



El Colegio de la Frontera Sur Université de Sherbrooke

Producción sustentable de leña y carbón, una vía para
luchar contra la pobreza

TESINA

presentada como requisito parcial para optar al grado de
Maestría Profesionalizante en Ecología Internacional

por

Vitza Cabrera Manrique

2017

AGRADECIMIENTOS

Existen un gran número de personas a las que quisiera agradecer por el apoyo brindado a lo largo de estos dos años, pero las palabras serían insuficientes. Sin embargo, quisiera hacer un pequeño espacio y agradecer a todo el personal administrativo y académico que forma parte de esta maestría, tanto en la Université de Sherbrooke como en el Colegio de la Frontera Sur. En especial, a Patricia Bardales, Sophie Calmé, Caroline Cloutier, Mónica Gónzales, y Nuria Torrescano. Su tiempo y dedicación me permitieron crecer profesional y personalmente.

De la misma manera, quisiera agradecer a Mirna Valdez y Pedro Macario por sus consejos y comentarios a lo largo de la realización de la presente tesina.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, al Colegio de la Frontera Sur (México) y al Programa de futuros líderes de América (Canadá) por el apoyo económico brindado, el cual me permitió realizar los estudios con completa dedicación.

A mi familia,

A mis amigos,

A mi nueva familia camerunesa,

porque es gracias a todos ustedes que puedo soñar y disfrutar cada día, porque con su apoyo, sus palabras, su complicidad, sus consejos, sus silencios me permiten caminar segura, alegre, viva y dar lo mejor: vivir cada día con completa entrega y pasión

A los Ton...de la MEI, porque ahora forman parte de mí y de lo que seré.

A cada una de las personas que en cada nuevo lugar me regalo una sonrisa, una mirada y me hace ver la vida con nuevos ojos, nuevos retos y nuevas ambiciones

GRACIAS

RESUMEN

Los bosques son ecosistemas que se encuentran distribuidos en todas las regiones del planeta. Intervienen en diversos ciclos biogeoquímicos y actúan como sumideros de carbono, lo que ayuda en la regulación del clima y ofrecen una gran cantidad de productos de necesidad básica.

La leña y el carbón forman parte de estos productos, los cuales son la principal fuente de energía para millones de personas, sobre todo en países en desarrollo. Además, esta industria genera gran cantidad de empleos a lo largo de la cadena productiva. A pesar de su relevancia, esta industria se ha mantenido en el sector informal por ser considerada una fuente de energía para pobres. Hasta hoy, existe una gran ignorancia sobre la cantidad de leña y carbón que es suministrada y consumida, así como del funcionamiento y la dinámica de la cadena productiva. Asimismo, no existen leyes que regularicen la actividad, ni un interés de los gobiernos por desarrollarla.

Este ensayo evalúa la contribución y sustentabilidad de la industria de la leña y producción de carbón en la lucha contra la pobreza. Los estudios de caso presentados muestran los vacíos de información que existen a lo largo de la cadena y una deficiencia en la ejecución de políticas públicas; situación que demerita su sustentabilidad y uso como mecanismo para luchar contra la pobreza.

Para lograr la sustentabilidad es imprescindible implementar políticas públicas que reconozcan su valor y formalicen y regularicen la actividad, así como estudios que permitan cubrir dichos vacíos. Es necesario desarrollar, junto con las comunidades, planes de manejo forestal sustentable y aplicar tecnología que eficiente el uso de leña

y la producción de carbón. Sólo así, esta industria podría llegar a ser una vía contra la pobreza.

Palabras claves: dendrocombustibles, dendroenergía, sumidero de carbono, plantaciones dendroenergéticas, manejo forestal.

RÉSUMÉ

Les forêts sont réparties dans toutes les régions de la planète. Ils jouent un rôle important dans les différents cycles biogéochimiques et comme puits de carbone, ce qui aide à réguler le climat. Ainsi, ils offrent de nombreux produits de base.

Le bois de chauffage et le charbon font partie de ces produits, lesquels sont la principale source d'énergie pour des millions de personnes, en particulier dans les pays en développement. Aussi, cette industrie crée un grand nombre d'emplois, tout au long de la chaîne productive. Malgré son importance, elle demeure dans le secteur informel, car elle est considérée comme l'énergie des pauvres. Jusqu'à aujourd'hui, il y a une grande ignorance sur la quantité de bois de chauffage et de charbon qui est fournie et consommée, ainsi que sur le fonctionnement et la dynamique de la chaîne de production. D'ailleurs, il n'y a aucune loi qui le régularise ou un réel intérêt des gouvernements pour le développer.

Cet essai a pour objectif d'évaluer la contribution et la durabilité de l'industrie de bois énergie et la production de bois de chauffage dans la lutte contre la pauvreté. Les études de cas présentées montrent qu'il y a une absence d'information, tout au long de la chaîne productive et un manque de politiques publiques. Cela porte atteinte à sa durabilité et à son utilisation comme un mécanisme dans la lutte contre la pauvreté.

Pour atteindre la durabilité, il est essentiel de mettre en œuvre des politiques publiques qui reconnaissent sa valeur, ce qui permet de formaliser et réglementer l'activité. De plus, il est nécessaire de développer, avec des communautés, des plans d'aménagement forestier durable et employer des technologies qui améliorent l'utilisation

du bois de chauffage et la production du charbon. Cela serait la seule manière pour que cette industrie puisse être un mécanisme dans la lutte contre la pauvreté.

Mot clés: bois énergie, dendroénergie, puits de carbone, plantations dendroénergétiques, gestion forestière.

ÍNDICE

| | |
|---|------|
| AGRADECIMIENTOS | ii |
| RESUMEN..... | iii |
| RÉSUMÉ | v |
| LISTA DE TABLAS..... | ix |
| LISTA DE FIGURAS..... | x |
| GLOSARIO..... | xi |
| ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS | xiii |
| INTRODUCCIÓN..... | 1 |
| CAPÍTULO 1: Sustentabilidad en la extracción de la leña y carbón | 6 |
| 1.1 Los bosques como sumideros de carbono | 7 |
| 1.1.1 Los bosques el día de hoy | 8 |
| 1.1.2 ¿Qué va a pasar con los bosques?..... | 10 |
| 1.2 La leña y el carbón como fuente de energía | 11 |
| 1.2.1 El uso actual de la leña y prospecciones | 13 |
| 1.2.2 Factores que influyen en el uso de leña y carbón | 14 |
| 1.2.3 Efectos de la extracción de la leña y producción del carbón..... | 16 |
| 1.3 Manejo de los bosques y uso eficiente de la leña para mitigar las concentraciones de CO ₂ atmosférico. | 18 |
| 1.3.1 Manejo sustentable de los bosques | 19 |

| | |
|---|----|
| 1.3.2 Uso y producción eficiente de leña y carbón..... | 21 |
| CAPÍTULO 2: La industria de la leña y el carbón, ¿una medida para luchar contra la pobreza?..... | 24 |
| 2.1 Un vistazo a la industria de la leña y el carbón | 24 |
| 2.1.1 Eslabones de la cadena de producción y sus actores principales | 26 |
| 2.2 Importancia socioeconómica de la industria de la leña y carbón..... | 28 |
| 2.2.1 La industria como una herramienta para luchar contra la pobreza | 31 |
| 2.3 Estrategias para lograr una reducción de la pobreza | 34 |
| 2.3.1 Acciones en cada eslabón | 35 |
| CAPÍTULO 3: Uso de la leña en los bosques tropicales secos | 40 |
| 3.1 Los bosques tropicales secos | 40 |
| 3.2 Importancia socioeconómica y ambiental de los bosques tropicales secos | 44 |
| 3.3 Estudios de caso | 46 |
| 3.3.1 Región Norte de Camerún, la sabana..... | 46 |
| 3.3.2 Región del sureste de México, la selva seca en Yucatán. | 53 |
| CONCLUSIÓN..... | 64 |
| REFERENCIAS | 66 |

LISTA DE TABLAS

| | |
|---|----|
| Tabla 1.1 Tipo de estufas y su eficiencia y costo de producción | 18 |
| Tabla 2.1 Ingreso estimado por la producción informal de dendrocombustibles y carbón en el 2011 | 30 |
| Tabla 2.2 Estimación de la mano de obra para producir dendrocombustibles y carbón en el 2011 | 30 |
| Tabla 2.3 Pasos para optimizar la industria de la leña y el carbón | 37 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1.1 Representación gráfica del flujo del C, así como el tiempo que permanece en los tejidos..... | 8 |
| Figura 1.2 Reservas de carbono en la biomasa forestal viva. | 9 |
| Figura 1.3 a) proyecciones de uso de leña en países en desarrollo. b) proyecciones del uso de carbón en países en desarrollo..... | 14 |
| Figura 1.4 Estufas de tres piedras..... | 17 |
| Figura 1.5 Tecnologías y eficiencia en la producción de carbón | 22 |
| Figura 2.1 La figura muestra la dinámica de la cadena de producción de la leña y el carbón. Las flechas muestran las relaciones entre cada uno de los actores..... | 26 |
| Figura 3.1 Distribución de los bosques tropicales secos según las regiones geográficas en el 2000..... | 41 |
| Figura 3.2 Distribución global de los bosques tropicales secos. Se muestran las amenazas que presentan | 43 |
| Figura 3.3 Mapa Fitogeográfico de Camerún. R. Letouzey, 1965 | 47 |
| Figura 3.4 Ubicación de las zonas donde se han llevado a cabo trabajos | 52 |
| Figura 3.5 Selvas secas en México | 54 |
| Figura 3.6 Consumo de la leña en 2010 y proyecciones al 2030 | 55 |
| Figura 3.7 Porcentaje de viviendas que utilizan leña en los municipios de Yucatán. Mapa creado por la autora con los datos de Quiroz-Carranza <i>et al.</i> , 2009 | 56 |

GLOSARIO

Aforestación: establecimiento de bosque a través de plantar o sembrar en tierras que no eran consideradas como bosques.

Biocombustibles: combustible producido directa o indirectamente de la biomasa.

Carbón: residuos sólidos derivados de la carbonización, pirolisis y torrefacción de la leña, y contiene 1.8 veces más energía por kilogramo que la leña.

Combustibles fósiles: combustibles compuestos por restos orgánicos formados hace millones de años. Entre estos encontramos el petróleo, carbón y gas natural.

Dendrocombustibles: todos los combustible derivados directa o indirectamente de la biomasa leñosa.

Dendroenergía: energía proveniente de la biomasa leñosa.

Leña: aquella que está constituida por la biomasa de los árboles (troncos y ramas), y donde la composición original es preservada.

Manejo sustentable: Es el uso, desarrollo y protección de los recursos (físicos y naturales), permitiendo a las personas obtener servicios en beneficio del bienestar social, económico y cultural. Siempre manteniendo el potencial original del ecosistema.

Plantaciones dendroenergéticas: plantaciones de árboles realizadas con el fin de generar dendroenergía.

Reforestación: re-establecimiento del bosque a través de plantar o sembrar árboles en zonas clasificadas como bosques.

Sistemas agroforestales: sistemas de producción, donde se combina las plantas leñosas perennes con cultivos agrícolas, dentro del mismo espacio o terreno y presentan cierta disposición espacial o cronológica. El objetivo es diversificar y optimizar la producción de los cultivos.

Sistemas silviculturales: son aquellos donde se controla el establecimiento, crecimiento, composición, sanidad y calidad de los bosques. Se realizan intervenciones con el fin de mantener o mejorar su utilidad con base en los objetivos establecidos. El fin es regenerarlo, protegerlo y promover el crecimiento del sistema.

Sumideros de carbono: depósitos naturales o artificiales de carbono que absorben el CO₂ atmosférico.

Variabilidad climática: conjunto de aspectos y parámetros físicos caracterizan el comportamiento del clima. a corto y mediano plazo.

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

| | |
|---------|---|
| ABIOGeT | Acciones por la Biodiversidad y Gestión de los Territorios (Actions pour la Biodiversité et Gestion des Terroirs) |
| ANAFOR | Agencia Nacional para el desarrollo Forestal |
| BM | Banco Mundial |
| CIFOR | Centro para la Investigación Internacional Forestal (Center for International Forestry Research) |
| CONABIO | Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad |
| CONAFOR | Comisión Nacional Forestal |
| CONEVAL | Consejo Nacional de Evolución de la Política de Desarrollo Social |
| ESMAP | Programa de Asistencia de manejo en el Sector Energético (Energie Sector Management Assistance Program) |
| FAO | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura |
| GEI | Gases de efecto invernadero |
| GIRA | Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada |
| GIZ | Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit |
| IEA | Agencia internacional de Energía |
| INEGI | Instituto Nacional de Estadística y Geografía |
| INS | Instituto Nacional de Estadística (Institut National de la Statistique) |
| IPCC | Panel intergubernamental del Cambio Climático |
| MEA | Millennium Ecosystem Assessment |
| MINEP | Ministerio del Ambiente y Protección a la Naturaleza |

| | |
|-------|---|
| MINOF | Ministerio de Bosques y Fauna |
| ODS | Objetivos de Desarrollo Sostenible |
| ONU | Organización de las Naciones Unidas |
| OMS | Organización Mundial de la Salud |
| PEACC | Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán |
| PSFE | Programa Sectorial Bosques-Ambiente |
| REDD | Reducción de Emisiones de gases de efecto invernadero causadas por la Deforestación y Degradación de los bosques. |
| SENER | Secretaría de Energía |
| UNEP | Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente |
| UNFF | Foro de las Naciones Unidas sobre los Bosques |

INTRODUCCIÓN

En el 2015, los bosques cubrían aproximadamente el 30% de la superficie terrestre, lo que corresponde a más de 42 millones de km² distribuidos en las regiones tropicales, (18 millones de km²), templadas (11 millones de km²) y boreales (15 millones de km²), aproximadamente (Bonan, 2008). Cada una de estas regiones cuenta con características climáticas únicas, lo que da como resultado una gran variabilidad en la estructura y composición de cada uno de los bosques que encontramos en el planeta. En conjunto, representan el depósito más importante de diversidad terrestre, conteniendo hasta más del 80% de las especies terrestres (UNEP, *et al.*, 2009). Además de proporcionar una gran variedad de servicios ecológicos, económicos, sociales y estéticos.

La gran riqueza y diversidad animal y vegetal que en ellos encontramos ha sido de gran beneficio para el hombre, encontrando en ellos alimento, medicinas y una gama de productos que se utilizan diariamente, tanto en zonas rurales como urbanas. Por otro lado, intervienen en el ciclo hidrológico, en el ciclo del carbono y muchos otros ciclos biogeoquímicos que han permitido que la vida en el planeta se desarrolle como hasta ahora. Protegen el suelo y la vida que en ellos encontramos, además de poseer un gran valor espiritual y estético para la humanidad y comunidades que en ellos habitan.

Es a través de su participación en los ciclos biogeoquímicos que los bosques tienen gran influencia sobre el clima de la Tierra, intercambiando energía, agua, dióxido de carbono (CO₂), oxígeno (O) y otros gases con la atmósfera. Actualmente, los bosques almacenan aproximadamente el 45% del carbón terrestre y contribuyen al 50%

de la producción primaria terrestre, secuestrando grandes cantidades de carbono anualmente (Bonan, 2008). Cada año, los bosques absorben más carbono de la atmósfera a través de la fotosíntesis, que lo que emiten por respiración. Por lo que, son considerados de los sumideros de carbono más importantes. De hecho, se estima que los sumideros netos de carbono equivalen a poco más de un séptimo de las emisiones ocasionadas en la producción de cemento o la quema de carbón, gas o petróleo (combustibles fósiles) (Reich, 2011). De esta manera, sin los bosques, el clima de la tierra sería bastante diferente al que tenemos actualmente (Reich, 2011). No obstante, los excesos en la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), junto con la pérdida mundial de bosques ha contribuido al aumento en las concentraciones de GEI y los consecuentes efectos en el aumento de temperatura y acidificación del océanos.

La importancia de los bosques va más allá de su papel en dichos ciclos, la humanidad ha tenido una relación muy íntima con ellos desde tiempos remotos. Hemos aprendido a utilizar una serie de productos que contribuyen a la generación de energía para millones de personas y aseguran el alimento de muchas más. Incluso, son fuente de empleo y contribuyen al sustento diario de las comunidades. En las zonas rurales, los bosques produce más de 5,000 tipos de productos a base de madera que generan un valor superior a los 600 mil millones de dólares, lo que corresponde al 1% del producto interno bruto global (BM, 2017).

Los productos que se utilizan de los bosques ayudan a millones de personas a mitigar la pobreza, evitando que caigan en pobreza extrema. Aproximadamente 350 millones de personas que viven cerca de los bosques están íntimamente ligados a ellos, obteniendo productos de subsistencia. De estos, 60 millones dependen de ellos para sobrevivir (BM, 2017).

Uno de estos productos es la leña y el carbón. Estos son la principal fuente de energía para más de 2 mil millones de personas y contribuyen a la seguridad alimentaria de más de la mitad de la población mundial (FAO, 2010a). Además, son una fuente de combustible para grandes industrias, como aquellas encargadas de la producción de ladrillos y metal en el Congo o para la industria del acero y hierro en Brasil (Caballero, 2015).

La importancia de esta industria no radica solamente en el abastecimiento de necesidades básicas, es también una importante fuente de empleo para millones de personas alrededor del mundo; tan solo en el África Subsahariana genera hasta 13 millones de empleos (Openshaw, 2010). A pesar de esto, la industria de la leña y el carbón (ILC) permanece en el sector informal y continua siendo considerada una fuente de energía para pobres y con grandes efectos negativos para la salud (OMS, 2006).

Hasta el día de hoy, no hay leyes que la regularicen y no ha habido un interés de los gobiernos por desarrollarla. Por lo que existe mucha ignorancia, a todos los niveles, sobre su funcionamiento, la dinámica entre los actores involucrados, el flujo de producto, la cantidad de leña o carbón que es suministrado y consumido. Esta información es necesaria para comprender los puntos importantes a mejorar y de esta manera, hacer una cadena productiva eficiente, sustentable y que pueda contribuir en el bienestar de la población.

Formalizar esta industria y comprenderla, aunado al reconocimiento de la importancia de los bosques podría ayudar a cumplir con algunos de los objetivos del desarrollo sostenible (ODS) de las Naciones Unidas (ONU, 2016a), como son:

Objetivo 3 Salud y bienestar: hacer uso de tecnología que permita efficientizar la producción y consumo de leña, lo cual contribuirá a reducir las emisiones de CO₂ y las consecuentes afectaciones a la salud.

Objetivo 7 Acceso a energía segura, sustentable y moderna para todos: el uso y producción de energía renovable y tecnología eficiente permitirá disminuir las emisiones de GEI y asegurar una fuente de energía para más de la mitad de la población mundial.

Objetivo 8 Trabajo decente y crecimiento económico: reconocer la importancia de la ILC y crear oportunidades para su desarrollo, así como capacidades para las comunidades involucradas, inducirá la creación de empleo y mejorará la calidad de vida.

Objetivo 12: Producción y consumo sostenible: la obtención de leña y carbón de bosques manejados sustentablemente y el uso de tecnología eficiente hará que la producción y consumo sean sostenibles.

Objetivo 13 y 15: Acciones para mejorar el clima y uso sostenible de los bosques: usando los bosques de manera sustentable, deteniendo la deforestación e incrementando los sumideros de carbono ayudará a contrarrestar las concentraciones de GEI en la atmósfera.

Además, a través de este reconocimiento, se podrían implementar estrategias que permitan poner en marcha acciones de mitigación, adaptación para alcanzar los objetivos del acuerdo de Paris de la convención marco del cambio climático (COP21, 2016): limitar el aumento de la temperatura a menos de 2°C, reduciendo las misiones y fortaleciendo la resiliencia, de lo local a lo global (ONU, 2016b).

