo que otros.

Es más, el desarrollo de la bioenergía podría aumentar la **disponibilidad de energía** en las zonas rurales que a menudo tienen acceso limitado a otras fuentes de energía.

Por otro lado, el desarrollo de la bioenergía también puede derivar en **conflictos sociales**, como disputas por la tierra y violaciones de los derechos humanos. Por ejemplo, a fin de reducir los costes de transporte e incrementar la viabilidad económica, las instalaciones que convierten la biomasa cosechada en biocombustible deberían situarse cerca de plantaciones energéticas, pero si las grandes plantaciones energéticas proveen instalaciones de conversión centralizadas, es posible que la concentración de la propiedad de las tierras y el desplazamiento de los agricultores tradicionales aumenten, lo que puede provocar conflictos. Dichos problemas pueden reducirse si se pasa de una ordenación centralizada a otra más local y se proporcionan incentivos para invertir en pequeñas explotaciones agrícolas.

Además, es probable que el aumento del **precio** de los cultivos de biocombustibles impulse a los agricultores a convertir las tierras de cultivo de alimentos en cultivos de energía. A su vez, la competitividad por la tierra y los productos agrícolas puede aumentar el precio de los alimentos y, en consecuencia, mejorar los ingresos de los agricultores (en concreto los de aquellos que generan grandes excedentes). Sin embargo, el aumento del precio de los alimentos afectaría a la población pobre, en especial en los países en desarrollo, y las mayores repercusiones se darían en las zonas urbanas.

5.2 ¿Cuáles serán las repercusiones sobre la tierra y el medio ambiente?

A escala mundial, se dispone de zonas importantes de **tierra** para cultivar fuentes de bioenergía, pero son pocas las ubicadas en las regiones que tendrán la mayor demanda energética en el futuro. Por ejemplo, en muchos países asiáticos altamente poblados, la mayoría de las tierras de cultivo son necesarias para producir alimentos, lo que limita el superficie de tierra disponible para producir biocombustible. No obstante, en dichos países podrían suministrarse importantes cantidades de bioenergía mediante el uso de residuos agrícolas y forestales, tecnologías eficientes de conversión energética y un sistema de cultivo que combine agricultura y actividades forestales, en el que haya árboles y arbustos entre los cultivos (agrosilvicultura).

Muchos países en desarrollo se plantean el uso de **tierras degradadas** para ampliar las plantaciones de bioenergía. La finalidad es reducir la erosión, restaurar los ecosistemas, regular el flujo del agua y proporcionar refugio para las comunidades y las tierras agrícolas. Sin embargo, el cultivo a gran escala en un único cultivo energético puede constituir una amenaza potencial para la biodiversidad, limitar la cantidad de alimentos disponibles para el consumo de animales salvajes y domésticos, así como provocar la erosión del suelo. Además, el aumento del uso del agua puede afectar a la irrigación de los cultivos de alimentos y reducir potencialmente el suministro de alimentos. También puede que el incremento de la combustión de biomasa derive en la contaminación del aire.

Respecto a los **bosques**, el aumento de la demanda de bioenergía podría abrir camino a nuevos cultivos energéticos, aumentando, a su vez, la tasa de deforestación; mientras que si la madera pasara a ser el principal recurso bioenergético ocurriría lo contrario. La deforestación conduce a la liberación de dióxido de carbono y a la pérdida de la biodiversidad. Se culpa a los incentivos económicos para la producción de biocombustibles del despeje de selvas tropicales (especialmente en Malasia, donde casi el 80% de la deforestación tiene la finalidad de abrir camino para plantaciones de palmas aceiteras). Incluso las zonas extensas de bosques degradados están en peligro. Por ejemplo, China ha anunciado sus planes de convertir millones de hectáreas de bosques degradados y campos de cultivo en plantaciones de bioenergía hacia 2015. Estos bosques, aunque no estén en perfectas

condiciones, siguen absorbiendo grandes cantidades de carbono y mantienen niveles altos de biodiversidad.

