

Wood Energy

Basic Knowledge

Módulos relacionados

- [Adaptación y mitigación al cambio climático](#)
- [Bosques y seguridad alimentaria](#)
- [Bosques y seguridad alimentaria Género en el sector forestal](#)
- [Gobernanza forestal](#)
- [Inventario forestal](#)
- [Observancia de la legislación forestal](#)
- [Planificación de la gestión forestal](#)
- [Política forestal](#)
- [Reducción de la deforestación](#)
- [Restauración de bosques](#)



Este módulo describe los desafíos y oportunidades relacionados con la producción y el uso de la madera como fuente de energía y sus impactos socioeconómicos y ambientales en los países en desarrollo. Analiza la función de los enfoques de cadena de valor para afrontar los problemas actuales del sector de la energía maderera, y explora brevemente la utilización industrial en gran escala del combustible de madera.

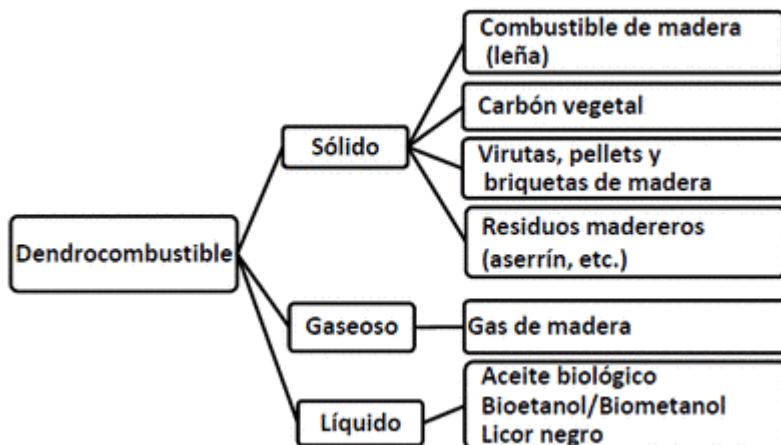


Este módulo describe los desafíos y oportunidades relacionados con la producción y el uso de la madera como fuente de energía y sus impactos socioeconómicos y ambientales en los países en desarrollo. Analiza la función de los enfoques de cadena de valor para afrontar los problemas actuales del sector de la energía maderera, y explora brevemente la utilización industrial en gran escala del combustible de madera.

La dendroenergía (es decir, la utilización de la madera como fuente de energía) es la energía producida por la madera o sus productos derivados –en general mediante procesos de combustión– utilizada para cocinar, calefacción o para generar electricidad. El término “dendroenergía” se utiliza también para indicar la utilización de la madera y sus productos derivados para la producción de energía (“combustible de madera”), que puede tener estados sólidos, líquidos o gaseosos (véase la Figura 1).

El combustible sólido incluye el combustible de madera (es decir, la leña), el carbón vegetal y los pellets (briquetas, virutas) producidos con la madera o sus residuos. Este tipo de combustible incluye la biomasa leñosa sin procesar extraída de los troncos, las ramas u otras partes de los árboles y, a veces, incluye también los residuos madereros (p.ej., el aserrín y las virutas de madera) derivados del aprovechamiento maderero o de las industrias de transformación y utilizados para la producción de energía.

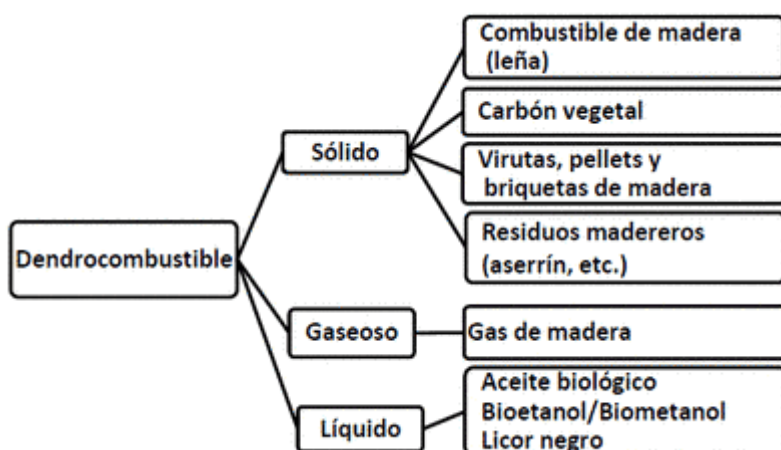
Figura 1. Tipos comunes de dendrocombustible



La dendroenergía (es decir, la utilización de la madera como fuente de energía) es la energía producida por la madera o sus productos derivados –en general mediante procesos de combustión– utilizada para cocinar, calefacción o para generar electricidad. El término “dendroenergía” se utiliza también para indicar la utilización de la madera y sus productos derivados para la producción de energía (“combustible de madera”), que puede tener estados sólidos, líquidos o gaseosos (véase la Figura 1).

El combustible sólido incluye el combustible de madera (es decir, la leña), el carbón vegetal y los pellets (briquetas, virutas) producidos con la madera o sus residuos. Este tipo de combustible incluye la biomasa leñosa sin procesar extraída de los troncos, las ramas u otras partes de los árboles y, a veces, incluye también los residuos madereros (p.ej., el aserrín y las virutas de madera) derivados del aprovechamiento maderero o de las industrias de transformación y utilizados para la producción de energía.

Figura 1. Tipos comunes de dendrocombustible



La madera es un recurso energético básico para miles de millones de personas

La tercera parte de los hogares de todo el mundo (y dos tercios de los hogares africanos) utilizan la madera como combustible principal para cocinar, calefacción y para hervir el agua (a menudo fundamental para garantizar agua potable segura). El dendrocombustible satisface más de la mitad del suministro energético nacional en 29 países del mundo, principalmente en África subsahariana. Es poco probable que la demanda total de dendrocombustible (en particular, de carbón vegetal) disminuya a corto-mediano plazo y más bien podría aumentar a la par del crecimiento de la población y utilizarse cada vez más en las áreas urbanas, ya que la madera se percibe cada vez más como fuente de energía verde y renovable.

A pesar de su importancia socioeconómica, la madera se percibe a menudo como fuente inferior de energía. Por ejemplo, el sector dendroenergético tradicional(*) se asocia con frecuencia a la producción insostenible, y muchas veces ilegal, que impulsa la deforestación, la degradación forestal y, en algunas áreas, la escasez de leña. Otro problema asociado con el sector dendroenergético tradicional es la contaminación del aire en el interior de las viviendas debida al uso de estufas de leña ineficientes, lo que produce problemas de salud. Por otro lado, la recolección de leña puede imponer una enorme carga de trabajo a las mujeres y a los niños y niñas.

En muchos países en desarrollo podría ser poco realista, en el corto a mediano plazo, cambiar el combustible de madera con el fósil como fuente primaria de energía para cocinar. Y ésta tampoco sería una solución óptima, debido a la disponibilidad, accesibilidad, asequibilidad y sostenibilidad potencial de la leña comparada con muchas otras opciones energéticas. En cambio, hay que echar a andar esfuerzos para afrontar los problemas relacionados con la producción y el uso tradicional de la leña, a través de intervenciones normativas, mejores prácticas de gestión forestal y avances tecnológicos. Si se combinan, los siguientes logros garantizarían un sector dendroenergético sostenible y factible en los países en desarrollo:

- la producción sostenible de dendrocombustible en los bosques y en los árboles fuera de los bosques;
- el uso y la conversión eficaces de la madera y sus residuos para la producción de carbón vegetal y otros dendrocombustibles procesados;
- el uso limpio y eficiente del dendrocombustible;
- la contabilidad completa de los beneficios y costos socioeconómicos y ambientales del sector dendroenergético –por ejemplo, en relación con el empleo, la igualdad de género, la seguridad alimentaria, la salud humana y el cambio climático–.

Los principales desafíos para el desarrollo sostenible del sector dendroenergético incluyen:

- la falta de datos fidedignos sobre la producción, transformación/conversión, comercio y mercados, y consumo;
- la falta de políticas y normas sólidas (y de una gobernanza eficaz) sobre las plantaciones de especies para leña, la recolección de leña, y la producción y comercialización del carbón vegetal;
- la enorme dependencia de los pobres del dendrocombustible para sus exigencias básicas energía y como fuente importante de empleo para los medios de subsistencia.