Tomando esto en cuenta el objetivo principal de este ensayo es evaluar la contribución y sustentabilidad de la industria de la leña y producción de carbono en la

lucha contra la pobreza. Para lograr esto se han planteado tres objetivos específicos, mismos que son abordados a través de tres capítulos.

El primer capítulo busca evaluar la sustentabilidad de la extracción de leña y producción de carbón. Se aborda la importancia de los bosques a nivel mundial, para continuar sobre la importancia de la leña y el carbón como fuente de energía, así como los factores que podrían contribuir a la sustentabilidad de su extracción. El segundo capítulo explica la cadena de producción y la dinámica de la misma de manera general. Se aborda la importancia socioeconómica de la industria de la leña, es decir, el valor económico que representa a nivel mundial, en la generación de empleo y fuente de ingresos, pero también cómo el desarrollo y reconocimiento de ella podría contribuir a mejorar la calidad de vida de las personas involucradas. Finalmente el tercer capítulo busca integrar los dos aspectos. Analizar el uso de la leña y su impacto sobre la economía local y los ecosistemas en dos países diferentes. Por un lado, se aborda el tema en Camerún en la zona de la sábana, al norte del país y en México, al sureste en la selva seca en el estado de Yucatán. Finalmente la conclusión muestra en qué medida los objetivos del ensayo fueron alcanzados y se realizan recomendaciones que podrían ser puestas en práctica.

CAPÍTULO 1

Sustentabilidad en la extracción de la leña y carbón

Los bosques, fuentes de oxígeno, son también sumideros de carbono, importancia que ha sido retomada en las estrategias mundiales de mitigación del "cambio climático" (BM, 2017). Los efectos de la deforestación y degradación de los bosques y el suelo, así como el uso excesivo de combustibles fósiles han influido en el aumento de las concentraciones de CO₂, así como de otros gases de efecto invernadero (GEI) en la atmósfera, causando un aumento en la temperatura global y poniendo en riesgo la vida en el planeta.

Asimismo, los bosques son la principal fuente de energía para millones de personas a nivel mundial, sobre todo en los países en vías de desarrollo. Esta energía, considerada de los pobres es parte de la seguridad alimentaria de dichas poblaciones. El uso de tecnología ineficiente y la falta de un manejo sustentable, pone en duda la sustentabilidad de esta industria y su uso para mitigar las concentraciones de los GEI. Es por esto que detener la deforestación, propiciar la reforestación (re-establecimiento del bosque a través de plantar o sembrar árboles en zonas clasificadas como bosques) y aforestación (establecimiento de bosque a través de plantar o sembrar en tierras que no eran consideradas como bosques), realizar un manejo sustentable, reducir la utilización de combustibles fósiles e implementar el uso de tecnologías eficientes en el uso de dendrocombustibles podría ayudar a mitigar las concentraciones de CO₂ en la atmósfera, y contribuir en las estrategias que buscan implementarse con el fin de mitigar los efectos de la variabilidad climática (FAO, 2010a).

1.1 Los bosques como sumideros de carbono

Durante millones de años las concentraciones de carbono en el planeta se mantuvieron estables gracias a lo que conocemos como el ciclo del carbono. De manera sencilla, en la atmósfera, las concentraciones de carbono se mantuvieron gracias a procesos inherentes a los seres vivos como fotosíntesis, respiración y descomposición. Sin embargo, desde hace años, las actividades humanas, el aumento en la demanda de energía, así como prácticas agrícolas no sustentables, han alterado la concentración de CO₂ y otros gases en la atmósfera, debido a que grandes cantidades de carbono antes contenidas en la biomasa vegetal y en el suelo han sido liberadas a través de procesos como la deforestación y el cambio de uso de suelo (IPCC, 2000). Asimismo, la quema de combustibles fósiles y la producción de otras fuentes de energía han contribuido a dicho aumento. En el 2011, la concentración de CO₂ era de 430 ppm y en la década de 2002 a 2011, las concentraciones de este gas aumentaron de manera mucho más acelerada, a una tasa de 2.0 ± 0.1 ppm/año, situación que continúa (IPCC, 2014a,b).

Los bosques (biomasa y suelos) son reservorios naturales de carbono; en la actualidad, contiene casi el 45% del carbono terrestre, lo que corresponde a más de la mitad del carbono atmosférico (IPCC, 2000; Bonan, 2008). Gran parte del carbono es adquirido por las plantas a través de la fotosíntesis y almacenado como biomasa vegetal, otra parte se va a los suelos, donde se acumula y llega a ser liberado, años después, a través de la descomposición.

La cantidad de tiempo que el carbono puede ser almacenado depende del tejido o lugar donde se encuentre, variando de días a siglos (Figura1.1) (Bedlow, *et al.*,

2004). De la misma manera, la dinámica terrestre del carbono es variable, puede haber largos periodos de pequeñas tasas de absorción, interrumpidas por periodos cortos de grandes y rápidas tasas de liberación, lo que puede suceder durante algún disturbio (natural o antropogénico). Teóricamente, las mayores tasas de absorción ocurren en bosques maduros (Naburs, *et al.*, 2007); asimismo, se ha visto que el potencial de almacenamiento de carbono de los bosques secundarios en regeneración natural es alto y ha sido poco apreciado (Chazdon, *et al.*, 2016).

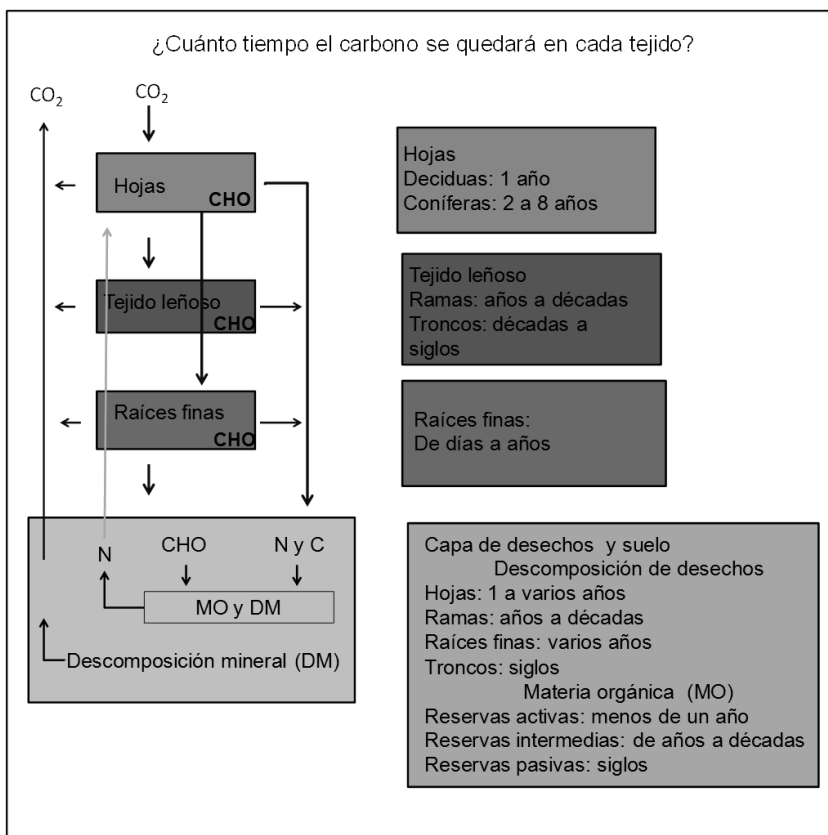


Figura 1.1 Representación gráfica del flujo del C, así como el tiempo que permanece en los tejidos.

Fuente: Bedlow, *et al.*, 2008

Traducción: Autora

1.1.1 Los bosques el día de hoy

Actualmente, los bosques cubren el 31% de la superficie terrestre, es decir 3,999 Mha, de las cuales el 44% se encuentra en zonas tropicales, el 8% en zonas subtropicales, el 26% en zonas templadas y el 22% en zonas boreales. Albergan 260 Gt

de carbono, siendo América del Sur y África Occidental las principales zonas de almacenamiento (Naburs, *et al.*, 2007; FAO, 2016).

El 75% de toda la superficie forestal se encuentra en países con ingresos altos a medio-altos y el otro 25% se encuentra en países con ingresos medios a bajos, lo que también se ve reflejado en las reservas de carbono distribuidas en el planeta (Figura 1.2) (FAO, 2016a)

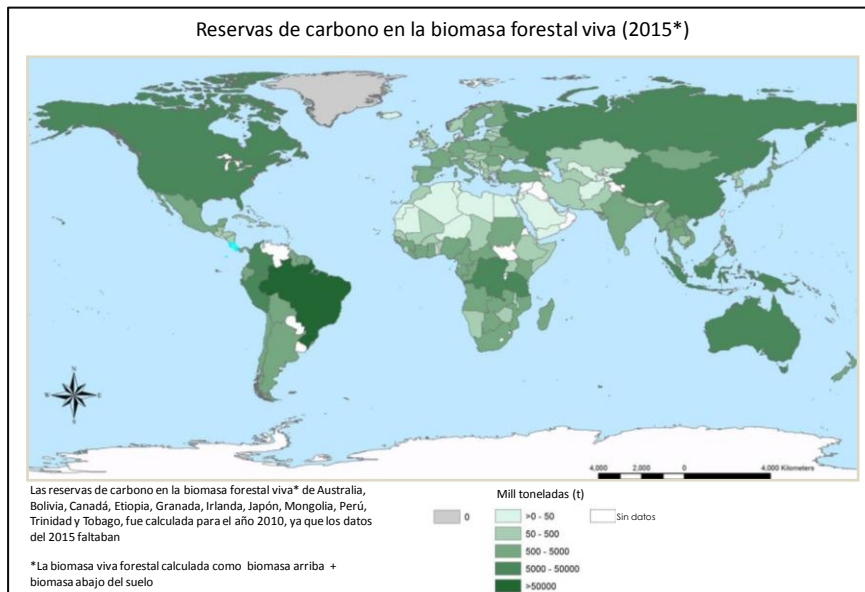


Figura 1.2 Reservas de carbono en la biomasa forestal viva.

Fuente: la evaluación forestal global, FAO, 2016a

Traducción: Autora

Según la evaluación forestal global de la FAO (2016a) y los análisis de Keenan, *et al.*, (2015), en los último 25 años (1990 - 2015), el área global natural de los bosques se ha reducido en un 6%. Esta reducción se ha centrado en los trópicos, donde se ha perdido el 11% de la cobertura forestal de bosques naturales; asimismo se ha visto una reducción del 50% del área de bosques per cápita, mientras que en los subtrópicos ha sido del 35%. Por otro lado, las plantaciones forestales (aquellas establecidas con el objetivo de ser bosques de producción o protección de agua y suelo) han tenido un

aumento del 66% a nivel global. En el 2015, el 93% del área total del bosque equivalía a bosque natural y el 7% restante equivale a plantaciones forestales (FAO, 2016a).

Las reservas actuales de carbono se han reducido 11.1 Gt de carbono (corresponde a 1.6 Gt de dióxido de carbono), debido a procesos de deforestación y degradación de suelos forestales. Las zonas que poseen las mayores reservas de carbono del planeta (América del Sur y África) han registrado la mayor pérdida, mientras que se observa una ganancia en América del Norte, Asia Oriental y Europa (FAO, 2016a).

1.1.2 ¿Qué va a pasar con los bosques?

Según la evaluación de los ecosistemas del milenio (2005) el área de los bosques en las regiones industrializadas: templadas y boreales deberá tener un incremento de entre 60 a 230 millones de ha para el 2050 con respecto a los valores del 2000, y se espera un decremento de 200 a 490 millones de ha en los bosques tropicales. De acuerdo a los datos de la evaluación forestal global de la FAO (2016a) y los análisis efectuados por Sloan y Slayer (2015) se prevé que la tasa de pérdida forestal global irá disminuyendo de 0.13% a 0.06% para el 2030. Las zonas con mayor proyección de pérdida de plantaciones forestales se encuentran en las zonas tropicales con un 15% de pérdida (América del Sur con el 26%, seguida por África con el 16%), las zonas subtropicales con el 5%, zonas templadas con el 1% y las zonas boreales sin pérdida aparente para el 2030. Con respecto a zonas protegidas, no se esperan reducciones en la cobertura forestal, con excepción de África y Asia, donde se espera una pérdida del 4% (Sloan y Slayer 2015).

Se prevé un aumento de la superficie de plantaciones forestales, posiblemente con el fin de cubrir la demanda de productos forestales, lo que podría generar un incremento en los planes de gestión forestal sustentable. Por otra parte, la pérdida de bosques ocasionará que las reservas de carbono contenidas en ellos se reduzcan (FAO, 2016a), pero la implementación de medidas de mitigación y planes de manejo forestal sustentable esperan contrarrestar estos efectos y detener la tendencia actual.

1.2 La leña y el carbón como fuente de energía

La leña y el carbón forman parte de los dendrocombustibles, los cuales hacen referencia a la biomasa proveniente de los bosques naturales o plantaciones, de las actividades agroforestales, así como de los desechos de la industria maderera. Los dendrocombustibles se dividen en tres tipos de combustibles: la leña, el carbón y los biocombustibles (lejía negra, etanol, metanol, etc.) (FAO, 2004). Dentro de este trabajo nos enfocaremos solamente a la leña y al carbón. Según la FAO (2010a) la leña, es aquella que está constituida por la biomasa de los árboles (troncos y ramas), y donde la composición original es preservada. El carbón se refiere a los residuos sólidos derivados de la carbonización, pirolisis y torrefacción de la leña, y contiene 1.8 veces más energía por kilogramo que la leña (GIZ, 2015).

Desde tiempos antiguos, la leña ha sido una fuente de energía que ha servido para generar calor, luz y en la cocción de los alimentos. Actualmente, la mayoría de los países desarrollados utilizan combustibles fósiles para satisfacer estas necesidades; sin embargo, el 52% de la población mundial (aproximadamente 2 mil millones de personas) sigue utilizando la leña y el carbón como la principal fuente de energía (IEA, 2006; FAO, 2010a), de hecho, en las zonas rurales, puede representar hasta el 80% del

consumo energético (Marien, 2009). El 50% de los usuarios de leña y carbón habitan en China, India e Indonesia (IEA, 2006; FAO, 2010a).

En zonas rurales, la leña usada con fines domésticos proviene de árboles muertos o aquellos cercanos a casa. Para abastecer las necesidades urbanas, la leña se obtiene de bosques periurbanos o urbanos, que por lo general concuerda con las zonas agrícolas (Marien, 2009; FAO, 2010a). Su producción no requiere ningún proceso, más que la recolección y el corte de la leña. El carbón, por otro lado, se vende, generalmente, en zonas urbanas o periurbanas y su producción lleva tiempo y requiere inversión (GIZ, 2015); es más fácil y barato para transportar, no produce humo y se quema más fácilmente (FAO, 2010a; GIZ, 2015). Estas características ocasionan que haya un mayor uso del carbón en zonas urbanas y de la leña en zonas rurales. La leña y el carbón también son usados en ciertas industrias como restaurantes, panaderías, fabricación de artesanías, producción de ladrillos, acero, entre otras (FAO, 2010a, b).

En África, la mayoría de la leña se usa en zonas rurales a través de la auto-colecta, pero también existen ciertos países con grandes mercados de leña, como en Malawi o en la República Democrática del Congo (p. ej. Oppenshaw, 2010; Schure, *et al.*, 2014). No obstante, la producción de leña es considerada una actividad secundaria a la agricultura, debido a que la mayoría de la leña colectada proviene de árboles muertos que son recolectados al momento de realizar el trabajo diario en el campo (Hiemstravan der Horst y Hovorka, 2009; Schure, *et al.*, 2010). A nivel mundial, el consumo de carbón ha aumentado más del 50% y más de la mitad de éste se consume en Africa (FAO, 2010a).

En Asia, al igual que África la mayoría de la población rural depende de la leña (Hofstad, *et al.*, 2009). Sin embargo, la tendencia y datos muestran una disminución en

su producción y consumo, debido a la implementación de otras fuentes de energía (Marien, 2009; FAO, 2010a).

Finalmente, América Latina es la región tropical que utiliza la menor cantidad de dendrocombustibles (May-Tobin, 2011). En el pasado se vio una disminución en su uso, para volver a aumentar en últimos años. En países como Brasil, la implementación de subsidios ha llevado al cambio hacia otras fuentes de energía en zonas rurales (May-Tobin, 2011), sin embargo, no existen datos sobre su uso residencial (FAO, 2010b). Otro ejemplo es Nicaragua, donde el 42% de la energía proviene de dendrocombustibles (Ceccon y Miranda, 2012).

1.2.1 El uso actual de la leña y prospecciones

La biomasa utilizada como fuente de energía en los países en desarrollo equivale al 10% de la demanda de energía primaria (energía que no ha sido convertida o transformada) (FAO, 2010a). En el 2006, Indonesia (72%) y el África Subsahariana (76%) tenían el mayor porcentaje de personas dependientes de esta fuente de energía (IEA, 2006).

Entre los años de 1989 a 2008 se observó un incremento global en el uso de la leña del 10%, y del 50% para el carbón (FAO, 2010a). En el 2010, la leña y el carbón correspondían al 74% de la dendroenergía producida y consumida en los países en desarrollo (FAO, 2010a). En los próximos años se espera que el uso de la leña decrezca en Asia, principalmente en China y el sur y este de Asia, debido a la presencia y programas que han fomentado el uso de otras fuentes de energía (Hofstad, *et al.*, 2009; FAO, 2010a). No obstante, en África Central se espera que el consumo continúe e incluso aumente (Marien, 2009), lo mismo en América Latina, donde los últimos años

ha habido un pequeño aumento, posiblemente a que el costo de fuentes alternativas de combustibles (gas natural, LPG) y subsidios son inalcanzables para la economía local (IEA, 2006). Con respecto al carbón, se espera que su consumo y producción continúen a la alza, debido a un aumento en la urbanización y crecimiento poblacional (May-Tobin, 2011; GIZ, 2015), lo que favorece su uso (Figura 1.3).

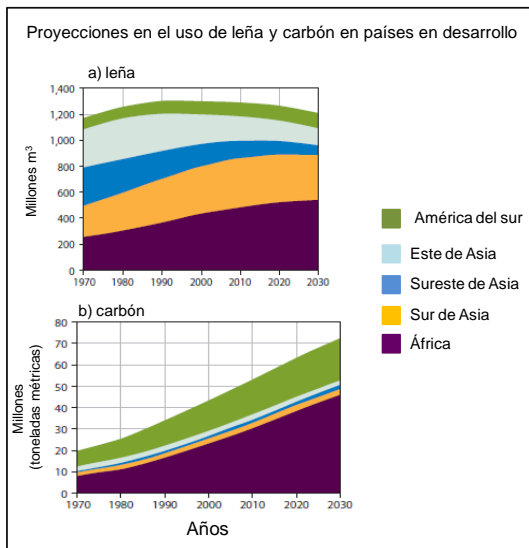


Figura 1.3 a) proyecciones de uso de leña en países en desarrollo. b) proyecciones del uso de carbón en países en desarrollo

Fuente: May-Tobin, 2011

Traducción: Autora

1.2.2 Factores que influyen en el uso de leña y carbón

Como se ha mencionado, la leña es la principal fuente de energía en países en desarrollo, debido a su fácil acceso y bajo costo. La producción de leña no necesita más que energía física para su recolección, y en ocasiones una sierra para su corte. Por otro lado, el carbón requiere de una mayor inversión para su producción, sin embargo, su costo sigue siendo menor en comparación con otros tipos de combustibles, como son los fósiles.