Las emisiones de dióxido de carbono (CO_2) son especialmente altas cuando las plantaciones se localizan en **turberas drenadas**. Más de un cuarto de las plantaciones de palma aceitera en Asia meridional se encuentran en esas zonas. Indonesia ocupa el tercer puesto respecto a las emisiones de CO_2 después de Estados Unidos y China, debido a las emisiones como consecuencia de las altas tasas de deforestación, los incendios en suelos de turba y la desintegración de los mismos. El biodiésel de Europa contiene aceite de palma y contribuye a esta tendencia.

En vista de las muchas **ventajas y desventajas** del desarrollo de la bioenergía, los países deben considerar las repercusiones a largo plazo de las distintas alternativas energéticas. En particular, deberían estudiarse exhaustivamente la cantidad de emisiones de gases de efecto invernadero y el impacto medioambiental relacionado con la producción, como el cambio del uso de la tierra. A fin evitar las repercusiones negativas y maximizar los beneficios, es necesario crear reglamentos consolidados sobre el uso de la tierra.

6. ¿De que modo deben desarrollarse las políticas bioenergéticas?

En la mayoría de países, las políticas y los programas para fomentar el uso de bioenergía siguen en fase inicial. Casi todos los programas se centran en combustibles líquidos para el transporte, mientras que se ha prestado muy poca atención a la investigación y al desarrollo, a la formación y a la transmisión de información por parte de los países desarrollados a los países en desarrollo. Sin embargo, esta transmisión es muy importante a la hora de alcanzar los objetivos del desarrollo de la bioenergía para la mitigación del cambio climático, la seguridad energética y el desarrollo agrícola.

El desarrollo y la gestión sostenibles de los bosques deberían reflejarse en las políticas forestales y energéticas
Foto: Masakazu Kashio

Es necesario una planificación eficaz del uso de la tierra a fin de contrarrestar las repercusiones socioeconómicas negativas (p. ej., sobre la seguridad alimentaria y la disponibilidad de productos forestales) y los efectos medioambientales negativos (p. ej., pérdida de biodiversidad y emisiones de gases de efecto invernadero) de los grandes proyectos bioenergéticos. Las estrategias nacionales deberían considerar el rendimiento medioambiental, la rentabilidad y la eficacia energética de las fuentes de energía basadas en madera y cultivos. Como los recursos financieros de los países en desarrollo son limitados, éstos deberían invertir en tecnología probada y fuentes de biomasa ya disponibles.

Todo país debería tener un mejor conocimiento de sus recursos forestales. Si así fuera, la información podría utilizarse para:

- cuantificar el potencial de la biomasa forestal local para genera calor, electricidad o biocombustibles vegetales líquidos;
- valorar la contribución de cada fuente potencial de madera (p. ej., bosques, plantaciones energéticas, residuos, etc.) para producir dendroenergía;
- analizar las ventajas y las desventajas de las diferentes formas de uso de la tierra.

Los objetivos nacionales deben reflejar los principios de un desarrollo y una gestión sostenibles de los bosques. Deberían considerarse las repercusiones regionales, nacionales e internacionales de cada objetivo, así como los beneficios y los inconvenientes de la energía derivada de la madera, la agricultura y otras fuentes. En particular, las políticas nacionales sobre energía y prácticas forestales deberían:

- plantearse la bioenergía como un asunto importante para diversos sectores (en especial los relacionados con la agricultura y la silvicultura) y que debería integrarse en las políticas de dichos sectores;
- considerar las repercusiones medioambientales, económicas y sociales a nivel local, nacional y regional;
- asegurarse de que la información sea fácilmente accesible para todos los partes interesadas a fin de que estos puedan tomar decisiones informadas sobre la ordenación de los recursos forestales;
- considerar cuestiones como la ordenación del uso de la tierra, el empleo rural y la protección medioambiental a fin de buscar sinergias y evitar repercusiones negativas;
- prestar apoyo al desarrollo de la bioenergía mediante la investigación, la educación, la formación y las medidas de transporte e infraestructuras;
- alcanzar un equilibrio entre la agricultura y la silvicultura, así como también entre las fuentes de biomasa locales e importadas;
- considerar las repercusiones de la bioenergía sobre otros sectores económicos y evitar las distorsiones de mercado;
- llevar a cabo controles regularmente para evitar repercusiones medioambientales y sociales negativas;
- evitar la destrucción de los recursos naturales y la biodiversidad.