En los países en desarrollo, el dendrocombustible se utiliza cada vez más para la producción de energía y para la calefacción de los hogares, con auxilio de tecnologías limpias y eficientes, impulsadas en parte por las preocupaciones sobre el cambio climático y la esperanza de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) causadas por el combustible fósil. Por ejemplo, [la dendroenergía satisface más del 10 por ciento del consumo energético en 13 países europeos](#).

Entre las nuevas oportunidades para mejorar el rendimiento del sector dendroenergético se incluyen:

- la creciente sensibilidad de la comunidad internacional sobre la exigencia de ofrecer acceso a fuentes de energía modernas y sostenibles para todos, incluyendo a los pobres;
- el papel activo de la dendroenergía sostenible en la mitigación del cambio climático;
- los avances tecnológicos en el uso industrial eficiente del dendrocombustible en los países desarrollados, que ofrecen oportunidades para innovaciones y transferencia de tecnologías;
- la mayor sensibilización sobre la exigencia de enfrentar los problemas del sector dendroenergético de forma holística y sistemática por medio de enfoques de cadena de valor.

(*) En general, la producción tradicional de combustible de madera y su uso se pueden concebir como la recolección o el aprovechamiento maderero de los bosques naturales o comunitarios para cocinar, calefacción en el hogar o para fines productivos en pequeña escala que generan ingresos económicos, además de la producción de carbón vegetal con auxilio de tecnologías poco eficientes destinado a los mercados rurales y urbanos para la cocina en el hogar o para las microempresas.

La madera es un recurso energético básico para miles de millones de personas

La tercera parte de los hogares de todo el mundo (y dos tercios de los hogares africanos) utilizan la madera como combustible principal para cocinar, calefacción y para hervir el agua (a menudo fundamental para garantizar agua potable segura). El dendrocombustible satisface más de la mitad del suministro energético nacional en 29 países del mundo, principalmente en África subsahariana. Es poco probable que la demanda total de dendrocombustible (en particular, de carbón vegetal) disminuya a corto-mediano plazo y más bien podría aumentar a la par del crecimiento de la población y utilizarse cada vez más en las áreas urbanas, ya que la madera se percibe cada vez más como fuente de energía verde y renovable.

A pesar de su importancia socioeconómica, la madera se percibe a menudo como fuente inferior de energía. Por ejemplo, el sector dendroenergético tradicional(*) se asocia con frecuencia a la producción insostenible, y muchas veces ilegal, que impulsa la deforestación, la degradación forestal y, en algunas áreas, la escasez de leña. Otro problema asociado con el sector dendroenergético tradicional es la contaminación del aire en el interior de las viviendas debida al uso de estufas de leña ineficientes, lo que produce problemas de salud. Por otro lado, la recolección de leña puede imponer una enorme carga de trabajo a las mujeres y a los niños y niñas.

En muchos países en desarrollo podría ser poco realista, en el corto a mediano plazo, cambiar el combustible de madera con el fósil como fuente primaria de energía para cocinar. Y ésta tampoco sería una solución óptima, debido a la disponibilidad, accesibilidad, asequibilidad y sostenibilidad potencial de la leña comparada con muchas otras opciones energéticas. En cambio, hay que echar a andar esfuerzos para afrontar los problemas relacionados con la producción y el uso tradicional de la leña, a través de intervenciones normativas, mejores prácticas de gestión forestal y avances tecnológicos. Si se combinan, los siguientes logros garantizarían un sector dendroenergético sostenible y factible en los países en desarrollo:

- la producción sostenible de dendrocombustible en los bosques y en los árboles fuera de los bosques;
- el uso y la conversión eficaces de la madera y sus residuos para la producción de carbón vegetal y otros dendrocombustibles procesados;
- el uso limpio y eficiente del dendrocombustible;
- la contabilidad completa de los beneficios y costos socioeconómicos y ambientales del sector dendroenergético –por ejemplo, en relación con el empleo, la igualdad de género, la seguridad alimentaria, la salud humana y el cambio climático–.

Los principales desafíos para el desarrollo sostenible del sector dendroenergético incluyen:

- la falta de datos fidedignos sobre la producción, transformación/conversión, comercio y mercados, y consumo;
- la falta de políticas y normas sólidas (y de una gobernanza eficaz) sobre las plantaciones de especies para leña, la recolección de leña, y la producción y comercialización del carbón vegetal;
- la enorme dependencia de los pobres del dendrocombustible para sus exigencias básicas energía y como fuente importante de empleo para los medios de subsistencia.

En los países en desarrollo, el dendrocombustible se utiliza cada vez más para la producción de energía y para la calefacción de los hogares, con auxilio de tecnologías limpias y eficientes, impulsadas en parte por las preocupaciones sobre el cambio climático y la esperanza de reducir las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) causadas por el combustible fósil. Por ejemplo, [la dendroenergía satisface más del 10 por ciento del consumo energético en 13 países europeos](#).

Entre las nuevas oportunidades para mejorar el rendimiento del sector dendroenergético se incluyen:

- la creciente sensibilidad de la comunidad internacional sobre la exigencia de ofrecer acceso a fuentes de energía modernas y sostenibles para todos, incluyendo a los pobres;
- el papel activo de la dendroenergía sostenible en la mitigación del cambio climático;
- los avances tecnológicos en el uso industrial eficiente del dendrocombustible en los países desarrollados, que ofrecen oportunidades para innovaciones y transferencia de tecnologías;
- la mayor sensibilización sobre la exigencia de enfrentar los problemas del sector dendroenergético de forma holística y sistemática por medio de enfoques de cadena de valor.

(*) En general, la producción tradicional de combustible de madera y su uso se pueden concebir como la recolección o el aprovechamiento maderero de los bosques naturales o comunitarios para cocinar, calefacción en el hogar o para fines productivos en pequeña escala que generan ingresos económicos, además de la producción de carbón vegetal con auxilio de tecnologías poco eficientes destinado a los mercados rurales y urbanos para la cocina en el hogar o para las microempresas.

Madera fuente de energía contribuye a los ODS:



Módulos relacionados

- [Adaptación y mitigación al cambio climático](#)
- [Bosques y seguridad alimentaria](#)
- [Bosques y seguridad alimentaria Género en el sector forestal](#)
- [Gobernanza forestal](#)
- [Inventario forestal](#)
- [Observancia de la legislación forestal](#)
- [Planificación de la gestión forestal](#)
- [Política forestal](#)
- [Reducción de la deforestación](#)

- [Restauración de bosques](#)

Madera fuente de energía contribuye a los ODS:



In more depth

Comprender el uso energético de dendrocombustible

La madera para fines energéticos puede provenir de varias fuentes, entre otras, los bosques naturales, las plantaciones forestales, los árboles fuera de los bosques, los residuos de la extracción forestal y de las industrias procesadoras madereras, además de otros residuos madereros.

Toda la madera –cuando se mide libre de cenizas y de humedad– contiene alrededor de 50 por ciento de carbono, 44 por ciento de oxígeno y 6 por ciento de hidrógeno. El contenido de humedad afecta enormemente el valor calorífico de la madera. Por ejemplo, la madera “verde” (es decir, recién cortada) tiene un valor calorífico de unos 8,2 megajulios por kilogramo (MJ/kg); mientras la madera secada al aire libre (con un contenido de humedad de 10–20 por ciento) tiene un valor calorífico de alrededor de 16 MJ/kg (que corresponde, aproximadamente a 0,382 kg de equivalente en aceite, o 4,4 kWh). [La madera secada al horno tiene un valor calorífico de unos 18 MJ/kg](#). En comparación, por ejemplo, la energía necesaria para cocinar en los hogares de India (tras tomar en cuenta la eficiencia térmica de las estufas de leña) [se ha calculado en unos 7 MJ por hogar por día](#).

La madera se puede utilizar como combustible directamente en su forma original o después de procesarla o transformarla en carbón vegetal, pellets, briquetas o astillas/virutas, o en los diferentes productos líquidos o gaseosos. Estas transformaciones se logran con auxilio de artefactos que van desde los más sencillos (p.ej., estufas de tres piedras y pozos carboníferos), a los más sofisticados (p.ej., cocinas más eficaces), hasta los más complejos, por ejemplo las plantas productoras de pellets en gran escala, las calderas modernas y las plantas avanzadas de generación de electricidad a partir de la madera.