Los datos mundiales señalan que es en los países en desarrollo donde la mayor parte de la leña y carbón son utilizados, razón por la cual siempre se había establecido que el ingreso es uno de los factores principales que explica su uso (Ouedraogo, 2006;

Fontodji y Kokou, 2014). Al mismo tiempo, se observa que existe una tendencia a cambiar de fuente de combustible al pasar de zonas rurales a urbanas, donde se ve un decremento en el uso de estos combustibles (sobre todo de leña), debido, principalmente, a un incremento en los ingresos y cambio en el estilo de vida (Heltberg 2005; FAO, 2010a). Otro de los factores altamente mencionados en la bibliografía es el precio y el acceso a otras fuentes de energía (FAO, 2010a), sobre todo en áreas rurales.

Si bien es cierto que el ingreso per cápita y precio de los combustibles juega un papel importante en el uso y más precisamente en la elección de la leña como fuente de energía, la realidad es que no son los únicos factores que influyen en su elección. Diversos estudios han registrado otros factores como son el número de personas que habitan en la casa, así como la edad y el nivel educativo del jefe de familia influyen en la elección del tipo de combustible (Heltberg, 2005; Ouedraogo, 2006; Yonemitsua *et al.*, 2013; Fontodji y Kokou, 2014). Además, de factores culturales, hábitos culinarios y preferencias en el sabor de los alimentos son factores que podrían tener un efecto en la elección del combustible (p. ej. Heltberg, 2005; Ouedraogo, 2006).

Finalmente, se ha visto que cuando las personas deciden comenzar a cambiar el combustible que utilizan, este cambio no es total. En muchas ocasiones seguirán conservando los lugares para cocinar con leña o cocinaran ciertos alimentos con un combustible y otros con otro (Hertberg, 2005; Alem, *et al.*, 2013). Las razones de esto podrían ser una falta de costumbre en los nuevos combustibles, desconfianza, o hábitos culinarios y preferencias en el sabor.

1.2.3 Efectos de la extracción de la leña y producción del carbón

En el pasado se argumentaba que la colecta de leña era un factor que contribuía a la deforestación, sin embargo, la información recolectada por varios estudios ha comprobado que, la mayoría de las veces, la leña recolectada proviene de árboles caídos o muertos del bosque o incluso de otras zonas, como zonas agrícolas. De hecho, el principal factor que provoca la deforestación es la expansión de la frontera agrícola (May-Tobin, 2011; Hosuma, *et al.*, 2012), siendo la colecta de leña una actividad secundaria. La producción del carbón, por otro lado, proviene de recursos forestales, árboles vivos, lo que sí contribuye a la deforestación o degradación local (IEA, 2006). La producción de carbón, realizada de forma convencional o tradicional es bastante ineficiente, pues sólo el 20% de la masa inicial de la leña es convertida a carbón (FAO, 2010a), lo demás es liberado en forma de gases y humo negro. Los hornos modernos logran una eficiencia del 35% y evitan la contaminación local (FAO, 2010a, GIZ, 2015).

Si bien es cierto que la colecta de leña no es una causa de deforestación, si lo es de degradación, por lo menos en el continente africano (Hosuma, *et al.*, 2012). Un estudio en la República Democrática del Congo (Gond, *et al.*, 2016) constató que en 28 años se habían perdido el 30% de las reservas de carbono en las zonas de abastecimiento en leña para la ciudad de Kinshasa. De esta manera, las prácticas extractivas no sustentables, reducen la capacidad regenerativa de los bosques y por consecuencia los servicios ecosistémicos que aportan.

Un manejo sustentable en la extracción de la leña podría tener resultados distintos, sin embargo, otro factor debe tenerse en cuenta: la eficiencia en el uso de la leña y producción de carbón, así como los GEI que se producen en estos dos procesos.

Los estufas de tres piedras (Figura 1.4) u otras poco eficientes llevan a cabo un proceso conocido como combustión incompleta, que además de tener grandes efectos negativos para la salud, ocasionan que el carbón contenido en la biomasa vegetal sea liberado en forma de otros gases como son: metano, óxido nitroso, monóxido de carbono y otros GEI. De hecho, en el 2009, el uso de leña y carbón correspondió al 1.9 - 2.3% de las emisiones globales de CO₂ y al 3.5 - 4.3% de las emisiones pantropicales (Bailis, *et al.*, 2015).

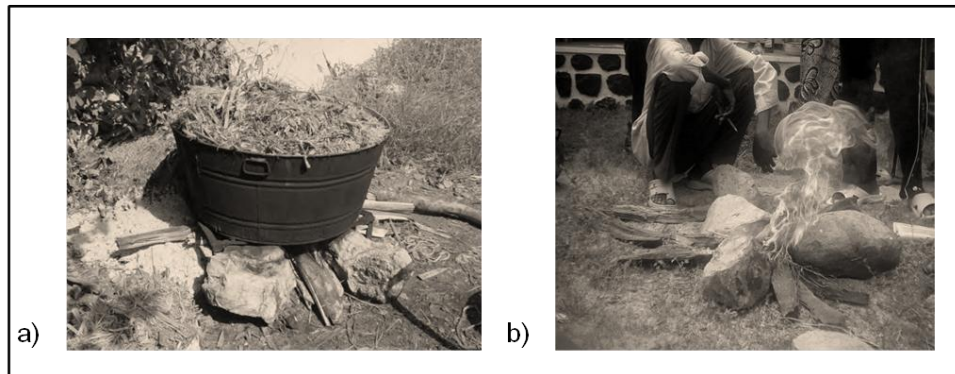


Figura 1.4 Estufas de tres piedras

Fuente: a) Quiroz *et al.*, 2012. b) ABIOGeT, 2007

La cantidad de gases de combustión incompleta liberados depende del tipo de tecnología utilizada (tabla 2.1), que en el caso de los estufas de tres piedras, ampliamente utilizados en los países en desarrollo, equivale entre el 10 al 20% del carbono liberado (FAO, 2010a). Bajo este contexto, existen proyecciones que establecen que el uso de combustibles fósiles podría reducir las emisiones netas de carbono (FAO, 2010a). Sin embargo, si se hace un uso sustentable y eficiente, las emisiones de carbono serán menores que aquellas proyectadas con el uso de combustibles fósiles (FAO, 2010a; Bailis, *et al.*, 2015).

Tabla 1.1 Tipo de estufas y su eficiencia y costo de producción

| Tipo de energía | Tipo de estufa | Eficiencia | Costo (dólares) | Durabilidad |
|-----------------|----------------|------------|--------------------|-------------|
| Leña | Tres piedras | 14% | Gratis | - |
| Leña | Lodo | 23% | 1.4 | 2 meses |
| Leña | Ladrillos | 29% | 33.2 | 5 años |
| Carbón | Tradicional | 17% | 1.7 | 3 años |
| Carbón | Mejorada | 45% | 8.0 | 3 años |
| Queroseno | Queroseno | 38% | 12.5 | 3 años |

Fuente: Smeets, *et al.*, 2012

Traducción: autora

1.3 Manejo de los bosques y uso eficiente de la leña para mitigar las concentraciones de CO₂ atmosférico.

El acuerdo de París 2015 llevado a cabo en la Cumbre Marco del Cambio Climático establece como objetivo el mantener una temperatura por debajo de 2°C de la era pre-industrial. Se debe encontrar un balance entre las emisiones antropogénicas de los GEI y aumentar las fuentes que podrían actuar como reservorios, antes de la segunda mitad de este siglo (IEA, 2016). Trabajar y desarrollar estrategias de mitigación que permitan aumentar los sumideros de carbono, reducir las emisiones causadas por la deforestación y degradación y el uso de energías que emitan menos CO₂ son necesarias. En los países en desarrollo, donde el uso de leña y carbón continuará siendo una constante, es necesario implementar estufas y hornos con nueva tecnología, es decir, que realicen una combustión casi completa de la leña y emitan menos GEI, permitiendo así que las prácticas de manejo sustentable cumplan con su objetivo.

1.3.1 Manejo sustentable de los bosques

Desde el 2007, Naburs y colaboradores propusieron tres estrategias principales para reducir las emisiones causadas por deforestación y degradación de los bosques y aumentar la absorción de los sumideros de carbono a través del sector forestal. A continuación se abordan y explican estas propuestas.

1. Mantener e incrementar el área forestal mundial a través de la reducción de la tasa de deforestación y degradación y procesos de aforestación y deforestación.

La tendencia mundial dice que la deforestación y degradación de los bosques va a la baja, sin embargo, a nivel regional, en los trópicos, la tendencia no es la misma y no se espera que se reduzca en los años venideros. Por esta razón, es de vital importancia implementar mayores esfuerzos en estas zonas para revertir la tendencia y reducir la proporción de bosques que se pierden anualmente.

La primera acción debe ser la implementación de planes de ordenamiento territorial que establezcan aquellas zonas de bosque natural que se deben conservar a todos los niveles (local, nacional, internacional). Por otro lado, la principal razón de la deforestación es la expansión de la agricultura (Hosuma, *et al.*, 2012), por lo que implementar sistemas agroforestales podría ayudar a cubrir la demanda actual, incrementando la productividad y la absorción de carbono; el uso de estos sistemas puede ayudar a reducir la presión en los bosques primarios y promover la conservación de suelos, así como de otros servicios ecosistémicos (Naburs, *et al.*, 2007). Por otro lado, acciones de reforestación o aforestación alrededor de zonas protegidas o zonas degradadas (alrededor de las ciudades) podrían ayudar a cubrir las necesidades de la población (tanto alimentarias como de energía), al tiempo que se crean zonas forestales

(Schure, *et al.*, 2010). En el caso de hacerse rotación de cultivos, podría hacerse un manejo de las zonas que se dejan descansar, sembrando árboles frutales o que se consideren útiles como biocombustibles (leña).

2. Manejo de los bosques actuales naturales y plantaciones para aumentar la densidad de carbón en ellas.

A través de esta estrategia se busca que en los bosques que se lleva a cabo un manejo y se extraen productos, se dejen los necesarios para minimizar la pérdida de materia orgánica y la pérdida, degradación y erosión del suelo. Por ejemplo, evitar los métodos de corte y quema en las zonas forestales, para evitar mayores emisiones de CO₂ (Naburs, *et al.*, 2007); plantar árboles después de la cosecha con el fin de ayudar en la regeneración de la zona y en el caso de ser posible, aumentar los tiempos de rotación de las zonas de cosecha, lo que ayudará a aumentar las reservas de carbono, así como la implementación de sistemas silviculturales (FAO, 2017a)

3. Aumentar las reservas de carbono fuera de los bosques al hacer uso de productos forestales madereros.

Como se vio en la figura 2.1, el tiempo que se almacena el carbón en los productos provenientes de los bosques, varía de días a siglos. De esta manera, el uso de productos forestales mantendría las reservas de carbono. Asimismo, el uso de leña y carbón, a pesar de almacenar el carbón por sólo algunos días (hasta su utilización o conversión), representa grandes beneficios (económicos, sociales y ambientales) al reemplazar el uso de combustibles fósiles (Naburs, *et al.*, 2007; FAO, 2010a).

1.3.2 Uso y producción eficiente de leña y carbón

El uso de hornos para producir carbón y estufas que realicen una combustión más eficiente (casi completa), donde la transferencia de calor sea igualmente más eficiente, sean más seguras, durables y tengan en cuenta las necesidades locales son necesarios (FAO, 2010a; Smeets *et al.*, 2012; GIZ, 2015). De no ser así, cualquier manejo de los bosques será obsoleto y el uso de la leña y carbón para reemplazar los combustibles fósiles no ayudará en la reducción de los GEI.

En el caso de la producción de carbón, la eficiencia en su producción es afectada por el tipo de horno, la humedad contenida en la leña, las especies utilizadas, el arreglo de la leña dentro del horno y las habilidades del productor (GIZ, 2015). De esta manera, mejorar la eficiencia puede perfeccionarse desde diferentes puntos. Uno de ellos es la elección de especies más eficientes (Schure, *et al.*, 2010), con mayor capacidad calorífica, siempre y cuando provengan de bosques que posean un plan de manejo sustentable. Asimismo, existen diferentes tipos de hornos: de tierra, de metal, de mampostería y giratorios (Figura 1.5). Actualmente, el horno más usado es un tipo de horno de tierra llamado Casamance, donde se ha añadido una chimenea central lo que mejora la eficiencia (FAO, 1983, GIZ, 2015) hasta un 25%, mientras que los convencionales tienen una eficiencia entre el 8 al 14%. La mayor eficiencia se adquiere a través de los hornos giratorios (33% o hasta 45%), en los que la emisión de gases tóxicos se reduce hasta un 70%, evitando la emisión de metano (CH₄); sin embargo, este tipo de hornos son estacionarios, requieren de conocimientos específicos y su costo es extremadamente alto (Smeets *et al.*, 2012; GIZ, 2015).

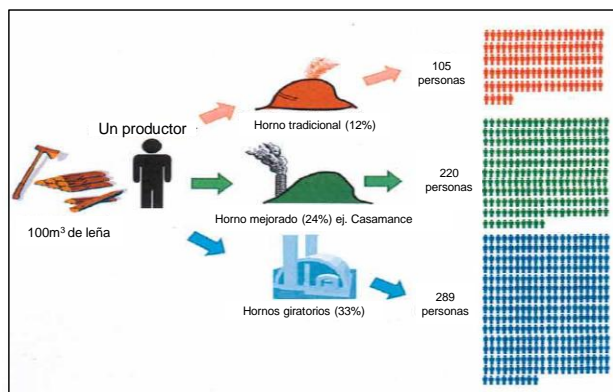


Figura 1.5 Tecnologías y eficiencia en la producción de carbón

Fuente: GIZ, 2015

Traducción: Autora

En el caso de las estufas, el uso de estufas mejoradas puede erradicar dos problemas altamente importantes: por un lado reducir la contaminación del aire al realizarse una mejor combustión y por otro reducir la cantidad de leña empleada. Hay una gran gama de estufas, desde aquellas que son un poco más eficientes que las de tres piedras, hasta aquellas donde se reduce la pérdida de calor, incrementado la eficiencia y haciendo una combustión casi completa (tabla 1.1) (Lambe, *et al.*, 2015).

El uso de tecnologías más especializadas que permiten una combustión completa o casi completa elevan los costos de producción, sin embargo, este no parece ser el único factor que impide la adopción de estufas mejoradas por parte de las personas. En muchos casos, los factores culturales pueden tener gran impacto sobre su adopción o no (GIZ 2015; Lambe *et al.*, 2015).

Como podemos constatar la tecnología para hacer uso de este tipo de dendrocomustible de forma eficiente se encuentra disponible. Sin embargo, al tratarse de un energía de acceso libre (no hay costo en el corte de los árboles), la adopción de hornos o estufas mejorados es complicado. El costo aproximado de un horno de metal para producir carbón es de 1,200 dólares, además de necesitar capacitación para su uso, contra los hornos de tierra que no presentan costo alguno (GIZ, 2015); por su

parte, las estufas pueden tener costos de hasta 33 dólares versus las estufas de tres piedras completamente gratis (Tabla 2.1) (Smeets *et al.*, 2012).

De esta manera, es necesario trabajar en conjunto con las comunidades, ahondar más en las necesidades locales y hacer las adecuaciones necesarias para que cumplan con los requerimientos que éstas necesitan, con el fin de satisfacer las necesidades culturales y sociales. Además de capacitar a las personas sobre su manejo y uso, con el fin de obtener los mejores beneficios. Programas y financiamientos que permitan hacer accesible la tecnología, así como hacer visible y tangibles sus beneficios (económicos, ambientales, de salud) son imprescindibles para mejorar su aceptación.

CAPÍTULO 2

La industria de la leña y el carbón, ¿una medida para luchar contra la pobreza?

La industria de la leña y el carbón (ILC) no sólo abastece de leña a las zonas rurales a través de la auto-colecta, también abastece centros urbanos e industrias pequeñas como panaderías, restaurantes, carnicerías, constructoras de ladrillos, fábricas de acero, entre otras. Es así como se crean millones de empleos a lo largo de toda la cadena productiva. Lamentablemente, existe poco conocimiento sobre la dinámica y la cantidad de empleos que genera anualmente, quedando en una industria informal y sin reconocimiento en las políticas públicas de los países. Dentro de este capítulo hablaremos sobre su funcionamiento, las personas involucradas, su aportación al sustento diario de las personas, la sustentabilidad de la industria y su función para la lucha contra la pobreza.

2.1 Un vistazo a la industria de la leña y el carbón

La ILC abastece a más del 52% de la población mundial de un recurso vital y de uso diario (IEA, 2006; FAO, 2010a). Esta industria, a veces incomprendida y no tomada en cuenta en las políticas públicas de los países, es la principal fuente de energía -en algunas zonas del planeta equivale al 80% del consumo energético doméstico total y un recurso vital para la seguridad alimentaria de millones de familias (Marien, 2009).

Según Kaplinsky y Morris (2000 p4) una cadena productiva es:

"toda la gama de actividades que son requeridas para llevar un producto o servicio desde su concepción, a través de las diferentes etapas de producción (incluyendo la combinación de transformaciones físicas, así como otros productos necesarios), hasta la entrega final a los consumidores y la disposición final después de su uso."

En este caso específico, la cadena de producción de la leña y carbón hace referencia a todos los procesos y personas involucradas desde su colecta (corte de los árboles, el secado, transformación/carbonización), transporte hacia mercados o depósitos, para su comercio y venta a consumidores (Figura 2.1). Según Schure *et al.*, (2009), el sector de la leña puede estudiarse en diferentes procesos dentro de la cadena productiva:

- La fuente de suministro, donde encontramos a los productores
- Distribución de la leña llevada a cabo por transportadores o comerciantes
- Los flujos de leña que entran a la ciudad
- Los mercados o bodegas donde la leña es vendida a los consumidores.

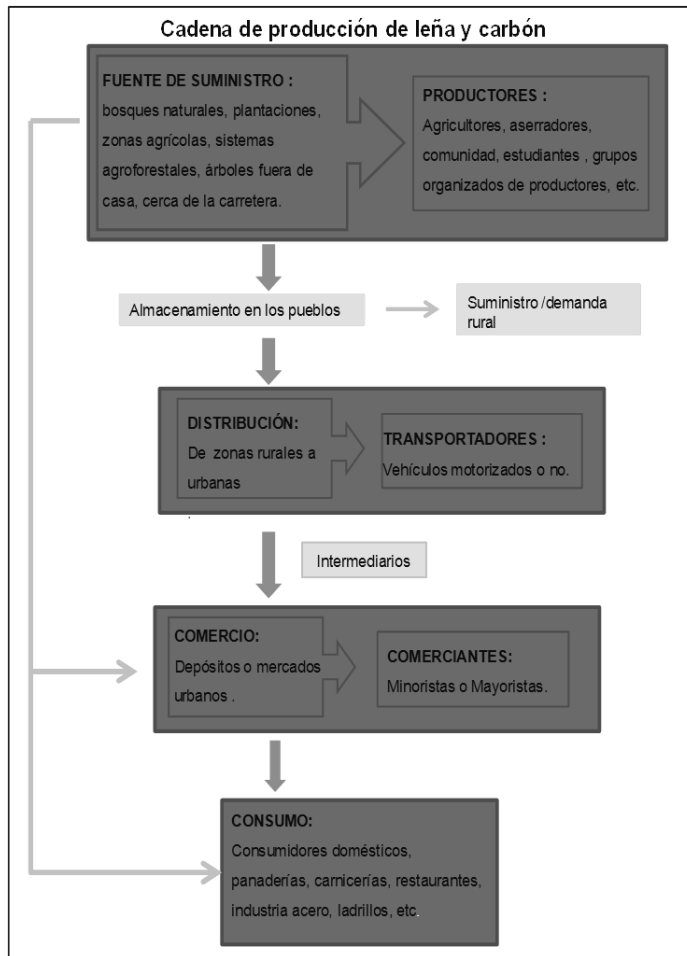


Figura 2.1 La figura muestra la dinámica de la cadena de producción de la leña y el carbón. Las flechas muestran las relaciones entre cada uno de los actores.

