

Índice

Agradecimientos	vii
Prefacio	ix
Resumen de orientación	xi
1. Introducción	1
2. Oferta y demanda de energía: tendencias y perspectivas	5
Energía renovable	6
Dendroenergía	14
Opciones energéticas futuras: cuestiones clave	20
3. Producción de bioenergía	25
Combustibles leñosos sólidos	25
Biocombustibles líquidos	27
4. La contribución de la dendroenergía a la demanda energética futura	33
Fuentes de combustibles leñosos	35
Emisiones y aspectos económicos de los biocombustibles	40
5. Consecuencias de un mayor uso de la bioenergía	45
Pobreza, empleo y precios	47
Tierra y medio ambiente	50
6. Opciones de política y recomendaciones	55
Glosario	59
Bibliografía	65

Cuadros

1 Consumo total de energía comercializada en el mundo, por región y tipo de combustible, 1990-2030	7
2 Consumo mundial de energía hidroeléctrica y otras energías renovables comercializadas por región, 1990-2030	10
3 Aumentos mundiales de las energías renovables	11
4 Usuarios de biomasa tradicional	19
5 Proporción de los combustibles en el total de las mercancías por región	23
6 Residuos madereros procedentes de las operaciones forestales industriales en el Brasil	35

Figuras

1 Consumo total de energía comercializada en los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE, 1990-2030	6
2 Proporciones de los combustibles respecto de la disponibilidad mundial de energía primaria en 2004	7
3 Consumo total de energía comercializada según el tipo de energía, en 2004, y proyecciones para 2030	8
4 Consumo de energía renovable comercializada en los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE, 1990-2030	9
5 Porcentaje de energía renovable comercializada, en 2004, respecto del consumo total de energía de los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE, y proyecciones para 2030	10
6 Consumo mundial de energía renovable por región en 2002, y proyecciones para 2030	12
7 Disponibilidad total de energía primaria procedente de biocombustibles en los países del G8 + 5	13
8 Porcentaje de disponibilidad de energía primaria procedente de la bioenergía	14
9 Existencias en crecimiento totales	15
10 Consumo de combustibles leñosos, en 1990, de los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE, y proyecciones para 2010 y 2030	17
11 Consumo de combustibles leñosos per cápita, en 1990, de los países pertenecientes y no pertenecientes a la OCDE, y proyecciones para 2010 y 2030	18
12 Cortas de madera en África	19
13 Precio FOB de entrega inmediata del Brent en Europa, 1987-2008	20
14 Emisiones de gases de efecto invernadero en 2000, por sector	21
15 Comparación entre las emisiones de gases de efecto invernadero procedentes de biocombustibles de diferentes orígenes	41
16 Competitividad de los biocombustibles según la materia prima utilizada	42

Recuadros

1 Terminología usada en bioenergía	2
2 Los biocombustibles para el transporte en el Brasil	11
3 Circunstancias que constituyen un obstáculo a una información exacta sobre los combustibles leñosos	16
4 Precios de los productos forestales	39
5 Eficiencia energética y producción de bioenergía	43
6 Beneficios y efectos negativos potenciales del desarrollo de la bioenergía	46
7 Precios de los alimentos y bioenergía	48
8 Hipótesis relativas al desarrollo de los biocombustibles líquidos	51

Agradecimientos

Esta publicación refunde y sintetiza dos estudios más exhaustivos, encargados por la FAO en 2007 y publicados como documentos de trabajo. Estos estudios son *Forests and energy in developing countries*, por Ivan Tomaselli, y *Forests and energy in OECD countries*, por Warren Mabee y Jack Saddler. Ambos estudios se pueden encontrar en www.fao.org/forestry/energy. Un borrador del documento unificado, preparado por Douglas Kneeland y Andrea Perlis, fue distribuido con ocasión del Evento Especial de Alto Nivel: Los bosques y la energía, celebrado en el ámbito de la Conferencia de la FAO en noviembre de 2007. En la presente edición, revisada por Jeremy Broadhead y editada por Maria Casa, se incorporan los comentarios recibidos de los Estados Miembros. También aportaron su contribución a esta publicación Miguel Trossero, Simmone Rose, Sebastian Hetsch y Gustavo Best.

Prefacio

Los bosques y la energía ocupan un lugar cardinal en el debate mundial sobre el cambio climático. Esta publicación persigue arrojar luz sobre tal debate tratando algunas de las principales tendencias que se observan en ambos sectores.