La dendroenergía tiene ventajas y desventajas. El dendrocombustible es, en general, el tipo de combustible más barato y disponible a nivel local para la cocina y la calefacción, especialmente entre los grupos de bajos ingresos de los países en desarrollo. En general, el uso tradicional de dendrocombustible en los hogares disminuye al aumentar los ingresos y cuando la gente empieza a utilizar otros combustibles o a la electricidad. Por otro lado, la demanda total de dendrocombustible, a nivel nacional o regional, puede aumentar al incrementar los ingresos debido al crecimiento de la población y, en muchos casos, a un cambio inicial en los hogares de la leña al carbón vegetal, a la par del aumento del uso industrial del dendrocombustible.

Comprender el uso energético de dendrocombustible

La madera para fines energéticos puede provenir de varias fuentes, entre otras, los bosques naturales, las plantaciones forestales, los árboles fuera de los bosques, los residuos de la extracción forestal y de las industrias procesadoras madereras, además de otros residuos madereros.

Toda la madera –cuando se mide libre de cenizas y de humedad– contiene alrededor de 50 por ciento de carbono, 44 por ciento de oxígeno y 6 por ciento de hidrógeno. El contenido de humedad afecta enormemente el valor calorífico de la madera. Por ejemplo, la madera “verde” (es decir, recién cortada) tiene un valor calorífico de unos 8,2 megajulios por kilogramo (MJ/kg); mientras la madera secada al aire libre (con un contenido de humedad de 10–20 por ciento) tiene un valor calorífico de alrededor de 16 MJ/kg (que corresponde, aproximadamente a 0,382 kg de equivalente en aceite, o 4,4 kWh). [La madera secada al horno tiene un valor calorífico de unos 18 MJ/kg](#). En comparación, por ejemplo, la energía necesaria para cocinar en los hogares de India (tras tomar en cuenta la eficiencia térmica de las estufas de leña) [se ha calculado en unos 7 MJ por hogar por día](#).

La madera se puede utilizar como combustible directamente en su forma original o después de procesarla o transformarla en carbón vegetal, pellets, briquetas o astillas/virutas, o en los diferentes productos líquidos o gaseosos. Estas transformaciones se logran con auxilio de artefactos que van desde los más sencillos (p.ej., estufas de tres piedras y pozos carboníferos), a los más sofisticados (p.ej., cocinas más eficaces), hasta los más complejos, por ejemplo las plantas productoras de pellets en gran escala, las calderas modernas y las plantas avanzadas de generación de electricidad a partir de la madera.

La dendroenergía tiene ventajas y desventajas. El dendrocombustible es, en general, el tipo de combustible más barato y disponible a nivel local para la cocina y la calefacción, especialmente entre los grupos de bajos ingresos de los países en desarrollo. En general, el uso tradicional de dendrocombustible en los hogares disminuye al aumentar los ingresos y cuando la gente empieza a utilizar otros combustibles o a la electricidad. Por otro lado, la demanda total de dendrocombustible, a nivel nacional o regional, puede aumentar al incrementar los ingresos debido al crecimiento de la población y, en muchos casos, a un cambio inicial en los hogares de la leña al carbón vegetal, a la par del aumento del uso industrial del dendrocombustible.

Valoración de la contribución del sector dendroenergético

El dendrocombustible muchas veces es producido por el sector informal y, por tanto, en muchos países, se carece de estadísticas oficiales. Sin embargo, el valor económico de la dendroenergía es enorme: por ejemplo, la FAO ha estimado que 195 millones de personas

en África están empleadas en el sector dendroenergético a tiempo completo o parcial –el equivalente de 45 millones de empleos de tiempo completo, o [alrededor del 4,6 por ciento del empleo total en la región](#)–. La contribución anual del subsector del carbón vegetal, por sí solo, al empleo, a los medios de vida rurales y a la economía más amplia se ha estimado en unos 650 millones de USD y [450 millones de USD, respectivamente, en la República Unida de Tanzania y Kenia](#)[2]. Estas estimaciones corresponden aproximadamente al 2,2 por ciento y 1,2 por ciento del producto interno bruto (PIB) nacional de estos dos países en 2009*.

La comunidad internacional ha reconocido que la dendroenergía tiene el potencial de contribuir a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular al ODS 7 (energía asequible), el ODS 13 (combatir el cambio climático) y el ODS 15 (gestión forestal sostenible). La dendroenergía es relevante también para el ODS 3 (salud y bienestar) y el ODS 5 (igualdad de género) porque el uso limpio y eficiente de la dendroenergía reduce las exposiciones mortales a la contaminación del aire en el interior de las viviendas y reduce, además, el tiempo utilizado para la recolección de leña y para la cocina, que son importantes en especial para las mujeres y los niños y niñas. El sector dendroenergético contribuye al ODS 8 (crecimiento económico y empleo); la modernización de la cadena de valor de la dendroenergía tiene enormes repercusiones económicas y crea muchos empleos, especialmente en las áreas rurales.

La dendroenergía puede tener una función importante en la lucha contra el cambio climático. Hasta tiempos recientes, la opinión general era que la combustión del dendrocombustible era neutral en cuanto a emisiones de carbono en la atmósfera, por ser parte de un circuito cerrado en el cual el nuevo crecimiento de los árboles recaptura las emisiones de carbono producidas por la quema. Sin embargo, las emisiones netas de GEI derivadas de la producción dendroenergética dependen de varios factores, entre otros, el período de tiempo, la disponibilidad y accesibilidad de fuentes de materia prima, y la energía consumida en la producción, aprovechamiento, transporte, procesamiento y demás fases de la cadena de valor. El cálculo de las emisiones netas asociadas con la dendroenergía es complejo, y determinar las condiciones bajo las cuales no tiene emisiones de carbono sigue siendo un tema de muchos estudios. Sin embargo, las emisiones netas de carbono de la dendroenergía se consideran, en buena parte, inferiores a las asociadas con el combustible fósil cuando la madera se produce de manera sostenible.

** Los datos del Banco Mundial indican que los PIB de la República Unida de Tanzania y Kenya fueron de 28 570 millones de USD y de 370 020 millones de USD, respectivamente en 2009.*

Enfoque de cadena de valor para abordar la sostenibilidad de la dendroenergía

La cadena de valor tradicional de la dendroenergía inicia con el crecimiento de los árboles, seguida por el aprovechamiento, el secado y la posible carbonización, el empaque o embalaje y el transporte al mercado local o regional, y el consumo en los hogares y empresas. Los canales de comercialización para el suministro urbano pueden incluir las ventas directas de productores a consumidores, y cadenas indirectas con la participación de intermediarios o mayoristas y minoristas que organizan la venta a los consumidores finales. En la mayoría de los países en desarrollo, las cadenas de valor de la dendroenergía son principalmente nacionales y siguen los modelos nacionales de demanda (particularmente –en el caso de África y de Asia meridional– los de las zonas urbanas aledañas). Los principales actores que participan en las cadenas de valor de la dendroenergía son los productores, los comerciantes (mayoristas y minoristas), los consumidores y las autoridades (tradicionales y oficiales).

Consolidar la sostenibilidad de la producción de dendrocombustible

La creciente reserva maderera de los bosques del mundo se estimó en [531 000 millones de m³](#) en 2015. La madera extraída anualmente a nivel mundial se ha estimado en unos [3 700 millones de m³, de los cuales 1 870 millones de m³ se utilizaron como combustible](#). Con una reserva total de carbono forestal estimada en unos 250 000 millones de toneladas, [el contenido energético de la biomasa forestal corresponde, a grandes rasgos, a 10 veces la oferta mundial anual de energía primaria](#). Si bien no toda esta biomasa leñosa es accesible o económicamente factible para la producción energética, el potencial de recursos madereros para satisfacer la demanda mundial de energía es significativo. Un estudio reciente estimó que hay actualmente unos tres billones de árboles en todo el planeta (comparados con la estimación precedente y ampliamente aceptada de unos 400 000 millones), [lo que significa alrededor de 422 árboles por persona](#). Las regiones tropicales albergan alrededor del 43 por ciento de los árboles de todo el mundo.

El aprovechamiento maderero para fines energéticos es uno de los principales factores que impulsan la degradación forestal, en particular en África subsahariana: un estudio reciente estimó que de la cuarta parte a la tercera parte de [la producción mundial de dendroenergía era insostenible, con enormes variaciones geográficas](#). Aproximadamente 275 millones de personas viven en los focos de agotamiento dendroenergético, concentrados en Asia meridional y África oriental, donde la mayoría de la demanda es insostenible.