Fuente: modificada de Schure *et al.*, 2014

Traducción: Autora

2.1.1 Eslabones de la cadena de producción y sus actores principales

Para su estudio, comprensión y análisis, las cadenas productivas se han dividido en los procesos que las comprenden. A continuación se describe cada uno de estos procesos (Figura 2.1).

En la fuente de suministro están los productores. Estos aseguran la disponibilidad del recurso, al encargarse de recolectar la leña. Estos pueden ser leñadores o agricultores de la zona de colecta, así como cazadores, eléctricos, conductores de taxi, choferes o estudiantes que recolectan la leña de manera ocasional. Es en este eslabón o proceso que la leña es colectada de bosques naturales, árboles que se encuentran dentro de las zonas agrícolas, plantaciones

dendroenergéticas, sistemas agroforestales o árboles cerca de casa. En el caso del carbón, es en esta etapa que también se lleva a cabo el proceso de transformación, la carbonización. En este caso pueden ser los mismos productores quienes lleven a cabo el proceso o personas especializadas (Simo-Tamo y Schure, 2010, CIFOR, 2013; Schure, *et al.*, 2014).

En el proceso de distribución son los transportadores que se encargan de la transferencia entre las comunidades y la ciudad o el punto de venta. Los transportadores son todas las personas que utilizan algún medio de transporte para llevar la leña de un lugar a otro. El transporte se hace a través de medios no motorizados (animales, bicicletas o transportándolo en la cabeza) y motorizados (motocicletas, coches y camiones). La razón de usar uno u otro medio depende de la distancia a recorrer, la cantidad a transportar y la capacidad económica (Simo-Tamo y Schure, 2010, CIFOR, 2013; Schure, *et al.*, 2014)

El comercio puede hacerse mediante minoristas o mayoristas. Los mayoristas pueden tener su propio transporte o no y son aquellos que se encuentran en los mercados o depósitos de leña y carbón donde se vende en grandes cantidades, ya sea al consumidor o a los minoristas. Los minoristas, por su parte, lo venden en pequeñas cantidades directamente al consumidor.

Finalmente en el consumo, están las personas que hacen un consumo doméstico para satisfacer las necesidades de cocinar o generar calor y las pequeñas industrias como panaderías, restaurantes, fabricas de aluminio o ladrillos, etc. (Simo-Tamo y Schure, 2010, CIFOR, 2013; Schure, *et al.*, 2014).

2.2 Importancia socioeconómica de la industria de la leña y carbón

La ILC es una industria principalmente informal, por lo que contar con datos oficiales de los países es complicado. Los datos obtenidos en este trabajo son de investigaciones realizadas a nivel regional o local que permite tener una idea de lo que pasa a nivel regional y así tener una perspectiva global. El creciente interés en este tema ha permitido conocer y comprender la importancia de la industria, principalmente en los países en desarrollo. Sin embargo, en las últimas décadas también ha adquirido importancia en los países desarrollados

Varios estudios han mostrado la importancia de los bosques como fuentes de alimento, recursos e ingresos. En un estudio alrededor de 24 ciudades rurales en países en desarrollo (Belice, Guatemala, Ecuador, Perú, Bolivia, Brasil, Senegal, Ghana, Burkina Faso, Nigeria, Camerún, República Democrática del Congo, Uganda, Zambia, Mozambique, Malawi, Etiopía, Pakistán, India, Nepal, China, Vietnam, Cambodia, Indonesia) realizado por la red de pobreza ambiental (PEN, por sus siglas en inglés) se observa que el 20% de los ingresos familiares provienen del bosque. El 60% de este ingreso es de subsistencia y corresponde a la leña (Angelsen, *et al.*, 2011), ejemplos como estos los podemos encontrar en muchas zonas del planeta (p. ej. Wunder, 2001; Vedeld *et al.*, 2007; Schakleton, *et al.*, 2007; Babulo, *et al.*, 2008).

Si bien la leña es importante en términos de seguridad alimentaria y para generar calor, también es una fuente de ingresos para muchas familias, creando una gran cantidad de empleos a lo largo de toda la cadena productiva. De hecho, se estima que a lo largo de la cadena se necesitan cinco veces más personas que en la industria de la madera (Domac, 2002).

En toda el África Subsahariana esta industria genera alrededor de 13 millones de empleos (Openshaw, 2010) con grandes ganancias; por ejemplo, en Camerún, la industria genera una ganancia de 312 millones de USD al año (Atyi, *et al.*, 2016), mientras que en Malawi, el 2% de la población trabajadora se encuentra involucrada en la industria, siendo la industria energética creadora de más empleos del país (Openshaw, 2010). En América Latina, en México, el mercado generó una ganancia de hasta 300 millones de USD, creando hasta 240,000 empleos permanentes, lo que corresponde a 60 millones de jornales por año (FAO, 2001); en Brasil, generó más de mil millones de USD (IBGE 2009, citado en FAO, 2010b) y entre 200,000 a 300.000 empleos (de Carvalho Macedo, 2002, citado en Domac, 2002). Finalmente, en Asia se estimó un valor del mercado de 29 mil millones de USD (FAO, 1996 citado en Trossero, 2002); Indonesia generó entre 9 a 12 millones de USD en sólo una de las 60 provincias de esta región (Remedio, 2002). Así, a nivel mundial la industria es importante en términos socioeconómicos y las tendencias que se prevén en su uso confirman que su importancia continuará.

En las siguientes tablas se observa el ingreso estimado (tabla 2.1) y la cantidad de mano de obra utilizada (tabla 2.2) para la producción informal de los dendrocombustibles y el carbón en el 2011. Se estima que casi un 13% de la población mundial se encuentra involucrada en esta industria (FAO, 2014).

Tabla 2.1 Ingreso estimado por la producción informal de dendrocombustibles y carbón en el 2011

| Región | Ingreso (millones de dólares a los precios del 2011) | |
|----------------------------|--|--------|
| | Dendrocombustibles | Carbón |
| África | 3,705 | 10,585 |
| Asia y Oceanía | 4,446 | 5,403 |
| América Latina y el Caribe | 3,909 | 5,067 |
| Mundo | 12,060 | 21,055 |

Fuente: FAO, 2014

Traducción: Autora

Tabla 2.2 Estimación de la mano de obra para producir dendrocombustibles y carbón en el 2011

| Región | Mano de obra estimada para producir dendrocombustibles y carbón (millones de horas equivalentes a trabajo de tiempo completo) | | | | | Contribución al empleo (%) |
|----------------------------|---|--------|--------------------|--------|-------|----------------------------|
| | Uso urbano | | Uso rural | | Total | |
| | Dendrocombustibles | Carbón | Dendrocombustibles | Carbón | | |
| África | 4.9 | 11.2 | 26.2 | 2.9 | 45.3 | 4.6 |
| Asia y Oceanía | 7.1 | 2.6 | 42.6 | 1.7 | 54.0 | 0.6 |
| América Latina y el Caribe | 6.3 | 2.3 | 5.7 | 1.8 | 16.0 | 3.6 |
| Total | 18.3 | 16.1 | 74.5 | 6.4 | 115.3 | 1.2 |

Fuente: FAO, 2014

Traducción: Autora

2.2.1 La industria como una herramienta para luchar contra la pobreza

Los beneficios socioeconómicos se miden generalmente a través de índices económicos: número de empleos generados o ganancia monetaria para el país y para las personas (Tabla 2.1 y tabla 2.2). Sin embargo, hay aspectos de igual importancia que deben contemplarse para medir realmente los beneficios a nivel social (Madlener y Myles, 2000). Según Mandlener y Myles (2000) los impactos socioeconómicos son diversos y difieren de las condiciones iniciales de la comunidad, así como de los materiales y la tecnología que se emplea. Un aumento en el nivel de vida va más allá de mayores ingresos económicos; deben evaluarse aspectos ambientales, de salud y educación; además de que se propicien cohesión social, desarrollo regional y diversificación en las actividades rurales.

Siguiendo esta línea, la FAO (2014) define que los beneficios socioeconómicos de los bosques son cuando

"las necesidades humanas básicas y mejoras en la calidad de vida (necesidades más allá de las básicas) son satisfechas por el consumo de los bienes y servicios de los bosques y árboles o que son satisfechos indirectamente por el ingreso o empleo otorgado a través del sector forestal"

A lo largo del presente trabajo se ha visto que el uso de leña se asocia a un nivel socioeconómico bajo, de hecho es comúnmente llamado el "combustible de los pobres". La pobreza, según el Banco Mundial (2001, citado en Suderline, *et al.*, 2005) es la carencia acentuada de bienestar relacionado con el ingreso o consumo de algún

material que se ve reflejado en bajos niveles de educación, salud y alta vulnerabilidad a riesgos naturales.

De esta manera, en varios artículos (p. ej. Suderline, *et al.*, 2005; Schakleton, *et al.*, 2007; Paumagarte y Schakleton, 2009; Yemiru, *et al.*, 2010; Schure, *et al.*, 2014) se ha hablado del uso y producción de leña (cadena productiva) como un medio para luchar contra la pobreza, es decir, para aumentar el bienestar social, salud y ambiental. Así, el uso de los recursos forestales podría servir para luchar contra la pobreza de dos maneras, que podrían parecer iguales, pero que tienen diferencias importantes con respecto a las mejoras en la calidad de vida. Por una parte puede ayudar a mitigar la pobreza y por otra eliminarla.

Sunderline y colaboradores (2005 p. 1386) establecieron las diferencias entre estos dos aspectos. Mitigación de pobreza es

"el uso de los recursos forestales para cubrir las necesidades básicas de subsistencia, para satisfacer una necesidad en caso de emergencia, para cubrir un gasto no contemplado o cuando contribuye a cubrir los gastos que las actividades económicas comunes no alcanzan a cubrir; ayuda a mantener un nivel de pobreza, es decir a mitigar los efectos de ésta"

y eliminar la pobreza es el

"uso de los recursos del bosque para ayudar a sacar a la gente de la pobreza al ser un recurso que permite ahorrar, invertir en otros aspectos de la vida y de esta manera aumentar los ingresos y bienestar social".

En la literatura se encuentran estudios con resultados contrastantes. En la República Democrática del Congo, África, se observó que la producción del carbón puede ayudar a eliminar la pobreza, pues el dinero adquirido es invertido en otras actividades como agricultura, ganado, pesca o comercio, incluso entre las personas más pobres de la comunidad (Schure, *et al.*, 2014). En Uganda, por otro lado, se reportó que el comercio del carbón no se da entre las comunidades más pobres, pero tampoco ayuda a eliminar la pobreza entre aquellas que realizan la actividad. Ayuda, simplemente, a cubrir la falta de ingreso al haber alguna deficiencia (Khundi, *et al.*, 2011), es decir, mitiga los efectos de la pobreza, pero los involucrados mantienen un mismo nivel de vida.

Asimismo, se ve una tendencia de que en los hogares con menores ingresos se tendrán menores beneficios que aquellos hogares con mayores ingresos. Son los hogares de menores ingresos los que dependen más de los bosques y sus recursos para el uso doméstico, así como para su comercialización. El bosque y el uso de sus productos les ayuda a mitigar los efectos de la pobreza (Angelsen y Wunder, 2003; Arnold, *et al.*, 2006; Paumagarte y Schakleton 2009; Schure, *et al.*, 2014; Ndegwa, *et al.*, 2016).

En realidad, la extracción de leña y la producción del carbón son actividades que requieren poco o casi nada de entrenamiento formal y las herramientas para realizarlo son nulas o en la mayoría de los casos inadecuadas, lo que hace que sea una actividad atractiva para las personas que viven en zonas rurales, pero que por lo mismo no les permite acceder a mejores ingresos. Además, el conocimiento que se tiene sobre el manejo de estos recursos y su comercialización es rudimentario (Openshaw, 2010), lo

que favorece que se trate de una actividad de subsistencia, que sólo mitiga la pobreza y permite mantener un mismo nivel de vida (Angelsen y Wunder, 2003).

2.3 Estrategias para lograr una reducción de la pobreza

En el 2007, Suderline propuso cuatro medidas que podrían ayudar a usar los bosques, por parte de las comunidades, como una vía para luchar contra la pobreza y conservarlos al mismo tiempo. Estas medidas son:

- Otorgarles la tenencia de las tierras a las comunidades indígenas o rurales
- Asistirlos y capacitarlos en el comercio de los bienes (comprender el mercado de los productos)
- Implementar un manejo comunitario de los bosques
- Establecer pagos de servicios ambientales

Las tres primeras estrategias son importantes en el caso de la ILC. De hecho, la primera estrategia es vital, ya que tener la propiedad de algo ocasiona que el uso que se le dé sea diferente, incrementa su valor. No obstante, a pesar de la importancia de esta estrategia por sí sola no otorga un gran beneficio a los nuevos dueños de las tierras (Pacheco, 2013).

Por la razón antes mencionada, la segunda estrategia (asistirlos y capacitarlos en el comercio de los bienes) es igualmente importante, debido a que la falta de capacitación de los actores, para interactuar a lo largo de la cadena productiva (intermediarios y empresas) y la evolución de los mismos mercados tienen grandes implicaciones en los beneficios que las comunidades pueden obtener (Pacheco, 2013). Tener el acceso al mercado, poder y capacidad de negociación, así como conocimiento

de las dinámicas mercantiles son factores importantes que pueden determinar el éxito o beneficio de comercializar este tipo de productos (Pacheco, 2013).

La tercera estrategia (implementar un manejo comunitario de los bosques) permitirá a las personas involucradas en la cadena productiva conocer el manejo de la zona productiva, la división de tareas y así sacar el mejor rendimiento del producto y una autonomía en el manejo de los bienes. En este punto es importante que la forma de vivir y toma decisiones de la localidad sean tomadas en cuenta, de hecho, la cosecha y producción de la leña y carbón es un factor menor. El manejo debe verse como una noción general donde se establezca el objetivo general y específicos (ESMAP, 2001). El fin es obtener beneficios de un manejo sustentable y así atender una demanda creciente y constate.

2.3.1 Acciones en cada eslabón

Hoy en día la cadena productiva de la ILC no es una industria sustentable, principalmente porque hay un desconocimiento sobre su funcionamiento y dinámica tanto a nivel local, nacional, como internacional. Es una industria informal a la que no se le ha dado la importancia que requiere. Carneiro de Miranda y colaboradores (2012) señalan que los problemas de sustentabilidad a lo largo de la cadena radican en:

- Una falta de organización a lo largo de toda la cadena,
- Desconocimiento de la dinámica de suministro/demanda,
- Desconocimiento de las personas involucradas sobre técnicas y herramientas para llevar a cabo una cosecha-comercio-manejo sustentable de los recursos y de la industria entera,
- Inequidad a lo largo de la misma cadena productiva,

- Falta de gobernanza e
- Ineficiencia en todos los niveles (producción, transporte, consumo).

Con el creciente interés en el uso de los bosques para mitigar las concentraciones de GEI, así como para luchar contra la pobreza y regresar la soberanía de los bosques a sus habitantes, se han realizado distintas iniciativas en diferentes regiones del planeta. En el 2012, Carneiro de Miranda y colaboradores hicieron un recuento de estas estrategias en África y América Latina, señalando sus éxitos y áreas de oportunidad. En el África Subsahariana existen dos enfoques: manejo comunitario de los recursos y los lotes privados de madera, en América Latina han funcionado como asociaciones de reemplazo forestal (FRA, por sus siglas en inglés).

El análisis realizado muestra que en los tres enfoques hay algo recurrente que impide el éxito de las estrategias a largo plazo.

- 1) La falta de reformas políticas y creación de políticas públicas que permita crear consciencia a todos los niveles sobre la importancia de la ILC.
- 2) La falta de capacitación de las personas para continuar en el mercado después de que el apoyo internacional inicial sea retirado, que como se ha mencionada es importante para la obtención real de un beneficio, aunado a la falta de interés del gobierno o continuidad de los planes al cambiar de gobierno, para seguir con los planes.

Con estos resultados podemos percatarnos que uno de los aspectos más importantes que debe buscarse antes de cualquier manejo, iniciativa o propuesta es el reconocimiento de las autoridades nacionales del valor económico y energético de la ILC, así como el valor ambiental y climático de utilizar dendrocombustibles como

fuentes renovables de energía para restaurar ambientes degradados y contribuir a la conservación (Schure, *et al.*, 2014). Actualmente, el bajo precio del producto no crea un incentivo en los productores para invertir en la calidad y sustentabilidad de su producción, lo que también lleva a una inequidad a lo largo de la cadena productiva (Carneiro de Miranda, *et al.*, 2012; Schure, *et al.*, 2014).

Al tratarse de una cadena productiva, dónde encontramos actores provenientes de contextos diferentes y diversas necesidades, las acciones en cada nivel deben ser diferentes, abarcando esa diversidad y abordándose de manera diferente y puntual.

Así, es claro que el reconocimiento de la ILC como una fuente importante de empleo es necesario. Formalizarla ayudará a que se creen relaciones justas y se fomente un manejo sustentable. Carneiro de Miranda, *et al.*, (2012) y Schure, *et al.*, (2014) propusieron estrategias que podrían implementarse en cada uno de los eslabones de la cadena productiva. La tabla 2.3 expone las diferencias entre la situación tradicional de la ILC y las diferencias que deberían presentarse al implementarse los conocimientos actuales en tecnología y manejo de bosques. Se muestra, además el eslabón de la cadena productiva a la que corresponde cada uno de los aspectos mencionados.

Tabla 2.3 Pasos para optimizar la industria de la leña y el carbón

| | Tradicional | Mejorado | Moderno | Eslabón en la cadena productiva |
|------------------------------|--------------------|----------------------|--------------------|--|
| Planeación de energía | Ninguna | Suministro y demanda | Integrado | Políticas públicas |
| Tipo de energía | Termal | Termal | Termal y eléctrica | Políticas Públicas |
| Manejo forestal | Libre acceso | Sustentable | Certificado | Producción |

Tabla 2.3 Pasos para optimizar la industria de la leña y el carbón (continuación)

| | Tradicional | Mejorado | Moderno | Eslabón en la cadena productiva |
|-------------------|---|---|---|--|
| Conversión | Hornos convencionales Eficiencia: 8-12% | Hornos mejorados Eficiencia: 18-25% | Hornos súper eficientes. Eficiencia: >30% | Producción |
| Mercado | Sin regulación | Semi-organizado | Organizado, contrataciones, | Producción, Transporte y Comercio |
| Consumo | Estufas tradicionales Eficiencia 5-15% Alta emisión CO ₂ | Estufas mejoradas Eficiencia 20-30% Media emisión CO ₂ | Estufa gasificadora Eficiencia: 25-35% Baja emisión CO ₂ | Demanda |

Fuente: Modificada de Carneiro de Miranda, *et al* (2012) y Schure, *et al.*, (2014)

A través de esto podemos ver que para mejorar o modernizar la ILC es necesario comprender el suministro/demanda de la cadena, las necesidades de productores y consumidores con el fin de generar políticas públicas que permitan abarcar el problema eficazmente. Hacer uso de herramientas como WISDOM (cartografía integrada de la guía de la oferta y la demanda de combustibles leñosos) que permiten identificar áreas importantes que presentan excedentes y déficits de residuos agrícolas, agroforestales y forestales y patrones de consumo de leña podría ayudar a establecer prioridades en el proceso de toma decisiones para hacer un uso sustentable de la leña (FAO, 2012). No obstante, para hacer uso de esta herramienta, la creación de bases de datos regionales y/o locales fiables es necesaria.

