

---

# BIOMASA Y DESARROLLO

---

OPORTUNIDADES DE LA BIOMASA  
PARA MEJORAR EL ACCESO LOCAL A LA ENERGÍA  
EN COMUNIDADES RURALES AISLADAS DE AMÉRICA LATINA

---

## GUÍA DE SENSIBILIZACIÓN

---



---

FUNDACIÓN ENERGÍA SIN FRONTERAS

---

PROYECTO SUBVENCIONADO  
POR LA COMUNIDAD DE MADRID.

---



Fotos de la portada (de izquierda a derecha):

1. *Cocina tradicional en Guatemala* (Energía sin Fronteras)
2. *Cocina mejorada en Guatemala* (Energía sin Fronteras)
3. *Biodigestor del proyecto PEAM en Bolivia* (Soluciones Prácticas)
4. *Cocina con biogás, proyecto ENDEV en Bolivia* (Soluciones Prácticas)
5. *Jatropha en plantaciones en Perú* (Soluciones Prácticas)

# BIOMASA Y DESARROLLO

OPORTUNIDADES DE LA BIOMASA  
PARA MEJORAR EL ACCESO LOCAL A LA ENERGÍA  
EN COMUNIDADES RURALES AISLADAS DE AMÉRICA LATINA

## GUÍA DE SENSIBILIZACIÓN

---

*La **Fundación Energía sin Fronteras (EsF)** es una Organización No Gubernamental para el Desarrollo (ONGD) cuya misión es extender y facilitar el acceso a los servicios energéticos y de agua a los que todavía no los tienen, o los tienen de forma precaria. EsF considera que el acceso a estos servicios básicos es un elemento clave para la erradicación de la pobreza y el cumplimiento de los Objetivos del Milenio.*

---

© *Fundación Energía sin Fronteras (EsF)*  
*C/ Núñez de Balboa, 52, bajo izda.*  
*28001 Madrid, España*  
*Tlfno.: (+34) 915784632*  
*www.energiasinfronteras.org*  
*Email: info@energiasinfronteras.org*

*Diseño y producción: Gráficas Áncora, S.A.*  
*Imprime: Gráficas Áncora, S.A.*  
*D.L.: M-24428-2012*  
*Junio 2012*

---

## Agradecimientos

Esta guía se enmarca dentro del **proyecto cofinanciado por la Comunidad de Madrid** “Sensibilización sobre el uso energético de la biomasa a nivel local para el desarrollo sostenible de colectivos pobres”. Sin su confianza y apoyo económico no podríamos haber escrito estas líneas. Los conocimientos vertidos en esta guía son el fruto del análisis y reflexiones realizados por el equipo de Biocombustibles de Energía sin Fronteras, que inició su andadura en el año 2007. Tras varias actividades, concluimos en la formulación del presente proyecto. El proyecto comenzó con una consulta telemática en el otoño de 2011 a actores españoles y latinoamericanos de la cooperación al desarrollo. Las ideas iniciales y las conclusiones obtenidas de la encuesta fueron debatidas en un taller celebrado en abril de 2012. Las experiencias y conclusiones obtenidas de dicho debate han completado el análisis de casos y lecciones aprendidas que han sido la base para la publicación que tiene entre sus manos.

La **coordinación general** del proyecto ha sido realizada por un equipo de Energía sin Fronteras (Maryse Labriet, Leire Iriarte Cerdán y Lucila Izquierdo Rocha) con la colaboración de ONGAWA, Ingeniería para el Desarrollo Humano (Leopoldo Antolín Álvarez, Miguel Ángel Domenech Rojo y Julio Lumbreras Martín).

Los **expertos latinoamericanos** que han aportado una experiencia imprescindible en este proyecto son: Marta Ximenez Rivera, de la Fundación Solar, Guatemala; Fernando Acosta Bedoya, de Soluciones Prácticas, Perú; Jairo Rojas Meza y Zenelia Cruz Acuña, de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, Nicaragua.

Los **colaboradores** que de una u otra manera han contribuido a este proyecto son: Maryse Labriet, Leire Iriarte Cerdán, Lucila Izquierdo Rocha, Isabel Veci Marrodán, Eva Egido Delgado, Tania Lucía Benito, Irene Blázquez Jiménez, Alfonso de la Torre Fernández del Pozo, Ingrid Correa Sánchez, Sonia Pérez Olmedillo y Marta Rafecas Vázquez de Prada, de Energía sin Fronteras; Leopoldo Antolín Álvarez, Miguel Ángel Domenech Rojo, Julio Lumbreras Martín, Elisa Ibañes del Agua, Silvia Román Román y Carlos Calero Camino, de ONGAWA, Ingeniería para el Desarrollo Humano, y Javier Mazorra Aguiar, becario de la Fundación La Caixa, Programa de Másteres en España, 2011.

Deseamos tener una **mención especial** para los expertos en distintas materias que han aportado sus conocimientos a esta guía: Blanca Herrero de Egaña Muñoz-Cobo (Directora de Benefactor Innovación Social), Paloma Manzanares Secades (Investigadora de la Unidad de Biocombustibles del CIE-MAT, Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas), María Dolores Curt Fernández de la Mona (Profesora Titular y miembro del Grupo de Agroenergética de la Universidad Politécnica de Madrid) y Jesús Fernández González (Catedrático de Universidad y responsable del Grupo de Agroenergética de la Universidad Politécnica de Madrid).

**Deseamos agradecer** a la dirección de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales de la Universidad Politécnica de Madrid por su disponibilidad continua a ceder sus instalaciones para el trabajo, discusión y presentación de resultados de esta guía.



# GUÍA DE SENSIBILIZACIÓN PARA LA UTILIZACIÓN DE LA BIOMASA COMO FUENTE DE ENERGÍA LOCAL EN AMÉRICA LATINA

Esta guía está compuesta por el documento principal, que es este mismo, y tres anexos, disponibles exclusivamente en su versión digital.

Toda la documentación está disponible en la dirección web:  
<http://energiasinfronteras.org/es/estudios/nuestros-estudios>





# ÍNDICE

|   |    |
|---|----|
| PRESENTACIÓN .....  | 3  |
| ACRÓNIMOS .....   | 5  |
| GLOSARIO .....  | 7  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....  | 9  |
| 2. ENERGÍA Y DESARROLLO .....   | 13 |
| 2.1. Papel de la energía en el desarrollo.....  | 13 |
| 2.1.1. La Energía y los Objetivos de Desarrollo del Milenio .....                                     | 13 |
| 2.1.2. Visión de los Organismos Internacionales .....   | 16 |
| 2.1.3. La escalera de la energía.....   | 17 |
| 2.1.4. El acceso universal a la energía, complejidad y dificultad del problema ...                    | 19 |
| 2.2. La electricidad como vector de desarrollo .....  | 20 |
| 2.3. La biomasa y la satisfacción de las necesidades térmicas.....                                    | 21 |
| 3. BIOMASA Y DESARROLLO.....  | 23 |
| 3.1. Papel de la biomasa en el desarrollo.....  | 23 |
| 3.2. Tipos de biomasa y biocombustibles.....  | 24 |
| 3.2.1. Recursos de biomasa.....   | 24 |
| 3.2.2. Tipos de biocombustibles .....   | 25 |
| 3.3. Impactos del uso ineficiente de la biomasa .....   | 27 |
| 3.3.1. Impactos sobre la salud: problemas respiratorios y muertes prematuras ...                      | 27 |
| 3.3.2. Impactos económicos: consumo de leña, tiempo o dinero.....                                     | 28 |
| 3.3.3. Impactos ambientales: cambio climático y deforestación .....                                   | 28 |
| 3.4. Usos eficientes de la biomasa .....  | 29 |
| 3.4.1. Oportunidades para un acceso a energía sostenible en las comunidades<br>rurales aisladas ..... | 29 |
| 3.4.2. Otros beneficios de un uso eficiente de la biomasa .....                                       | 30 |
| 3.5. Biomasa y género.....  | 30 |
| 3.6. Políticas para el fomento de la biomasa en CRA.....  | 32 |
| 3.6.1. El Mecanismo de Desarrollo Limpio .....  | 32 |
| 3.6.2. Inclusión de las CRA en las políticas nacionales de fomento de la biomasa                      | 34 |
| 4. LAS COCINAS MEJORADAS DE LEÑA .....  | 37 |
| 4.1. Introducción.....  | 37 |
| 4.2. Perspectiva general del uso de la leña para cocinar .....  | 37 |

|  |           |
|--|-----------|
| 4.2.1. La leña, fuente tradicional e importante de energía .....                       | 37        |
| 4.2.2. Tendencia general en el uso de la leña en América Latina y el Caribe.....       | 39        |
| 4.2.3. Las alternativas: cultivos energéticos y cocinas mejoradas .....                | 40        |
| 4.3. La tecnología de las cocinas mejoradas de leña .....                              | 42        |
| 4.3.1. Tipos de cocinas mejoradas .....  | 43        |
| 4.3.2. Factores tecnológicos para el éxito de las cocinas mejoradas.....               | 45        |
| 4.3.3. La importancia de la certificación de las cocinas mejoradas .....               | 46        |
| 4.3.4. Otros tipos de cocinas eficientes .....   | 46        |
| 4.4. Otros factores a considerar sobre las cocinas mejoradas .....                     | 47        |
| 4.4.1. Factores culturales .....   | 47        |
| 4.4.2. Retos para la introducción de las cocinas mejoradas .....                       | 48        |
| 4.4.3. Costes y posibilidades de financiación de los proyectos de cocinas mejoradas    | 49        |
| 4.5. Proyectos y programas de cocinas mejoradas en América Latina .....                | 50        |
| 4.6. Lecciones aprendidas .....  | 54        |
| <b>5. EL BIOGÁS .....</b>  | <b>57</b> |
| 5.1. Introducción.....   | 57        |
| 5.2. La disponibilidad de la materia prima: materia orgánica y agua.....               | 58        |
| 5.3. Los procesos de producción .....  | 59        |
| 5.3.1. Características generales del proceso de digestión anaerobia .....              | 59        |
| 5.3.2. Los biodigestores .....   | 60        |
| 5.4. Usos energéticos del biogás, del biol y otras ventajas.....                       | 62        |
| 5.4.1. Usos energéticos .....  | 62        |
| 5.4.2. Usos del biol como fertilizante .....   | 62        |
| 5.4.3. Otras ventajas .....  | 62        |
| 5.5. Aspectos económicos y sociales .....  | 63        |
| 5.5.1. Aspectos económicos .....   | 63        |
| 5.5.2. Aspectos sociales .....   | 64        |
| 5.6. Casos .....   | 64        |
| 5.7. Lecciones aprendidas .....  | 69        |
| <b>6. LOS BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS .....</b>   | <b>71</b> |
| 6.1. Introducción.....   | 71        |
| 6.2. El debate sobre los biocombustibles líquidos a gran escala.....                   | 71        |
| 6.3. Principales biocombustibles líquidos: bioetanol, aceite vegetal y biodiesel ..... | 73        |
| 6.4. Materias primas para el biodiesel y el aceite vegetal .....                       | 74        |
| 6.4.1. Cultivos energéticos.....   | 74        |
| 6.4.2. Modelos de cultivos .....   | 77        |
| 6.4.3. Disponibilidad de la materia prima .....  | 77        |
| 6.5. Los procesos de producción .....  | 78        |
| 6.5.1. El aceite vegetal .....   | 78        |
| 6.5.2. El biodiesel.....   | 79        |
| 6.6. Usos energéticos del aceite vegetal y el biodiesel .....                          | 81        |
| 6.7. Aspectos económicos y sociales .....  | 81        |
| 6.8. Casos .....   | 82        |
| 6.9. Lecciones aprendidas .....  | 87        |
| <b>7. IDEAS PARA RECORDAR .....</b>  | <b>89</b> |
| <b>8. PARA SABER MÁS .....</b>   | <b>93</b> |

# PRESENTACIÓN

---

La Fundación Energía sin Fronteras ha promovido, desde su constitución en 2003, actividades dirigidas a sensibilizar a los distintos agentes del ámbito de la cooperación internacional al desarrollo sobre la vinculación entre la falta de acceso a fuentes de energía y la situación de pobreza y abandono en que se encuentran millones de personas en todo el mundo.

En 2010, la Fundación Energía sin Fronteras publicó la guía de buenas prácticas “Energía y Cooperación ¿Cómo promover el acceso a los servicios energéticos en zonas desfavorecidas mediante la cooperación internacional al desarrollo?” en colaboración con otras instituciones de la cooperación española. En la guía, se hacía especial hincapié en destacar el papel de la electricidad como medio de acceso a servicios tan importantes como la salud, la educación y las telecomunicaciones.

En los últimos meses, la Fundación Energía sin Fronteras, con la colaboración de ONGAWA Ingeniería para el Desarrollo y de otros expertos

nacionales y latinoamericanos, ha trabajado en la elaboración de una nueva publicación que aborda la necesidad del uso eficiente de la biomasa para evitar los problemas de salud y medioambientales que actualmente causa su mal uso.

Para la Dirección de Voluntariado y Cooperación al Desarrollo es un placer presentar esta nueva Guía, financiada por la Comunidad de Madrid, y que, sin duda, se va a convertir en una publicación de referencia en la que todos los agentes de la cooperación al desarrollo -ONGD, empresas, instituciones públicas, etc.- pueden encontrar recomendaciones prácticas para abordar con éxito proyectos de utilización eficiente de la biomasa en las zonas en las que están trabajando para mejorar las condiciones de vida de los más desfavorecidos.

*Dirección General de Voluntariado y Cooperación al Desarrollo*

*Comunidad de Madrid*



# ACRÓNIMOS

---

|           |   |
|-----------|---|
| AECID     | Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo               |
| AGECC     | Grupo Asesor en Energía y Cambio Climático de las Naciones Unidas         |
| AIE o IEA | Agencia Internacional de la Energía                                       |
| CEPAL     | Comisión Económica para América Latina y el Caribe                        |
| CRA       | Comunidades Rurales Aisladas  |
| FAO       | Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación |
| GLP       | Gas Licuado del Petróleo  |
| GIZ o GTZ | Agencia Alemana para la Cooperación Técnica                               |
| IDAE      | Instituto para la Diversificación y Ahorro de Energía de España           |
| MDL       | Mecanismo de desarrollo limpio  |
| OCDE      | Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos               |
| ODM       | Objetivos de Desarrollo del Milenio                                       |
| OLADE     | Organización Latinoamericana de Energía                                   |
| OMS       | Organización Mundial de la Salud  |
| ONG       | Organizaciones no Gubernamentales   |
| UNDP      | Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo                            |
| UNIDO     | Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial         |



**Aceite vegetal:** aceite producido a partir de semillas oleaginosas mediante el prensado, extracción o procesos comparables, que crudo o refinado pero sin transformación química, puede ser utilizado como biocombustible cuando es compatible con el tipo de motor a aplicar.