Además, los recursos forestales deberían ordenarse de forma sostenible y protegerse mediante leyes, reglamentos y políticas.

La situación actual representa una gran oportunidad para el sector forestal a fin de contribuir al incremento de la seguridad en la oferta energética y para mitigar el cambio climático reduciendo la dependencia de los combustibles fósiles.

7. Conclusiones

El disparo del consumo de energía, los altos precios de los combustibles fósiles, las crecientes emisiones de gases de efecto invernadero y las preocupaciones sobre la dependencia de la importación de energía están provocando cambios a escala mundial en las fuentes de las que se espera obtener la energía en los próximos años. Aunque se espera que los combustibles fósiles representen la mayor parte de la oferta energética, las formas alternativas de energía también desempeñarán un papel cada vez más importante en el suministro mundial de energía.

Se prevé que Asia registre las tasas más altas de crecimiento del consumo energético.

Las formas de bioenergía, como la dendroenergía, representan una gran proporción de la oferta energética actual de fuentes renovables. En muchos países en desarrollo, la leña y el carbón vegetal (bioenergía tradicional) siguen siendo la principal fuente energética. En los países industrializados y, en concreto, en países con grandes industrias de procesamiento de madera, la dendroenergía se utiliza con fines domésticos e industriales. Esta forma de energía sólo puede considerarse renovable si se produce de forma sostenible y si los cultivos de biomasa son superiores a la cosecha. Su beneficio neto respecto a la mitigación del cambio climático depende del equilibrio entre el CO_2 capturado durante el cultivo de las plantas y el CO_2 liberado en la producción, el procesamiento, el transporte y el uso de combustible.

En total, el consumo de madera a escala mundial como fuente de energía está aumentando, lo que refleja en gran parte un incremento del consumo doméstico en países de África y América del Sur debido al aumento de la población.

La dendroenergía se encuentra entre las fuentes de bioenergía más eficientes respecto a la cantidad de energía que se libera por unidad de carbón emitida. Cuando se produce con tecnología eficaz, como la tecnología de cogeneración, suele ser competitiva con la energía fósil.

La mayoría de los biocombustibles líquidos actuales derivan principalmente de los cultivos de alimentos y producen pocos beneficios económicos y medioambientales. Sin embargo, se espera que en la próxima década existan tecnologías para la producción de biocombustibles líquidos de segunda generación derivados de la madera y de otras materias primas celulósicas, que serán competitivos comercialmente y generarán muchos menos gases de efecto invernadero que los combustibles fósiles. Además, estos biocombustibles líquidos derivados de materiales forestales en vez de cultivos de alimentos, reducirían la competencia con la producción de alimentos.

Hoy en día, la dendroenergía es más competitiva cuando se produce como un subproducto de la industria de la madera, y los residuos forestales tienen el mayor potencial inmediato para generar bioenergía dada su disponibilidad, su valor relativamente bajo y la proximidad de la producción a las operaciones forestales existentes. Otra fuente de dendroenergía son las plantaciones forestales, que se establecen con el único objetivo de producir energía y cada vez son más comunes en algunos países.

Con la creciente demanda de tierras para la producción de biocombustibles líquidos de primera generación, es probable que aumente la presión sobre los bosques en todo el mundo, y se podría llegar al despeje de los mismos, con lo que se perdería el CO_2 almacenado en el bosque. Por lo tanto, la expansión de la producción de biocombustibles debería ir acompañada de reglamentos claros y consolidados sobre el uso de las tierras. Además, es imperativo que las estrategias de bioenergía estén estrechamente vinculadas e integradas en las estrategias relativas a la agricultura, la silvicultura, la reducción de la pobreza y de desarrollo rural.