Una vez obtenida esta información es posible comenzar a establecer planes de manejo comunitario sustentable, que como vimos anteriormente tiene que tener en

cuenta las tradiciones culturales de las personas involucradas. La aceptación y participación de las comunidades es lo principal en esta fase.

Finalmente el uso de tecnología es trascendente, ya que como se mencionó en el capítulo 1 sección 1.3.2, sin el uso de esta tecnología la sustentabilidad de la ILC queda anulada. Aún cuando pudiera seguir contribuyendo a la generación de empleo y mejorar el ingreso familiar, los efectos dañinos, tanto para la salud local de los consumidores, como a nivel global -emisiones de GEI- serían sobrepasados, haciéndola una industria no sustentable.

El objetivo final del manejo sustentable de los bosques es aprender a vivir armoniosamente con ellos. Obtener sus beneficios sin tener que degradarlos y acabar con ellos. De esta manera, la obtención de leña y producción de carbón con el fin de cubrir una necesidad básica y de subsistencia, así como generar beneficios a través de su comercialización es sólo el inicio para aprender a usar los bosques de manera sustentable (Angelsen y Wunder, 2003). Es el inicio para aprender también a obtener otros productos de la misma manera, por ejemplo producción de miel, de resinas o plantas que sirvan para artesanías, construcción o en el área de la biomedicina, etc. y contribuir así a aumentar el bienestar de la comunidad.

La ILC puede ser una vía para luchar contra la pobreza si las personas involucradas en ella son capacitadas y se muestra otros beneficios que pueden surgir de un manejo sustentable de los bosques donde viven. Beneficios que mejoraran la calidad de vida de la población, aumenten la cohesión social y diversificación de las actividades dentro de las comunidades, reconociendo su importancia y rol en el cuidado de los ecosistemas.

CAPÍTULO 3

Uso de la leña en los bosques tropicales secos

Las tierras secas representan casi la mitad de la superficie terrestre y albergan a más de dos mil millones de personas, de las cuales el 90% vive en países en desarrollo y depende de estos ecosistemas para su sobrevivencia (FAO, 2016b). Dentro de estas tierras encontramos a los bosques tropicales secos, ecosistemas poco conocidos, pero de gran importancia para las personas que en ellos viven. Estos bosques son el sustento, pero también el medio para combatir las inclemencias del clima presentes en estas tierras. La gran variabilidad climática y la falta de un manejo sustentable, así como el poco conocimiento que se tiene sobre ellos ponen en riesgo el ecosistema, los servicios que proporcionan y a las personas que ahí viven. La leña, dentro de estas zonas, es la principal y, a veces, la única fuente de energía. Hacer un uso sustentable de ella podría significar crear estrategias para mitigar la variabilidad del clima, fomentar el uso de energía de manera sustentable y mitigar la pobreza que se vive.

3.1 Los bosques tropicales secos

Los bosques tropicales secos presentan una temperatura media anual superior a los 17°C, con una precipitación media anual entre 250 - 2000 mm. La mayoría de los ecosistemas forestales que se distribuyen dentro de estas características climáticas se encuentran en zonas semidesérticas o sabanas y bosques húmedos (Murphy y Lugo, 1986)

La FAO (2001b) define un bosque tropical seco como aquel que presenta

"clima tropical con lluvias en verano y periodos de sequía de entre 5 a 8 meses. La precipitación promedio anual es entre 500 a 1500 mm. Se distribuye a ambos lados del ecuador, entre los grados 15 a 20."

Los bosques tropicales secos abarcan poco más de mil millones de hectáreas y más de la mitad de éstos se encuentran en la zona sub-húmeda (Figura 4.1). La mayoría se localizan en América del Sur, el África Subsahariana y al noreste de India. Además, se considera que hay grandes concentraciones en el sureste Asiático, al norte de Australia, en América Central y el Caribe (Blackie, 2014) (Figura 4.2). Estos bosques reciben diferentes nombres en cada zona del planeta; por ejemplo, en África encontramos los bosques de miombo, los bosques sudaneses y la sabana, en México encontramos la selva baja o mediana, en América del Sur reciben el nombre de caatinga y el chao, y en Asia son los bosques secos deciduos de dipterocarpaceas (FAO, 2001b).

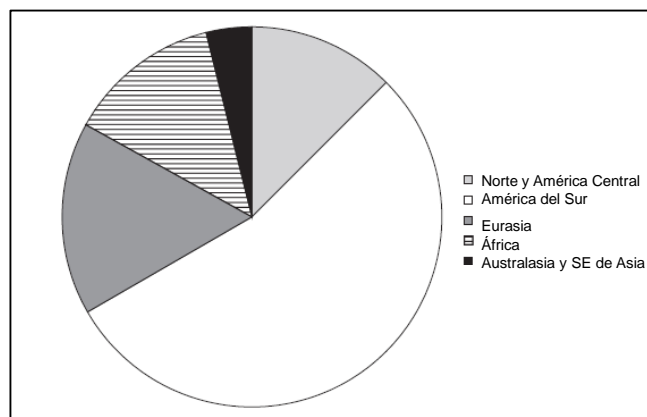


Figura 3.1 Distribución de los bosques tropicales secos según las regiones geográficas en el 2000

Fuente: Miles, *et al.*, 2006

Traducción: Autora

Por otro lado, fuera de los macizos forestales encontramos también árboles de gran importancia para la población humana. Se ha calculado que hay aproximadamente 14 mil millones de árboles fuera de los bosques. La mayoría de estos se encuentran en los pastizales o en las zonas agrícolas. De hecho, más de la mitad de la tierra en la zona sub-húmeda que presenta árboles y no es considerada como bosque se clasifica como zona agrícola, donde los árboles forman parte de sistemas agroforestales y silvopastoriles (FAO, 2016b).

Los bosques y aquellos árboles fuera de éstos son invaluable, pues protegen el suelo, los cultivos y a los animales del sol y viento; proporcionan sombra y humedad, son el hogar de cientos de animales y polinizadores, reducen la pérdida de agua, la erosión e inundaciones (FAO, 2016b). Además, proporcionan una serie de productos indispensables para las personas, como frutas, fibras, forraje, combustible (leña y carbón) y en ocasiones pueden ayudar a incrementar la productividad de la zona. Estos productos en muchas ocasiones son comercializados y funcionan como fuente de ingreso para un gran número de familias (FAO, 2016b). Aunado a esto, poseen una gran variedad de especies endémicas y completamente adaptadas a la variabilidad climática e inestabilidad ecosistémica. Estas especies son particularmente importantes, debido a su resiliencia y capacidad adaptativa, sobre todo ahora, que enfrentamos cambios en el clima (ONU, 2011), de los cuales desconocemos las consecuencias y capacidad adaptativa de las especies.

Según los análisis de Miles y colaboradores (2006), sólo el 3.3% de toda el área de bosque tropical seco no presenta ninguna amenaza. Esto quiere decir, que en todas las regiones del planeta con presencia de este ecosistema se presenta alguna de las siguientes amenazas

1. Disminución de las precipitaciones: aumentando del déficit hídrico.
2. Aumento en la fragmentación del bosque: Disminuyendo la integridad espacial del ecosistema.
3. Aumento en la frecuencia de incendios: lo que impide la regeneración de la vegetación.
4. Expansión de la frontera agrícola: Contribuyendo a la fragmentación, deforestación y degradación de los suelos, si no existe un manejo adecuado
5. Aumento en la población humana: Aumento en la densidad poblacional, que ejerce una mayor presión sobre el ecosistema

Así, se muestra que más del 95% de los bosques tropicales secos se encuentran amenazados por una o dos de las categorías descritas con anterioridad (Miles, *et al.*, 2006) (Figura 3.2).

Entender la manera en que funcionan estos ecosistemas, es de vital importancia para poder implementar medidas de mitigación y protección que permitan su conservación .

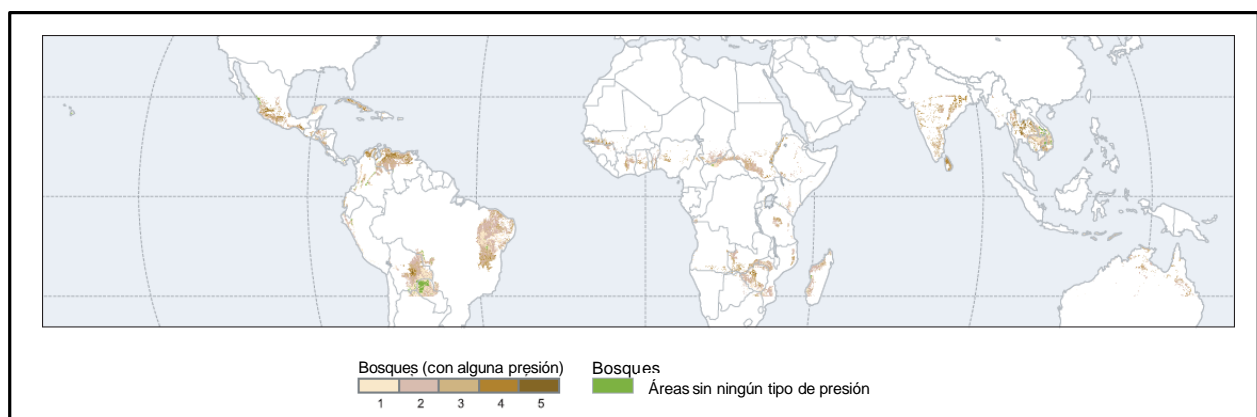


Figura 3.2 Distribución global de los bosques tropicales secos. Se muestran las amenazas que presentan

Fuente: Miles, *et al.*, 2006. Traducción: Autora.

3.2 Importancia socioeconómica y ambiental de los bosques tropicales secos

De las dos mil millones de personas que encontramos en las zonas secas, 90% viven en países en desarrollo y pertenecen a grupos marginados (FAO, 2016b). Cerca de mil millones de personas que habitan en estos ecosistemas son consideradas de las más pobres, es decir, depende directamente de los bosques para sobrevivir (ONU, 2011; Han Van y Bose, 2015). De esta manera, estas áreas son muy importantes y representan grandes retos para el desarrollo económico global. Al encontrarse en zonas alejadas carecen de una buena infraestructura económica, falta de servicios de salud, sanitarios, educativos, etc., lo que ha llevado a que se presenten los más bajos ingresos económicos per cápita, que haya una falta de seguridad alimentaria, grandes tasas de malnutrición, baja esperanza de vida y alta mortalidad infantil (Han Van y Bose, 2015).

El manejo no sustentable de la tierra y el agua, así como los impactos debido al aumento de la temperatura global han llevado a que el 10% de las tierras secas se encuentre en algún nivel de degradación. De hecho, se ha estimado que entre 1 a 6% de las poblaciones humanas viven ya en zonas desertificadas (MEA, 2005), lo que aumenta el riesgo en cuestiones de salud y seguridad alimentaria, así como muchos otros servicios ecosistémicos que ya no son capaces de otorgarse (regulación del clima, ciclo del agua, alimento, ciclos biogeoquímicos, estética, espirituales). A pesar de lo importante que son para millones de personas, hay muy poco que se conoce y muy pocas las acciones que se han llevado a cabo para comprender cómo es que funcionan, así como una falta en desarrollo e implementación de tecnología que permita obtener el mayor provecho de ellos (Blackie, 2013; Han Van y Bose, 2015). Si estas

tierras fueran manejadas sustentablemente, serían capaces de contribuir a la seguridad alimentaria de la población que ahí habita, así como reducir la tasa de pobreza (ONU, 2011; Han Van y Bose, 2015).

Como hemos visto, estos bosques viven en un constante desequilibrio. Un desequilibrio al que toda la vegetación se ha acostumbrado a vivir (ESMAP, 2001). Esta inestabilidad climática y por consecuencia las fluctuaciones en el crecimiento de la vegetación, deben considerarse en el diseño de un plan de manejo sustentable. Pues, lo que puede funcionar en una etapa o estación, puede no ser adecuado en otra (ESMAP, 2001). Asimismo, las practicas de manejo deben de basarse en los productos y efectos deseables y alcanzables, dependiendo de las condiciones locales y regionales del bosque (Blackie, 2013).

Actualmente, los bosques presentan un mosaicos de tipos de vegetación. Encontramos bosques naturales junto a campos de cultivo, pastizales o centros urbanos, así como bosques en diferentes etapas sucesionales. Sería interesante tomar en cuenta esta mosaico en los planes de manejo, pasar de un plan de manejo que toma en cuenta un sólo ecosistema a un plan de manejo a nivel de paisaje. Zonas donde existe una mayor presión para los recursos, debido a la cercanía a centros de alta densidad poblacional, zonas de frontera y zonas de baja densidad poblacional y por lo tanto baja demanda de recursos. Esta propuesta fue hecha en el 2013 por Angelsen y Rudel para bosques húmedos. Sin embargo, todos los ecosistemas de mundo se encuentran bajo estas características. Por lo que, la implementación de esta perspectiva podría ayudar en el manejo de los bosques tropicales secos (Han Van y Bose, 2015). Incluso, el mosaico de vegetación que encontramos compuesto por zonas agrícolas con un gran número de árboles, pastizales y bosques en diferentes etapas

sucesionales, ofrecen una gran variedad de productos y servicios para las personas que ahí viven (ESMAP, 2001; Han Van y Bose, 2015). De esta manera, aplicar este tipo de manejo podría resultar beneficioso, dadas las circunstancias.

En estos bosques, la productividad es baja y se encuentra relacionada con la estacionalidad y temporada de lluvias. Esto podría ser un obstáculo para la explotación sustentable de la leña. No obstante, se ha visto que bajo un buen manejo -proyecto Gesselbodi, en Níger, África- la productividad puede duplicarse o triplicarse (ESMAP, 2001). Por otro lado, en el caso de presentarse largas épocas de sequías, la leña seca podría ser aprovechada como combustible o transformada a carbón (Han Van y Bose, 2016), siempre que esto no degrade el suelo.

3.3 Estudios de caso

En este último apartado abordaremos dos países donde encontramos grandes extensiones de bosque tropical seco. En Camerún, este bosque recibe el nombre de sabana y se localiza en la región de la Adamawa, Norte y Extremo Norte. En México, recibe el nombre de selva baja caducifolia y el trabajo se enfoca en la región sur-este que corresponde al estado de Yucatán. A través de estos dos casos, se busca ejemplificar la importancia de la leña en ambas regiones, considerando la derrama económica, la importancia social y los efectos ambientales que tienen en la región. Asimismo, se expondrán las medidas implementadas o que se implementarán con el fin de realizar un uso sustentable de dichos bosques.

3.3.1 Región Norte de Camerún, la sabana

La sabana y sabana arbórea de Camerún se encuentra distribuida en la región de la Adamawa, del Norte y del Extremo Norte de Camerún (Figura 3.3), que

corresponden a la región del Sahel. Esta zona alberga más del 30% de la población y más del 60% de los pobres (INS, 2015), con una tasa de crecimiento poblacional mayor a la nacional (2.8%) (MBARGA y BUCREP, 2010). Aunado a esto, la tasa de pobreza ha aumentado en los últimos 15 años, situación preocupante sobre todo en la región del Extremo Norte, dónde además se presentan las tasas de alfabetización y accesos a energía para cocinar y eléctrica más bajas del país, lo que genera un mayor rezago (INS, 2015).

En esta región, la leña y el carbón son la principal fuente de energía, el 80% de la población (rural y urbana) utilizan la leña y el carbón para cocinar (Foleback y Abou, 2009). Específicamente, en Maroua, la capital y mayor centro urbano de la región del Extremo Norte, el 95% de la población utiliza leña para cocinar (Madi, 2012). Por lo que, la disponibilidad de este recurso se encuentra intrínsecamente relacionada con la seguridad alimentaria de la población.

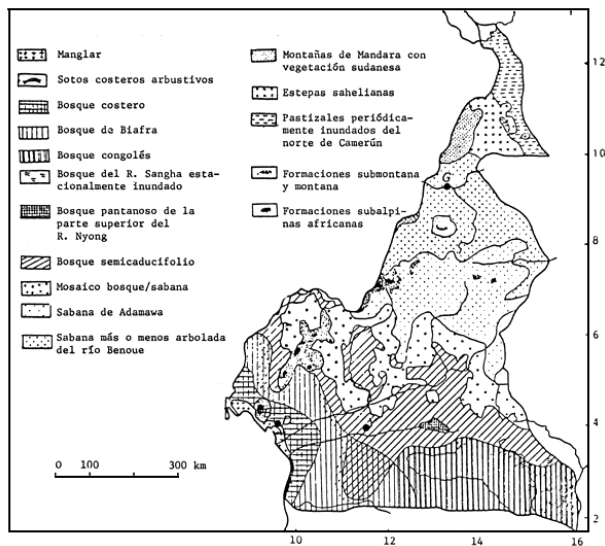


Figura 3.3 Mapa Fitogeográfico de Camerún. R. Letouzey, 1965

Fuente: FAO, 1985

En estas zonas urbanas, el 40% de la población se abastece de leña en los mercados (Eba'a Atyi *et al.*, 2016). Es importante señalar que los usuarios domésticos

no son los únicos consumidores de leña de la zona. En la ciudad de Maroua, por ejemplo, las carnicerías, productores de cerveza, de buñuelos, o aquellos que venden comida en furgones (papas asadas o pescados a las brazas) son algunos de los consumidores más importantes de leña o de carbón (Figura 4.5) (Madi, 2012); en el caso de Garoua, capital y principal centro urbano de la Región del Norte, la situación es similar (Njiti y Kemcha, 2002).

Se estima que en estas tres regiones (Extremo Norte, Norte y Adamawa) hay un consumo de 837 347 toneladas de leña y 27,127 toneladas de carbón anualmente, lo que representa una ganancia anual de casi 135 millones de USD. Los colectores de leña que abastecen los centros urbanos de esta zona tienen ganancias netas de hasta 35 millones de USD anuales y los transportadores y comerciantes pueden tener ganancias netas de aproximadamente 40 millones y 9 millones de USD anuales en promedio, respectivamente (Eba'a Atyi *et al.*, 2016). Así, la leña representa una fuente importante de ingresos para muchas familias y en ocasiones es la única fuente de ingresos (Foleback y Abou, 2009).

El consumo de leña en Maroua es de 1.65 kg per cápita al día en las viviendas donde la leña, es la única fuente de energía. Por el contrario, si se hace uso de otras fuentes de energía, el consumo por persona desciende a 1.25 kg por día. Asimismo, se ha visto una disminución en el consumo en los últimos diez años (de 2 kg a 1.65 kg), lo que se puede explicar por el uso alternativo de otras fuentes de energía (Madi, 2007). Por otra parte, el consumo promedio de leña para la ciudad de Garoua es de 3 kg per cápita al día. La utilización de gas, leña u otras fuentes de energía se encuentra íntimamente relacionada con el ingreso por hogar. Las viviendas más pobres son aquellas que hacen uso exclusivo de la leña. Asimismo, se registró que sólo el 20% de

la población que hace uso de la leña, tiene estufas mejoradas o eficientes (Ntsama, *et al*, 2009).

Se estima que sólo el 69% de la demanda regional de leña podría ser cubierta de manera sustentable, mientras que en el 2022 disminuirá al 50% (Charpin y Richter, 2012, citado en Eba'a Atyi *et al.*, 2016). Esta estimación demuestra que actualmente existe un gran déficit para abastecer de leña a la población. Incluso actualmente, la falta de leña para abastecer las necesidades locales es un problema casi permanente (Madi, 2007).