**Biocombustible:** combustible producido, directa o indirectamente, a partir de biomasa. Pueden ser líquidos, sólidos o gaseosos.

**Biocombustibles líquidos:** bioetanol, biodiesel o aceite vegetal obtenidos mediante tecnologías comerciales a partir de materias primas azucaradas, amiláceas u oleaginosas, es decir, los llamados “biocombustibles de primera generación”. En esta guía, no se tratan los biocombustibles líquidos, los biocombustibles de segunda generación (obtenidos mediante procesos tecnológicos más sofisticados a partir de material lignocelulósico) ni de tercera generación (procedentes de algas).

**Bioenergía:** energía derivada de los biocombustibles.

**Bioetanol:** etanol producido de la biomasa para su utilización como biocombustible.

**Biodiesel:** biocombustible producido a partir de aceites vegetales, grasas animales y aceites reciclados que puede sustituir al diesel en motores.

**Biodigestor:** contenedor cerrado, hermético e impermeable, dentro del cual se deposita el material orgánico en determinada dilución con agua para que, a través de la fermentación anaerobia (en ausencia de oxígeno), se produzca biogás y fertilizantes orgánicos.

**Biogás:** gas combustible compuesto principalmente por metano y dióxido de carbono que es generado en los biodigestores por las reacciones de biodegradación de la materia orgánica, mediante la acción de microorganismos en ausencia de oxígeno.

**Biol:** fertilizante orgánico obtenido durante el proceso de fabricación de biogás.

**Biomasa:** cualquier tipo de materia orgánica de origen biológico producida en un pasado inmediato (quedan por tanto, excluidos los combustibles de origen fósil). Atendiendo a su origen puede clasificarse en natural, residual o procedente de cultivos energéticos. Si se considera su estado, puede ser sólida, líquida o gaseosa.

**Carbón vegetal:** material combustible sólido con un alto contenido de carbono derivado de distintos tratamientos térmicos de la madera (de troncos y ramas de árboles) sin aire.

**Cultivos energéticos:** especies vegetales herbáceas o leñosas que se cultivan específicamente por su valor como combustible. Por ejemplo, la jatropha o el ricino.

**Estufas (o cocinas) mejoradas o eficientes de leña:** son una amplia gama de tipos y modelos de cocinas que tienen como denominador común ofrecer mejores condiciones que las cocinas tradicionales de fuego abierto: menor emisión de humo al interior de la vivienda y menor consumo de combustible, lo que repercute en menor emisión de gases de efecto invernadero, y mejores condiciones de seguridad.

**Gas pobre:** producto de la gasificación de biomasa vegetal (madera, carbón, residuos agrícolas, etc.) compuesto aproximadamente por un 40% de gases combustibles, principalmente monóxido de carbono, hidrógeno y metano.

**Leña:** combustible derivado de la madera que conserva la composición original de la misma.

**Materia prima:** En esta guía, toda biomasa que se destina a ser convertida en energía o en biocombustible.

**Mecanismo de Desarrollo Limpio:** mecanismo suscrito en el Protocolo de Kioto que permite a los gobiernos y empresas de los países industrializados invertir en proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en países en vías de desarrollo, para cumplir con sus propios compromisos de reducción

**Uso tradicional de la biomasa:** utilización de la biomasa con los fuegos sobre tres piedras o las cocinas ineficientes.



# 1

## INTRODUCCIÓN

### La biomasa, fuente de acceso a la energía

El año 2012 se ha declarado el “*Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos*” con el fin, entre otros, de garantizar el acceso universal a servicios energéticos modernos en 2030 mediante la participación de los gobiernos, el sector privado y la sociedad civil en todo el mundo. El acceso universal supone el acceso a unos servicios de energía limpios, fiables y asequibles para cocinado, calentamiento, iluminación, salud, comunicaciones y usos productivos. Nadie duda del papel que las *energías renovables* pueden jugar en el logro de los objetivos planteados, especialmente, mediante sistemas de generación distribuida, solución necesaria para muchas comunidades con un alto nivel de aislamiento.

Aunque hasta ahora, el acceso a la electricidad era considerado como el objetivo energético prioritario para la eliminación de la pobreza y de sus consecuencias, en la actualidad se reconoce que eliminar el uso ineficiente de la biomasa en los hogares es una necesidad urgente. Todavía hoy, 2.700 millones de personas que habitan en

países en vías de desarrollo dependen del uso tradicional de la biomasa como la leña, el carbón vegetal o los residuos agrícolas o ganaderos para cocinar y calentarse, y las proyecciones vaticinan el incremento de esta cifra si no se ponen en marcha las acciones necesarias. Existen razones sobradas para abordar esta situación, ya que el uso de sistemas tradicionales de cocinado con biomasa contamina los recintos donde se utiliza provocando más de 1,5 millones de muertes al año, implica largas horas de búsqueda de combustible impidiendo dedicar tiempo a otras actividades, y presiona los recursos forestales.

La provisión de formas modernas de energía a través de biomasa, como pueden ser las *tecnologías basadas en cocinas mejoradas, o la transformación de la biomasa en biogás o en biocombustibles líquidos*, representa una oportunidad para el acceso a la energía de las comunidades con un alto nivel de aislamiento. Las opciones tecnológicas pueden satisfacer diferentes necesidades (generar calor, electricidad o tracción mecánica), empleando recursos autóctonos, con tecnologías relativamente sencillas, siempre que se adapten a las necesidades de las comunidades.

## El uso a nivel local

Las oportunidades que presentan las nuevas formas de utilización de la biomasa han conducido a la proliferación de *grandes proyectos de generación de bioenergía*, en especial en los países desarrollados. La magnitud de los objetivos planteados en estos países ha creado cierta preocupación en cuanto a la compatibilidad y competencia por los recursos de los usos para energía con otras aplicaciones actuales e imprescindibles de la biomasa: la producción de alimentos y de otros productos, como madera o pasta de papel así como la preservación de áreas forestales y otros lugares importantes para la biodiversidad.

Es obvio que deben tomarse todas las cautelas necesarias para evitar estos conflictos, pero es también indudable que esta preocupación no debe afectar a las ventajas que las tecnologías de transformación y combustión eficiente de la biomasa pueden proporcionar a las comunidades que todavía necesitan de su uso para satisfacer la mayor parte de sus necesidades energéticas. Los proyectos que promueven *el uso sostenible de la biomasa a nivel local* deberían ser considerados de interés prioritario para la cooperación internacional y estar incluidos entre las estrategias preferentes para alcanzar el acceso universal a las fuentes modernas de energía.

## Las comunidades rurales aisladas

La mayor parte de las personas que, todavía hoy, basan su consumo de energía en la combustión tradicional de la leña o los residuos viven en comunidades rurales y, de ellas, son las *Comunidades Rurales Aisladas (CRA)* las que acumulan la mayor necesidad y la mayor pobreza. Es en estas comunidades donde la tecnología tiene un mayor recorrido para promover el desarrollo y el bienestar de los pueblos.

No es fácil definir lo que entendemos por CRA, pues en este concepto se engloba una amplia diversidad de comunidades que tienen *diferentes culturas, diferentes experiencias y formas de vida*, y presentan, en consecuencia, problemáticas diferentes, por lo que las soluciones deberán responder a los contextos locales. No obstante, existen elementos comunes a todas ellas: la pobreza, el aislamiento y la ausencia de unas infraestructuras básicas mínimas que les permitan alcanzar niveles de desarrollo razonables, a lo que en muchos países se suma un aislamiento político y administrativo, si cabe, más difícil de superar. Estas comunidades presentan una identidad cultural propia expresada a través de un idioma local y modelos organizativos característicos. En todas ellas, la pobreza significa hambre, salud precaria, educación deficiente, y sobre todo, escasas oportunidades para salir de esa situación.

La gran diferencia que existe entre estas culturas, idiomas y formas de organización y las mantenidas en el mundo más occidental supone, a veces, una enorme incapacidad de comprensión por parte de las organizaciones que tratan de paliar lo que, en un análisis objetivo, entienden como una situación inaceptable. Cualquier propuesta de actuación para promover alternativas tecnológicas que puedan afectar a los usos y costumbres de estas comunidades debe ser consciente y libremente aceptada por sus miembros. No basta con encontrar financiación para la implantación de los nuevos sistemas tecnológicos, es necesario pensar que el *éxito de las tecnologías implantadas* dependerá de la capacidad de estas personas para modificar sus costumbres más arraigadas, como es el fuego abierto del hogar, y por tanto, será esencial el apoyo prestado a la comunidad, una vez ésta disponga de ellas. Todos los esfuerzos de la cooperación pueden diluirse, si no se atiende esta necesidad.

Algunas de las tecnologías aquí presentadas tienen todavía una *limitada experiencia en su aplicación a CRA* en las que, evidentemente, cual-

quier dificultad es más difícil de resolver. Hay que reconocer la cantidad de proyectos piloto con estas tecnologías que actualmente están en marcha, los cuales permiten apreciar, con cierta precaución, el potencial de aplicación que pueden tener en un tiempo no muy alejado.

## El objetivo de esta guía

Este documento se dirige, especialmente, a atender las necesidades de las CRA de *Latinoamérica*, en las que la cooperación española tiene una especial implicación. Lo motiva el hecho de que en Latinoamérica, 87 millones de personas desean en el uso tradicional de la biomasa y 31 millones carecen de acceso a la energía eléctrica. Los objetivos y planes nacionales de reducción de la pobreza que existen en la mayoría de estos países facilitan el que las soluciones aportadas aquí puedan contribuir a lograr las metas perseguidas. Se hace especial énfasis en los usos locales en estas comunidades, tanto si son usos domésticos o productivos, alejándonos de la problemática que presenta el desarrollo de proyectos tecnológicos de gran escala, y se prestará atención solamente al uso de tecnologías comerciales contrastadas o en fase muy avanzada de desarrollo como son, las cocinas mejoradas, el biogás y el biodiesel. En esta guía se dejarán de lado los procesos tecnológicos sofisticados, como la obtención de biocombustibles de segunda o tercera generación, basados en material lignocelulósico o algas, ya que todavía están en experimentación.

El objetivo perseguido es ofrecer un *manual de sensibilización* que ayude a enfocar las posibles iniciativas de forma global e integral. Está dirigido a los agentes de la cooperación: organizaciones no gubernamentales para el desarrollo, asociaciones, universidades, empresas privadas, administraciones públicas, que puedan estar interesados en aplicar la biomasa para mejorar la

vida de las comunidades donde actúan. La transferencia tecnológica es un paso indiscutible a la hora de abordar la situación de pobreza que se intenta mejorar, pero mucho más relevante es enfocar el proyecto de forma adecuada, atendiendo a las características socioculturales y a los determinantes económicos que afrontan las comunidades a las que se desea ayudar. Este documento ha intentado ponerse en la piel de quienes van a utilizar las tecnologías, acercarse a su realidad, identificar los retos a los que deberán hacer frente cada día y tenerlos presentes para facilitar la verdadera apropiación de las tecnologías que se les van a proponer.

*Este trabajo no pretende redundar en consideraciones demasiado técnicas* de los distintos tipos de proyectos, para lo que existe una amplia bibliografía de instituciones de indudable experiencia. Para estos aspectos más técnicos, la guía ofrece en el apartado “Para saber más” una relación de direcciones donde puede encontrarse la información específica que se requiera así como las referencias citadas específicamente en los capítulos.

El objetivo de la guía ha sido incluir los aspectos más sensibles de los proyectos que pueden afectar al éxito de las intervenciones, entre los que se encuentran, el enfoque tecnológico y social, la planificación, la implementación y el seguimiento, haciendo hincapié en las lecciones aprendidas de experiencias ya realizadas en Latinoamérica. Los detalles de estos casos reales se encuentran en los anexos a este documento publicados solamente en su versión digital.

Con este trabajo se pretende dar un paso más para sensibilizar y guiar a las entidades del mundo de la cooperación en el camino hacia el acceso universal a la energía.

\* \* \*

Por extensión, se ha utilizado el masculino a la hora de redactar esta guía, y cuando se habla de “ellos” se refiere a todos “a ellos y a ellas”.



# 2

## ENERGÍA Y DESARROLLO

---

### 2.1. Papel de la energía en el desarrollo

La energía está presente en todas las actividades humanas. Su disponibilidad es imprescindible para el desarrollo y para llevar una vida digna. La energía es la fuente del calor de nuestros hogares, de la iluminación, de los servicios de transportes, de las comunicaciones y de los procesos productivos y, en definitiva, un elemento clave para el bienestar de las personas y el desarrollo de los pueblos. El acceso a la energía, especialmente a la electricidad, permite incrementar el nivel de ingresos de las familias al facilitar el acceso a medios de producción y a mercados ahora inaccesibles.

El acceso a la energía limpia es un elemento clave para conseguir la erradicación de la pobreza y de sus dramáticos efectos sobre las personas.

La comunidad internacional es consciente, desde hace tiempo, de la estrecha correlación que existe entre el nivel de ingresos de las familias y el acceso a la energía moderna. No es sorprendente que países con una gran proporción de población viviendo con menos de 2 US\$ al día tengan un bajo nivel de electrificación y un alto nivel de población descansando en el uso tradicional de la biomasa, basado en los fuegos de tres piedras.

#### 2.1.1. La Energía y los Objetivos de Desarrollo del Milenio

Tanto en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) como en el Plan de Aplicación de la Cumbre de Johannesburgo, se reconoce la contribución del acceso a la energía a la erradicación de la pobreza y al logro de los ocho ODM (Tabla 2.1.).