El texto se basa en dos estudios exhaustivos encargados por la FAO en 2007: *Forests and energy in developing countries* (Ivan Tomaselli, Brasil) y *Forests and energy in OECD countries* (Warren Mabee y Jack Saddler, Canadá). Estos documentos de trabajo están disponibles en inglés en el sitio Web de la FAO en www.fao.org/forestry/energy.

Hasta hace cien años atrás, época en que el petróleo comenzó a ser un producto ampliamente disponible, la madera era la fuente de energía más importante para el ser humano. En muchos de los países más pobres del mundo, la madera sigue siendo la fuente de energía esencial para la calefacción y la cocción de los alimentos. En el presente estudio, se da una mirada al futuro y se comprueba que, una vez más, la madera puede volver a ocupar un lugar de relieve como recurso energético en todos los países.

La bioenergía derivada de la madera y de fuentes agrícolas volverá a tener la importancia que había tenido en épocas anteriores. La agricultura y los cultivos forestales juegan un señalado papel en la moderna generación de bioenergía como fuentes de biocombustibles líquidos. Si bien es posible que los combustibles fósiles continúen siendo, por algún tiempo, la fuente predominante de energía, una conversión del uso, gradual y parcial y a largo plazo, de los combustibles fósiles en biocombustibles sólidos y líquidos se perfila como una hipótesis cada vez más probable para muchos países en las décadas venideras. ¿Tendrá esta tendencia consecuencias para los bosques? ¿Se traducirá, en el futuro, en un aumento o en una reducción de los bosques?

Esta publicación analiza estas y otras cuestiones, ofreciendo una aportación a las discusiones informadas sobre política; y bosqueja las posibles oportunidades y las repercusiones en relación con las actividades forestales en el contexto de una demanda energética mundial en aumento. Los cambios esperados en el suministro mundial de energía y el lugar que ocupan las energías renovables procedentes de los bosques se discuten en la Sección 2. Los aspectos de la producción de bioenergía se resumen en la Sección 3, y en la Sección 4 se revisa la contribución potencial de la energía procedente de los bosques al consumo energético mundial durante los próximos años. La Sección 5 examina las repercusiones en los bosques del aumento del consumo de bioenergía, y la Sección 6 esboza algunas opciones de política y recomendaciones a la luz de las oportunidades y amenazas relacionadas con las actividades forestales.



Wulf Killmann

Director

Dirección de Productos e Industrias Forestales

Departamento Forestal de la FAO

Resumen de orientación

La subida vertiginosa del consumo de energía, el aumento de las emisiones de gases de efecto invernadero y las preocupaciones que despierta la dependencia de las importaciones de productos energéticos son factores que están determinando cambios de alcance mundial respecto a las fuentes de las que se espera derivar energía en los próximos años. Según las proyecciones, el consumo de energía alcanzará su ritmo de aumento más elevado en los países en desarrollo y en particular en Asia. Se prevé que serán los combustibles fósiles los que registrarán el mayor aumento en cuanto al suministro de energía. Pese a que los niveles de consumo per cápita seguirán siendo inferiores a los del mundo industrializado, se pronostica que el consumo de energía en los países en desarrollo superará al de los países desarrollados para 2010.

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. La bioenergía, comprendida la dendroenergía, supone una gran proporción del suministro de la energía que en la actualidad proviene de fuentes «renovables». Pese a los aumentos recientes del precio del petróleo, es poco probable que sean tan sólo los mercados los que hayan de sufrir una reorientación hacia las energías renovables, por lo que el consumo futuro dependerá mucho de las medidas de índole política.

La energía derivada de la madera se ha utilizado durante milenios para cocinar los alimentos y para calentarse. En muchos países en desarrollo, sigue siendo la principal fuente de energía, y en la mayor parte de África el consumo total de combustibles procedentes de la madera está aún en aumento, sobre todo a causa del crecimiento de la población. En otras regiones en desarrollo, los consumos nacionales están por lo general disminuyendo, a consecuencia del aumento de los ingresos y la urbanización, factores ambos que determinan un mayor uso de combustibles más convenientes. En los países industrializados, y especialmente en aquellos que disponen de grandes industrias elaboradoras de la madera, la dendroenergía se destina –a menudo en cantidades considerables– a fines tanto domésticos como industriales.