La situación es preocupante, pues las condiciones socioeconómicas precarias en la zona, el aumento en la pobreza en zonas rurales y urbanas, así como el crecimiento poblacional, ha dado como resultado que el consumo urbano de leña también aumente. Esta situación genera una mayor presión sobre los recursos, favoreciendo el desequilibrio ecológico y la desertificación de estos ecosistemas (Madi, 2007), afectando directamente la calidad de vida de la población.

De esta manera, la recolección y producción de leña y carbón (sin un plan de manejo sustentable) representa ya un riesgo para el ecosistema, lo que conlleva a la erosión y degradación del suelo, las prácticas actuales dejan los suelos desnudos y los tocones calcinados, impidiendo la regeneración de la vegetación (Ntsama, *et al*, 2009). Además, en la región existen evidencias de una disminución en el potencial lignífico, de la riqueza y diversidad florística (Madi, 2007; Ntoupka y Mounoumeck, 2006 citado en Foleback y Abou, 2009). Lo que ha provocado la desertificación paulatina de la región (Madi, 2007).

Por otro lado, las prácticas no sustentables pueden tener otros efectos como el desplazamiento de la fauna terrestre y acuática, debido a cambios en el ecosistema.

Así como la presencia de un mayor número de sedimentos en las fuentes de agua; disminución en las fuentes de agua para la población, debido a una falta de cobertura vegetal, entre muchas otras (Ntsama, *et al*, 2009).

A nivel biofísico se observa una degradación de la vegetación, baja productividad en los árboles frutales, baja producción de la biomasa vegetal, disminución de la talla de los árboles e incremento en los incendios forestales. Estas condiciones generan un aumento en el precio de la leña y en el tiempo que se emplea para su colecta (debido a la escases), así como una disminución en las ganancias para los involucrados en su comercio (GIZ, 2012) checar. De continuar las practicas actuales, aunado a los cambios que estamos viviendo en el clima se puede esperar que la degradación y desertificación del ecosistema continuará, lo que tendrá un efecto directo sobre la calidad de vida de la población (GIZ, 2012).

Con el fin de hacer frente a esta situación, en el 2012, Camerún a través del Ministerio de Bosques y Fauna (MINFOF), elaboró una estrategia denominada: "Estrategia 2020 del subsector de bosques y fauna". Esta estrategia tiene como objetivo identificar las prioridades del subsector bosques y fauna, tomando la estrategia del sector rural. Además busca alcanzar los ODS, y un desarrollo social y económico equilibrado, a través de una gestión sustentable de los recursos.

Dentro de esta estrategia se busca reforzar los planes de reforestación y aforestación para detener el avance del desierto y regenerar los bosques explotados. A través de la ANAFOR (Agencia Nacional para el desarrollo Forestal) y bajo la tutela del MINFOF se busca apoyar a las instituciones y actores públicos y privados sobre invernaderos, plantaciones, reforestaciones y regeneración de los bosques (Foleback y Abou, 2009) por medio del Programa Nacional de Desarrollo de Plantaciones

Forestales privadas y comunitarias. Asimismo, la creación del Programa Sectorial Bosques-Ambiente (PSFE) que tiene como objetivo la conservación, gestión y explotación sostenible de los recursos forestales y faunísticos.

Con el fin de apoyar estas estrategias se han implementado programas específicos, apoyados y financiados por otros países. Por ejemplo: el Programa de Apoyo al Programa Sectorial Bosques-Ambiente (ProPSFE), de la cooperación alemana (GIZ). En el 2012, anexaron al programa una nueva fase, la cual tiene como objetivo el abastecimiento sustentable de leña para la ciudad de Maroua. Como parte de este programa se busca la modernización de la ILC a nivel regional y en cada uno de los eslabones de la cadena productiva, así como la realización de una producción sustentable de la leña y el carbón. Asimismo, se trabajará en conjunto con el Ministerio del Ambiente y Protección a la Naturaleza (MINEP) y el MINFOF para lograr los objetivos de este programa.

Por otro lado, la ONG ABIOGet (Acciones por la Biodiversidad y la Gestión de Territorios), trabaja en la región del Extremo Norte desde el 2004 y tiene como objetivo la defensa del ambiente y desarrollo sustentable.

Los proyectos más recientes, en el 2015, fueron tres:

- Proyecto piloto del desarrollo de sitios de Sahel-verde en los departamentos de Mayo-Danay y Mayo-Kani (Figura 3.4): este proyecto busca contribuir a la prevención de conflictos y reducir la pobreza. Reforzar la resiliencia de la población a la inseguridad y cambios climáticos, a través de la reforestación y la gestión sustentable de recursos. Este proyecto sigue en pie y se esperan ver los resultados.
- Proyecto de creación de plantaciones comunitarias en Boboyo y Houla (Figura 3.4): se finalizó al 100% en el 2015. Por medio de este proyecto se lograron plantar más

de 27,000 plantas en 38 hectáreas de bosques degradados, se establecieron dos puntos de abastecimiento de agua, se instalaron bardas para proteger las plantaciones y las mujeres y los jóvenes fueron capacitados para cuidarlas, así como para realizar un manejo sustentable.

- Proyecto de la creación de una plantación comunitaria en la comuna de Kalfou (Figura 3.4): Este proyecto forma parte de la estrategia 2020 del MINFOF, del PSFE, del plan de Acción Nacional para la Lucha contra la Desertificación y busca contribuir a la estrategia de modernización de la cadena productiva de la leña en la región del Extremo Norte. Su objetivo es favorecer la reconstitución de la cobertura forestal, a través de la plantación. Dicha plantación será usada para abastecer las necesidades de leña y otros servicios leñosos, así como sensibilizar a la población sobre la importancia del manejo sustentable. Hasta el momento, siete mil árboles han sido plantados en 16 hectáreas, las autoridades locales y los servicios técnicos del MINFOF han participado activamente, dos grupos de mujeres voluntarias fueron capacitadas para continuar con el manejo sustentable de las plantaciones y un comité constituido por autoridades administrativas, tradicionales, comunales y de MINFOF, fue conformado para dar seguimiento a las plantaciones.

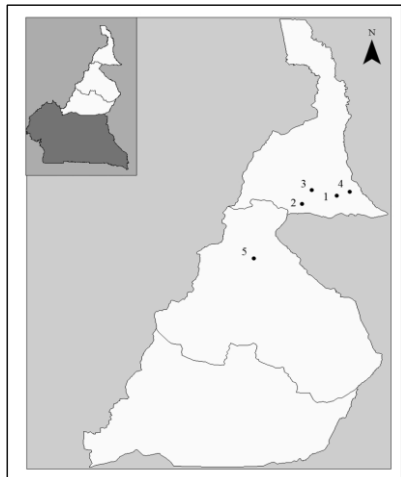


Figura 3.4 Ubicación de las zonas donde se han llevado a cabo trabajos

- 1) Comuna Kalfou
- 2) Departamenteo Mayo-Danay
- 3) Departamento Mayo-Kani
- 4) Plantación Boboyo
- 5) Plantación Houla

Además de los tres proyectos antes mencionados ABIOGet prevé la plantación de cinco millones de árboles en las capitales de las tres regiones del norte (Adamawa, Norte y Extremo Norte). Así como la divulgación y promoción de estufas ahorradoras y la implementación de más planes de manejo en otras comunas de las regiones.

De esta manera, se puede apreciar que la ILC es muy importante para esta región de Camerún, tanto a nivel de autoconsumo, como producto de mercado. Es claro que la explotación que se ha hecho hasta ahora no ha sido sustentable, poniendo en peligro el ecosistema y a la población regional. Los trabajos para lograr un manejo sustentable apenas comienzan. La integración de la población y el trabajo con ella para aceptar las nuevas tecnologías, comprender la importancia serán importantes en asegurar el éxito de los proyectos que comienzan.

Además, es necesario hacer un mayor trabajo a nivel gubernamental, pues se observa una desaprobación del uso de la leña como energía por parte del MINEP (Ministerio del Medio Ambiente y Protección a la Naturaleza) (GIZ, 2012). No obstante, esto podría comenzar a cambiar. La implementación y elaboración de estrategias que busquen modernizar la cadena productiva de la leña es una buena noticia para esta industria. Aún hay un gran camino por recorrer con respecto a la tenencia de la tierra y reglamentación sobre el uso y propiedad de los árboles después de que son plantados (GIZ, 2012). Problemas que deben de abarcarse de manera inmediata, pues eso podría dificultar la participación de las personas en proyectos de reforestación o aforestación.

3.3.2 Región del sureste de México, la selva seca en Yucatán.

Los bosques tropicales secos en México pueden ser medianos o bajos, dependiendo de la altura de sus árboles; perennifolios, subperennifolios, caducifolios y

subcaducifolios dependiendo del porcentaje de pérdida de hojas durante la época seca y ocupan el 11.26% de la superficie total del territorio nacional (CONABIO, 2017). En el estado de Yucatán, encontramos selva baja caducifolia, selva baja subcaducifolia, selva baja espinosa, selva mediana caducifolia y selva baja subcaducifolia. Éstas se distribuyen a lo largo de todo el estado, ocupando entre el 72.75% del territorio estatal. También encontramos selva mediana subperennifolia y selva baja subperinnofolia, las cuales abarcan el 2.68% del territorio estatal (CONAFOR y SEMARNAT, 2013) (Figura 3.5)

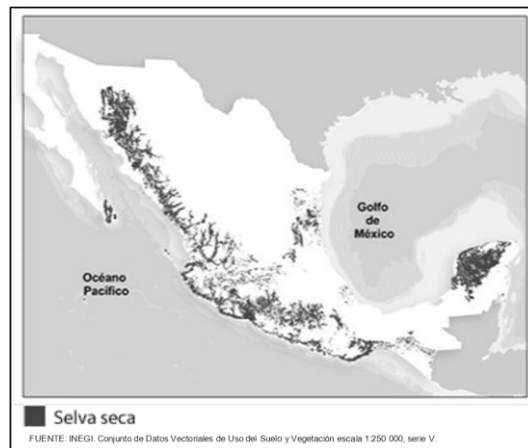


Figura 3.5 Selvas secas en México

Fuente: INEGI, 2017

El estado de Yucatán, es el 14° estado más pobre del país, con 45.9% de su población en estado de pobreza. De los cuales el 10.7% se encuentra en pobreza extrema (9° estado del país). Asimismo, el 52% de la población tiene un ingreso inferior a la línea de bienestar, y el 20.7% tiene un ingreso inferior a la línea de bienestar mínima (INEGI, 2016; CONEVAL, 2017). Además, es importante considerar que las poblaciones de origen maya son las más marginadas (Quiroz-Carranza *et al.*, 2009).

Aunado a esto, el estado ha sido clasificado como región crítica por el uso e impacto en la recolección de leña y producción de carbón (Díaz, 2000, citado en SENER, 2003).

En el 2012 un estudio realizado por GIRA (Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada) concluyó que Yucatán se encuentra entre los estados del país con un alto consumo de leña, lo que corresponde a una producción de más de 20,000 toneladas de materia seca al año (Figura 4.6). Las estimaciones realizadas pronostican que el consumo de la leña continuará en aumento, aún con la implementación de medidas para hacer más eficiente su uso, como la introducción de estufas ahorradoras (Figura 3.6) (GIRA, 2012).

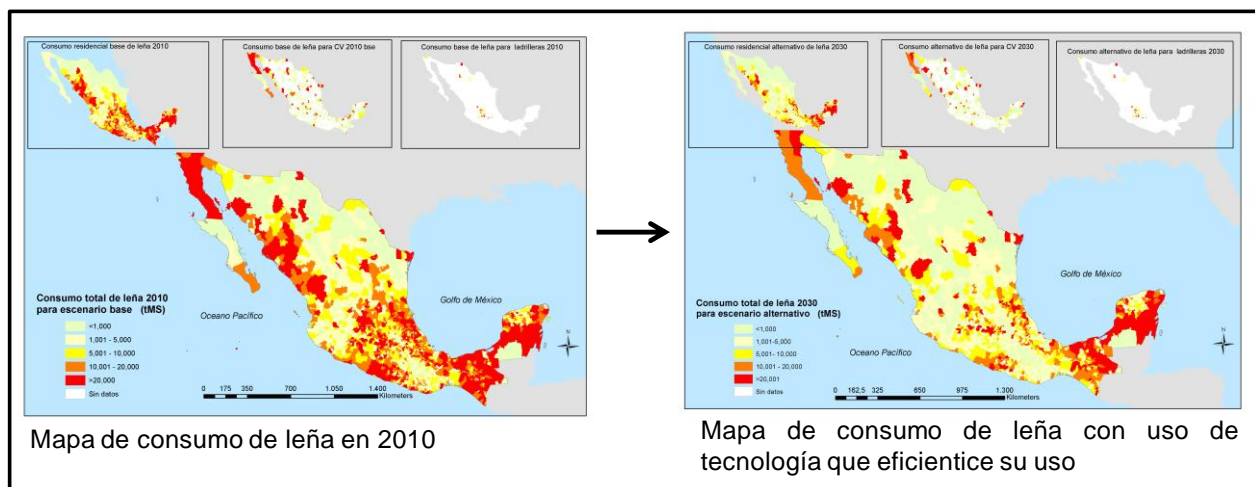


Figura 3.6 Consumo de la leña en 2010 y prospecciones al 2030

Fuente: GIRA, 2012

Actualmente, 640 mil habitantes satisfacen sus necesidades energéticas a través de la leña y el carbón (Quiroz-Carranza *et al.*, 2009) y se estima que entre el 42% y el 47.51% de las viviendas utilizan leña (GIRA, 2012; PEACC, 2014). De los cuales el 75% son usuarios exclusivos de leña y el 25% restante son usuarios mixtos (leña y gas LP) (GIRA, 2012). Además, hay que considerar las pequeñas industrias como las del

queso o construcción, que utilizan la leña dentro de la producción de sus productos (De los Ríos Ibarra, 2007; Quiroz-Carranza, *et al.*, 2009).

De los 106 municipios que conforman el estado de Yucatán, el 62% de los municipios, presenta más de 70% de viviendas que hacen uso de la leña y carbón, ya sea de forma exclusiva o mixta. (Figura 3.7). Estos municipios forman parte de las zonas rurales o zonas urbanas marginadas y se concentran al suroeste del estado (Quiroz-Carranza, *et al.*, 2009). En un estudio realizado en seis municipios del estado de Yucatán se registró un consumo promedio entre 1.26 kg y 2.89 kg per cápita por día (Quiroz-Carranza y Orellana, 2010).

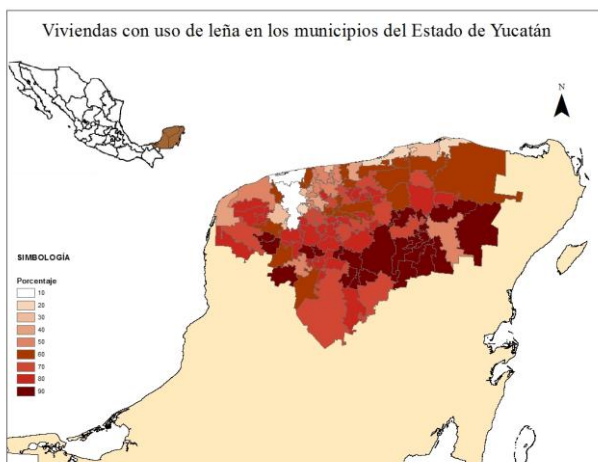


Figura 3.7 Porcentaje de viviendas que utilizan leña en los municipios de Yucatán. Mapa creado por la autora con los datos de Quiroz-Carranza *et al.*, 2009

Según Quiroz-Carranza y colaboradores (2009), la leña es una fuente importante de ingresos y al mismo tiempo una fuente de energía de bajo costo para un gran número de familias de esta región del país. El precio del rollo (un rollo varía entre 6 a 25 kg) tiene un valor de entre 0.32 USD hasta 1.07 USD, según la región y accesibilidad al recurso (Quiroz-Carranza y Cantú, 2012), lo que podría representar hasta el 15 a 20% de los ingresos familiares (Massera, 2006). No obstante, al tratarse de una economía informal, la documentación sobre el valor económico de su mercado y aportación al

sustento económico de las familias no se encuentra del todo documentado. Sin embargo, según De los Ríos Ibarra (2007), la cadena productiva del carbón, abastece restaurantes en la ciudad de Mérida y México, lo que demuestra la envergadura de esta cadena y el alcance de la misma.

En los últimos 20 años, más de la mitad de la vegetación natural del estado, ha sufrido severos deterioros debido a las actividades humanas. La expansión de la frontera agrícola y pecuaria, la falta de adopción de mejores prácticas productivas, y la extracción de recursos (p. ej. producción de carbón) son algunos de los factores que han propiciado esta tendencia. De hecho, la deforestación y la degradación de los bosques tropicales secos representan un grave problema para la sustentabilidad del territorio (CONAFOR, 2014, 2015).

En los últimos años, el crecimiento poblacional ha traído como consecuencia el aumento en el consumo de leña. Además, el poco poder adquisitivo de los campesinos o productores de leña ha generado una mayor presión sobre el ecosistema (Quiroz-Carranza, *et al*, 2009). Estudios anteriores demostraban que las prácticas tradicionales mayas y el conocimiento sobre el ecosistema, permitían mitigar el impacto de la explotación de este recurso (Sánchez, 1993; Quiroz-Carranza, *et al.*, 2009). Sin embargo, actualmente, las zonas de colecta cuentan con menos tiempo para recuperarse, lo que genera la degradación del suelo. Esta situación pone en mayor riesgo a las poblaciones humanas ya marginadas, aumentando su vulnerabilidad ante la variabilidad climática actual, comprometiendo su seguridad alimentaria (CONAFOR, 2014) y a los ecosistemas en los que habitan (De los Ríos Ibarra, 2007).

La situación socioeconómica del estado de Yucatán es bastante precaria. La población presenta un alto grado de marginación, ocupando el lugar 11° a nivel

nacional, además de presentar un alto índice de rezago social que incluye pobreza alimentaria, pobreza de capacidades y pobreza patrimonial (Estrada, *et al.*, 2014). Aunado a esta situación, cabe señalar la intrínseca relación de los habitantes con los bosques para satisfacer sus necesidades diarias.

Asimismo, cerca del 90% del territorio del estado de Yucatán presenta algún tipo de degradación (química, física y/o biológica), lo que tiene como consecuencia la reducción en la productividad agropecuaria, la pérdida de los ecosistemas forestales pérdida de la cobertura y diversidad vegetal, entre otros (SEMARNAT, 2009). En el sur del estado, las practicas implementadas en la producción agropecuaria y forestal no han tenido en consideración las propiedades funcionales del ecosistema, lo que ha provocado un incremento en la desertificación y degradación de la zona (CONAFOR; 2009). Esta situación pone en riesgo las actividades socioeconómicas relacionadas con la extracción de recursos de los bosques, las cuales sirven de sustento para la población, además de que la degradación de los ecosistemas afecta directamente el bienestar y calidad de vida de la población. De esta manera, el crecimiento poblacional genera una mayor presión sobre recursos, en ocasiones, ya de difícil acceso, agudizando la problemática (Quiroz, *et al.*, 2012).

De acuerdo con los acuerdos internacionales que se han firmado y en la búsqueda para hacer frente a las problemáticas de deforestación y degradación aquí planteadas, se han elaborado estrategias que buscan la conservación de los bosques en el estado y detener los procesos de deforestación y degradación forestal.