**Tabla 2.1. Relación entre la energía y los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM)**

|  |  |
|--|--|
| <p>1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.</p>  | <p>La disponibilidad de formas modernas de energía, incluida la energía eléctrica, tiende a mejorar los ingresos de las familias en la medida en que mejora su productividad mediante la creación de más valor añadido, mayor ahorro de tiempo y mejores resultados económicos. En el ámbito rural, el empleo de energía para irrigación aumenta la producción de alimentos e incrementa el acceso a la nutrición.</p>   |
| <p>2. Lograr la enseñanza primaria universal.</p>  | <p>El acceso a las formas modernas de energía libera tiempo para dedicar a tareas educativas, mejora las condiciones para el estudio – iluminación, calefacción, etc. – y proporciona mejores medios materiales para facilitar la enseñanza y el aprendizaje.</p>  |
| <p>3. Promover la igualdad entre los géneros y la autonomía de la mujer.</p>   | <p>Las formas modernas de energía liberan gran cantidad de tiempo a las mujeres. Permiten que puedan ser educadas para la salud, para mejorar su progreso personal y para incorporarse a otras actividades productivas en las mismas condiciones que los varones.</p>  |
| <p>4. Reducir la mortalidad infantil.<br/>5. Mejorar la salud materna.<br/>6. Combatir el VIH/SIDA, el paludismo y otras enfermedades.</p> | <p>La electricidad proporciona la posibilidad de contar con la atención y las prácticas hospitalarias adecuadas y, también, de tener y conservar las vacunas y medicamentos en condiciones apropiadas. En el ámbito de la prevención sanitaria, la energía es crítica para poder disponer de agua potable, de calor para calentarla y de combustibles más limpios que permitan una mejor calidad del aire en las viviendas.</p>  |
| <p>7. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.</p>   | <p>El acceso a las formas modernas de energía permite el empleo de combustibles limpios, el uso de energías renovables y el incremento de la eficiencia energética. Se aumentan, por tanto, las posibilidades de mitigar impactos medioambientales en los ámbitos local, regional y global. Por otra parte, se pueden emplear de forma responsable algunos recursos naturales que, como la biomasa, son críticos para la conservación y estabilidad medioambiental.</p>  |
| <p>8. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo.</p>  | <p>No es esperable que únicamente el mercado sea capaz de proporcionar los servicios energéticos necesarios para cubrir las demandas de las comunidades más pobres y vulnerables. Es preciso lograr una asociación eficaz entre los gobiernos, las entidades públicas, las agencias de desarrollo, la sociedad civil y el sector privado. Además, las cuestiones de energía y cambio climático requieren un tratamiento global, no solo local, que aconseja crear y fomentar asociaciones de ámbito mundial.</p> |

Fuente: Adaptado de UNDP (2005)

Sin embargo, y a pesar de los esfuerzos ya realizados, la Agencia Internacional de la Energía (IEA, 2011) estima que todavía 1.300 millones de personas –aproximadamente el 19% de la población mundial carece de acceso a la electricidad, de los cuales, 31 millones se localizan en Latinoamérica, afectando al 7% de la población. Por otro lado, 2.700 millones –aproximadamen-

te el 39% de la población mundial –descansa en el uso tradicional de la biomasa para cocinar y calentarse, de los cuales 87 millones se sitúan en la región Latinoamericana, suponiendo el 19% de la población. En la Tabla 2.2 y en la Figura 2.1 se recogen los objetivos específicos para satisfacer los ODM en el 2015 y para proporcionar el Acceso Universal a la Energía en 2030.

Los ODM no se conseguirán en 2015 si no se avanza adecuadamente en el acceso a la energía térmica y eléctrica.

Para lograrlo, es necesario que 395 millones de personas tengan acceso a la electricidad y que 1.000 millones de personas dispongan de facilidades para cocinar de forma limpia. De todos ellos, el 85% vive en áreas rurales (IEA, 2010b).

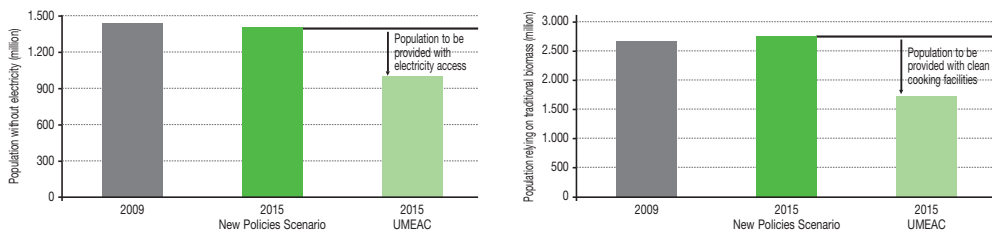
**Tabla 2.2. Metas para lograr los ODM y el Acceso Universal a la Energía**

|  | 2015  |   | 2030  |                                 |
|--|---|---|---|---------------------------------|
|  | RURAL   | URBANA  | RURAL   | URBANA                          |
| Acceso a la electricidad               | Proporcionar acceso a 257 millones de personas  | 100% de acceso a la red   | 100% de acceso, de los cuales, 30% conectado a red y 70%, a microrredes (75%) o a sistemas aislados (25%) | 100% de acceso a la red         |
| Acceso a servicios de cocinado limpios | Proporcionar acceso a 800 millones de personas con estufas de GLP (30%), sistemas de biogás (15%) o estufas mejoradas (55%) | Proporcionar a 200 millones de personas acceso a estufas de GLP | 100% de acceso con estufas, de GLP (30%), sistemas de biogás (15%) o estufas mejoradas (55%)              | 100% de acceso a estufas de GLP |

*Nota: Las estufas de gas licuado de petróleo (GLP) se utilizan como representantes de las estufas modernas incluyendo también queroseno, biocombustibles líquidos, gas y estufas eléctricas. Estufas avanzadas de biomasa son aquellas que pueden utilizar gasificadores o que funcionan con biomasa sólida como astillas de madera o briquetas. Los sistemas de biogás incluyen las estufas que consumen biogás.*

Fuente: IEA (2010)

**Figura 2.1. Implicación de reducir la pobreza de las personas sin acceso a la energía eléctrica (izquierda) y cocinando con formas tradicionales de biomasa (derecha) para 2015.**



*Nota: : 2015 New Policies Scenario hace referencia a compromisos adoptados o anunciados por diversos organismos. UMEAC hace referencia al escenario de acceso universal a la energía (Universal Modern Energy Access Case).*

Fuente: IEA (2010a)

Se estima que en 2009 se invirtieron cerca de 9.000 millones de dólares en el mundo para proporcionar un primer acceso a servicios de energía modernos (IEA, 2010). Lograr el acceso universal a una energía moderna en el 2030, va a requerir un esfuerzo adicional de 48.000 millones de US\$ anuales, cinco veces la inversión realizada en 2009, que equivale aproximadamente al 3% de la inversión total en energía hasta 2030 (IEA, 2010a).

El incremento del consumo de energía provocado por este objetivo tendrá un impacto modesto sobre la demanda global de energía primaria y las emisiones de CO<sub>2</sub> (IEA, 2010a). En 2030, la generación global de electricidad sería un 2,9% mayor, la demanda de petróleo subiría menos de un 1% y las emisiones de CO<sub>2</sub> serían un 0,8% más altas. El problema no es, pues, el capital necesario, ni el aspecto medioambiental, ni tampoco se trata de un problema tecnológico –las tecnologías necesarias están disponibles– sino que más bien se trata de problemas de carácter político, institucional, logístico, financiero etc., que requieren análisis pormenorizados de cada uno de ellos y un gran esfuerzo conjunto de toda la sociedad.

### 2.1.2. Visión de los Organismos Internacionales

En el momento actual, se percibe un notable cambio en la visión que los organismos internacionales presentan en relación con la estrategia en materia energética. Si en la última década del siglo XX los objetivos prioritarios eran la independencia energética y los cambios estructurales basados en la privatización y la introducción de la competencia en los mercados energéticos, en el comienzo del siglo XXI, sin que de ninguna manera se hayan cambiado estos objetivos, la prioridad está focalizada en conseguir el acceso

universal a la energía, en promover el cambio hacia una matriz energética que resulte medioambientalmente sostenible, y en estimular el uso racional de la energía. Este cambio está basado en dos pilares, el primero de ellos es la toma de conciencia de que el acceso a la energía es crítico para el desarrollo económico y la reducción de la pobreza, y el segundo es el convencimiento de la necesidad urgente de tomar medidas orientadas a la reducción del impacto global del cambio climático. En este sentido la Unión Europea (Council of the European Union, 2009) reconoce que las soluciones energéticas locales sostenibles, implementadas por actores locales y con compromiso del sector privado, deben tener un creciente papel en la cooperación europea al desarrollo.

No en vano, el 2012 se ha declarado por parte de Naciones Unidas el “Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos” (United Nations, 2012). Esta iniciativa hará partícipes a los gobiernos, al sector privado y asociados de la sociedad civil en todo el mundo para lograr tres objetivos importantes para 2030:

- ♦ Garantizar el acceso universal a servicios energéticos modernos.
- ♦ Duplicar el ratio de mejora en la eficiencia energética.
- ♦ Duplicar el uso de la energía renovable a nivel mundial.

El 2012 se ha declarado el “Año Internacional de la Energía Sostenible para Todos” con el fin, entre otros, de garantizar el acceso universal a servicios energéticos modernos para 2030 mediante la participación de los gobiernos, sector privado y la sociedad civil en todo el mundo.



Se trata de objetivos complementarios y el progreso en la consecución de uno de ellos puede contribuir al progreso de los restantes. La iniciativa busca involucrar a todas las partes interesadas en el trabajo hacia estos importantes logros, realizando un compromiso hacia la acción concreta.

- ♦ **Los gobiernos:** Los gobiernos podrían optar por elaborar planes y objetivos nacionales de energía, proporcionar apoyo financiero y eliminar los aranceles y los subsidios improductivos.
- ♦ **Sector Privado:** Las empresas pueden realizar sus operaciones y cadenas de suministro energéticas de forma más eficiente.
- ♦ **Sector financiero:** Los bancos de inversión y empresas de servicios financieros pueden hacer nuevas inversiones en asociaciones público-privadas de forma que se expandan los productos y servicios energéticos sostenibles.
- ♦ **Sociedad civil:** las organizaciones de la sociedad civil pueden aumentar la escala de actividades de promoción y educación, fomentar la transparencia y la acción por parte del gobierno y del sector privado, y fortalecer la capacidad de las comunidades locales.

Las actuaciones esenciales según la AIE (2011) para el acceso universal a fuentes modernas de energía son:

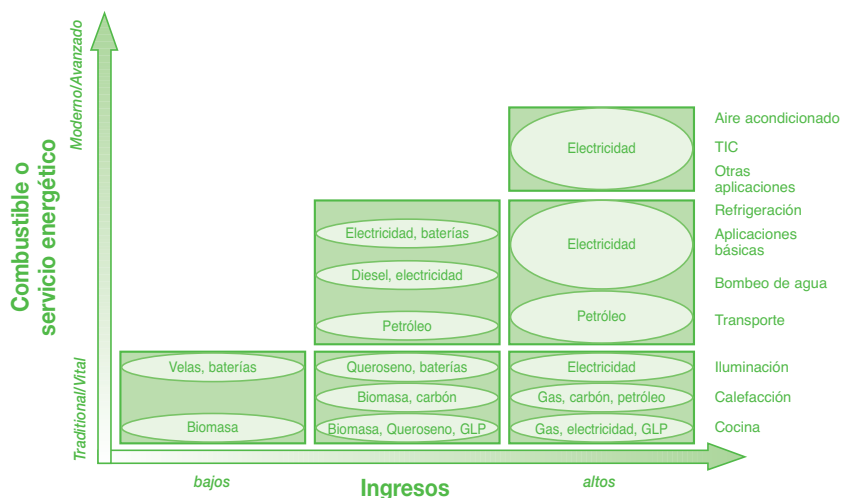
- ♦ Adoptar el acceso a las fuentes modernas de energía como una prioridad política mundial, reorientando las políticas y la financiación consecuentemente. Los gobiernos nacionales deben establecer objetivos específicos de acceso, destinando fondos y definiendo la estrategia que permita su consecución.

- ♦ Movilizar anualmente 48.000 millones de dólares (equivalente al 3% de la inversión prevista hasta 2030 en infraestructuras energéticas) para favorecer el acceso universal utilizando para ello todas las fuentes y alternativas de inversión.
- ♦ Promover la expansión del sector privado adoptando políticas robustas y unos adecuados marcos regulatorios e invirtiendo en la creación interna de capacidades. El sector público, incluyendo instituciones bilaterales y multilaterales, necesita favorecer la inversión privada en aquellas zonas donde el acceso es menos rentable y fomentar el desarrollo de modelos de negocio replicables. Cuando se apliquen subsidios públicos, éstos han de estar bien orientados para alcanzar a los más pobres.
- ♦ Concentrar una parte importante de la ayuda bilateral y multilateral en aquellas áreas de difícil acceso que no resultan comercialmente atractivas. Se necesita suministrar financiación al consumidor para vencer la barrera del coste inicial de acceso al servicio. El uso de bancos locales y acuerdos de microfinanciación puede permitir la creación de redes locales y la capacidad necesaria en la actividad del sector energético.
- ♦ Prever la recogida de datos globales y regulares que permitan cuantificar el reto y monitorizar el progreso.

### 2.1.3. La escalera de la energía

De modo genérico, cuando las personas incrementan sus ingresos tienden a sustituir los combustibles más tradicionales hacia otras formas de energía más convenientes, eficientes y limpias. Esto es, se asciende por “la escalera de la energía”.

Figura 2.2. Evolución, frente a los ingresos, de los usos domésticos de la energía



Fuente: Adaptada de IEA (2002)

Para el cocinado y la calefacción, los peldaños más bajos de la escalera implican el uso de residuos, como estiércol o procedentes de cultivos; la leña, el carbón vegetal; el queroseno, el gas licuado de petróleo (GLP) y el gas natural representan peldaños sucesivamente más altos. Para la iluminación, el escalón más bajo está representado por el fuego, como hogueras o velas, seguido a su vez por combustible líquido (como queroseno), lámparas, faroles de gas y bombillas eléctricas. En cuanto a la energía mecánica, los consumidores cambian de la energía humana y animal al combustible diesel y la electricidad tan pronto como están disponibles, porque son casi siempre más rentables.

La rapidez en avanzar por la escalera depende de la asequibilidad y disponibilidad de los servicios energéticos modernos y de las preferencias culturales, aunque en el contexto actual, lo ideal sería, en vez de recorrer los peldaños uno por uno, sal-

tarse algunas de las fases para poder acceder más rápidamente a los servicios modernos de energía, especialmente, en las CRA. En estas comunidades, la aceleración en la introducción de sistemas de energía moderna es una estrategia clave para promover el desarrollo sostenible de este tipo de comunidades que debería estar respaldada por políticas públicas apropiadas. Principalmente, se trata de proporcionar:

- ◆ Combustibles sólidos, líquidos o gaseosos limpios para cocinar y electricidad para iluminación y otros servicios básicos del hogar.
- ◆ Combustibles líquidos y electricidad para mecanizar la agricultura y posibilitar otros procesos productivos.
- ◆ Generar electricidad a un coste suficientemente bajo para atraer la actividad industrial a las zonas rurales, generando empleo y evitando la migración a las zonas urbanas.