El sector de la dendroenergía se caracteriza en muchos países por la presencia de numerosos actores, prácticas informales, la desigual distribución de los beneficios y la falta de incentivos para producir dendrocombustible de manera sostenible. Entre otros aspectos se incluyen: un déficit de recursos debido a los índices de extracción que exceden el crecimiento natural; la falta de plantaciones de especies para leña; la inseguridad en la tenencia y en los derechos de acceso; la distribución desigual de los beneficios a los productores; la

competencia por el uso de los árboles y de la tierra; la falta de sensibilización y conocimientos sobre las prácticas de gestión sostenible; la escasa eficiencia de la producción de carbón vegetal; y una frágil gobernanza de los recursos.

Entre las posibles intervenciones para aumentar la sostenibilidad de la producción dendroenergética se incluyen: mejorar la [gestión forestal](#); establecer arbolados destinados a la producción para fines energéticos; y el uso eficiente de los residuos producidos por el aprovechamiento maderero y por las industrias de procesamiento. La producción maderera se puede aumentar por medio de incentivos para mejorar la gestión de los bosques degradados; la adopción de la agroforestería; y la reforestación de las tierras en barbecho o degradadas. Entre otras medidas se incluyen los enfoques participativos para resolver los conflictos sobre la tenencia de la tierra, mejor planificación y monitoreo, y el mejoramiento de las técnicas de aprovechamiento de árboles y de los reglamentos.

Mejorar la eficiencia de la conversión y el consumo del dendrocombustible

La eficiencia con la cual la madera se convierte en carbón vegetal a menudo está por debajo de su potencial técnico. En muchos países africanos, por ejemplo, la eficiencia prevaleciente de la conversión de madera a carbón vegetal ronda el 15 por ciento: esto significa que 100 kg de madera producen 15 kg de carbón vegetal. El mejoramiento de la eficiencia de conversión hasta el 25 por ciento –que reduciría del 40 por ciento el volumen de madera requerido para producir 15 kg de carbón vegetal– [podría no necesitar una inversión inicial más que la requerida para mejorar la capacidad técnica de los productores de carbón vegetal](#). En virtud de la creciente demanda de carbón vegetal, se requiere urgentemente mejorar la eficiencia en su producción (véase FAO, 1987 si desea ulterior información sobre los [Métodos simples para fabricar carbón vegetal](#)).

La mala combustión del dendrocombustible, utilizando estufas tradicionales, produce una enorme contaminación del aire en el interior de las viviendas. Si bien las estufas de leña más avanzadas pueden obtener eficiencias térmicas de más del 50 por ciento, se siguen utilizando ampliamente fuegos de tres piedras con una eficiencia térmica de menos del 15 por ciento. En base a las enseñanzas aprendidas de programas anteriores, los futuros programas que introducen y difunden las estufas mejoradas deben tomar en cuenta las prácticas de cocina y las circunstancias económicas, sociales y culturales de los usuarios meta. No importa cuán eficiente o barata pueda ser la estufa, la aceptación de los hogares será baja si es difícil instalarla y darle mantenimiento o si las estufas no se adaptan fácilmente a las preferencias locales. Por otro lado, los hogares rurales han sido más receptivos cuando el proceso de difusión ha tomado en plena consideración las capacidades y las exigencias de los productores de estufas de la localidad, además de las de los consumidores.

El progreso tecnológico en el uso industrial moderno del dendrocombustible en los países desarrollados puede inspirar la innovación en pro de una conversión más eficiente y de un uso más productivo. Sin embargo, la escala de inversión de algunas tecnologías, y el costo de los productos podrían ser enormemente altos para replicarlos en muchos de los países menos adelantados, incluso cuando esas estufas son limpias y eficientes. De tal forma, se deberían explorar tecnologías adecuadas de bajo costo que se adapten a las condiciones socioeconómicas, por ejemplo, pozos carboníferos mejorados, producción en pequeña escala de pellets de madera, y estufas eficientes de briquetas de madera/carbón vegetal para usos productivos.

Mejorar la gobernanza del sector del dendrocombustible

La dendroenergía sufre la falta de reconocimiento en la planificación nacional, debido al menos en parte a su presencia en los sectores de la energía, bosques, agricultura y desarrollo rural, pero no se ha incorporado completamente en ninguno de estos y, en parte, debido a la complejidad de tener que tratar con un sector enormemente informal. La dendroenergía también es relevante para varios otros sectores, por ejemplo, la protección del medio ambiente, el desarrollo de género y el transporte. A menudo hay poca coordinación entre las instituciones en los diferentes sectores en perjuicio de la dendroenergía, y las agencias tienden a percibir pocos beneficios por los esfuerzos realizados en el sector.

Muchos países carecen de políticas que rigen la producción de dendrocombustible, su comercio y consumo. Incluso cuando hay políticas pertinentes, en general son imprecisas, contradictorias o conflictuales. Además, la capacidad institucional para aplicar las políticas y reglamentos dendroenergéticos (si los hay) generalmente son débiles y, en consecuencia, puede haber una enorme difusión de prácticas ilegales de tala y comercio. Las deficiencias institucionales, junto con políticas y marcos reglamentarios poco claros, favorecen la corrupción que tiende a ser la principal causa de la falta de normativas y del fallido fortalecimiento del sector dendroenergético, en particular con respecto a la producción y a la comercialización del carbón vegetal.

Para afrontar los problemas relacionados con la producción y el consumo de la dendroenergía, y mejorar la gobernanza del sector, se requiere voluntad política. Se requiere, además, de una eficaz coordinación intersectorial para equilibrar las necesidades de todas las partes interesadas y para crear un ambiente normativo armonizado. Un paso importante para crear la voluntad política es reconocer la importante función que podría tener un sector dendroenergético sostenible en la energía nacional y en la seguridad alimentaria, en la conservación del medio ambiente, en los medios de vida rurales, en la salud, en el desarrollo de género y en la creación de empleos.

El suministro de información y datos adecuados sobre la cadena de valor de la dendroenergía es importante para la formulación de políticas y reglamentos sólidos en el sector. A fin de mejorar la disponibilidad y la fiabilidad de los datos, se deberían realizar encuestas periódicas sobre la producción y el suministro de dendrocombustible, su comercio y transporte, el consumo de los usuarios finales y las demandas de mercado, además de la forma en que estos factores cambian con el pasar del tiempo.

Las cuestiones de género y la dendroenergía

En muchos países, las mujeres y las niñas son las principales responsables de la recolección de leña y de cocinar para la familia. En India, por ejemplo, las mujeres que recogen leña, desechos de cultivos y estiércol de ganado resuelven el 92% de las exigencias rurales de energía doméstica. Muchas de las personas que participan en el comercio de leña o que trabajan en las industrias o empresas comerciales rurales que utilizan leña son mujeres. Si bien esto significa que las cuestiones de género tienen una función importante en la dendroenergía, esto raramente se refleja en los planes y programas dendroenergéticos.

En general, las mujeres son responsables de la recolección de leña de fuentes públicas o de tierras privadas, por ejemplo en las tierras agrícolas o en las huertas familiares. El acceso seguro al dendrocombustible es un beneficio directo para su seguridad alimentaria y salud en general pero, dependiendo del contexto, la recolección de leña puede ser poco segura para las mujeres. Se han realizado esfuerzos para establecer programas de plantación arbórea dirigidos a aumentar el suministro de leña, que tengan mejor acceso para las mujeres y, por tanto, puedan reducir la violencia de género.

Sembrar y cuidar los árboles es un trabajo extra para el cual las mujeres pudieran no tener tiempo. Cuando las mujeres siembran árboles son capaces de usarlos para el consumo en el hogar o para venderlos, pero dependiendo del contexto cultural y familiar, podrían no participar en las decisiones sobre cómo gastar los ingresos generados. La selección de las especies arbóreas es también un tema donde el género tiene su función, porque los hombres en general prefieren árboles que se puedan vender como madera, mientras las mujeres podrían preferir especies de rápido crecimiento que les proveen con leña.

A fin de reducir las desigualdades de género en el sector

- garantizar acceso seguro a la dendroenergía por medio de la sensibilización sobre el tema y la creación de grupos de recolección de leña o puntos de acopio;
- incorporar tecnologías mejoradas, por ejemplo, estufas limpias y eficientes para aliviar la carga que pesa sobre las mujeres;
- mejorar la facultad de toma de decisiones de las mujeres en la planificación de la gestión forestal;
- incluir principios de igualdad de género en las políticas energéticas, que puedan catalizar el desarrollo nacional y tener un papel fundamental en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Utilización moderna de la dendroenergía

Los combustibles líquidos y gaseosos derivados de la biomasa leñosa todavía tienen que ser comercializados para uso industrial. Los dendrocombustibles sólidos en forma de pellets y astillas de madera, por otro lado, ya se utilizan en gran escala para la producción energética y para la calefacción urbana en muchos países industrializados, sobre todo en Europa.