A nivel nacional, la CONAFOR (Comisión Nacional Forestal), a través del programa nacional forestal 2014-2018 estableció 15 municipios del estado de Yucatán como áreas de acción temprana REDD+ (CONAFOR, 2014). Estos municipios,

corresponden a aquellos donde el uso de la leña, se realiza por el 90 al 50% de las viviendas, de acuerdo con los datos reportados por Quiroz, *et al.*, 2009 (Figura 4.7). En estos municipios el objetivo es contribuir al desarrollo forestal integral, con el fin de recuperar la capacidad y el potencial natural de los suelos forestales, la provisión de bienes y servicios ambientales, y el aumento de la cobertura forestal en caso de presentarse deforestación y degradación (CONAFOR, 2014). Los resultados hasta ahora obtenidos a través de este programa, no son del todo concluyentes. Los recortes presupuestales han puesto en espera la implementación de algunos proyectos, así como el seguimiento de los proyectos iniciados (Rodríguez, 2016).

A nivel estatal, el Programa Especial de acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán (2012-2018), tiene como objetivo alcanzar un desarrollo sustentable en combinación con la conservación de los espacios naturales y el progreso del sector productivo y la sociedad. Dentro de las líneas de acción de esta estrategia, está impulsar el uso de la biomasa y fomentar una campaña para la sustitución de fogones al aire libre por estufas eficientes de leña. Asimismo, como parte de este programa se ha establecido la Estrategia Regional de la Península de Yucatán para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal (EPYREDD) . Dicho programa busca la conservación de espacios naturales y su efecto como sumideros de carbono.

Es importante aclarar que hasta el 2014, no había ningún ordenamiento comunitario para el estado de Yucatán, y que de las propuestas de proyectos ninguno estaba enfocado en la producción sustentable de leña o carbón. No obstante se presentaban nueve propuestas de proyectos destinados a la reforestación (Mendoza, *et al.*, 2012).

Por otro parte, ha habido asociaciones civiles que han elaborado proyectos para la implementación de estufas con un uso eficiente de la leña como son U'yo'lché A.C., Red Verde, A.C. y Centro de Estudios y Desarrollo Social A.C., sin embargo existe poca documentación sobre los resultados de dichos proyectos (Díaz, *et al.*, 2011). En el caso de la Asociación Civil U'yo'lché se buscó desarrollar tecnología económicamente sostenible utilizando materiales de la región y adaptándolos a los aspectos técnicos y culturales de cada comunidad, lo que llevo a la creación de una estufa que cumple con las necesidades particulares y más importante, que puede ser construida con materiales propios de cada comunidad.

Asimismo, han existido y existen iniciativas gubernamentales, por ejemplo la entrega y colocación de 5,000 estufas entre los años 2009-2010 por parte de la delegación estatal de la SEDESOL. Sin embargo, estas iniciativas no han tomado en cuenta la opinión de los usuarios, ni se les ha invitado a participar en la elaboración de dicha tecnología, lo que no ha permitido el éxito de dichos programas (Quiroz y Cantú, 2012). Actualmente, el proyecto federal (2012-2018) contempla la implementación de estufas ahorradoras como parte de su estrategia para esta zona del país (López, 2015).

De esta manera, se puede apreciar que la leña es una fuente importante de energía para más de la mitad de los municipios del estado de Yucatán, además de ser una zona prioritaria por el uso de su leña (Díaz, *et al.*, 2011) y que el alcance de su cadena productiva es extensa.

Es evidente que si se mantiene el uso y difusión de estas estufas como único mecanismo o estrategia de manejo, los resultados no prometen ser muy alentadores. Hasta el momento, la mayoría de los proyectos a realizar en el estado, como parte de la estrategia de REDD+ o de los programas y estrategias mencionados, buscan un uso

sustentable de los bosques. Además, los estudios realizados, documentan que la mayoría de las especies utilizadas como leña a escala doméstica, son aquellas con una alta capacidad de rebrote (Quiroz-Carranza y Cantú, 2012). Esto podría considerarse alentador para la ILC, pues un uso sustentable permitirá hacer un mejor uso de los recursos. No obstante, el consumo va en aumento, lo que puede aumentar la diversidad de especies que se utilicen o la cantidad, contribuyendo a la deforestación y degradación de los ecosistemas.

Por otra parte, existe una gran brecha de información sobre la derrama económica real de esta actividad, y sobre el funcionamiento de la cadena productiva. Lo que muestra la gran ignorancia que existe alrededor del tema, así como la poca importancia que se le da a la misma. En México, existen los recursos forestales para producir energía a partir de ellos, así como la tecnología y conocimiento para hacer un uso de la leña a corto, mediano y largo plazo. Sin embargo, hace falta voluntad política para realizar las estrategias y asignar recursos a estos planes y programas. Además, es necesario generar conciencia sobre las ventajas económicas, ambientales y sociales de su uso (Massera, 2006). Situación que se puede apreciar en Yucatán.

La presentación de estos dos estudios de caso (sabana en Camerún y selva baja en México) muestra que, a pesar de que existen diferencias ecológicas, y diferencias en características poblacionales (tasas de pobreza, grados de marginación, culturales, etc.). La ILC no ha sido considerada a nivel gubernamental como una industria importante en la generación de empleo, ni como generadora de energía, a pesar del gran consumo que tiene en cada región (En Camerún va de 1.25 a 3 kg per cápita al día y en México de 1.26 a 1.89 per cápita al día). Actualmente, en Camerún, a pesar de

que se documenta cierta incredulidad a nivel gubernamental sobre la importancia de la industria, comienzan a elaborarse estrategias para modernizar dicha industria. Situación que no se presenta en México. En México se plantean estrategias que permitan enfrentar la variabilidad climática que estamos viviendo, pero ninguna de estas estrategias se encuentra directamente relacionada con la ILC. Como se mencionó, México tiene un gran potencial bioenergético, mismo que no es aprovechado.

Una de las estrategias en común para ambos países ha sido la implementación de estufas ahorradoras, como medida para atacar la "problemática" del uso de la leña como fuente de energía. En el caso de Camerún, los esfuerzos por implementar su uso entre las comunidades comenzaron desde finales de la década de 1980. Los resultados han sido difusos y nada consistentes, debido a la falta de una integración de la comunidad local y recursos económicos. Actualmente, la ONG ABIOGeT continúa trabajando con las comunidades en la sensibilización y la divulgación de los beneficios de dichas estufas. Por su parte, en México, el éxito de éstas no ha sido del todo documentado y los esfuerzos no datan de hace muchos años. Las asociaciones civiles han implementado menos de 1000 estufas (Díaz, *et al.*, 2011) en el estado de Yucatán, mientras que los planes gubernamentales han implementado más de 5000. No obstante, los esfuerzos realizados por asociaciones civiles parecen haber tenido mucho mayor éxito que aquellos gubernamentales, los cuales no tomaron en cuenta las necesidades locales (Quiroz-Carranza y Cantú, 2012).

Estos dos estudios de caso muestran la falta de aceptación e información sobre la importancia de esta industria en la vida diaria de las personas. Situación preocupante pues impide la implementación de planes de manejo que permitan una producción sustentable. Es momento de dejar de clasificar un tipo de energía como energía de

"pobres" y comenzar a ver los beneficios de su uso e implementación. Hacer uso del conocimiento y tecnología generada y reorientar las políticas públicas hacia una gestión de los recursos que nos permitan cubrir las necesidades, tener una vida digna y mantener un equilibrio ecológico.

De esta manera, en el día internacional de los bosques 2017 "Bosques y energía", la FAO hizo un llamado a los gobiernos nacionales para comenzar a crear las políticas que permitan realizar una transición hacia un sector ecológico en la producción de carbón vegetal. Argumentó que la aplicación de la legislación y una buena gobernanza forestal podrían ayudar en la economía nacional y local de los países involucrados. Con este fin, es imprescindible hacer uso de tecnologías eficientes y manejos forestales sostenibles para alcanzar los objetivos propuestos de reducción de las emisiones de GEI y mejorar la calidad de vida en las zonas rurales (FAO, 2017b) .

CONCLUSIÓN

Nos enfrentamos a una gran crisis a nivel mundial, donde es necesario el cambio en uso de fuentes de energía para reducir las emisiones mundiales de CO₂. Aceptar y comprender las necesidades de las poblaciones locales es imprescindible para hacer frente al problema.

Para lograr esto, se debe comenzar por crear conciencia a nivel gubernamental sobre la importancia de esta industria. Fomentar las investigaciones que permitan obtener información sobre la dinámica y necesidades dentro de cada eslabón, así como entre eslabones. Hacer de las herramientas ya accesibles como WISDOM que permite identificar áreas importantes que presentan excedentes y déficits de residuos agrícolas, agroforestales y forestales y patrones de consumo de leña. De esta manera se podrían continuar estimando las necesidades locales de energía y el consumo que se tiene de estos combustibles a nivel regional e incluso local.

Asimismo, es importante implementar planes de manejo sustentable a nivel de paisaje. Es necesario considerar el mosaico de tipos de vegetación en el que se encuentran inmersas las poblaciones y hacer uso de dicha variabilidad. Así como, considerar la variabilidad estacional que pueda llevar a la explotación sustentable de diversos productos. Al mismo tiempo, debe de implementarse la tecnología para efficientizar el uso de leña y producción de carbón. Como se vio a lo largo del presente trabajo, estas dos estrategias deben trabajarse a la par para tener un efecto certero sobre la emisión de GEI y así cumplir con los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los

objetivos del acuerdo de París de la convención marco del cambio climático (COP21, 2016).

El trabajo mano a mano con las comunidades o población local es indispensable para lograr una aceptación de las propuestas, tanto de los planes de manejo, como de la tecnología. Por lo que, es necesario escuchar sus necesidades, adaptar la tecnología, ajustar los planes a la situación local y cultural, así como incluirlos en todo el proceso. La realización de un plan de manejo que respete la cultura y responda a las necesidades locales y regionales es una forma de aprender a vivir en armonía con la naturaleza. Sólo de esta manera, la ILC podrá ser una vía para luchar contra la pobreza, pues responde a las necesidades y otorga beneficios que mejoraran la calidad de vida, aumenta la cohesión social y diversifica las actividades.

Aunado a esto, es claro que los esfuerzos internacionales, el apoyo monetario internacional o nacional y el trabajo de diversas ONG's podrá continuar, pero si no existe un interés genuino por parte de los gobiernos locales, todo trabajo será insuficiente.

Es necesario realizar políticas públicas que reconozcan el valor de la ILC y la formalicen. Efectuar un manejo sustentable, capacitar a las comunidades en diversas áreas para continuar con los proyectos una vez iniciados, otorgar derechos a los habitantes sobre las tierras y productos comercializados, así como otorgar un valor real al producto. Sólo así, la aportación de esta industria, manejada de forma sustentable, podrá ser una vía sólida para luchar contra la pobreza y una medida que permita conservar la diversidad y resiliencia de los bosques.

REFERENCIAS

- Alem, Y., Beyene, A. D., Köhlin, G., y Mekonnen, A. (2016). Modeling household cooking fuel choice: A panel multinomial logit approach. *Energy Economics*, vol 59, p 129–137.
- ABIOGeT (Actions pour la Biodiversité et Gestion des Terroirs) (2016). Rapport annuel d'activités 2015: Perspectives 2016. Cameroun. ABIOGeT. 35p.
- ABIOGeT (Actions pour la Biodiversité et Gestion des Terroirs) (2017). Actions pour la Biodiversité et Gestion des Terroirs. En: <http://www.abioget.org/> (Página consultada el 15 de marzo de 2017).
- Angelsen, A., y Rudel, T. (2013). Designing and Implementing Effective REDD+ Policies: A Forest Transition Approach *Review of Environmental Economics and Policy*, vol. 7, no. 1, p 91–113 doi:10.1093/reep/res022
- Angelsen, A., y Wunder, S. (2003). *Exploring the forest–poverty link: key concepts, issues and research implications*. Bogor, Indonesia. CIFOR, 70 p
- Angelsen, A., Wunder, S., Babigumira, R., Belcher, B., Börner, J., y Smith-Hall, C. (2011). *Environmental incomes and rural livelihoods: a global-comparative assessment*. En *Paper presented at the 4th Wye Global Conference* Vol. 9, 11 p.
- Arnold, J.E., Köhlin, G., y Persson, R. (2006). *Woodfuels, Livelihoods, and Policy Interventions: Changing Perspectives*. World Development. vol 34, no. 3, p 596-611.
- Atyi, R. Eba'A, Poufoun, J. N., Awono, J. M., Manjeli, A. N., y Kankeu, R. S. (2016). *Economic and social importance of fuelwood in Cameroon*. *International Forestry Review* vol. 18, p 52–65.
- Babulo, B., Muys, B., Nega, F., Tollens, E., Nyssen, J., Deckers, J., y Mathijs, E. (2008). *Household livelihood strategies and forest dependence in the highlands of Tigray*,

Northern Ethiopia. Agricultural Systems vol 98, no. 2, p 147–155.
doi.org/10.1016/j.agsy.2008.06.001

Bailis, R., Drigo, R., Ghilardi, A., y Masera, O. (2015). *The carbon footprint of traditional woodfuels*. *Nature Climate Change*, vol. 5, no. 3, p 266–272.
doi.org/10.1038/nclimate2491

Blackie R, Baldauf C, Gautier D, Gumbo D, Kassa H, Parthasarathy N, Paumgarten F, Sola P, Pulla S, Waeber P. y Sunderland T. (2014). *Tropical dry forests: The state of global knowledge and recommendations for future research*. Discussion paper Bogor, Indonesia. CIFOR. 38p

BM (Banco Mundial) (2001). *World development report 2000/ 2001: Attacking poverty*. Oxford & New York: Oxford University Press.

BM (Banco Mundial) (2017). *Working for a world free of poverty*. *En World Bank Forest* <http://www.worldbank.org/en/topic/forests/overview> (Página Consultada el 10 marzo de 2017)

Beedlow, P. A., Tingey, D. T., Phillips, D. L., Hogsett, W. E., y Olszyk, D. M. (2004). *Rising atmospheric CO₂ and carbon sequestration in forests*. *Frontiers in Ecology and Environment*, vol., 2 no. 6, p 315–322.

Bonan, G. B. (2008). *Forests and Climate Change: Forcings, Feedbacks, and the Climate Benefits of Forests*. *Science*, vol. 320 no. 5882, p 1444–1449.
<https://doi.org/10.1126/science.1155121>

Caballero, P. (2015). *Old fuel for a new future: the potential of wood energy* *En. Voices, perspectives on Development*. <http://blogs.worldbank.org/voices/old-fuel-new-future-potential-wood-energy> (Página consultada el 25 marzo, 2017).

- Carneiro de Miranda, R., Sepp, S. y Ceccon, E. (2012). *Commercial Woodfuel Production Experience from Three Locally Controlled Wood Production Models*. EUA. ESMAP. 53p.
- Ceccon, M. y Miranda, R. (2012). *Sustainable Woodfuel Production in Latin America: The role of Government and Society*. UNAM. 98p.
- CIFOR (Center for International Forestry Research) (2013). *Rapport final Étude de l'importance économique et sociale du secteur forestier et faunique au Cameroun*. Indonesia, CIFOR. 278p.
- CONABIO (Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad) (2017). *Selvas secas En Biodiversidad Mexicana*. <http://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/selvaSeca.html> (Página consultada el 18 de marzo de 2017)
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) (2014). *Diagnóstico del Programa Presupuestario U036 PRONAFOR-Desarrollo Forestal 2014*. México CONAFOR 36p.
- CONAFOR (Comisión Nacional Forestal) (2015). *Modelo de intervención en las áreas de Acción Temprana Redd+ México*. CONAFOR 52p.
- CONEVAL (Consejo Nacional de Evolución de la política de desarrollo social) (2017). *Estadística de pobreza en Yucatán. En Yucatán* <http://www.coneval.org.mx/coordinacion/entidades/Yucatan/Paginas/principal.aspx> (Página consultada el 20 de marzo de 2017).
- Charpin, M. Richter, E. (2012). *L'énergie renouvelable - vers une modernisation de la filière bois – énergie*. Vision2035. Eco – Consulting Group. 36 diapositives.
- Chazdon, R., Broadbent, E., Rozendaal, D., Bongers, F., Zambrano, A., Aide, T., Balvanera, P., Becknell, J., Boukili, V., Brancalion, P., Craven, D., Almeida-Cortez, A., Cabral, G., de Jong, B., Denslow, J., Dent, D., DeWalt, S., Dupuy, J., Durán, S., Espírito-Santo, M.,

Fandino, M., César, R., Hall, J., Hernández-Stefanoni, J., Jakovac, C., Junqueira, A., Kennard, D., Letcher, S., Lohbeck, M., Martínez-Ramos, M., Massoca, P., Meave, J., Mesquita, R., Mora, F., Muñoz, R., Muscarella, R., Nunes, Y., Ochoa-Gaoina, S., Orihuela-Belmonte, E., Peña-Carlos, M., Pérez-García, E., Piotto, D., Power, J., Rodríguez-Velazquez, J., Romero-Pérez, E., Ruíz, J., Saldarriaga, J., Sanchez-Azofeifa, A., Schwartz, N., Steininger, M., Swenson, N., Uriarta, M., van Breugel, M., van der Wal, H., Veloso, M., Vester, H., Vieira, I., Bentos, T., Williamson, B., y Poorter, L. (2016). Carbon sequestration potential of second-growth forest regeneration in the Latin American tropics. *Science Advances*, vol. 2 no. 5 e1501639–e1501639. <https://doi.org/10.1126/sciadv.1501639>

De Carvalho Macedo, I. (2002). *Biomass energy in Brazil: a general overview. Présenté à l'atelier international «Sustainable Bioenergy Production Systems: Environmental, Operational and Social Implications»*, Belo Horizonte, Brésil, 28 octobre – 1er novembre.

De los Ríos Ibarra, E. (2007). *Biomass energy perspectives in Mexico and Central America*. Presentación Salvador de Bahía, noviembre 2007 REMBIO. 46p.

Díaz R. (2000). *Consumo de leña en el sector residencial de México. Evolución histórica y emisiones de CO₂*. UNAM. Tesis de Maestría.

Díaz, R., Berruete, V. y Masera, O. (2011). *Cuadernos temáticos sobre bioenergía: Estufas de leña*. México, REMBIO 36p.

Domac. (2002). *Bioénergie et création d'emplois*. Unasylva, vol. 53, no. 3, p 18–19.

Eba'a Atyi, R., Ngouhouo Poufoun, J., Mvondo Awono, J.-P., Ngoungoure Manjeli, A., y Sufo Kankeu, R. (2016). *Economic and social importance of fuelwood in Cameroon*.

International Forestry Review, vol. 18 no. 1, p 52–65.
<https://doi.org/10.1505/146554816819683735>

ESMAP (Energie Sector Management Assistance Program) (2001). *Sustainable Woodfuel Supplies from the Dry Tropical Woodlands*. ESMAP. 100p.

Estrada, H., Cobos, V., Castillo, C., Castillo, D., Luna, W., Maldonado, A., Álvarez, O., Rodríguez, P., Zapata, R. Díaz, R., Castilla, M., Franco, S., Moreno, A., Álvarez, O., Rodríguez, P., Pérez, N., y Morales, A. (2014). *Programa Nacional contra la sequía PRONACOSE Versión 2: Programa de Medidas Preventivas y de Mitigación de la Sequía de la Cuenca Península de Yucatán*. México, UADY 297p

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) (1983). Disponibilidad de leña en los países en desarrollo. Roma, FAO <http://www.fao.org/docrep/x5329s/x5329s00.htm#Contents> (Página consultada 15 de febrero, 2017).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) (1985). Conservación insitu de recursos genéticos forestales de Camerún. *En Información sobre recursos genéticos forestales*. No. 14. <http://www.fao.org/docrep/006/r4968s/R4968S07.htm> (Página consultada el 26 de marzo, 2017).