### 2.1.4. El acceso universal a la energía, complejidad y dificultad del problema

Una de las definiciones para acceso universal a la energía es “*El acceso a unos servicios de energía limpios, fiables y asequibles para cocinado, calentamiento, iluminación, salud, comunicaciones y usos productivos*”, es decir, los niveles 1 y 2 de la figura 2.3. (AGECC, 2010).

El acceso universal a la energía debe analizarse desde distintas perspectivas, tanto cualitativas como cuantitativas. Por un lado, es necesario reflexionar sobre las necesidades a satisfacer, ya que la energía ofrece soluciones complementarias para distintos aprovisionamientos como el calor para cocina y calefacción, la electricidad para aplicaciones más sofisticadas, como la iluminación, las telecomunicaciones y los procesos productivos e incluso, los combustibles para energía mecánica en la industria o el transporte. Cuantitativamente, se deben estimar las necesidades en tres grupos:

- ♦ **Necesidades de uso doméstico**, para las que es necesario determinar la cantidad de energía necesaria. La Agencia Internacional de la Energía reconoce que el consumo mínimo de electricidad por hogar varía de las áreas rurales a las urbanas. El umbral de consumo inicial mínimo de electricidad para las áreas rurales es de 250 kWh al año y para las áreas urbanas de 500 kWh año (IEA, 2011). En las áreas rurales, este nivel de consumo podría, por ejemplo, facilitar el uso de un ventilador, un teléfono móvil y dos bombillas fluorescentes compactas para la iluminación durante unas cinco horas al día. En las áreas urbanas, el consumo podría incluir también la instalación de un frigorífico eficiente y un segundo teléfono móvil así como otra aplicación como un pequeño televisor o computadora.
- ♦ **Necesidades de carácter comunitario**, como la escuela, el centro de salud y otras necesidades de uso común de la comunidad.

**Figura 2.3. Niveles crecientes de acceso a los servicios de energía.**

|  |  |  |
|--|--|--|
| <p><b>Nivel 1</b><br/><b>Necesidades humanas básicas</b></p> <p>Electricidad para iluminación, salud, educación, comunicación y servicios comunitarios.<br/><i>(50-100 kWh por persona y año).</i></p> <p>Tecnologías y combustibles modernos para calefacción y cocinado.<br/><i>(50-100 kgoe de combustibles modernos o cocinas de biomasa eficiente por persona y año).</i></p> | <p><b>Nivel 2</b><br/><b>Usos productivos</b></p> <p>Electricidad, combustibles modernos y otros servicios de energía para mejorar la productividad. Ej.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agricultura: bombeo de agua para irrigación, fertilización, cosechas mecanizadas.</li> <li>- Comercio: procesado agrícola, industrias domésticas o locales.</li> <li>- Transporte: Combustible.</li> </ul> | <p><b>Nivel 3</b><br/><b>Necesidades de una sociedad moderna</b></p> <p>Servicios de energía para muchas aplicaciones domésticas, requisitos avanzados para calefacción y cocinado, transporte privado.<br/><i>(Uso de electricidad alrededor de 2.000 kWh por persona y año).</i></p> |
|--|--|--|

Fuente: Adaptada de AGECC (2010).

- ♦ **Necesidades para usos productivos**, en un nivel mínimo que pueda constituir la base del desarrollo de las comunidades. En la Figura 2.3 se ha proporcionado algunas cifras para los niveles de cobertura de las necesidades humanas básicas comparadas con las necesidades de una sociedad moderna (AGECC, 2010).

En este contexto, el término “asequible” significa que el coste de la energía para los usuarios finales debe ser compatible con su nivel de ingresos, es decir que todos deberían ser capaces, querer y pagar el incremento de coste que pueda suponer el acceso a una forma de energía de más calidad. El coste de los servicios de energía no debe ser superior a una fracción del orden del 10-15% de los ingresos; ello puede hacer necesaria la provisión temporal de subsidios hasta que se alcance un desarrollo económico suficiente de la zona, que lo deje de aconsejar. Este argumento proporciona una razón adicional para apreciar la importancia de incluir en el acceso universal los usos productivos: facilitar a los usuarios la capacidad de pagar por la energía lo que se establezca, cuestión clave para una viabilidad financiera de los servicios energéticos en el largo plazo (Real Academia de Ingeniería, 2011).

El suministro energético debe ser asequible, ya sea para satisfacer necesidades domésticas, comunitarias o productivas.

## 2.2. La electricidad como vector de desarrollo

El acceso al suministro eléctrico en los hogares es particularmente imprescindible para el desarrollo humano, ya que posibilita el alumbrado, la refrigeración y el funcionamiento de los electrodomésticos. El acceso a la electricidad es uno de

los indicadores más claros del bienestar de las personas. La electricidad es también imprescindible para la mayoría de las aplicaciones de desarrollo productivo local y para cubrir otras necesidades como las telecomunicaciones, los servicios sanitarios o de educación. Además del acceso propiamente dicho, es necesario que el suministro sea suficiente, fiable y duradero.

El Servicio Universal de electricidad es un elemento básico en las políticas de combate contra la pobreza; implica dar acceso a la electricidad a todos los ciudadanos en igualdad de condiciones. La mayor parte de los países tienen entre sus objetivos alcanzar el servicio universal, y se diseñan planes de electrificación rural que están obteniendo buenos resultados en muchos casos.

El acceso eléctrico a las zonas rurales puede realizarse mediante la extensión de redes de suministro, que es la estrategia más habitual, o mediante sistemas aislados de la red, bien sean sistemas individuales o microrredes. Para este último grupo de alternativas, las energías renovables y los sistemas híbridos pueden proporcionar soluciones operativas y fiables. Sin embargo, esta alternativa presenta una serie de barreras que deben superarse, como son, los inexistentes o insuficientes marcos políticos y legales, las dificultades financieras y la falta de capacidad de muchas regiones.

La biomasa, en sus diversas formas, puede ser también una alternativa para proporcionar electricidad, pero las aplicaciones en CRA son todavía muy escasas, por lo que es difícil todavía extraer de ellas lecciones útiles. Esta guía describirá algunos de los casos piloto disponibles.

Resulta necesario señalar que el gasto en que incurren las CRA como consecuencia de la falta de electrificación es una parte importante de sus ingresos. El uso de velas, lámparas de keroseno, pilas, carga de baterías con sus desplazamientos

asociados, es un dato a considerar para validar la asequibilidad de la tarifa a pagar por la electricidad. Cuando el suministro eléctrico se realiza mediante sistemas aislados de la red, es deseable que la tarifa aplicada a las CRA no sea superior a la aplicada a los usuarios que reciben la electricidad de la red, pero si tuviera que ser superior, nunca debiera superar al coste que implica la compra de los elementos sustitutivos para el servicio de iluminación y de comunicación.

La generación distribuida mediante sistemas híbridos o renovables puede facilitar el acceso a la electricidad a las comunidades rurales aisladas.

### 2.3. La biomasa y la satisfacción de las necesidades térmicas

Todavía hoy, 2.700 millones de personas que habitan en países en vías de desarrollo dependen de los combustibles tradicionales (leña, carbón vegetal, residuos agrícolas o residuos animales) para cocinar y calentarse, y las proyecciones son que esta situación ascenderá en 2030 si no se ponen en marcha las acciones necesarias (IEA, 2010b). La mayoría de estas personas viven en zonas rurales y muchas de ellas en comunidades aisladas. La sustitución de las distintas formas de biomasa para cubrir las necesidades térmicas no parece ser una alternativa factible a nivel mundial, por lo que será necesario proporcionar tecnologías accesibles que disminuyan los efectos adversos que tiene la utilización tradicional de la biomasa. Como se ha

comentado, cambiar esta situación es el segundo eje en el que se basa el uso de la energía moderna como factor para la eliminación de la pobreza y de sus consecuencias.

En este sentido, se observa que a medida que el nivel de ingresos sube, el acceso a la electricidad crece más rápidamente que el acceso a combustibles modernos y cocinas eficientes. Ello es debido a que los gobiernos dan más importancia al acceso a la electricidad en sus programas de desarrollo, en ocasiones por intereses partidistas, que a las tecnologías de combustión eficiente de la biomasa, aunque el acceso a ambas, electricidad y combustibles limpios, es esencial en la erradicación de los efectos perniciosos de la pobreza y en el desarrollo de las comunidades más pobres (Real Academia de Ingeniería, 2011).

Eliminar el uso ineficiente de la biomasa en los hogares es una necesidad urgente, porque eleva notablemente los niveles de contaminación dentro de las viviendas afectando gravemente a la salud de los colectivos más vulnerables, mujeres y niños; hace necesario el aprovisionamiento de gran cantidad de recursos utilizados ineficientemente, lo que puede provocar deforestación en las zonas circundantes a las áreas de consumo, y hace que los responsables familiares de proporcionar el recurso energético, generalmente las mujeres, deban dedicar gran tiempo y esfuerzo diarios en la recolección del combustible, restándolo a la capacidad de dedicarse a otras actividades.

2.700 millones de personas descansan en la biomasa tradicional para satisfacer sus necesidades térmicas de cocinado y calefacción.



# 3

## BIOMASA Y DESARROLLO

### 3.1. Papel de la biomasa en el desarrollo

La biomasa es la energía renovable más ampliamente utilizada (AIE, 2011), representando el 12,9% de la energía consumida a nivel mundial en 2009. Sin embargo, en los países en desarrollo, la biomasa asciende al 35% del consumo de energía, suponiendo el 90% de la energía consumida por los hogares, generalmente en formas no comerciales. En América Latina, la biomasa sólida y los biocombustibles líquidos cubrieron en 2008 el 15% de la demanda de energía (OLADE, 2010).

Esta diferencia entre países desarrollados y en vías de desarrollo explica por qué la biomasa se percibe muchas veces como un combustible del pasado, aunque sea una alternativa renovable que, mediante los desarrollos tecnológicos modernos, presenta gran potencialidad para cubrir las necesidades energéticas, tanto de países desarrollados, como de países en vías de desarrollo.

El uso tradicional de la biomasa sigue siendo la forma más extendida de energía, principalmente

en el cocinado de alimentos, para los 2.700 millones de personas que no tienen acceso a otros procesos de conversión o a fuentes de energía más modernas, a pesar de que estas formas de aprovechamiento son poco adecuadas y provocan notables impactos económicos, medioambientales y sobre la salud. Son varias las razones que conducen a este hecho: se trata del combustible utilizado tradicionalmente, suele ser más accesible que otros combustibles más modernos, y tiene unos costes económicos inferiores a los que presentan las tecnologías alternativas.

Actualmente, existen desarrollos tecnológicos accesibles y asequibles que permiten un aprovechamiento eficiente de la biomasa a pequeña escala, tanto para la obtención de energía térmica para el cocinado y la calefacción, como para la generación de electricidad a través de biogás, o para la provisión de biocombustibles líquidos para la utilización en motores agrícolas, para su uso en el transporte y para la generación de electricidad. La disponibilidad de tecnologías apropiadas proporciona la posibilidad de poder utilizar el mismo recurso energético, la biomasa, pero mediante procesos de transformación mucho más eficientes, propiciando que las CRA

puedan ser menos dependientes, e incluso autosuficientes, desde el punto de vista energético.

Existen tecnologías accesibles, asequibles, eficientes y limpias basadas en el aprovechamiento de la biomasa para mejorar el consumo de los combustibles tradicionales y facilitar el acceso a formas modernas de energía.

## 3.2. Tipos de biomasa y biocombustibles

### 3.2.1. Recursos de biomasa

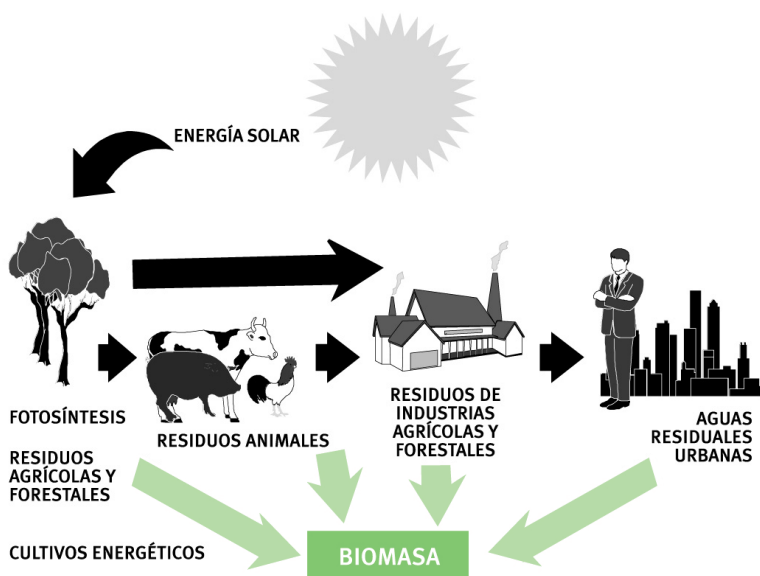
La biomasa fue la primera energía disponible por la humanidad; desde la prehistoria, la com-

bustión directa ha sido el proceso utilizado para la obtención de todo tipo de energía, desde térmica, hasta eléctrica mediante la producción de vapor.

La biomasa se define como la materia orgánica de origen biológico producida en un pasado inmediato. Así se refiere a la biomasa “útil” en términos energéticos, toda vez que las plantas transforman la energía radiante del sol en energía química a través de la fotosíntesis y parte de esa energía química queda almacenada en la planta en forma de materia orgánica, que puede ser aprovechada posteriormente.

En la Figura 3.1 se muestra el proceso general de generación de biomasa.

Figura 3.1. Generación de biomasa



Fuente: IDAE (2007)



Las fuentes más importantes de biomasa son:

- ♦ **Residuos forestales naturales.** Como ramas, madera muerta y arbustos presentes en los bosques.
- ♦ **Residuos de las industrias forestales.** En este grupo se encuadra la madera sobrante de los procesos industriales, como los de aserrío.
- ♦ **Residuos agrícolas.** Se trata de la fracción de las plantas no aprovechable para fines alimentarios y que generalmente se deja en el campo. Por ejemplo, los cañotes de maíz, el bagazo de la caña de azúcar o las cascariillas del café.
- ♦ **Residuos ganaderos.** Los de aquellas explotaciones donde los animales están en un mismo recinto en el que se pueden recoger los excrementos, como puede ser el caso de los purines de cerdo.
- ♦ **Residuos urbanos.** Los centros urbanos generan grandes cantidades de basura (residuos alimentarios, papel, cartón, madera, aguas negras) compuestas, en gran parte, por materia orgánica que puede ser convertida en energía, después de procesarla adecuadamente.
- ♦ **Residuos industriales.** La actividad industrial genera grandes cantidades de residuos en forma de aceites y grasas que deben ser tratadas o recicladas. Esos residuos proceden de restaurantes, talleres, industrias etc.
- ♦ **Cultivos energéticos.** Se trata de plantaciones de especies específicamente dedicadas a la obtención de energía, como pueden ser las especies oleaginosas (soja, palma africana o jatropha) o especies leñosas de rápido crecimiento.