La futura demanda de bioenergía dependerá en gran medida de las medidas políticas adoptadas. Es probable que la contribución de la dendroenergía a la producción energética futura dependa de:

- la capacidad de la dendroenergía de satisfacer los objetivos de las políticas energéticas recientes
- los costes y beneficios socioeconómicos y medioambientales de la producción de dendroenergía
- las políticas e instituciones que determinan las prácticas forestales.

En lo que respecta al cambio climático y a la seguridad energética, será muy importante asegurar que los países en desarrollo también tengan acceso a las tecnologías de dendroenergía avanzadas.

Haga clic aquí para ver una lista de ventajas e inconvenientes potenciales del desarrollo de la bioenergía [en] [véase el anexo 2, pág. 16]

Anexo

Anexo 1:

Annex 2:

BOX 6: Potential benefits and negative effects of bioenergy development

Potential benefits

- Diversification of agricultural output
- Stimulation of rural economic development and contribution to poverty reduction
- Increase in food prices and higher income for farmers
- Development of infrastructure and employment in rural areas
- Lower greenhouse gas emissions
- Increased investment in land rehabilitation
- New revenues generated from the use of wood and agricultural residues, and from carbon credits
- Reduction in energy dependence and diversification of domestic energy supply, especially in rural areas
- Access to affordable and clean energy for small and medium-sized rural enterprises

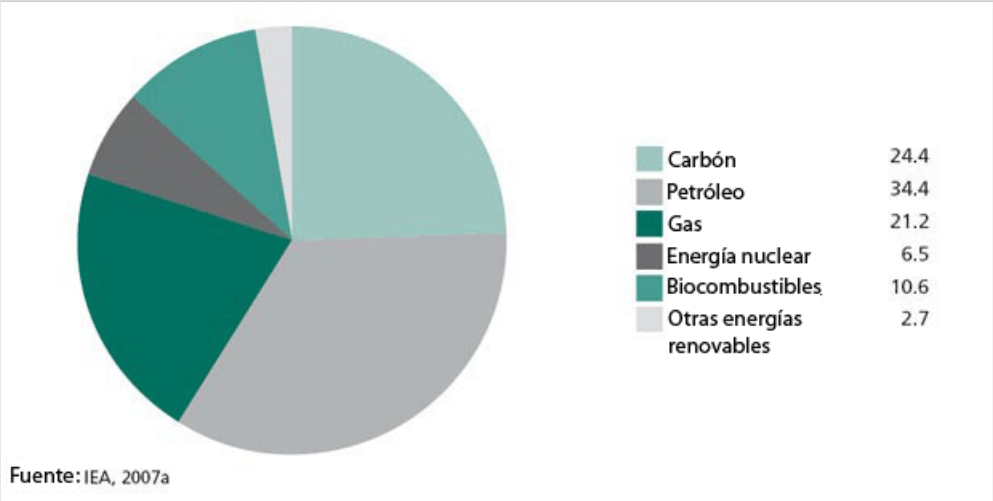
Potential negative impacts

- Reduced local food availability if energy crop plantations replace
- subsistence farmland
- Increased food prices for consumers
- Demand for land for energy crops may increase deforestation, reduce biodiversity and increase greenhouse gas emissions
- Increased number of pollutants
- Modifications to requirements for vehicles and fuel infrastructures
- Higher fuel production costs
- Increased wood removals leading to the degradation of forest ecosystems
- Displacement of small farmers and concentration of land tenure and incomes
- Reduced soil quality and fertility from intensive cultivation of bioenergy crops
- Distortion of subsidies on other sectors and creation of inequities across countries
-

Source & © Sources: FAO, 2000; UN-Energy, 2007; Perley, 2008]

Anexo 3:

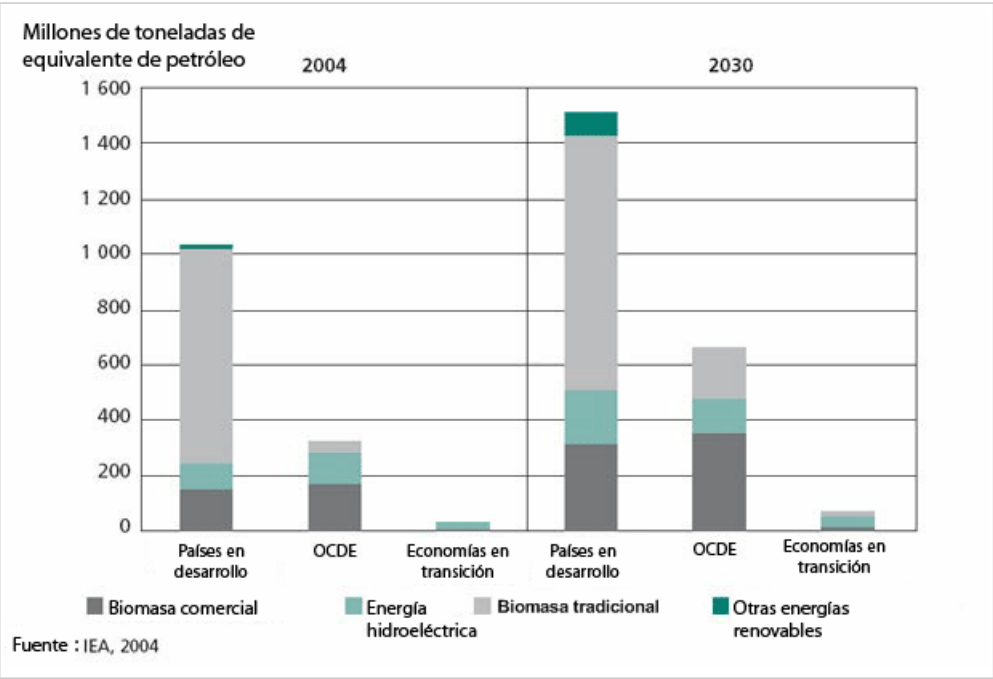
Figura 2. Proporciones de las fuentes de energía respecto de la disponibilidad mundial de energía primaria en 2004 (%)



Fuente: FAO, Bosques y energía, Cuestiones clave (2008) , [véase http://www.fao.org/docrep/010/i0139s/i0139s00.htm], 2. Oferta y demanda de energía: tendencias y perspectivas, p. 7

Anexo 4:

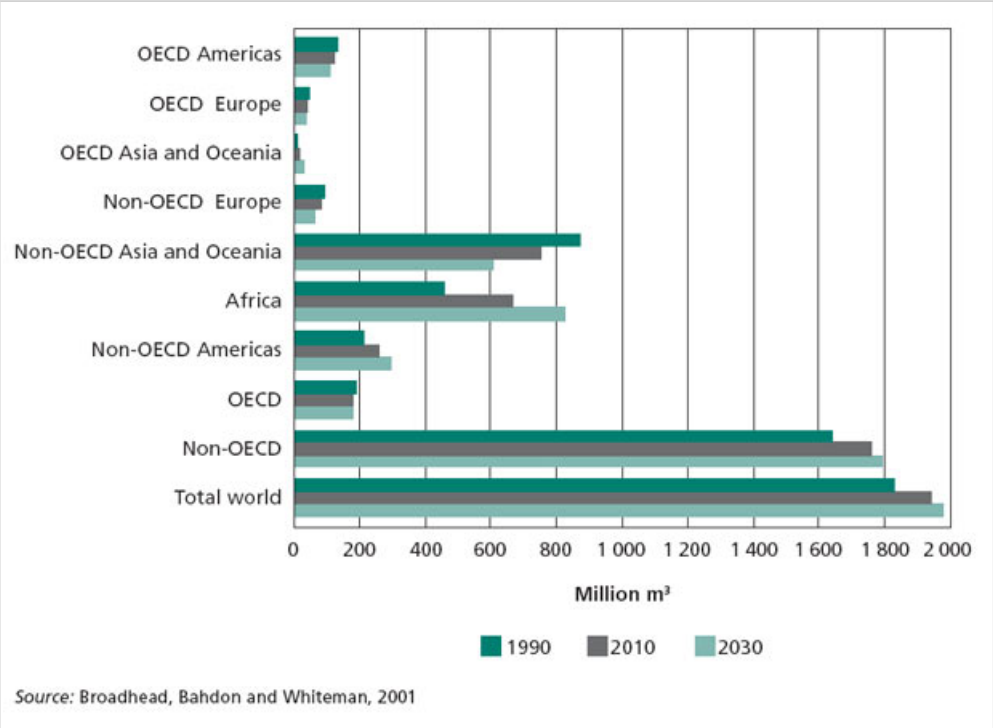
Figura 6. Consumo mundial de energía renovable por región en 2002, y proyecciones para 2030