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (1996). *Wood Energy News*, vol. 11 no. 2. Bangkok, Thailand, FAO

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) (2001a). *Forest Energy Forum*. Etherington, T y Trossero, M. (Eds). Roma, FAO <http://www.fao.org/docrep/003/Y3198E/y3198e00.html> (Página consultada el 10 de febrero de 2017).

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura) (2001b): *Global ecological zoning for the global forest resources assessment 2000: Final report*. Rome: FAO. <http://www.fao.org/docrep/006/ad652e/ad652e00.HTM> (página consultada el 23 de marzo, 2017).
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2004). *UBET Unified Bioenergy Terminology*. Rome, FAO forestry department,. <http://www.fao.org/DOCREP/007/j4504E/j4504E00.HTM> (Página consultada el 10 de marzo, 2016)
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2010a). *what woodfuel can do to mitigate climate change* no. 162. Roma: FAO. 98p
- FAO c (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2010b). *Woodfuels and climate change mitigation Case studies from Brazil, India and Mexico* Roma, FAO 80p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2012). *A Compilation of Tools and Methodologies to Assess the Sustainability of Modern Bioenergy*. no. 51 Roma. FAO. 127 p
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2014). *State of the world's forests 2014: enhancing the socioeconomic benefits from forests*. Roma, FAO. 133p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2016a). *La evaluación de los recursos forestales mundiales 2015* Roma: FAO. 54p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2016b). *Trees, forests and land use in drylands: The first global assessment*. Roma. FAO. 40p

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2017a). Sustainable Management (SFM) toolbox *En* Food and Agriculture Organization of the United Nations. <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/en/> (Página consultada el 26 de marzo, 2017).
- FAO, (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura). (2017b) Una dendroenergía más ecológica es clave para mitigar el cambio climático y mejorar los medios de vida rurales *En* Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura. <http://www.fao.org/news/story/es/item/853537/icode/> (Página consultada el 26 de marzo, 2017).
- Folefack, D. y Abou, S. (2009). *Commercialisation du bois de chauffe en zone sahélienne du Cameroun*. Sécheresse, vol. 20 no. 3, p 312-8.
- Fontodji, J. K., y Kokou, K. (2014). *Drivers of the choice of biomass energy by households in Togo*. Scientific Journal of Pure and Applied Sciences, vol. 3 no. 3 p 135–144.
- GIRA (Grupo interdisciplinario de tecnología rural apropiada) (2012). *Escenarios de mitigación de gases de efecto invernadero, carbono negro y otros forzadores climáticos de vida corta, mediante el uso de biocombustibles sólidos*. México. GIRA, SEMARNAT, PNUD. 227p.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). (2015). *Towards sustainable modern wood energy development Stocktaking paper on successful initiatives in developing countries in the field of wood energy development* (p. 92). Alemania: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.
- GIZ (Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). (2012). *Le Programme d'appui au Programme Sectoriel Forêts Environnement (ProPSFE): Résultats des*

- ateliers de planification stratégique pour la 3ème phase du ProPSFE (2011 – 2014)*
Alemania: Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. 96p
- Gond, V., Dubiez, E., Boulogne, M., Gigaud, M., Peroches, A., Pennec, A. y Peltier, R. (2016). *Forest cover and carbon stock change dynamics in the Democratic Republic of Congo: Case of the wood-fuel supply basin of Kinshasa*. Bois et Forêts des Tropiques, vol. 327, p 19–28.
- Han, D. y Bose, P. (2015). *Dryland Forests: management and social diversity in Africa and Asia*. Springer Verlag. 167p
- Heltberg, R. (2005). *Factors determining household fuel choice in Guatemala*. Environment and Development Economics, vol. 10, no. 3, p 337–361.
<https://doi.org/10.1017/S1355770X04001858>
- Hiemstra-van der Horst, G., y Hovorka, A. J. (2009). *Fuelwood: The “other” renewable energy source for Africa?* Biomass and Bioenergy, vol. 33 no. 11, p. 1605–1616.
<https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.08.007>
- Hofstad, O., Köhlin, G., y Namaalwa, J. (2009) *How can emissions from woodfuel be reduced? En: Realising REDD+: National strategy and policy options*. Angelsen (Eds). Denmark. CIFOR. 390p
- Hosonuma, N., Herold, M., De Sy, V., De Fries, R. S., Brockhaus, M., Verchot, L., y Romijn, E. (2012). *An assessment of deforestation and forest degradation drivers in developing countries*. Environmental Research Letters, vol. 7, no. 4. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/7/4/044009>
- IBGE. 2009b. *Produção da extração vegetal e silvicultura 2008*, volume 23. Rio de Janeiro, Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Coordenação de Agropecuária. 47p.

- IEA (Agencia internacional de Energía). (2006). Capítulo 15: energía para cocinar en los países en vías de desarrollo. En *Las perspectivas de la energía mundial, 2006* (pp. 419–445). Paris: IEA.
- IEA (Agencia internacional de Energía). (2016). *Energy, Climate Change and Environment*. Paris, IEA. 133p
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2017). Selva Seca. *En Cuentame Inegi, vegetación*. <http://cuentame.inegi.org.mx/territorio/vegetacion/ss.aspx?tema=T> (Página consultada el 14 de marzo, 2017)
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía) (2016) Anuario estadístico y geográfico de Yucatán 2016. México, INEGI. 707p
- INS (Institut National de la Statistique). (2015). Quatrieme enquête camerounaise aupres de menages ECAM 4: *Tendances, profil et déterminants de la pauvreté au Cameroun entre 2001 et 2014.*, Yaoundé. INS. 72p
- IPCC (Panel intergubernamental del cambio climático) (2000) *Land Use, Land-Use Change and Forestry* Robert T. Watson, Ian R. Noble, Bert Bolin, N. H. Ravindranath, David J. Verardo and David J. Dokken (Eds.) Cambridge University Press, UK. IPCC. 375p
- IPCC (Panel intergubernamental del cambio climático). (Eds.). (2014a). *Climate change 2014: mitigation of climate change: Working Group III contribution to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.) Geneva, Suiza, IPCC. 151p
- IPCC (Panel intergubernamental del cambio climático). (2014b): *Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J.

- Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, IPCC 1132 pp.
- Kaplinsky, R., & Morris, M. (2001). *A handbook for value chain research* Vol. 113. IDRC Ottawa. Recuperado a partir de <http://www.prism.uct.ac.za/Papers/VchNov01.pdf>
- Keenan, R., Reams, G., Achard, F., Freitas, J., Grainger, A., Lindquist, E., (2015). *Dynamics of global forest area: results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015*. Forest Ecology Management, vol. 352 p. 9–20.
- Khundi, F., Jagger, P., Shively, G., & Sserunkuuma, D. (2011). *Income, poverty and charcoal production in Uganda*. Forest Policy and Economics, vol. 13 no. 3, p. 199–205. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2010.11.002>
- Lambe, F., Jürisoo, M., Wanjiru, H., & Senyagwa, J. (2015). *Bringing clean, safe, affordable cooking energy to households across Africa: an agenda for action*. Prepared by the Stockholm Environment Institute, Stockholm and Nairobi, for the New Climate Economy. Available at: <http://newclimateeconomy.report/misc/workingpapers>. Recuperado a partir de <https://www.sei-international.org/mediamanager/documents/Publications/NCE-SEI-2015-Transforming-household-energy-sub-Saharan-Africa-LR.pdf>
- López, O. (2015). Diseño, construcción y evaluación de dos estufas de leña en Yaxcabá, Yucatán, mediante la investigación acción participativa. Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Tesis de Maestría en Ciencias, 103 p
- Madi, A., Huub, P., & Sali, B. (2007). *La demande urbaine en bois énergie et la nécessité d'une gestion rationnelle des ressources naturelles: la cas de Maroua à L'extrême-Nord*

du Cameroun. En Savanes africaines: des espaces en mutation, des acteurs face à de nouveaux défis. Actes du colloque, Garoua, Cameroun CIRAD 9p. Recuperado a partir de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00135467/>

Madi, A. (2012). *Étude sur la situation de référence du bois-énergie dans la région de l'Extrême Nord, Cameroun.* GIZ. ProPSFE. 120p.

Madlener, R., & Myles, H. (2000). Modelling socio-economic aspects of bioenergy systems: a survey prepared for IEA Bioenergy Task 29. En IEA Bioenergy Task Vol. 29 Recuperado a partir de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.490.7179&rep=rep1&type=pdf>

Marien J. N. (2009). Forêts périurbaines et bois énergie: Quels enjeux pour l'Afrique centrale? In : de Wasseige C., Devers D., de Marcken P., Eba'a Atyi R., Nasi R., Mayaux P. (Eds) (2009). *Les forêts du bassin du Congo – État des Forêts 2008* (p217-230). Office des publications de l'Union européenne, ISBN 978- 92-79-13211-7, doi: 102 788/32 456, pp 217-230.

Massera, O. (2006). *La bioenergía en México: Un catalizador del desarrollo sustentable.* México, REMBIO y CONAFOR. 95p

May-Tobin, C. (2011). Chapter 8: Woodfuel. En *The root of the problem: What's driving tropical deforestation today?*. EUA: Union of Concerned Scientists. p. 3–11

MBARGA, B., y du BUCREP, D. G. (2010). 3° RGPH rapport de présentation des résultats définitifs. 67p Recuperado a partir de <http://www.icicemac.com/document/3Recencement.doc>

MEA, 2005: Millennium Ecosystem Assessment. *Ecosystems and human well-being: Scenarios. Findings of the Scenarios Working Group.* Island Press, Washington D.C.

- Mendoza, J., Molina, D., Kú, V., Chablé, E., Pool, L., Florentino, C., Sandoval, J., Vilchis, D., Torres, Z., Ávila, E. (2012). *Estrategia Regional de la Península de Yucatán para la Reducción de Emisiones por Deforestación y Degradación Forestal*. México, ECOSUR 353p.
- Miles, L., Newton, A., DeFries, R., Ravilious, C., May, I., Blyth, S., Gordon, J. (2006). *A global overview of the conservation status of tropical dry forests*. *Journal of Biogeography*, vol. 33 no. 3, p. 491–505. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2005.01424.x>
- MINFOF (Ministre des forêts et de la Faune) (2013). *Strategie 2020: Du sous-secteur forêts et faune et plans de actions 2013 - 2017*. Cameroun, MINFOF. 172p
- Murphy, P., y Lugo, A. (1986). *Ecology of tropical dry forest*. *Annual review of ecology and systematics*, vol. 17 no. 1, p. 67–88
- Naburs, G., Masera, O., Andrasco, K., Benitez-Ponce, P., Boer, R., Dutschke, M. y Zhang, X. (2007). Forestry. En *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 542–584). Reino Unido y Estados Unidos de Norte América: Cambridge University Press, Cambridge.
- Ndegwa, G., Anhuf, D., Nehren, U., Ghilardi, A., y Iiyama, M. (2016). *Charcoal contribution to wealth accumulation at different scales of production among the rural population of Mutomo District in Kenya*. *Energy for Sustainable Development*, vol. 33, p 167–175. <https://doi.org/10.1016/j.esd.2016.05.002>
- Njiti, F. y Kemcha, G. (2002) *Survey of fuel wood and service woods production and consumptions in the Sudano-Sahelian region of Central Africa: The case of Garoua, Cameroon and its rural environs*. Actes du colloque, 27-31 mai.

Ntoupka y Mounoumeck. (2006). *Impacts des perturbations anthropiques (pâturage, feu et coupe de bois) sur la dynamique de la savane arborée en zone soudano-sahélienne nord du Cameroun*. Thèse de doctorat, université Paul Valéry-Montpellier 3, 1999.

Ntsama, J. (2009). *Évaluation environnementale de la problématique du bois de feu dans la ville de Garoua au Nord Cameroun*. Recuperado de: http://www.sifee.org/static/uploaded/Files/ressources/actes-des-colloques/paris/session-4-1/3_NTSAMA_ATANGANA_TXT.pdf

OMS (Organización Mundial de la Salud) (2006). *Evaluación de los costos y beneficios de la energía doméstica y la intervención de la salud a nivel global y regional*. Geneva, OMS.

ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2016a) Sustainable development goals: 17 goals to transform our world. *En* Naciones Unidas. <http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/> (Página consultada el 18 de febrero, 2017).

ONU (Organización de las Naciones Unidas) (2016b). La ONU y el Cambio Climático. *En* Naciones Unidas COP21 Paris. internet <http://www.un.org/climatechange/es/blog/category/cop21-paris-es/> (Página consultada el 3 de marzo, 2017).

Openshaw, K. (2010). *Biomass energy: Employment generation and its contribution to poverty alleviation*. Biomass and Bioenergy, vol. 34, no. 3, p. 365–378. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.11.008>

Ouedraogo, B. (2006). *Household energy preferences for cooking in urban Ouagadougou, Burkina Faso*. Energy Policy, vol, 34 no. 18p. 3787–3795. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2005.09.006>

- Pacheco, P (2013) *Condiciones que determinan la participación de los pequeños productores y las comunidades en los mercados de la madera en América Latina tropical*. En: CIFOR (Center for International Forestry Research (2013) Reformas en la tenencia forestal. Larson, M y Dahal, G. (eds) Indonesia 89- 110 226p.
- Paumgarten, F., y Shackleton, C. M. (2009). *Wealth differentiation in household use and trade in non-timber forest products in South Africa*. Ecological Economics, vol, 68, no. 12, p. 2950–2959. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.06.013>
- PEACC (Programa Especial de Acción ante el Cambio Climático del Estado de Yucatán). (2014). SEMARNAT, INECC, Gobierno del Estado de Yucatán. 120 p.
- Quiroz-Carranza, J., Cantú, C., Díaz, R. y Orellana, R. (2009). *Uso de la leña en Yucatán y tecnología para su aprovechamiento sustentable*. Mérida, Yucatán: Centro de Investigación Científica de Yucatán. 79p.
- Quiroz-Carranza, J., y Orellana, R. (2010). *Use and management of firewood in dwellings of six localities from Yucatan, Mexico*. Madera Y Bosques, vol. 16, no. 2, p. 47–67
- Quiroz-Carranza, J., y Cantú, C. (2012). *El fogón abierto de tres piedras en la península de yucatán: tradición y Transferencia tecnológica*. México. Pueblos y Fronteras Digital, vol. 7 no, 13, p. 270-301
- Remedio, E. M. (2002). *Bois-énergie et modèles de subsistance: une étude de cas relative aux Philippines*. Unasylva (FAO). Recuperado a partir de <http://193.43.36.93/docrep/fao/005/y4450f/y4450f03.pdf>
- Reich, P. (2011). *Biogeochemistry: Taking stock of forest carbon*. Nature Climate Change, vol. 1 no. 7, p. 346–347. <https://doi.org/10.1038/nclimate1233>

- Rodríguez E. (2016). CONAFOR rescatará proyectos "olvidados en el 2015. México *En. Novedades Quintana Roo*. SIPSE. <http://sipse.com/novedades/conafor-rescatara-proyectos-olvidados-en-2015-186002.html> (Página consultada el 16 de marzo, 2017).
- Sánchez, M. (1993) *Uso y Manejo de la leña en X-uilub Yucatán* Universidad Autónoma de Mérida, Yucatán, México 117p.
- Schure, J., Marien, J-N., de Wasseige, C., Drigo, R., Salbitano, F., Dirou, S., y Nkoua, M. (2010). Contribution du bois énergie à la satisfaction des besoins énergétiques des populations d’afrique centrale : perspectives pour une gestion durable des ressources disponibles. En: Eds de Wasseige, C., de Marcken, P., Bayol, N., Hiol Hiol, F., Mayaux, Ph., Desclée, B., Nasi, R., Billand, A., Defourny, P. y Eba’a Atyi, R. (2012). *Les forêts du bassin du Congo - Etat des Forêts 2010* (pp 109-122).Office des publications de l’Union Européenne. Luxembourg. 276 p. ISBN: 978-92-79-22717-2 doi:10.2788/48830
- Schure, J., Dkamela, G., Van der Goes, A. y McNally, R. (2014). *REAP: An Approach to Promote REDD+ Compatible Wood-Fuel Value Chains* (p. 52). Vietnam: SNV.
- Schure, J., Levang, P., y Wiersum, K. F. (2014). Producing Woodfuel for Urban Centers in the Democratic Republic of Congo: A Path Out of Poverty for Rural Households? *World Development*, 64, S80–S90. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.03.01>
- SEMARNAT (Secretaria de Medio Ambiente y Recursos Naturales) (2009). 1er. Foro sobre Experiencias del manejo sustentable en Yucatán. Recuperado de: <http://www.conafor.gob.mx/biblioteca/foros/Experiencias-manejo-sustentable-en-Yucat%C3%A1n/P0.pdf>
- SENER (Secretaría de Energía). (2003). *Balance Nacional de Energía 2002*. México, SENER 83p.

- Shackleton, C., Shackleton, S., Buiten, E., y Bird, N. (2007). *The importance of dry woodlands and forests in rural livelihoods and poverty alleviation in South Africa*. *Forest Policy and Economics*, vol. 9 no. 5, p. 558–577. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2006.03.004>
- Simo-Tamo, M., y Schure, J. (2010). *Géodistribution et durabilité socioéconomique de la filière bois-énergie*. Rapport de stage. CIFOR, Yaundé. 60p
- Sloan, S., y Sayer, J. (2015) *Forest Resources Assessment of 2015 shows positive global trends but forest loss and degradation persist in poor tropical countries: results from the FAO Global Forest Resources Assessment 2015*. *Forest Ecology. Management*, vol. 352, p 134-145.
- Smeets, E., Johnson, F., y Ballard-Tremeer, G. (2012). Keynote Introduction: Traditional and Improved Use of Biomass for Energy in Africa. En R. Janssen & D. Rutz (Eds.), *Bioenergy for Sustainable Development in Africa* (pp. 3–12). Dordrecht: Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-2181-4_1
- Sunderlin, W. D., Angelsen, A., Belcher, B., Burgers, P., Nasi, R., Santoso, L., y Wunder, S. (2005). *Livelihoods, forests, and conservation in developing countries: An Overview*. *World Development*, vol. 33 no. 9, p 1383–1402. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2004.10.004>
- Sunderlin, W. D., Dewi, S., y Puntodewo, A. (2007). *Poverty and forests: multi-country analysis of spatial association and proposed policy solutions*. Jakarta: CIFOR. 57p.
- Trosser, M. (2002). *Wood energy: the way ahead*. *Unasylva*, vol. 53 p. 3-12
- UNEP, FAO y UNFF (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y agricultura, Foro de las Naciones Unidas sobre los bosques) (2009). *Vital Forests Graphics*. Kenya. UNEP/GRID-Arendal. 75p

- Vedeld, P., Angelsen, A., Bojö, J., Sjaastad, E., y Kobugabe Berg, G. (2007). *Forest environmental incomes and the rural poor*. *Forest Policy and Economics*, vol. 9 no. 7, p. 869–879. <https://doi.org/10.1016/j.forpol.2006.05.008>
- Wunder, S. (2001). *Poverty alleviation and tropical forests—what scope for synergies?* *World development*, vol. 29 no. 11, p 1817–1833.
- Yemiru, T., Roos, A., Campbell, B. M., y Bohlin, F. (2010). *Forest incomes and poverty alleviation under participatory forest management in the Bale Highlands, Southern Ethiopia*. *International Forestry Review*, vol. 12, no. 1, p. 66–77.
- Yonemitsu, A., Njenga, M., Iiyama, M., y Matsushita, S. (2014). *Household Fuel Consumption Based on Multiple Fuel Use Strategies: A Case Study in Kibera Slums*. *Procedia*, vol. 10, p 331–340. <https://doi.org/10.1016/j.apcbee.2014.10.062>