La disponibilidad de las distintas fuentes de biomasa varía entre regiones en función del clima, el suelo, la densidad de población, la gestión del territorio y las distintas actividades productivas

que se desarrollan. Por ello, las posibilidades de obtención de energía a partir de biomasa variarán entre localizaciones y por tanto, los proyectos que se desarrollen deberán adaptarse a las características particulares de cada emplazamiento.

Se entiende por biomasa cualquier tipo de materia orgánica de origen biológico producida en un pasado inmediato. Dependiendo del origen de la materia prima y del proceso de valorización energética, se pueden obtener biocombustibles en forma sólida, líquida o gaseosa que pueden proporcionar energía térmica, eléctrica o mecánica.

### 3.2.2. Tipos de biocombustibles

Existen diferentes tipos de biomasa que se corresponden con sus diferentes formas de utilización. A todos ellos se les conoce también como biocombustibles puesto que tienen origen biológico y se utilizan, principalmente, mediante su combustión.

Como se ha dicho, la forma tradicional de uso de la biomasa, y todavía hoy la más usual, es la combustión directa de la biomasa sólida sin ningún tipo de tratamiento. Constituye la forma más ineficiente de uso energético de la biomasa, pues solo aprovecha un 10-15% de su contenido de energía (Real Academia de la Ingeniería, 2011). La combustión produce calor que es utilizado directamente para el cocinado de alimentos, la calefacción de estancias o el secado de productos agrícolas, por ejemplo. En las zonas rurales, especialmente en las comunidades rurales aisladas (CRA), se utiliza mediante sistemas simples, cocinas a fuego abierto en la mayoría de los casos, pero existen modelos de cocinas, estufas u hornos con sistemas más eficientes para aprovechar la energía mediante la combustión directa de la biomasa. En el capítulo 4 se presentan estos sistemas con más detalle.

Los avances tecnológicos han permitido el desarrollo de procesos más eficientes, limpios y convenientes que el uso tradicional de la biomasa. Los procesos eficientes tratan de convertir la materia prima en otras formas más adecuadas para su transporte y utilización, especialmente, cuando la biomasa no va a utilizarse en procesos de combustión. Entre los procesos de transformación de la biomasa natural se encuentran:

**Los procesos termoquímicos** son aquellos que descomponen la materia orgánica mediante la acción del calor, bien en déficit de aire (combustión incompleta), o con inyección de más aire hasta llegar a la gasificación de la biomasa original. Dependiendo del tipo de biomasa natural y de las condiciones de operación, estos procesos conducen a diferentes biocombustibles. Entre ellos se encuentran:

- ♦ La producción del *carbón vegetal*, que es más eficiente energéticamente que la biomasa original, no produce mucho humo, y es ideal para consumo doméstico.
- ♦ La producción del llamado “*gas pobre*”, que se puede utilizar para producir calor directamente en cocinas que han sido adaptadas para ello, o electricidad en motores diesel, en motores de gasolina ligeramente modificados o en turbinas de gas. Esta última tecnología no está todavía disponible de forma asequible y fiable para contextos rurales, sobre todo los más aislados, por lo que su utilización solo se justifica en casos muy especiales.

**Los procesos bioquímicos** son aquellos que utilizan distintos tipos de microorganismos para descomponer la biomasa original y necesitan biomasa con alto contenido en humedad. Los más importantes son:

- ♦ La *digestión anaeróbica*, que utiliza contenedores cerrados (biodigestores) donde se introduce la biomasa y se deja fermentar.

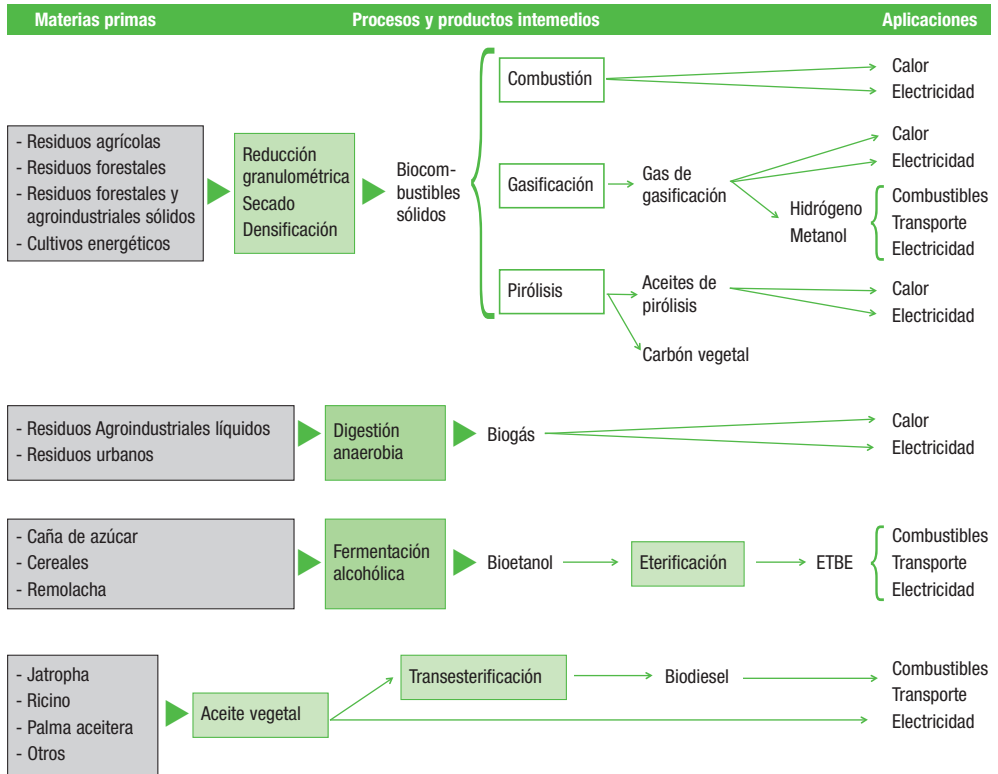
Después de unos días, se produce un biocombustible gaseoso llamado biogás. El capítulo 5 profundiza en la producción y utilización del biogás.

- ♦ La *fermentación* de materias azucaradas (caña de azúcar o remolacha) o con alto contenido en almidón (maíz, trigo o cebada), y su posterior destilación. Producen un alcohol – llamado *bioalcohol* o *bioetanol* – que se puede utilizar de forma pura o mezclado con gasolina para el transporte, para la propulsión de máquinas, o directamente en cocinas adaptadas para ello.
- ♦ La *extracción de aceite vegetal* (proceso mecánico) y su posterior transformación a *biodiesel* mediante un proceso conocido como transesterificación. Se utilizan para ello materias oleaginosas, como la colza, el aceite de palma o la jatropha, entre otras. El biodiesel puede tener un uso similar al gasóleo y no necesita ninguna o muy pocas adaptaciones de los motores. El capítulo 6 muestra más detalles sobre la producción y las posibilidades del aceite vegetal y del biodiesel en proyectos locales.

En estos casos, en los que es necesaria una planta de procesamiento para la obtención de energía, se deberá prestar especial atención a la ubicación de la misma respecto al área de abastecimiento de la materia prima y a la distancia hasta el punto de utilización de la energía convertida.

Algunos de los parámetros más importantes para caracterizar los distintos tipos de biomasa y, con ello, los distintos procesos de conversión necesarios para la obtención de energía son: la composición química y física (determina el tipo de producto energético que se puede generar), el contenido de humedad, (en algunos casos se requiere que sea alto, y en otros, bajo) y el poder calorífico (indica la energía disponible).

Figura 3.2. Procesos de conversión energética de la biomasa. Materias primas utilizadas y aplicaciones.



Fuente: elaboración propia.

### 3.3. Impactos del uso ineficiente de la biomasa

El uso ineficiente de la biomasa conlleva a veces trágicas consecuencias, tanto ambientales, como sociales o económicas. Una de las causas de los impactos negativos de la quema de biomasa, en particular de la leña o el carbón vegetal, es que la combustión se realiza a “fuego abierto”, es decir, se quema en un hogar confinado entre tres o más piedras sobre las cuales se apoyan los utensilios de cocina sin incorporar ningún sistema de

extracción de humos. Además, como se ha dicho, esta combustión es muy ineficiente, por lo que es necesario un mayor consumo de combustible para alcanzar el mismo servicio final (calentar o cocinar).

#### 3.3.1. Impactos sobre la salud: problemas respiratorios y muertes prematuras

Las infecciones respiratorias provenientes de la inhalación de humos y hollín en espacios interiores, el llamado “asesino de la cocina”, causa

más de 1.5 millones de muertes prematuras al año debidas principalmente a neumonía en los niños o a enfermedades crónicas respiratorias en los adultos, principalmente mujeres (OMS, 2007). Esta situación convierte el problema de la quema de biomasa en la segunda causa de muerte mundial, por delante de la tuberculosis y la malaria y sólo detrás del Síndrome de Inmuno-deficiencia Adquirida. Además, las proyecciones futuras estiman que se puede convertir, en 2030, en la primera causa de muerte mundial. El humo producido por los combustibles sólidos, junto con el bajo peso al nacer, el sexo inseguro, el agua insalubre, y una sanidad e higiene deficientes, causan los mayores riesgos de enfermedad y muerte en los países en vías de desarrollo (OLADE, 2010). El humo dentro del hogar también causa enfermedades oculares y deterioro en el desarrollo de las células cerebrales (OMS, 2007).

Además, la forma de cocinar a fuego abierto provoca dolores de espalda y lumbares por malas posturas, quemaduras en el cuerpo por contacto directo con el fuego o con los utensilios que alcanzan temperaturas elevadas, contaminación de los alimentos por estar en contacto directo con los humos, riesgo de incendio en la vivienda, etc. Existen también otros riesgos en lugares cercanos a los centros urbanos, ya que muchas veces se entra en propiedad privada a robar leña.

### 3.3.2. Impactos económicos: consumo de leña, tiempo o dinero

La combustión tradicional sobre fuegos de tres piedras es muy ineficiente, por lo que se necesitan mayores cantidades de biomasa para generar el mismo calor. Esta situación resulta especialmente gravosa cuando debe comprarse la leña. Aunque la gente de campo raramente pone un

valor a su tiempo, y toda la familia colabore en la recolección del combustible necesario, ese tiempo tiene un valor en cuanto a disponibilidad para hacer otras actividades, ya sean productivas, de formación, de participación comunitaria o de descanso para la familia.

La OMS (2007) estimó que son necesarios desplazamientos medios de 1 hora al día para recoger el combustible. Por otra parte, esta biomasa se suele transportar sobre la espalda, lo que da lugar a importantes lesiones que impiden la realización de otras tareas o, incluso, inhabilitan a la persona que la transporta. Por otra parte, una vez la madre y los niños dejan de estar expuestos al humo, los gastos en medicinas para tratar las infecciones respiratorias se reducen.

### 3.3.3. Impactos ambientales: cambio climático y deforestación

Un efecto ambiental de la combustión ineficiente y del consumo insostenible de la leña es su contribución al cambio climático, aunque muy alejado, en términos absolutos, de la contribución de los países desarrollados. Se emite al ambiente mayor cantidad de gases de efecto invernadero de la que sería posible con una combustión más eficiente. Además, la quema ineficiente de biomasa genera unas partículas de color oscuro englobadas en el concepto “humos negros” (o “*black carbon*”) cuya contribución al cambio climático se está demostrando relevante porque contribuye en el corto plazo a los fenómenos de absorción de la radiación y porque, cuando se deposita en el Ártico, también modifica el albedo de la nieve y el hielo, lo que acelera notablemente su deshielo. Por último, la deforestación conduce a la pérdida de sumideros de carbono que son capaces de disminuir la concentración de CO<sub>2</sub> en la atmósfera, contribuyendo así al cambio climático.

Aunque la mayor deforestación se debe al cambio en el uso de suelos y al avance de la frontera agrícola, el uso de la leña para cocinar y calentarse es un factor presente en este problema, especialmente en las zonas donde el recurso de leña es más escaso. La deforestación de los bosques disminuye la capacidad de retención del agua de lluvia en el terreno, favorece la erosión y desemboca finalmente en una progresiva desertización y falta de prevención de los impactos generados por episodios meteorológicos extremos. Cuando aumenta la deforestación, se incrementa el tiempo necesario para recoger la leña, lo que amplía los impactos de su transporte.

La biomasa es un recurso renovable que debe ser aprovechado de forma respetuosa para no comprometer su disponibilidad en el tiempo.

La utilización ineficiente de la biomasa provoca graves impactos sobre la salud, e impactos apreciables sobre la economía familiar (en tiempo y/o en dinero) y el medio ambiente.

### 3.4. Usos eficientes de la biomasa

#### 3.4.1. Oportunidades para un acceso a energía sostenible en las comunidades rurales aisladas

Como resumen de lo ya comentado, podemos ver que, aplicando los diferentes procesos de conversión, la biomasa se puede transformar en diferentes formas eficientes de producir energía útil, que son aplicables en comunidades rurales aisladas (CRA) mediante proyectos de tamaño

adecuado a las condiciones y necesidades locales, tanto en el sector doméstico, como en el comercial o el industrial. La biomasa, en sus diferentes formas de biocombustibles, puede utilizarse para:

1. **Generar calor:** la combustión de la biomasa genera calor que es utilizado directamente para aumentar la temperatura interior de las viviendas, para procesar alimentos, para producir agua caliente o para esterilizar elementos, lo que previene el contagio de enfermedades. También se puede aplicar en procesos industriales como en el secado de café o en la producción de cal o ladrillos. En el caso de la leña o el carbón vegetal, a los equipos modernos de combustión de la biomasa, se les suele denominar cocinas, estufas u hornos mejorados. También se puede generar calor mediante la combustión de biogás.
2. **Generar energía eléctrica:** en este caso, el calor generado en la combustión de la biomasa se utiliza para producir vapor, transformado posteriormente en electricidad. También puede generarse electricidad mediante la gasificación directa de la biomasa, o en sistemas híbridos. Esta forma de energía se puede obtener también alimentando motores de combustión interna con aceites vegetales o biodiesel, o mediante la utilización de motores de combustión de biogás.
3. **Generar energía cinética:** fundamentalmente, gracias a la combustión de biocombustibles líquidos en motores incorporados a vehículos de tracción mecánica, como máquinas agrícolas o vehículos de automoción.