La producción mundial de pellets de madera se estimó en unos 24 millones de toneladas en 2014; de los cuales, [más del 60 por ciento se produjo en Europa, y alrededor del 26 por ciento, en América del Norte](#). Los principales países productores de pellets de madera son (en orden descendiente, por volumen) Estados Unidos de América, Alemania, Canadá y Suecia. El desglose de los costos de la producción de pellets de madera y del consumo energético, a lo largo de la cadena de valor, varía enormemente en dependencia de diferentes factores, entre otros, la fuente de madera, el sistema de aprovechamiento empleado, la escala de producción de pellets de madera y las distancias de transporte. En un estudio de caso el desglose fue el siguiente: suministro de materia prima, 40 por ciento; producción de pellets de madera, 30 por ciento; transporte, 30 por ciento. La energía consumida en todas las etapas de esta cadena de valor puede andar por la cuarta parte del contenido energético total de los pellets de madera.

Los consumidores industriales europeos de pellets de madera en general reciben algunos subsidios porque los proyectos relacionados deben cumplir con algunos objetivos en materia de energía renovable, cambio climático y mandato impuestos por los gobiernos patrocinadores. Los principales operadores de las plantas energéticas de biomasa sólida son las siguientes empresas: Drax Group (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte), UPM/Pohjolan Voima (Finlandia), E.ON (Alemania), Fortum (Finlandia) y Vattenfall (Suecia). Los pellets de madera consumidos en los sectores no industriales de los países industrializados constituyen una opción de calefacción asequible más o menos bien establecida que no necesariamente recibe subsidios gubernamentales.

Las principales preocupaciones sobre el uso moderno en gran escala de la dendroenergía incluyen, entre otras:

- la sostenibilidad de la producción en el contexto de los cambios de uso del suelo y sus repercusiones sobre la seguridad

alimentaria;

- las emisiones netas de GEI del sistema dendroenergético (es decir, la producción de biomasa, la extracción, el procesamiento, el transporte y el uso);
- la justificación de los subsidios para la dendroenergía en la producción de energía y en la calefacción urbana;
- las repercusiones del aprovechamiento comercial en gran escala para uso industrial sobre los servicios ambientales de los bosques y las posibles pérdidas de biodiversidad debido a los cambios en los hábitats.

El uso industrial en gran escala de la dendroenergía tiene muchas repercusiones socioeconómicas y ambientales a nivel de paisaje y en una escala mucho más amplia; y su sostenibilidad merece un análisis pormenorizado.

Mejorar el rendimiento del sector dendroenergético

El sector dendroenergético enfrenta una serie de barreras socioeconómicas, tecnológicas, de mercado, financieras, institucionales, políticas, reglamentarias y de gobernanza profundamente arraigadas que imponen enormes limitaciones. Se necesita un enfoque sistemático –con intervenciones en toda la cadena de valor– para afrontar los problemas de este sector, que podría abordar, entre otros, los siguientes aspectos:

- El reconocimiento del valor y la importancia del sector dendroenergético en el suministro de servicios energéticos, una evaluación del estado actual y tendencias futuras en la producción y consumo de la dendroenergía, y la formulación de políticas y medidas de desarrollo intersectoriales. [Un informe del Banco Mundial](#) ofrece buenos ejemplos de la importancia de la sensibilización y de las reformas sectoriales.
- La elaboración de herramientas de apoyo a los procesos de formulación de políticas y de toma de decisiones –sobre todo en la evaluación de los recursos, en los análisis de la demanda-oferta y en la planificación– y la consolidación del marco institucional y la coordinación intersectorial para crear un ambiente favorable para la inversión y la innovación en el sector dendroenergético.
- La consolidación de la capacidad técnica para mejorar la sostenibilidad de la producción de dendroenergía, la utilización eficaz de los residuos madereros, la eficiencia en la producción de carbón vegetal y usos más limpios de la dendroenergía en el sector del hogar.
- Evitar, o reducir al mínimo, las repercusiones sociales y ambientales negativas relacionadas con la ampliación de la producción de dendroenergía para satisfacer la demanda en los países industrializados.
- La convocación de las organizaciones regionales e internacionales relevantes para promover el diálogo y el intercambio de información y experiencias sobre las buenas prácticas de gobernanza de los recursos en pro de un sector dendroenergético más sostenible.

Valoración de la contribución del sector dendroenergético

El dendrocombustible muchas veces es producido por el sector informal y, por tanto, en muchos países, se carece de estadísticas oficiales. Sin embargo, el valor económico de la dendroenergía es enorme: por ejemplo, la FAO ha estimado que 195 millones de personas en África están empleadas en el sector dendroenergético a tiempo completo o parcial –el equivalente de 45 millones de empleos de tiempo completo, o [alrededor del 4,6 por ciento del empleo total en la región](#)–. La contribución anual del subsector del carbón vegetal, por sí solo, al empleo, a los medios de vida rurales y a la economía más amplia se ha estimado en unos 650 millones de USD y [450 millones de USD, respectivamente, en la República Unida de Tanzania y Kenia](#)[2]. Estas estimaciones corresponden aproximadamente al 2,2 por ciento y 1,2 por ciento del producto interno bruto (PIB) nacional de estos dos países en 2009*.

La comunidad internacional ha reconocido que la dendroenergía tiene el potencial de contribuir a varios de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), en particular al ODS 7 (energía asequible), el ODS 13 (combatir el cambio climático) y el ODS 15 (gestión forestal sostenible). La dendroenergía es relevante también para el ODS 3 (salud y bienestar) y el ODS 5 (igualdad de género) porque el uso limpio y eficiente de la dendroenergía reduce las exposiciones mortales a la contaminación del aire en el interior de las viviendas y reduce, además, el tiempo utilizado para la recolección de leña y para la cocina, que son importantes en especial para las mujeres y los niños y niñas. El sector dendroenergético contribuye al ODS 8 (crecimiento económico y empleo); la modernización de la cadena de valor de la dendroenergía tiene enormes repercusiones económicas y crea muchos empleos, especialmente en las áreas rurales.

La dendroenergía puede tener una función importante en la lucha contra el cambio climático. Hasta tiempos recientes, la opinión general era que la combustión del dendrocombustible era neutral en cuanto a emisiones de carbono en la atmósfera, por ser parte de un circuito cerrado en el cual el nuevo crecimiento de los árboles recaptura las emisiones de carbono producidas por la quema. Sin embargo, las emisiones netas de GEI derivadas de la producción dendroenergética dependen de varios factores, entre otros, el período de tiempo, la disponibilidad y accesibilidad de fuentes de materia prima, y la energía consumida en la producción, aprovechamiento, transporte, procesamiento y demás fases de la cadena de valor. El cálculo de las emisiones netas asociadas con la dendroenergía es complejo, y determinar las condiciones bajo las cuales no tiene emisiones de carbono sigue siendo un tema de muchos estudios. Sin embargo, las

emisiones netas de carbono de la dendroenergía se consideran, en buena parte, inferiores a las asociadas con el combustible fósil cuando la madera se produce de manera sostenible.

** Los datos del Banco Mundial indican que los PIB de la República Unida de Tanzania y Kenya fueron de 28 570 millones de USD y de 370 020 millones de USD, respectivamente en 2009.*

Enfoque de cadena de valor para abordar la sostenibilidad de la dendroenergía

La cadena de valor tradicional de la dendroenergía inicia con el crecimiento de los árboles, seguida por el aprovechamiento, el secado y la posible carbonización, el empaque o embalaje y el transporte al mercado local o regional, y el consumo en los hogares y empresas. Los canales de comercialización para el suministro urbano pueden incluir las ventas directas de productores a consumidores, y cadenas indirectas con la participación de intermediarios o mayoristas y minoristas que organizan la venta a los consumidores finales. En la mayoría de los países en desarrollo, las cadenas de valor de la dendroenergía son principalmente nacionales y siguen los modelos nacionales de demanda (particularmente –en el caso de África y de Asia meridional– los de las zonas urbanas aledañas). Los principales actores que participan en las cadenas de valor de la dendroenergía son los productores, los comerciantes (mayoristas y minoristas), los consumidores y las autoridades (tradicionales y oficiales).