Fuente: FAO, Bosques y energía, Cuestiones clave (2008) , [véase http://www.fao.org/docrep/010/i0139s/i0139s00.htm], 2. Oferta y demanda de energía: tendencias y perspectivas, p. 12

Annex 5:

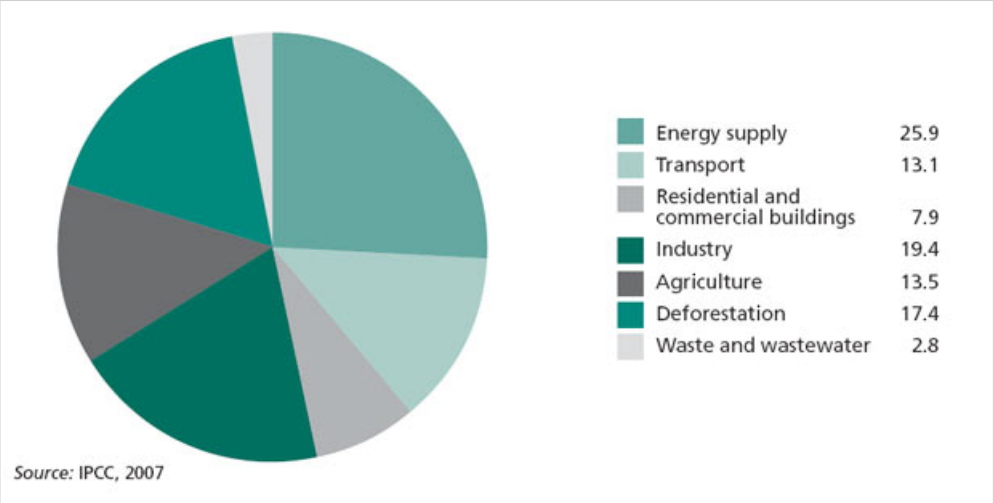
Figure 10. Woodfuel consumption for OECD and non-OECD countries 1990, projections for 2010 and 2030



Source: FAO, Forests and Energy, Key Issues (2008) [see http://www.fao.org/docrep/010/i0139e/i0139e00.htm], Energy supply and demand: trends and prospects, p. 16

Annex 6:

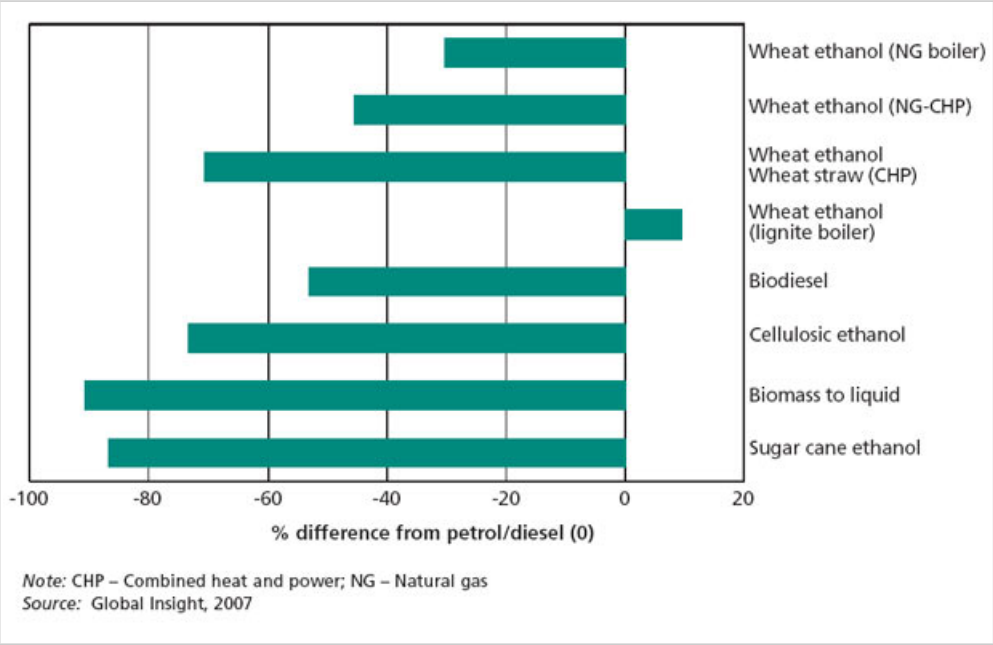
Figure 14. Global greenhouse gas emissions in 2000 by sector (%)



Source: FAO, Forests and Energy, Key Issues (2008) [see http://www.fao.org/docrep/010/i0139e/i0139e00.htm], Energy supply and demand: trends and prospects, p. 19

Annex 7:

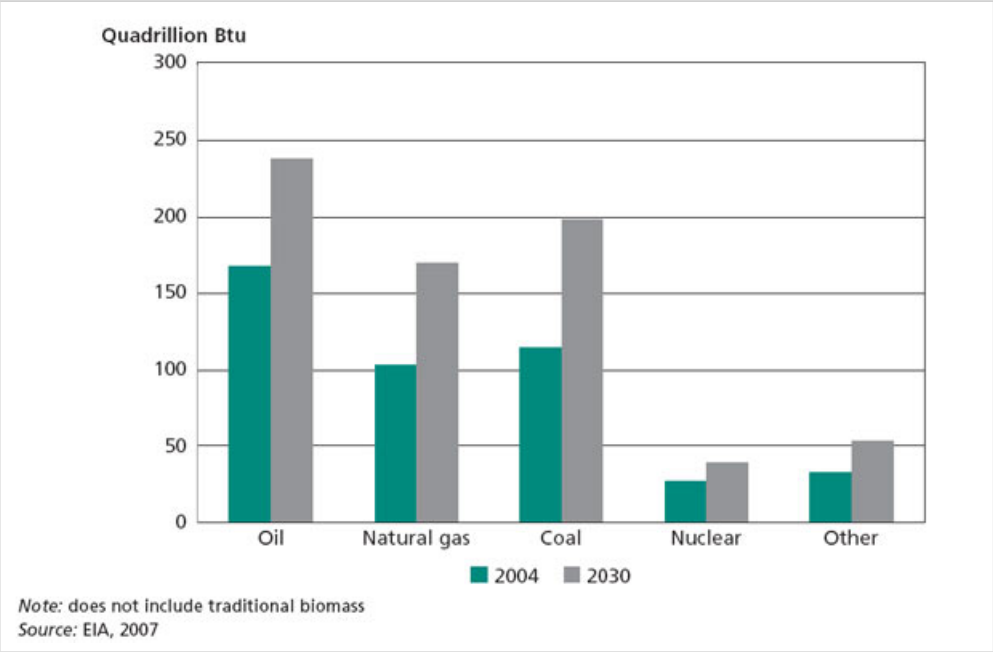
Figure 15. Comparison of greenhouse gas emissions from biofuels derived from various sources