La biomasa permite el aprovechamiento de los recursos locales para la generación de energía. Debe tenerse especial cuidado en que las nuevas

formas de aprovechamiento de energía a partir de la biomasa sean eficientes, y en asegurar su sostenibilidad económica, social y ambiental, al mismo tiempo que mantienen la satisfacción de las necesidades de los usuarios.

La variedad de formas de energía que pueden producirse a partir de la biomasa permite un amplio abanico de oportunidades para que las CRA puedan encaminarse hacia una generación energética local auto-sostenible. Las posibilidades de lograr este objetivo con proyectos de pequeña escala y a nivel local son importantes, sin caer en el riesgo de embarcarse en proyectos de gran escala con el fin de suministrar biocombustibles a los grandes mercados mundiales.

Evidentemente, habrá que analizar las condiciones particulares de cada comunidad o región, con el fin de determinar qué alternativas pueden resultar más adecuadas, atractivas y eficientes desde el punto de vista económico, ambiental y social.

### 3.4.2. Otros beneficios de un uso eficiente de la biomasa

Además de la indudable ventaja de la generación de energía en sus formas modernas para el consumo local, la introducción de los usos eficientes de la biomasa en el medio rural puede generar una serie de ventajas socioeconómicas adicionales. Son ejemplos de ello la generación de empleo local, o la creación de actividades más diversificadas y que pueden añadir valor a los cultivos agrícolas mediante el procesamiento de los productos, como puede ser, por ejemplo, el secado de las cosechas.

Desde el punto de vista ambiental, el uso eficiente y sostenible de la biomasa, al tratarse de una fuente renovable de energía, puede ser neutral frente al cambio climático, ya que los gases

generados en su combustión han sido fijados previamente durante la fotosíntesis. La captura del metano incorporado al biogás procedente de los residuos ganaderos evita la emisión de este gas de efecto invernadero a la atmósfera, con el consiguiente efecto beneficioso frente al cambio climático. Por otro lado, las cenizas generadas en la combustión de la biomasa sólida pueden utilizarse como fertilizante para los suelos. Además, los biocombustibles contienen cantidades muy reducidas de azufre por lo que no contribuyen a la lluvia ácida. Por último, el aprovechamiento de los distintos tipos de residuos como fuente de energía reduce los problemas que conlleva siempre su gestión.

La producción y utilización local de biocombustibles permite incrementar el grado de abastecimiento de energía, diversificar la economía y generar empleo.

## 3.5. Biomasa y género

En cualquier análisis de tipo socioeconómico, el enfoque de género considera las diferentes oportunidades que tienen los hombres y las mujeres en su proyecto de vida, las interrelaciones existentes entre ellos y los distintos papeles que la sociedad les asigna. Sus implicaciones en la vida cotidiana son múltiples y se manifiestan, por ejemplo, en la división del trabajo doméstico y extra-doméstico, en las responsabilidades familiares, en las facilidades en el campo de la educación, en las oportunidades de promoción profesional, en las instancias ejecutivas, etc. Las mujeres, generalmente, se encargan de la familia y el trabajo del hogar y gran parte de sus labores no son retribuidas monetariamente, aún cuando sean tareas productivas. Por su parte, el hombre

suele desempeñar un papel marginal en las labores domésticas, ya que, en teoría, es a él a quién corresponde realizar el trabajo generador de ingresos fuera del hogar. Estas diferencias pueden ser incluso más acusadas en el medio rural, donde la disponibilidad de servicios y las oportunidades de empleo son más escasas que en las ciudades.

De los 1.300 millones de personas más pobres del mundo, el 70% son mujeres. Estas personas son energéticamente pobres, ya que no tienen capacidad de elección de la energía que pueden usar en su vida cotidiana.

Desde la Red Internacional de Género y Energía Sostenible (ENERGIA), se reconoce que en los ámbitos energéticos, las mujeres y los hombres desempeñan roles diferentes; en especial se hace hincapié en la importante carga de trabajo físico que supone para las mujeres el acceso a la energía, ya que son las principales responsables de la provisión y uso de combustibles para cocinar, en la dificultad de éstas para alcanzar distintas facilidades, en la diferente formación para hombres y mujeres en el sistema energético y en la forma diferente de vivir la pobreza. El gran tiempo y esfuerzo que las mujeres dedican a esta tarea les limita la posibilidad de desarrollar otro tipo de labores.

Los efectos beneficiosos que se obtienen a través del compromiso con el género en distintas intervenciones de utilización de biomasa en zonas rurales son muy relevantes. Entre ellos están:

- ♦ El **desarrollo de capacidades** comunes para hombres y mujeres, lo que debe ser una estrategia clave en los proyectos de biomasa. Se debe incidir, tanto en mujeres como en hombres, prioritariamente, sobre la mejora de la salud y de los medios de vida, y también sobre la conciencia ambiental y la generación de nuevas oportunidades para todos.
- ♦ La **producción y comercialización** de distintas tecnologías para la obtención de energía a partir de biocombustibles puede generar empleos y crear pequeños negocios tanto para hombres como para mujeres, anteriormente marginadas de los sectores productivos. La producción de equipamientos, como las estufas mejoradas, tiene el potencial de incrementar los ingresos de las mujeres así como su posición en el sector productivo.
- ♦ Las mujeres tienen muy limitada la capacidad de toma de decisiones a nivel doméstico y comunitario. El **papel de las mujeres en el hogar y las responsabilidades** que deben asumir con las nuevas formas de uso de la biomasa pueden cambiar su situación actual, lograr que adquieran más autoconfianza y mejorar su estatus dentro de la comunidad y la familia.
- ♦ Hay un **mayor reconocimiento de las mujeres** como productoras y usuarias de tecnologías innovadoras. Para las mujeres y las niñas, el uso de mejores tecnologías significa más oportunidades para la educación formal e informal, para la producción de alimentos, para el ahorro en el presupuesto de los hogares, y con ello, el poder disponer de más dinero para fines domésticos. Esto aumenta la seguridad de la mujer, y reduce su vulnerabilidad.
- ♦ La **utilización de tecnologías eficientes** que eviten la contaminación atmosférica de los hogares y algunos accidentes domésticos (como los producidos por fuegos sin confinar) redundan en beneficios para la salud, lo que contribuirá a unas mejores condiciones de vida y de trabajo para las mujeres y los niños.

- ♦ El **papel de los hombres** también cambia: la utilización de tecnologías innovadoras y sofisticadas puede generar ambientes más limpios y confortables, lo que puede atraer un mayor interés por parte de los hombres para pasar tiempo en estas estancias.

La implicación y participación de los beneficiarios, y especialmente de las mujeres, en los proyectos es un aspecto clave para asegurar su éxito y sostenibilidad.

## 3.6. Políticas para el fomento de la biomasa en CRA

### 3.6.1. El Mecanismo de Desarrollo Limpio

El Protocolo de Kioto es el instrumento jurídico internacional que establece objetivos de reducción y limitación de emisiones de gases de efecto invernadero para los principales países desarrollados y con economías en transición. Entre los instrumentos previstos en el Protocolo para facilitar el cumplimiento de sus compromisos, ocupan un lugar destacado los llamados Mecanismos de Flexibilidad, basados en el carácter global del reto del cambio climático, que permiten que los países con compromisos en materia de reducción y limitación de emisiones puedan alcanzar sus objetivos reduciendo las emisiones en otros países firmantes del protocolo. El objetivo perseguido es doble, facilitar el cumplimiento de compromisos de reducción y limitación de emisiones, y apoyar el desarrollo sostenible de los países en vías de desarrollo a través de la transferencia de tecnologías limpias.

Dentro de estos mecanismos, el **Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)** permite a los gobiernos y empresas de los países industrializados invertir en proyectos de reducción de emisiones de gases de efecto invernadero en países en vías de desarrollo, para cumplir con sus compromisos de reducción. Algunos de estos proyectos pueden ser, por ejemplo, la instalación de calentadores de agua solares, los sistemas solares fotovoltaicos, la generación eléctrica eólica, la mejora de la eficiencia energética en los edificios o en los procesos industriales, etc.

El MDL puede proporcionar ingresos adicionales al proyecto y mejorar su viabilidad financiera, así como promover la introducción y la transferencia de tecnologías avanzadas en los países anfitriones. Sin embargo, la validación de los proyectos tiene que seguir un ciclo de etapas y metodologías estrictas y complejas, que necesitan tiempo y proyectos de tamaño suficiente para rentabilizar los costes de transacción, es decir, los costes de preparación y evaluación del proyecto según las normas del MDL. Por ejemplo, calificar una tecnología de cocinas mejoradas para tener acceso a los fondos del MDL tiene un costo de 250,000 hasta 500,000 US\$. Además, la contribución del MDL a los objetivos de desarrollo todavía es limitada (Guijarro et al., 2009). Con el ánimo de facilitar la inclusión de proyectos a pequeña escala, se ha creado el MDL programático enfocado específicamente a intervenciones de muy pequeña escala con distintos tipos de tecnologías.

Algunos proyectos en relación con la producción y el uso local de bioenergía, adaptados al contexto de las CRA, están aceptados o en procesos de validación (ver Cuadros 3.1. y 3.2.). En el caso de las cocinas mejoradas, el principio general es que su uso en lugar de las cocinas de tres piedras, permite la mejora en eficiencia energética de la combustión de la biomasa, resultando en la reducción de las emisiones que contribu-



yen al cambio climático. En el caso del biogás, la reducción de las emisiones resulta del uso del biogás en lugar del keroseno o de la leña, así como de las emisiones evitadas asociadas con la descomposición de los residuos. Todavía no hay proyectos de biodiesel registrados aunque ya existe una metodología de análisis aprobada.

El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) puede apoyar el desarrollo de proyectos de acceso a la energía en CRA mediante el aporte de fondos y transferencia tecnológica. Sin embargo, el proceso es largo y complicado.

### Cuadro 3.1. Ejemplos de programas y proyectos MDL de cocinas mejoradas

#### “Turbococinas en el Salvador”

[http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa\\_db/1MVROYJLH50F26N3T9US7DBI8CQGEZ/view](http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa_db/1MVROYJLH50F26N3T9US7DBI8CQGEZ/view)

El Programa de Acción para Turbococinas consiste en la instalación de estufas eficientes para reducir el consumo de leña en los hogares y las escuelas de El Salvador. El objetivo del programa es la distribución de turbococinas a 100.000 familias con bajo nivel de ingresos y a 3.500 escuelas. Las escuelas sirven como una plataforma para la formación y difusión de esta tecnología. El programa está registrado como MDL.

#### “Improved Cooking Stoves for Nigeria Programme of Activities”

[http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa\\_db/7R1B09HSJV3FKIZYCA4D6XQOETP5GN/view](http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa_db/7R1B09HSJV3FKIZYCA4D6XQOETP5GN/view)

Este programa es una iniciativa conjunta de dos Organizaciones no Gubernamentales (ONG) alemanas y de la Asociación nigeriana de desarrollo de las energías renovables (DARE) para promover la diseminación de 100.000 cocinas mejoradas en hogares de la República Federal de Nigeria. El programa está registrado como MDL.

#### “Improved Cooking Stoves in Bangladesh”

[https://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa\\_db/SE7XIMKF8NYVOTL16BW3U45C9ZDGAP/view](https://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa_db/SE7XIMKF8NYVOTL16BW3U45C9ZDGAP/view)

El programa promociona dos categorías de cocinas mejoradas: cocinas domésticas y no domésticas con biomasa como combustible. El programa está registrado como MDL.

#### “UpEnergy Open Access Improved Cookstoves Program in Latin America”

<http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/Validation/DB/Y7Z6QD9N3MTM650I7QZIFDWGINQT8P/view.html>

El programa, coordinado por la empresa UpEnergy (UpE), tiene como objetivo permitir el acceso a las comunidades que previamente hayan tenido acceso limitado a las cocinas mejoradas, en El Salvador, Honduras, Nicaragua, México, Guatemala. Las formas de distribución previstas incluyen las ventas directas a través de micro-emprendedores, así como las ventas a través de redes de venta al por menor, ONG y distribuidores, instituciones financieras, o colaboradores locales de distribución de cocinas. El programa todavía no está registrado como MDL.

### Cuadro 3.2. Ejemplos de programas y proyectos MDL de biogás adecuados en comunidades rurales

#### **Bagepalli CDM Biogas Programme (India)**

<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1131002343.1/view>

El objetivo es implantar 5.500 biodigestores domésticos en el distrito de Kolar, en la India. Cada hogar usará los desechos de sus vacas para alimentar el biodigestor para la producción de biogás con el objetivo de emplearlo para cocinar y calentar agua. El objetivo final del proyecto es reemplazar las cocinas ineficientes de madera, muy comunes, por biogás limpio, sostenible y eficiente. En las encuestas en los hogares, se encontró que los hogares emplean entre 1,3 y 2,5 kg de madera como combustible por persona y día, consumo relativamente elevado debido a la baja eficiencia de las cocinas tradicionales. El programa está registrado como MDL.

#### **Hubei Eco-Farming Biogas Project Phase I (China)**

<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1218669721.67/view>

A los hogares de la región rural y montañosa de Hubei en China se les ha dado la oportunidad de instalar digestores de biogás que emplean desechos animales para generar gas para un uso doméstico de calentamiento, iluminación y cocinado. Cerca de 33.000 familias (unas 165.000 personas) se están beneficiando de la instalación de digestores domésticos, desplazando los combustibles tradicionales intensivos tales como la leña, el carbón, coque y residuos de cosecha. El proyecto está registrado como MDL.

#### **Biogas Programme Nicaragua (PBN)**

<http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/Validation/DB/DAR84YC0483E2MLC0LW793AJSWNQ5Z/view.html>

El programa propone la implementación de biodigestores en hogares y en pequeños y medianos productores agrícolas. Los biodigestores se alimentarán con los residuos animales (estiércol). El programa todavía no está registrado como MDL.