Consolidar la sostenibilidad de la producción de dendrocombustible

La creciente reserva maderera de los bosques del mundo se estimó en [531 000 millones de m³](#) en 2015. La madera extraída anualmente a nivel mundial se ha estimado en unos [3 700 millones de m³](#), de los cuales [1 870 millones de m³ se utilizaron como combustible](#). Con una reserva total de carbono forestal estimada en unos 250 000 millones de toneladas, [el contenido energético de la biomasa forestal corresponde, a grandes rasgos, a 10 veces la oferta mundial anual de energía primaria](#). Si bien no toda esta biomasa leñosa es accesible o económicamente factible para la producción energética, el potencial de recursos madereros para satisfacer la demanda mundial de energía es significativo. Un estudio reciente estimó que hay actualmente unos tres billones de árboles en todo el planeta (comparados con la estimación precedente y ampliamente aceptada de unos 400 000 millones), [lo que significa alrededor de 422 árboles por persona](#). Las regiones tropicales albergan alrededor del 43 por ciento de los árboles de todo el mundo.

El aprovechamiento maderero para fines energéticos es uno de los principales factores que impulsan la degradación forestal, en particular en África subsahariana: un estudio reciente estimó que de la cuarta parte a la tercera parte de [la producción mundial de dendroenergía era insostenible, con enormes variaciones geográficas](#). Aproximadamente 275 millones de personas viven en los focos de agotamiento dendroenergético, concentrados en Asia meridional y África oriental, donde la mayoría de la demanda es insostenible.

El sector de la dendroenergía se caracteriza en muchos países por la presencia de numerosos actores, prácticas informales, la desigual distribución de los beneficios y la falta de incentivos para producir dendrocombustible de manera sostenible. Entre otros aspectos se incluyen: un déficit de recursos debido a los índices de extracción que exceden el crecimiento natural; la falta de plantaciones de especies para leña; la inseguridad en la tenencia y en los derechos de acceso; la distribución desigual de los beneficios a los productores; la competencia por el uso de los árboles y de la tierra; la falta de sensibilización y conocimientos sobre las prácticas de gestión sostenible; la escasa eficiencia de la producción de carbón vegetal; y una frágil gobernanza de los recursos.

Entre las posibles intervenciones para aumentar la sostenibilidad de la producción dendroenergética se incluyen: mejorar la [gestión forestal](#); establecer arbolados destinados a la producción para fines energéticos; y el uso eficiente de los residuos producidos por el aprovechamiento maderero y por las industrias de procesamiento. La producción maderera se puede aumentar por medio de incentivos para mejorar la gestión de los bosques degradados; la adopción de la agroforestería; y la reforestación de las tierras en barbecho o degradadas. Entre otras medidas se incluyen los enfoques participativos para resolver los conflictos sobre la tenencia de la tierra, mejor planificación y monitoreo, y el mejoramiento de las técnicas de aprovechamiento de árboles y de los reglamentos.

Mejorar la eficiencia de la conversión y el consumo del dendrocombustible

La eficiencia con la cual la madera se convierte en carbón vegetal a menudo está por debajo de su potencial técnico. En muchos países africanos, por ejemplo, la eficiencia prevaleciente de la conversión de madera a carbón vegetal ronda el 15 por ciento: esto significa que 100 kg de madera producen 15 kg de carbón vegetal. El mejoramiento de la eficiencia de conversión hasta el 25 por ciento –que reduciría del 40 por ciento el volumen de madera requerido para producir 15 kg de carbón vegetal– [podría no necesitar una inversión inicial más que la requerida para mejorar la capacidad técnica de los productores de carbón vegetal](#). En virtud de la creciente demanda de carbón vegetal, se requiere urgentemente mejorar la eficiencia en su producción (véase FAO, 1987 si desea ulterior información sobre los [Métodos simples para fabricar carbón vegetal](#)).

La mala combustión del dendrocombustible, utilizando estufas tradicionales, produce una enorme contaminación del aire en el interior de

las viviendas. Si bien las estufas de leña más avanzadas pueden obtener eficiencias térmicas de más del 50 por ciento, se siguen utilizando ampliamente fuegos de tres piedras con una eficiencia térmica de menos del 15 por ciento. En base a las enseñanzas aprendidas de programas anteriores, los futuros programas que introducen y difunden las estufas mejoradas deben tomar en cuenta las prácticas de cocina y las circunstancias económicas, sociales y culturales de los usuarios meta. No importa cuán eficiente o barata pueda ser la estufa, la aceptación de los hogares será baja si es difícil instalarla y darle mantenimiento o si las estufas no se adaptan fácilmente a las preferencias locales. Por otro lado, los hogares rurales han sido más receptivos cuando el proceso de difusión ha tomado en plena consideración las capacidades y las exigencias de los productores de estufas de la localidad, además de las de los consumidores.

El progreso tecnológico en el uso industrial moderno del dendrocombustible en los países desarrollados puede inspirar la innovación en pro de una conversión más eficiente y de un uso más productivo. Sin embargo, la escala de inversión de algunas tecnologías, y el costo de los productos podrían ser enormemente altos para replicarlos en muchos de los países menos adelantados, incluso cuando esas estufas son limpias y eficientes. De tal forma, se deberían explorar tecnologías adecuadas de bajo costo que se adapten a las condiciones socioeconómicas, por ejemplo, pozos carboníferos mejorados, producción en pequeña escala de pellets de madera, y estufas eficientes de briquetas de madera/carbón vegetal para usos productivos.

Mejorar la gobernanza del sector del dendrocombustible

La dendroenergía sufre la falta de reconocimiento en la planificación nacional, debido al menos en parte a su presencia en los sectores de la energía, bosques, agricultura y desarrollo rural, pero no se ha incorporado completamente en ninguno de estos y, en parte, debido a la complejidad de tener que tratar con un sector enormemente informal. La dendroenergía también es relevante para varios otros sectores, por ejemplo, la protección del medio ambiente, el desarrollo de género y el transporte. A menudo hay poca coordinación entre las instituciones en los diferentes sectores en perjuicio de la dendroenergía, y las agencias tienden a percibir pocos beneficios por los esfuerzos realizados en el sector.

Muchos países carecen de políticas que rigen la producción de dendrocombustible, su comercio y consumo. Incluso cuando hay políticas pertinentes, en general son imprecisas, contradictorias o conflictuales. Además, la capacidad institucional para aplicar las políticas y reglamentos dendroenergéticos (si los hay) generalmente son débiles y, en consecuencia, puede haber una enorme difusión de prácticas ilegales de tala y comercio. Las deficiencias institucionales, junto con políticas y marcos reglamentarios poco claros, favorecen la corrupción que tiende a ser la principal causa de la falta de normativas y del fallido fortalecimiento del sector dendroenergético, en particular con respecto a la producción y a la comercialización del carbón vegetal.

Para afrontar los problemas relacionados con la producción y el consumo de la dendroenergía, y mejorar la gobernanza del sector, se requiere voluntad política. Se requiere, además, de una eficaz coordinación intersectorial para equilibrar las necesidades de todas las partes interesadas y para crear un ambiente normativo armonizado. Un paso importante para crear la voluntad política es reconocer la importante función que podría tener un sector dendroenergético sostenible en la energía nacional y en la seguridad alimentaria, en la conservación del medio ambiente, en los medios de vida rurales, en la salud, en el desarrollo de género y en la creación de empleos.

El suministro de información y datos adecuados sobre la cadena de valor de la dendroenergía es importante para la formulación de políticas y reglamentos sólidos en el sector. A fin de mejorar la disponibilidad y la fiabilidad de los datos, se deberían realizar encuestas periódicas sobre la producción y el suministro de dendrocombustible, su comercio y transporte, el consumo de los usuarios finales y las demandas de mercado, además de la forma en que estos factores cambian con el pasar del tiempo.

Las cuestiones de género y la dendroenergía

En muchos países, las mujeres y las niñas son las principales responsables de la recolección de leña y de cocinar para la familia. En India, por ejemplo, las mujeres que recogen leña, desechos de cultivos y estiércol de ganado resuelven el 92% de las exigencias rurales de energía doméstica. Muchas de las personas que participan en el comercio de leña o que trabajan en las industrias o empresas comerciales rurales que utilizan leña son mujeres. Si bien esto significa que las cuestiones de género tienen una función importante en la dendroenergía, esto raramente se refleja en los planes y programas dendroenergéticos.