La dendroenergía producida mediante tecnologías eficientes ya es competitiva respecto a la energía fósil en muchos países, pudiendo ofrecer los niveles energéticos y de eficiencia de carbono generalmente más altos del conjunto de las materias primas bioenergéticas. En particular, las instalaciones combinadas para generación de energía térmica y eléctrica (cogeneradores) tienen una eficiencia de conversión que llega al 80 por ciento, y las estufas alimentadas con pellets de madera tienen tasas de conversión análogas. Se espera que a mediano plazo se pueda disponer también de una tecnología para la producción comercial competitiva de biocombustibles líquidos procedentes de materiales celulósicos, incluida la madera, a pesar de que los costos de patentes y derechos puedan frenar su desarrollo. En la actualidad, los biocombustibles líquidos se extraen principalmente de los cultivos alimentarios, y la eficiencia económica y de carbono es por lo general baja. La producción de etanol, a partir de la caña

de azúcar, constituye una excepción notable a esta regla. En el Brasil, los precios del etanol ya están por debajo de los de los combustibles petrolíferos.

Se espera que la producción de biocombustibles líquidos de segunda generación, obtenidos a partir de la madera y otras materias primas celulósicas, haya de ser igualmente competitiva, tanto en cuanto a precios como a emisiones de carbono. La producción de biocombustibles de segunda generación en algunas instalaciones de demostración ya ha comenzado, y se espera que la producción comercial competitiva pueda arrancar dentro de los próximos diez años. La mayor parte de los estudios pronostican que, gracias a los combustibles líquidos de segunda generación procedentes de cultivos perennes y de residuos leñosos y agrícolas, se conseguirá reducir considerablemente el ciclo de vida de las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con las que son generadas por los combustibles petrolíferos. Si ayudada por el avance de la tecnología, la producción de biocombustibles líquidos derivados de materias celulósicas llegara a ser más eficiente y al menos tan económica como la de biocombustibles obtenidos de cultivos alimentarios, la competencia con la producción de alimentos se reduciría, la eficiencia energética aumentaría y el balance general de energía mejoraría.

A más largo plazo, sería posible generalizar la construcción de biorrefinerías capaces de producir una amplia gama de productos –desde pasta de madera hasta combustibles de transporte y productos químicos especializados–, especialmente en países en donde existen grandes industrias elaboradoras de la madera, un ambiente empresarial eficiente y las políticas son objeto de una implementación efectiva. También hay oportunidades para las exportaciones de combustibles de transporte elaborados con materiales celulósicos hacia los grandes mercados altamente remuneradores. Es probable que la demanda adicional de madera pulse los precios al alza hasta que los mercados consigan reequilibrarse. Los precios que se verán más afectados serán los de las trozas de aserradero y las trozas de pulpeo, como ya se constata por la respuesta de los precios en algunos mercados.

La intensificación de las exigencias en cuanto a tierras para la producción de biocombustibles líquidos de primera generación se traducirá probablemente en una mayor presión sobre los bosques a través del mundo. Si los mercados evolucionan siguiendo las tendencias recientes, los costos de oportunidad de los bosques serán en muchos casos probablemente demasiado elevados para impedir que las tierras forestales sean convertidas en tierras para la producción de cultivos bioenergéticos. En las regiones en que las medidas de protección y ordenación sostenible de los bosques resulten inefectivas y no sean defendidas, es posible que los bosques terminen talándose. Se ha propuesto destinar las grandes superficies degradadas, existentes en muchos países en desarrollo, a la eventual expansión de los cultivos bioenergéticos. Sin embargo, será menester, especialmente en los países en los que los bosques tropicales corren el riesgo de ser convertidos en tierras dedicadas a otros usos, acompañar la expansión de la producción de los biocombustibles con una legislación explícita sobre aprovechamiento de la tierra que se cumpla efectivamente.

Unos mercados atractivos que cuentan con el sostén de las políticas bioenergéticas ya están conduciendo a talas de bosques para el establecimiento de la palma aceitera y

otros cultivos con que se producen biocombustibles líquidos. Es poco probable que los objetivos de política relacionados con el cambio climático puedan ser alcanzados, ya que la cantidad de carbono liberada durante las talas supera en mucho a la que pueda volver a ser capturada por un cultivo bioenergético en muchos años. Esta situación es más grave aún en las turberas que ha sido clareadas. Es importante notar en este contexto que la bioenergía solo puede ser considerada renovable si el crecimiento de la biomasa es mayor que los volúmenes cosechados, y si el dióxido de carbono emitido durante la producción, transporte y elaboración no excede del que fue capturado durante el crecimiento. También se han de tomar en cuenta las pérdidas de carbono asociadas con la reconversión de las tierras para la producción de bioenergía.