Source: FAO, Forests and Energy, Key Issues (2008) [see http://www.fao.org/docrep/010/i0139e/i0139e00.htm], The contribution of wood energy to future demand, p. 34

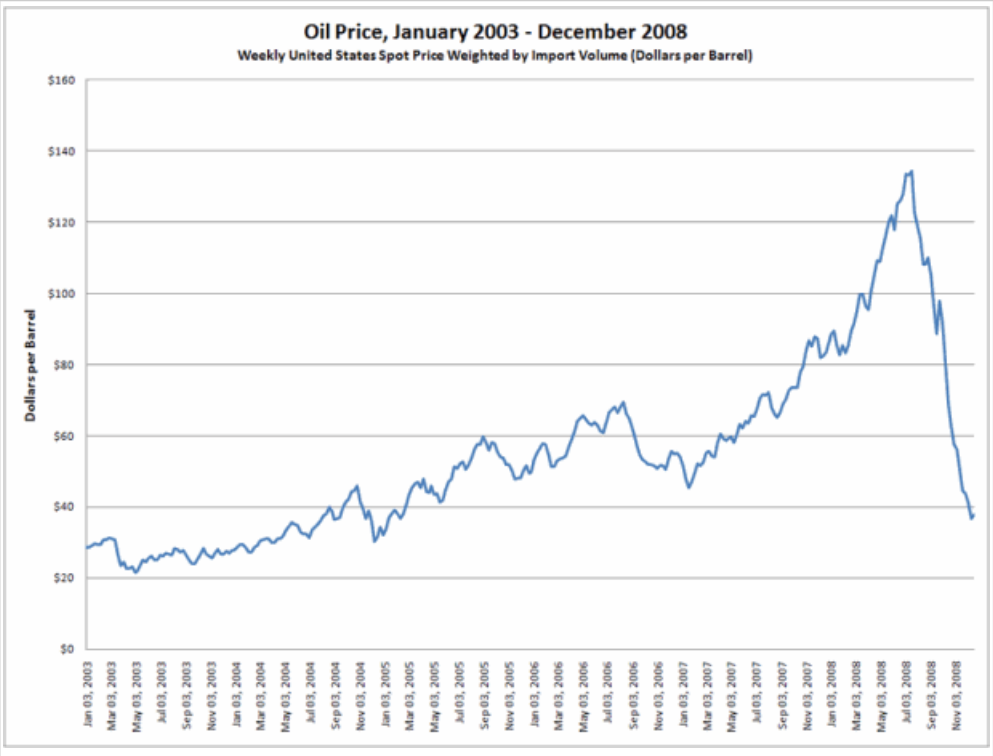
Annex 8:

Figure 3. Total global marketed energy consumption by source in 2004 and projected for 2030



Source: FAO, Forests and Energy, Key Issues (2008) [see http://www.fao.org/docrep/010/i0139e/i0139e00.htm], Energy supply and demand: trends and prospects, p. 7

Annex 9:
Price of oil (2003-2008)



Source: United States Department of Energy [see http://tonto.eia.doe.gov/dnav/pet/hist/wtotusaw.htm]

Annex 10:

Table 3. Global increase in renewable energy

Energy source	2004	2030	Approximate increase (times)
Electricity generation (TWh)	**3 179**	**7 775**	**>2**
Hydropower	2 810	4 903	<2
Biomass	227	983	>4
Wind	82	1 440	18
Solar	4	238	60
Geothermal	56	185	>3
Tide and wave	<1	25	46
Biofuels (Mtoe)	15	147	10
Industry and buildings (Mtoe)	**272**	**539**	**2**
Commercial biomass	261	450	<2
Solar heat	6.6	64	10
Geothermal heat	4.4	25	6
Note: TWh = Terrawatt hour; Mtoe = Million tonnes of oil equivalent Source: IEA, 2006; OECD/IEA 2006 cited in IEA, 2007a			

Source: FAO, Forests and Energy, Key Issues (2008) [see http://www.fao.org/docrep/010/i0139e/i0139e00.htm], Energy supply and demand: trends and prospects, p. 11