### 3.6.2. Inclusión de las CRA en las políticas nacionales de fomento de la biomasa

Son muchos los países, tanto desarrollados como en vías de desarrollo, que han aprobado ambiciosos planes para el fomento de la producción y uso de los biocombustibles sólidos, líquidos y gaseosos. Son diversos los motivos que han impulsado estos planes de desarrollo, y cabe destacar dos aspectos que pueden incidir directamente en las CRA, si se toman en cuenta de manera apropiada en la definición de las políticas:

- ♦ **La promoción de la seguridad energética de las CRA.** La biomasa, entre otras tecnologías, supone una clara alternativa para abastecer de energía térmica y eléctrica a las CRA, muchas veces excluidas de las redes de distribución eléctrica, pero también del acceso a los combustibles fósiles.
- ♦ **El desarrollo agrícola y rural de las CRA.** La promoción de cultivos con fines energéticos *puede* ofrecer diversificación en las cosechas e incremento de los puestos de trabajo, si incluye la dotación de servicios energéticos en zonas rurales y si se desarrolla según los criterios de buenas prácticas propuestos por

diferentes instituciones internacionales y nacionales, incluyendo los impactos del cambio directo o indirecto en el uso de la tierra.

Por ejemplo, en el marco del proyecto “*Bioenergía y criterios e indicadores para la seguridad alimentaria*”, la FAO (2012) ha recogido una serie de buenas prácticas ambientales y socioeconómicas con el fin de minimizar el riesgo de impactos ambientales negativos a la hora de desarrollar políticas para el fomento de la bioenergía. Los instrumentos políticos que pueden ser usados para fomentar buenas prácticas en estas dimensiones y desalentar prácticas nocivas son:

- ♦ **Mandatos con requisitos de sostenibilidad:** Desarrollo de regulaciones en temas ambientales y sociales.
- ♦ **Estándares nacionales para la certificación:** Desarrollo de esquemas de certificación obligatorios o voluntarios.
- ♦ **Incentivos financieros:** Distintos tipos de instrumentos que pueden utilizar los gobiernos para incentivar la producción sostenible de bioenergía.
- ♦ **Creación de capacidades:** Se trata de acciones fundamentales para que los gobiernos puedan crear un ambiente propicio para el desarrollo de la bioenergía sostenible, incluyendo la implementación de buenas prácticas en la producción de materias primas para producir biocombustibles.



# 4

## LAS COCINAS MEJORADAS DE LEÑA

---

### 4.1. Introducción

El cocinado de alimentos a fuego abierto en el interior de las viviendas es el origen de uno de los mayores problemas de salud en el mundo, con mayor incidencia en los países en vías de desarrollo. En concreto, esta forma de elaborar los alimentos hace que la combustión sea muy ineficiente, generando gran cantidad de humos en las viviendas y obligando a la recolección de gran cantidad de combustible, en general leña, para alimentar el fuego, lo que resta tiempo especialmente a mujeres y niños para la realización de otras tareas.

Con el fin de paliar estos efectos adversos, nacieron en la década de los años 50, las denominadas cocinas mejoradas, que incorporan tecnologías más eficientes, pueden ser adaptadas a los distintos contextos y ofrecen combustiones más completas, limitando así el consumo de combustible y la concentración de humos dentro de las viviendas. Existen distintos tipos de tecnologías para cocinas mejoradas, pero aquí nos centraremos en las cocinas mejoradas de leña.

En este capítulo se detallará la situación general del consumo doméstico de leña en América Latina, las ventajas e inconvenientes que supone la introducción de cocinas mejoradas de leña, las características tecnológicas más destacadas y la necesidad de certificación de la tecnología. Así mismo, se recogen los programas más significativos realizados en los países de la región para la promoción de estas cocinas, y las recomendaciones y reflexiones para la identificación y ejecución de un proyecto de estas características.

### 4.2. Perspectiva general del uso de la leña para cocinar

#### 4.2.1. La leña, fuente tradicional e importante de energía

Cuando el hombre prehistórico logró encender la leña, realizó uno de los avances más importantes de la civilización. Entre las aplicaciones del fuego destacaban dos que continúan siendo hoy, 500.000 años después, de primera necesidad en gran parte del planeta:

- ◆ El calentamiento, especialmente en los meses de invierno en zonas frías.
- ◆ La cocción o preparación de alimentos, ya que hasta entonces se comían los alimentos crudos.

Mientras en los países industrializados el consumo doméstico de leña ha sido mejorado tecnológicamente o sustituido por formas más modernas de energía, actualmente, en los países en vías de desarrollo cubre, es su forma tradicional, el 61% del consumo total de biomasa (IEA, 2008).

Unos 2.700 millones de personas aún cocinan sobre fuegos abiertos empleando dispositivos ineficientes utilizando biomasa sólida, es decir, leña, carbón, residuos de la agricultura y estiércol (WHO, 2011; IEA, 2010a).

Como se ha expuesto en el capítulo anterior, el uso del fuego abierto conlleva importantes problemas de salud y efectos muy negativos sobre el medioambiente. Entre los primeros, los más importantes son los producidos por la inhalación del humo acumulado en el interior de las viviendas, causante de más de 1.5 millones de muertes al año. Esta contaminación también supone el 36% de las causas de infección de vías respiratorias bajas y el 22% de los males respiratorios crónicos. También se producen problemas oculares, enfermedades derivadas de posturas forzadas y mayor riesgo de accidentes domésticos por quemaduras o incendios.

Entre los efectos medioambientales, el más relevante es el incremento del dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) y su efecto sobre el cambio climático; sin embargo, desde este último punto de vista, la quema de leña no es mala si se usa de manera eficiente y limpia, y se extrae de forma sostenible, ya que las emisiones de CO<sub>2</sub> pueden ser neutras, pues el CO<sub>2</sub> emitido en la

combustión es fijado de nuevo por la renovación del bosque. Otros efectos medioambientales que habrá que vigilar son: otras emisiones contaminantes a la atmósfera, además del CO<sub>2</sub>, tales como monóxido de carbono (CO), hidrocarburos (HC), o partículas. También será necesario monitorear cómo se obtienen las materias primas para la combustión ya que si no se realiza de forma sostenible puede derivar en deforestación y degradación de los sistemas forestales.

Según la OMS, se producen 1,5 millones de muertes anuales prematuras por mala calidad del aire interior de las viviendas.

Incluso aunque se cuente con energía eléctrica, la leña es todavía el combustible tradicional para cocinar en muchas regiones y países, especialmente en las áreas rurales. Muchas veces se asume que con la introducción de la electricidad, un servicio energético moderno, las condiciones en la cocina cambian, pero debido a barreras culturales y económicas, la introducción de energía eléctrica no conlleva que se cambie el modo de cocinado.

A pesar de que se han llevado a cabo una serie de esfuerzos a nivel mundial, como son: el desarrollo de más de 100 modelos de cocinas mejoradas, la creación de institutos para determinar sus eficiencias, proyectos con organismos internacionales de desarrollo, estudios de campo sobre el efecto del humo en la salud de las mujeres y niños, y programas con organizaciones no gubernamentales (ONG) implementando diversos proyectos, el problema persiste y va en aumento. La Agencia Internacional de la Energía estima que para el año 2015, 100 millones de personas más se sumarán a la práctica de uso de fuegos abiertos quemando biomasa,

especialmente leña (IEA, 2010). A ello contribuye, en gran manera, el desconocimiento generalizado sobre los impactos negativos del uso del fuego abierto.

Se denuncia constantemente que estas cifras tan elevadas son debidas en gran parte a la falta de políticas y programas a nivel gubernamental que eduquen y promuevan el uso eficiente de leña e informen a la población sobre los efectos nocivos del humo que producen los fuegos abiertos.

Las personas que viven en zonas aisladas y con dificultades de comunicación desconocen el daño que causa el cocinado con fuegos abiertos.

#### 4.2.2. Tendencia general en el uso de la leña en América Latina y el Caribe

Un estudio realizado país a país por la Organización Latinoamericana de la Energía (Díaz Jiménez, 2010) encuentra que en 2009, en los países de Centroamérica, la aportación al consumo energético de los productos petrolíferos fue del 54% y la de leña y carbón vegetal del 34%. Desde mediados de los años 90, el consumo total de leña en América Latina y el Caribe disminuyó simultáneamente con las migraciones a las grandes ciudades. Últimamente, debido al aumento del número de personas viviendo bajo la línea de la pobreza, el incremento en los precios de los combustibles fósiles y el crecimiento demográfico, esta tendencia se está revirtiendo, tanto en el medio rural como en el urbano y periurbano. Por otro lado, hay que considerar que muchos países de América Latina son importadores de petróleo por lo que in-

crementar sus necesidades de combustibles fósiles al sustituir la leña, podría traducirse en un fuerte incremento de sus facturas nacionales, lo que puede causar alguna preocupación en los gobiernos.

Hasta hace algunos años, se consideraba que la dinámica del uso de la leña como fuente de energía era una función directa del crecimiento de la población, sin embargo, diversos estudios han concluido que este comportamiento es más complicado y que no depende únicamente de esta variable. Esta compleja relación es función de la interacción de factores vinculados a la oferta y a la demanda del recurso, como son: los sistemas locales de producción, las condiciones biofísicas de los recursos naturales, las variables sociales, culturales y tecnológicas; y por supuesto, la estructura económica de cada país (Díaz Jiménez, 2010).

Por un lado, existen gran número de comunidades rurales que no cuentan con vías de acceso adecuadas, las que se vienen considerando como CRA, en las que está muy limitada la posibilidad de utilizar combustibles "modernos" distintos a la leña, como querosenos o GLP. La ubicación geográfica de estas comunidades y su tamaño reducido son determinantes en la disponibilidad de infraestructuras y vías de acceso. Aunque en algunos lugares existan vías de acceso adecuadas, la distribución de los combustibles "modernos" queda restringida por la débil capacidad económica de estas comunidades, pues la mayoría viven en una economía de subsistencia.

Por otro lado, ocurre que muchos usuarios, aunque tengan acceso a formas modernas de energía, no abandonan totalmente los combustibles tradicionales, principalmente leña, sino que usan ambos complementariamente, conservando la posibilidad de usar la leña cuando no pue-

dan adquirir GLP o queroseno por falta de dinero, por un incremento del precio o por problemas en la distribución.

Las estadísticas sobre consumo de leña domiciliar son datos difíciles de obtener ya que no son una prioridad para los gobiernos. En un análisis realizado por CEPAL (2009) se mostró que el 77% del consumo de leña de la región se concentra en 6 países de los 17 que la componen: Brasil, Guatemala, Chile, Perú, Colombia y Honduras. Si se sumaran los consumos de Nicaragua, El Salvador y Paraguay, el porcentaje total asciende al 90% del consumo de leña domiciliar de la región. La creciente población más pobre de los países centroamericanos sigue dependiendo de la leña para cocinar y calentar agua, especialmente en Guatemala, Honduras y Nicaragua. Sin embargo, en países con producción petrolera como Bolivia y Venezuela el consumo de leña es bajo, ya que disponen de combustibles alternativos de producción local.

A pesar de la importancia que representa el consumo de leña, no se ha realizado un esfuerzo integral que ayude a incrementar la oferta de otros combustibles reduciendo el consumo de éste, pero sobre todo, a mejorar las condiciones de su uso.

En términos generales, las familias más pobres utilizan la leña por ser tradicionalmente gratis y disponible para recoger, o ir a buscar, a lugares cercanos a sus viviendas. En ocasiones, la leña se colecta de forma ilegal, con los problemas que ello acarrea. Es un combustible tradicional, y las costumbres se trasladan entre generaciones, haciendo difícil el cambio. Personas en niveles económicos superiores, prefieren el uso del GLP, pero cuando los precios suben, la opción es regresar al uso de leña. Es interesante remarcar, que aun en los estratos altos de la población, el cocinado con leña es la forma tradicional para

elaborar ciertos platos y en determinadas ocasiones, y si se tiene una segunda vivienda en el campo, la cocina tiende a utilizar la leña. En algunas casas de nivel alto, existe la cocina de leña como algo tradicional y fuente de orgullo.

En América del Sur, el consumo de leña ha descendido, pero en Centroamérica sigue en aumento.

### 4.2.3. Las alternativas: cultivos energéticos y cocinas mejoradas

Actualmente, no hay ninguna alternativa económicamente factible, a nivel masivo, para sustituir totalmente la leña como combustible para cocinar, por lo que es necesario encontrar la forma de utilizarla de manera eficiente y sostenible.

Se debe encontrar la forma de utilizar la leña de manera eficiente y sostenible ya que no existe otra alternativa factible, a nivel masivo, para sustituir la leña como combustible para cocinar.

Desde el punto de vista ambiental, la sostenibilidad puede conseguirse a través de cultivos específicos adecuados a los usos energéticos. Existe la posibilidad de cosechar la energía necesaria para cocinar a través de la plantación y cultivo de especies vegetales de rápido crecimiento y alto contenido calorífico lo que representa una oportunidad, ya que puede producir combustible de forma renovable y por tanto, sostenible. La implementación de plantaciones energéticas (árboles de rápido crecimiento) para hacer sostenible el uso de la leña conlleva, además, una



serie de actividades que producen empleo, beneficios económicos y otras ventajas. En primer lugar, aseguran la oferta de leña y la hacen sostenible, mejorando la matriz energética de los países, en segundo lugar, crea empleo, ya que se deben trabajar viveros, y posteriormente realizar las plantaciones, cuidarlas, podarlas, y cosecharlas, actividades en las cuales la mujer puede participar. Además, la cosecha implica venta, distribución, transporte etc., actividades que permiten crear pequeños negocios rurales y que constituyen una base de desarrollo para la comunidad.

No obstante, estos cultivos no están exentos de algunos riesgos, pues pueden entrar en competencia con otros cultivos tradicionales o los recursos necesarios para su producción (como el agua y los fertilizantes) o con otros usos de la biomasa que pueden producir. Hay que tener en cuenta que la tierra cultivable disponible viene limitada por muchas cuestiones por lo que a nivel local se deberá examinar con cautela la disposición de tierras para fines energéticos antes de apostar por esta alternativa.

Las plantaciones energéticas pueden facilitar el combustible y aliviar algunos efectos medioambientales que puede conllevar la recolección no sostenible de leña pero no resuelve los problemas derivados de su ineficaz combustión en el interior de las viviendas.

Se entiende por cocinas mejoradas, o cocinas eficientes, una amplia gama de tipos y modelos que tienen como denominador común: “ofrecer mejores condiciones que las cocinas tradicionales de fuego abierto: menor emisión de humo al interior de la vivienda y menor consumo de combustible, lo que repercute en menor emisión de gases de efecto invernadero, y mejores condiciones de seguridad” (Gobierno de Perú, 2009).

Las cocinas mejoradas se pueden alimentar de leña o de residuos agrícolas (cascarillas de arroz, café, etc.). En este último caso, deberá analizarse cuidadosamente la disponibilidad del residuo, sus usos alternativos y el precio, para asegurar la disponibilidad de combustible. Cuando se utilicen residuos orgánicos con fines energéticos hay que tener muy en cuenta la continuidad en la disponibilidad del residuo, sus usos alternativos y su precio, pues éste puede variar si aumenta la demanda.