La contribución de la dendroenergía a la producción de energía en el futuro dependerá probablemente de cuán competitiva llegue a ser la energía basada en la madera para alcanzar los objetivos contenidos en las políticas energéticas recientes; los costos y beneficios sociales, económicos y ambientales de los sistemas de energía maderera; y las cuestiones políticas e institucionales que conforman el marco dentro del cual se inscriben las actividades forestales. En el alcance de toda estrategia bioenergética influirá mucho también el contexto local; por ejemplo, la localización geográfica en relación con la oferta y la demanda; la infraestructura, el clima y el suelo; la disponibilidad de tierra y mano de obra; y la estructura social y de buen gobierno.

En la actualidad, la dendroenergía resulta ser más competitiva cuando es generada como un subproducto industrial de la elaboración de la madera. Los residuos leñosos ofrecen probablemente la mejor oportunidad inmediata de generación de bioenergía en razón de su disponibilidad, valor relativamente bajo y proximidad de los puntos de producción de los lugares en que realizan las operaciones forestales. Los residuos leñosos provenientes de las cortas y elaboración suponen por lo general más de la mitad de la biomasa que se extrae de los bosques.

En los bosques naturales se puede disponer de más del 70 por ciento del volumen total de biomasa para la generación de energía. La mayor parte de este material consiste en copas y otras piezas desechadas que se abandonan en el bosque después de la cosecha. Los desechos de aserradero constituyen otra fuente de residuos más fácilmente accesible.

Las plantaciones forestales establecidas con el propósito exclusivo de producir energía se están volviendo más corrientes en algunos países, y es probable que en las plantaciones de usos finales múltiples se lleguen a producir trozas para combustibles leñosos así como para otros fines, según cual sea la demanda del mercado. Las especies que hoy no cuentan con el favor del mercado, las áreas forestales sobreexplotadas y los árboles fuera del bosque representan fuentes potenciales adicionales de madera para energía, además de los productos que se comercializan comúnmente y que por consiguiente son categorías de productos forestales que reciben un precio más alto.

En particular, cuando los recursos humanos y financieros son limitados, se deberían investigar primero las oportunidades que se presentan para el desarrollo de la bioenergía cuando ya hay biomasa disponible y se dispone de una tecnología probada. Con el objeto de reducir los riesgos, resulta competitivo integrar la generación de energía en las operaciones forestales industriales; aumentar la rentabilidad, y mejorar

la ordenación forestal. Así también se fortalece la seguridad energética y se contribuye a la mitigación del cambio climático, objetivos que por ende deberían ocupar un lugar prioritario y ser investigados.

A fin de garantizar la existencia de tierras labrantías suficientes para la producción de alimentos a precios accesibles y evitar la pérdida de hábitats valiosos, es imprescindible que las estrategias bioenergéticas estén estrechamente vinculadas y se integren con las estrategias agrícolas, forestales, de reducción de la pobreza y de desarrollo rural. La planificación y vigilancia del uso de la tierra, así como una gobernanza efectiva, pueden jugar un papel importante cuando se persigue evitar algunos de los problemas medioambientales y sociales que ya están siendo objeto de notificación. Irá en beneficio de todos los países contar con una mejor información sobre las materias primas que entran en la producción de la dendroenergía, incluida la biomasa recuperada durante las operaciones forestales y el comercio de biomasa forestal.

Las políticas y programas que pretenden apoyar el desarrollo de la bioenergía aún están en su infancia; y en materia forestal es preciso considerar antes que nada los siguientes asuntos:

- la obtención sostenible de recursos madereros en relación con las restricciones jurídicas e institucionales, la propiedad de los bosques, el acceso a los datos y la infraestructura forestal;
- una legislación favorable, el cuerpo reglamentario y las políticas; la diseminación de la información a los propietarios de bosques, empresarios y otros agentes;
- las ganancias de eficiencia mediante un aprovechamiento más intensivo de los recursos forestales existentes, la cosecha y elaboración de los residuos forestales, la biomasa de los árboles fuera del bosque y los productos madereros recuperados después del consumo;
- la expansión a largo plazo del área forestal y el mejoramiento de la productividad de los recursos forestales mediante innovaciones en los campos de la silvicultura y la genética, por ejemplo;
- el uso potencial de las tierras marginales y degradadas para la producción de biomasa destinada a la generación de energía.

La transferencia a los países en desarrollo de tecnologías dendroenergéticas avanzadas revestirá una gran importancia respecto de los objetivos ligados al cambio climático. La situación actual representa una oportunidad y un reto destacados para el sector forestal, el cual deberá encontrar formas nuevas de garantizar el suministro de energía, mitigar el cambio climático y apoyar un desarrollo económico y ambiental sostenible.