En general, las mujeres son responsables de la recolección de leña de fuentes públicas o de tierras privadas, por ejemplo en las tierras agrícolas o en las huertas familiares. El acceso seguro al dendrocombustible es un beneficio directo para su seguridad alimentaria y salud en general pero, dependiendo del contexto, la recolección de leña puede ser poco segura para las mujeres. Se han realizado esfuerzos para establecer programas de plantación arbórea dirigidos a aumentar el suministro de leña, que tengan mejor acceso para las mujeres y, por tanto, puedan reducir la violencia de género.

Sembrar y cuidar los árboles es un trabajo extra para el cual las mujeres pudieran no tener tiempo. Cuando las mujeres siembran árboles son capaces de usarlos para el consumo en el hogar o para venderlos, pero dependiendo del contexto cultural y familiar, podrían no

participar en las decisiones sobre cómo gastar los ingresos generados. La selección de las especies arbóreas es también un tema donde el género tiene su función, porque los hombres en general prefieren árboles que se puedan vender como madera, mientras las mujeres podrían preferir especies de rápido crecimiento que les proveen con leña.

A fin de reducir las desigualdades de género en el sector

- garantizar acceso seguro a la dendroenergía por medio de la sensibilización sobre el tema y la creación de grupos de recolección de leña o puntos de acopio;
- incorporar tecnologías mejoradas, por ejemplo, estufas limpias y eficientes para aliviar la carga que pesa sobre las mujeres;
- mejorar la facultad de toma de decisiones de las mujeres en la planificación de la gestión forestal;
- incluir principios de igualdad de género en las políticas energéticas, que puedan catalizar el desarrollo nacional y tener un papel fundamental en la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Utilización moderna de la dendroenergía

Los combustibles líquidos y gaseosos derivados de la biomasa leñosa todavía tienen que ser comercializados para uso industrial. Los dendrocombustibles sólidos en forma de pellets y astillas de madera, por otro lado, ya se utilizan en gran escala para la producción energética y para la calefacción urbana en muchos países industrializados, sobre todo en Europa.

La producción mundial de pellets de madera se estimó en unos 24 millones de toneladas en 2014; de los cuales, [más del 60 por ciento se produjo en Europa, y alrededor del 26 por ciento, en América del Norte](#). Los principales países productores de pellets de madera son (en orden descendiente, por volumen) Estados Unidos de América, Alemania, Canadá y Suecia. El desglose de los costos de la producción de pellets de madera y del consumo energético, a lo largo de la cadena de valor, varía enormemente en dependencia de diferentes factores, entre otros, la fuente de madera, el sistema de aprovechamiento empleado, la escala de producción de pellets de madera y las distancias de transporte. En un estudio de caso el desglose fue el siguiente: suministro de materia prima, 40 por ciento; producción de pellets de madera, 30 por ciento; transporte, 30 por ciento. La energía consumida en todas las etapas de esta cadena de valor puede andar por la cuarta parte del contenido energético total de los pellets de madera.

Los consumidores industriales europeos de pellets de madera en general reciben algunos subsidios porque los proyectos relacionados deben cumplir con algunos objetivos en materia de energía renovable, cambio climático y mandato impuestos por los gobiernos patrocinadores. Los principales operadores de las plantas energéticas de biomasa sólida son las siguientes empresas: Drax Group (Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte), UPM/Pohjolan Voima (Finlandia), E.ON (Alemania), Fortum (Finlandia) y Vattenfall (Suecia). Los pellets de madera consumidos en los sectores no industriales de los países industrializados constituyen una opción de calefacción asequible más o menos bien establecida que no necesariamente recibe subsidios gubernamentales.

Las principales preocupaciones sobre el uso moderno en gran escala de la dendroenergía incluyen, entre otras:

- la sostenibilidad de la producción en el contexto de los cambios de uso del suelo y sus repercusiones sobre la seguridad alimentaria;
- las emisiones netas de GEI del sistema dendroenergético (es decir, la producción de biomasa, la extracción, el procesamiento, el transporte y el uso);
- la justificación de los subsidios para la dendroenergía en la producción de energía y en la calefacción urbana;
- las repercusiones del aprovechamiento comercial en gran escala para uso industrial sobre los servicios ambientales de los bosques y las posibles pérdidas de biodiversidad debido a los cambios en los hábitats.

El uso industrial en gran escala de la dendroenergía tiene muchas repercusiones socioeconómicas y ambientales a nivel de paisaje y en una escala mucho más amplia; y su sostenibilidad merece un análisis pormenorizado.

Mejorar el rendimiento del sector dendroenergético

El sector dendroenergético enfrenta una serie de barreras socioeconómicas, tecnológicas, de mercado, financieras, institucionales, políticas, reglamentarias y de gobernanza profundamente arraigadas que imponen enormes limitaciones. Se necesita un enfoque sistemático —con intervenciones en toda la cadena de valor— para afrontar los problemas de este sector, que podría abordar, entre otros, los siguientes aspectos:

- El reconocimiento del valor y la importancia del sector dendroenergético en el suministro de servicios energéticos, una evaluación del estado actual y tendencias futuras en la producción y consumo de la dendroenergía, y la formulación de políticas y medidas de desarrollo intersectoriales. [Un informe del Banco Mundial](#) ofrece buenos ejemplos de la importancia de la sensibilización y de las reformas sectoriales.

- La elaboración de herramientas de apoyo a los procesos de formulación de políticas y de toma de decisiones –sobre todo en la evaluación de los recursos, en los análisis de la demanda-oferta y en la planificación– y la consolidación del marco institucional y la coordinación intersectorial para crear un ambiente favorable para la inversión y la innovación en el sector dendroenergético.
- La consolidación de la capacidad técnica para mejorar la sostenibilidad de la producción de dendroenergía, la utilización eficaz de los residuos madereros, la eficiencia en la producción de carbón vegetal y usos más limpios de la dendroenergía en el sector del hogar.
- Evitar, o reducir al mínimo, las repercusiones sociales y ambientales negativas relacionadas con la ampliación de la producción de dendroenergía para satisfacer la demanda en los países industrializados.
- La convocación de las organizaciones regionales e internacionales relevantes para promover el diálogo y el intercambio de información y experiencias sobre las buenas prácticas de gobernanza de los recursos en pro de un sector dendroenergético más sostenible.

Further Learning

- Aguilar, F.X. 2014. [*Wood energy in developing economies – Resource management, economics, and policy*](#). Routledge, UK.
- Awards, A. 2007. [*Wood: today's heating fuel*](#)
- Bailis, R. et al. 2015. [*The carbon footprint of traditional woodfuels*](#). *Nature Climate Change* 5, 266–272.
- BAMG (Berkeley Air Monitoring Group). 2012. [*Stove performance inventory report*](#)
- Barnes, D. et al. 1994. [*What makes people cook with improved biomass stoves*](#)
- Bird, N.D., Zanchi, G., Pena, N., Havlík, P. and Frieden, D. 2011. [*Analysis of the potential of sustainable forest-based bioenergy for climate change mitigation*](#). Working Paper 59. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Chidumayo, N. et al. 2013. *The environmental impacts of charcoal production in tropical ecosystems of the world: a synthesis*.
- Crowther, T. W. et al. 2015. Mapping tree density at a global scale ([Nature Vol. 525, 2015](#)).
- Boucher, D. et al. 2011. [*The root of the problem: what's driving tropical deforestation today*](#).
- ESMAP. 2012. [*Commercial woodfuel production - Experience from three locally controlled wood production models*](#).
- Evans, J.M., R.J. Fletcher, Jr., J.R.R. Alavalapati, A.L. Smith, D. Geller, P. Lal, D. Vasudev, M. Acevedo, J. Calabria, and T. Upadhyay. 2013. [*Forestry bioenergy in the Southeast United States: implications for wildlife habitat and biodiversity*](#). National Wildlife Federation, Merrifield, VA.
- FAO. 2015a. [*FAO Yearbook of Forest Products 2013*](#). FAO, Rome.
- FAO. 2015b. [*Global forest resources assessments - Desk reference*](#). FAO, Rome.
- FAO. 2014. [*State of the World's Forests - Enhancing the socioeconomic benefits from forests*](#). FAO, Rome.
- FAO. 2012a. [*Good environmental practices in bioenergy feedstock production - Making bioenergy work for climate and food security*](#). FAO, Rome.
- FAO. 2012b. [*Impacts of bioenergy on food security*](#). FAO, Rome.
- FAO. 2010. [*What woodfuels can do to mitigate climate change*](#). FAO, Rome.
- FAO. 2008. [*Forests and energy - Key issues*](#). FAO, Rome.
- FAO. 2007. [*Forests and energy in OECD countries*](#). FAO, Rome.
- FAO. 2004. [*UBET - Unified bioenergy terminology*](#). FAO, Rome.
- FAO. 2002. [*Economic analysis of wood energy systems*](#). FAO, Rome.
- FAO. 1996. [*Forests, fuel and the future - Wood energy for sustainable development*](#). FAO, Rome.
- FAO/RWEDP. 1993. [*Wood energy development: planning, policies and strategies*](#). FAO Regional Office for Asia and the Pacific. Bangkok, Thailand.
- FAO. 1990. [*A new approach to energy planning for sustainable rural development*](#). FAO, Rome.
- FAO. 1987. [*Simple technologies for charcoal making*](#). FAO, Rome.
- Ferranti, F. 2014. [*Energy wood: A challenge for European forests - Potentials, environmental implications, policy integration and related conflicts*](#). EFI, Joensuu.

- Forest2Market.** 2015. [Wood supply market trends in the US South: 1995 – 2015](#).
- GACC.** 2015. [Clean cookstoves and fuels: A catalog of carbon offset projects and advisory service providers](#).
- Geist, H.J. & Lambin, E.F.** 2002. [Proximate causes and underlying driving forces of tropical deforestation](#). *Bio Science*. Vol. 520, No 2, pp 143-150.
- GIZ/GBEP.** 2014. [Towards sustainable modern wood energy development - Stocktaking paper on successful initiatives in developing countries in the field of wood energy development](#). GIZ, Germany.
- Guariguata, M.R., Masera, O.R., Johnson, F.X., von Maltitz, G., Bird, N., Tella, P. and Martínez-Bravo, R.** 2011. [A review of environmental issues in the context of biofuel sustainability frameworks](#). Occasional Paper 69. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Hosonuma, N. et al.** 2012. [An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries](#). *Environ. Research Letters* 7 (12pp).
- IEA.** 2014. [Africa energy outlook - A focus on energy prospects in sub-Saharan Africa](#). IEA, Paris.
- IEA.** 2014 [World Energy Outlook 2014 – Traditional use of solid biomass for cooking](#). (Excel file). IEA, Paris.
- IEA.** 2011. [Energy for all – Financing energy access for the poor](#). IEA, Paris.
- IEA.** 2005. [Energy Statistics Manual](#). IEA, Paris.
- IESS.** 2015. [User Guide for India's 2047 Energy Calculator - Cooking Sector](#).
- IIED.** 2014. [Informality and market governance in wood and charcoal value chains](#). IIED, London.
- IIED.** 2011. Macqueen, D. & Korhaliller, S. 2011. [Bundles of energy: The case for renewable biomass energy](#), Natural Resource Issues No. 24. IIED, London.
- Iiyama, M. et al.** 2014a. [The potential of agroforestry in the provision of sustainable woodfuel in sub-Saharan Africa](#). *Current Opinion in Environmental Sustainability*. Volume 6, Pages 138–147.
- Iiyama, M. et al.** 2014b. [Opportunities and challenges of landscape approaches for sustainable charcoal production and use](#) (chapter 14).
- Iiyama, M. et al.** 2014c. [Achieving sustainable charcoal in Kenya - Harnessing the opportunities for cross-sectoral integration](#). Technical brief may 2014. SEI-ICRAF.
- Johnson, F. X., Pacini, H. & Smeets, E.** 2012. [Transformations in EU biofuels markets under the Renewable Energy Directive and the implications for land use, trade and forests](#). Occasional Paper 78. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Kissinger, G., M. Herold, V. & De Sy.** 2012. [Drivers of deforestation and forest degradation: A synthesis report for REDD+ policymakers](#). Lexeme Consulting, Vancouver Canada.
- Krajnc, N.** 2015. [Woodfuels handbook](#). FAO, Rome.
- Lahn, G. & Grafham, O.** 2015. [Heat, Light and Power for Refugees - Saving Lives, Reducing Costs](#). Chatham House, London, UK.
- Mead, D.J.** 2001. [Plantations and wood energy](#). Working Paper FC/5. FAO, Rome.
- Mwampamba, H et al.** 2013. [Dispelling common misconceptions to improve attitudes and policy outlook on charcoal in developing countries](#). *Energy for Sustainable Development*, Volume 17, Pages 75–85.
- Neufeldt, H., Langford, K., Fuller, J., Iiyama, M. & Dobie, P.** 2015. [From transition fuel to viable energy source: improving sustainability in the sub-Saharan charcoal sector](#). ICRAF Working Paper No. 196. Nairobi, World Agroforestry Centre.
- NL Agency.** 2010. [Making charcoal production in sub-Sahara Africa sustainable](#).

- Pacheco, P., German, L., van Gelder, J.W., Weinberger, K. and Guariguata, M. 2011. [Avoiding deforestation in the context of biofuel feedstock expansion: an analysis of the effectiveness of market-based instruments](#). Working Paper 73. CIFOR, Bogor, Indonesia.
- Raunekar, R. et al. 2010. [Global outlook for wood and forests with the bioenergy demand implied by scenarios of the Intergovernmental Panel on Climate Change](#). *Forest Policy and Economics*, Volume 12, Issue 1, January 2010. Pages 48–56.
- Schure, J et al. 2013. [Formalization of charcoal value chains and livelihood outcomes in Central and West Africa](#). *Energy for Sustainable Development*, Volume 17, Issue 2, April 2013. Pages 95–105.
- Sedjo, R.A. 2013. [Comparative life cycle assessments: Carbon neutrality and wood biomass energy](#). RFF, Washington DC.
- Sepp, S. 2014a. [Multiple-household fuel use – A balanced choice between firewood, charcoal and LPG](#). GIZ, Eschborn, Germany.
- Sepp, S. 2014b. [Wood energy - Renewable, profitable and modern](#). GIZ, Eschborn, Germany.
- Stephenson, A.L. & MacKay, D.J.C. 2014. [Life cycle impacts of biomass electricity in 2020](#)
- The World Bank. 2014a. [Clean and improved cooking in sub-Saharan Africa](#). The World Bank, Washington DC.
- The World Bank. 2014b. [Understanding the differences between cookstoves](#). The World Bank, Washington DC.
- The World Bank. 2011a. [Household cookstoves, environment, health, and climate change – A new look at an old problem](#). The World Bank, Washington DC.
- The World Bank. 2011b. [Wood-based biomass energy development for sub-Saharan Africa](#). The World Bank, Washington DC.
- The World Bank. 2010. [Enabling reforms: A stakeholder-based analysis of the political economy of Tanzania's charcoal sector and the poverty and social impacts of proposed reforms](#). The World Bank, Washington DC.
- UCS. 2011. [The root of the problem: What's driving tropical deforestation today - Chapter 8: Wood for Fuel](#). Union of Concerned Scientists.
- UNDP. 2014a. [NAMA study for a sustainable charcoal value chain in Côte d'Ivoire](#)
- UNDP. 2014b. [NAMA study for a sustainable charcoal value chain in Ghana](#)
- UNDP. 2013. [NAMA study for a sustainable charcoal value chain in Uganda](#)
- UNECE/FAO. 2015. [Forest products annual market review](#). UNECE, Geneva, Switzerland.
- Von Maltitz, G. and Stafford, W. 2011. [Assessing opportunities and constraints for biofuel development in sub-Saharan Africa](#). Working Paper 58. CIFOR, Bogor, Indonesia
- WHO. 2014. [Indoor air quality guidelines: household fuel combustion](#)
- WHO. 2006. [Fuel for life: household energy and health](#)

Web references

- <http://www.fao.org/forestry/energy/90831/en/> FAO Wood energy external links. Last accessed 01.04.2016.
- http://www.who.int/indoorair/health_impacts/he_database/en/ WHO. Household energy database. Last accessed 01.04.2016.

Credits

This module was developed with the kind collaboration of the following people and/or institutions:

Initiator(s): Zuzhang Xia - FAO, Forestry Department

This module was revised in 2017 to strengthen gender considerations.

Initiator(s): Gender Team in Forestry

Reviewer(s): Zuzhang Xia - FAO, Forestry Department