Las cocinas mejoradas emiten menos humo en la vivienda, consumen menos combustible y son más seguras que los fuegos abiertos.

A partir de los años 70, han proliferado numerosas iniciativas de instalación de cocinas mejoradas a través de distintas ONG y otros actores de desarrollo que, aunque muy loables, no han podido extenderse más allá de pequeños ámbitos locales; se han tenido que limitar normalmente a un número reducido de comunidades o grupos de comunidades en zonas rurales empobrecidas. Es imprescindible que los programas alcancen a muchos más hogares por lo que son necesarios programas y apoyos a gran escala para obtener el impacto global necesario; es patente la necesidad de subir escalones en el nivel con que deben acometerse o respaldarse económicamente estos programas. Así lo han entendido los organismos internacionales comprometidos con el desarrollo, que lo han recogido en numerosos documentos.

La Agencia Internacional de la Energía reconoce que la definición de “acceso a la energía moderna” incluye, además del acceso a la electricidad, la provisión de sistemas de cocinado que puedan utilizarse sin dañar la salud de los que se encuen-

tran en el hogar y que sean ambientalmente más sostenibles y más eficientes energéticamente que la media de las cocinas de biomasa que actualmente se utilizan en los países en vías de desarrollo. Esta definición se refiere al uso de sistemas de biogás, estufas de GLP y estufas mejoradas de biomasa que, como se ha dicho, presentan una considerable disminución de las emisiones y unas eficiencias superiores a las de los fuegos tradicionales de tres piedras.

La Agencia Internacional de la Energía prevé que, con el grado de compromiso actual, se hará una inversión de 21.000 millones de dólares hasta 2030 para facilitar servicios de cocinado moderno, alcanzando a 11 millones de personas en Latinoamérica (IEA, 2010). Sin embargo, también dice que para proporcionar un acceso universal a los servicios de cocinado modernos para 2030, es necesaria una inversión adicional de 74.000 millones de dólares, lo que supone cuatro veces el nivel actual de inversión comprometido.

La distribución de la inversión anual necesaria para alcanzar estos objetivos en Latinoamérica sería del 73% en sistemas de biogás, del 10% en cocinas mejoradas de leña y del 17% en estufas de GLP (IEA, 2010).

En este escenario, se podrían evitar la mayoría de las muertes atribuibles a la contaminación del aire de espacios interiores, que en caso de no invertirse la situación actual, se estima se

podrían llegar a alcanzar, quizás ya lo han hecho, hasta 1,9 millones al año, especialmente mujeres y niños.

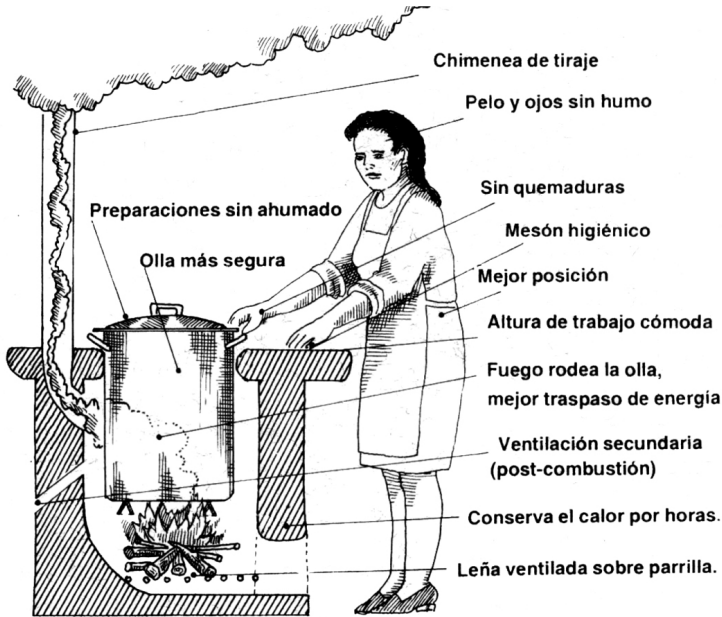
### 4.3. Las tecnologías

Las cocinas o estufas mejoradas de leña utilizan una tecnología de fuego cerrado, con un mecanismo a través del cual el usuario puede voluntariamente distribuir y controlar el calor.

Estas cocinas representan el paso natural en la mejora de la eficiencia de los fuegos abiertos o de tres piedras. Se basan en el mismo principio de combustión de la biomasa pero realizando mejoras en el diseño para evitar los efectos negativos de los fuegos abiertos, son de fácil uso, mejoran la eficiencia en la combustión, los humos de la combustión se conducen a través de una chimenea cerrada al exterior de la vivienda, evitando que los usuarios los inhalen y ofrecen mayores medidas de seguridad. Se trata de la tecnología más extendida a nivel mundial, especialmente en las zonas rurales, y con la que se han logrado grandes éxitos. Este tipo de cocinas puede ser especialmente conveniente en aquellos lugares donde no existe limitación de disponibilidad del biocombustible.

La Figura 4.1 ilustra los componentes de una cocina mejorada de leña típica y las mejoras asociadas (Araque, 2005).

Figura 4.1. Corte transversal de una cocina mejorada incluyendo las ventajas asociadas.



Fuente: Araque (2005)

Las familias pobres no pueden optar por combustibles más limpios debido a su costo, a la dificultad de acceso en localidades aisladas o a la dificultad de comprarlo por temas económicos. También debe de considerarse la posibilidad de que no estén interesados en cambiar su forma tradicional de cocinar.

Las cocinas eficientes de leña son una alternativa disponible en forma económica para resolver los problemas del fuego abierto. Este tema está cobrando actualidad, por considerarse estratégico, a nivel mundial.

#### 4.3.1. Tipos de cocinas mejoradas

Existen muchos tipos y variantes de las cocinas mejoradas de leña. Atendiendo a su capacidad se distinguen entre domésticas o institucionales, si se observa su movilidad pueden diferenciarse entre fijas y transportables. En el anexo 1 a este documento se describen los tipos y tecnologías más utilizados en América Latina.

En la región latinoamericana, las cocinas mejoradas se originaron en los años 70. La primera estufa que logró reconocimiento internacional fue la Lorena, fija dentro de la vivienda, cuyo nombre nace de sus componentes de construcción: lodo y arena. Este diseño ha servido de ba-

se para adaptar el concepto a otros modelos que han sido desarrollados en varios países, utilizando materiales disponibles y diseños adaptados a las diferentes localidades.

Los fabricantes de cocinas mejoradas, en su mayoría, han trabajado dos modelos: uno para uso domiciliario y otro para uso institucional desarrollado para escuelas y hospitales estatales. Su demanda no es masiva, pero si es importante. El uso eficiente de la leña en las escuelas sirve de ejemplo para las madres que cocinan y para los niños que miran las diferencias entre las cocinas eficientes y los métodos utilizados en sus hogares. Tienen casi las mismas características termodinámicas de las domiciliarias, pero son de dimensiones mayores. Hay un tamaño intermedio desarrollado para pequeños negocios, pero los principios de ahorro y extracción o reducción del humo son prácticamente los mismos.

También existen cocinas fijas y cocinas transportables. Las cocinas construidas fijas dentro de las viviendas son muy atractivas para personas que son dueñas de su casa y no tienen prevista una

movilización en el futuro. Quedan como un activo y tienen alta demanda en áreas rurales. La desventaja es que una vez se construyen, ya no pueden trasladarse, salvo la plancha de metal que generalmente llevan encima. Otro problema es que si el constructor de la estufa desconoce los detalles sobre su funcionamiento, existe el riesgo de que construya unos cajones sin considerar cómo debe ser el diseño interior con una plancha encima y una chimenea, que a veces gastan más leña que el fuego abierto.

Las cocinas transportables tienen la característica de que se instalan en un lugar utilizando bases ya existentes, blocks o ladrillo. La gran ventaja es que el control de calidad sobre la construcción es mucho más sencillo, ya que las partes principales, como el codo de salida del humo, vienen preparados ya para incorporar o instalar. Otra gran ventaja es que se pueden fabricar en serie para luego instalar, aunque algunas tienen problemas de peso para el transporte. Varias tienen patas de metal y se asemejan a una estufa de tipo comercial. En la Figura 4.2 se recoge una imagen de cada una de ellas.

**Figura 4.2. Estufa fija de tipo ONeil (izda.) y transportable (drcha.)**



Fuente: Energía sin Fronteras.

La preferencia por un modelo de cocina u otro, no siempre responde a cuestiones pragmáticas, es frecuente que a las mujeres actuales les gusten las cocinas mejoradas que se parezcan a las que venden en las tiendas, modernas y fáciles de usar.

En el anexo 1 a esta guía se describen las más citadas en informes y programas nacionales, adaptadas a las costumbres culinarias y a la disponibilidad de materiales y combustibles en la región. Para ello, se ha utilizado, preferentemente la información que proporciona el estudio realizado por el Centro de Investigación de Estufas Mejoradas El Zamorano (Honduras). En 2009, este Centro realizó un estudio sobre las cocinas mejoradas más utilizadas en América Latina, evaluando siete tipos de cocinas mejoradas. Tomando la información de este estudio (Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, 2009), en el anexo 1 se describen las cocinas Justa tradicional, Justa 2x3, Onil, Ecofogón, Malena, Incawasi y Patsari. Además de estas cocinas, también se ofrece información de otras cocinas utilizadas en América Latina como la NOYA, la Ecocina, y la Turbococina.

Existen multitud de modelos de cocinas mejoradas adaptados a las condiciones locales particulares, pero por maravillosa que sea la tecnología, la mejor cocina mejorada es la que se usa.

#### 4.3.2. Factores tecnológicos para el éxito de las cocinas mejoradas

La combustión incompleta de la biomasa es la principal causa de la formación de los compuestos que generan los impactos negativos sobre la salud de los usuarios y sobre el medio ambiente. Existen dos razones por las cuales la combustión de la biomasa puede resultar incompleta:

- ♦ La entrada de aire no es adecuada, y no hay suficiente oxígeno disponible para asegurar una combustión completa. Esto puede ser causado por el diseño inadecuado del equipo, la falta de ventilación y la sobrecarga con el combustible.
- ♦ La biomasa tiene una humedad alta lo que provoca que la temperatura de combustión no sea suficientemente elevada para completar las reacciones químicas.

Otras acciones que pueden mejorar la eficiencia de la combustión son utilizar pequeños pedazos de leña y atender continuamente el fuego suministrando pequeñas cantidades, tapando los utensilios de cocción o la utilización de mejores dispositivos como ollas que retengan el calor u ollas a presión.

Además de las condiciones para el buen funcionamiento de las cocinas mejoradas citadas anteriormente, otros factores son también importantes:

- ♦ La simplicidad en el montaje o la construcción,
- ♦ La existencia de plan de control de calidad en la instalación o construcción,
- ♦ El diseño de la cocina para utilizar materias primas fáciles de obtener y a precio asequible,
- ♦ La simplicidad en el diseño para un buen mantenimiento
- ♦ Una información clara sobre partes que necesitan cambios y tiempos estimados de duración,
- ♦ La seguridad en la provisión de partes de repuesto,
- ♦ La facilidad de transporte.

El factor tecnológico más importante en una cocina mejorada es un buen diseño, que proporcione la combustión completa de la biomasa, que extraiga el humo del área de la cocina y que tenga una alta eficiencia en el consumo de leña.

Recientemente, las cocinas mejoradas han cobrado actualidad, por varias razones, por un lado, y como hemos dicho, su incorporación a las estrategias de los principales organismos internacionales, por otro la creación de la Alianza Global de Cocinas Limpias en las Naciones Unidas en el año 2010, y también por la reciente preocupación que ha supuesto el hallazgo del considerable efecto del hollín (“*black carbon*”) sobre el cambio climático.

### 4.3.3. La importancia de la certificación de las cocinas mejoradas

La certificación de cocinas mejoradas es el proceso por el cual se verifica que una determinada tecnología cumple ciertos requisitos. La certificación de la tecnología es básica para no poner en riesgo la calidad de la cocina y poder asegurar el éxito de este tipo de programas. Las cocinas mejoradas se van a utilizar por las personas más pobres y necesitadas, con menos información y poder de reclamación, viviendo muchas veces en áreas aisladas, en situación de alto analfabetismo, y sin acceso fácil a comunicaciones. A estas personas se les está pidiendo que cambien su forma tradicional de cocinar, por una forma más eficiente por lo que es imprescindible suministrarles una tecnología contrastada en eficiencia y duración para evitar que este aspecto les defraude.

La certificación suele basarse en pruebas diseñadas y aceptadas internacionalmente, aunque

adaptadas a las tecnologías locales y generalmente para cocinas mejoradas de una sola hornilla. En cualquier caso, los proyectos deben incluir requerimientos de evaluación y monitoreo para ir enriqueciendo las lecciones aprendidas en distintos escenarios y tipos de cocinas mejoradas. En el caso de cocinas fijas, la certificación de albañiles y constructores de cocinas mejoradas es indispensable para asegurar la calidad y la eficiencia.

Para ello, es imprescindible la existencia de regulación y normativa específica nacional y la existencia de centros de certificación acreditados. Además, estos centros pueden servir de foco de transmisión de experiencias y tecnologías.

Se deben contemplar dos componentes básicos: todas las cocinas mejoradas deben ser certificadas por un centro de certificación acreditado y los fabricantes deben proporcionar una garantía de funcionamiento por un tiempo limitado. También es aconsejable incluir un manual de instrucciones para realizar un programa de mantenimiento.

Es necesario que las cocinas estén certificadas para asegurar una mínima calidad.

### 4.3.4. Otros tipos de cocinas eficientes

Aunque este capítulo se ha centrado en las cocinas mejoradas de leña, existen otras tecnologías de cocinas eficientes que utilizan otros combustibles, tales como biogás, alcohol o GLP, o que aprovechan la energía solar. Ejemplos de ellas son:

**Microgasificadores** o estufas de gas a partir de madera. Primero, transforman la madera en gas y posteriormente, se realiza la combustión de es-

te gas para cocinar. Presentan algunas ventajas sobre las estufas de leña como son:

- ♦ Combustión más limpia y eficiente.
- ♦ Pueden utilizar biomasa de muy pequeños tamaños.
- ♦ La generación de gas se puede realizar con tecnología muy sencilla y barata.
- ♦ Son muy atractivos para los lugares donde la leña es muy escasa o cara.

#### **Cocinas de Gas Licuado de Petróleo (GLP).**

Las cocinas alimentadas con GLP proporcionan una combustión eficiente y limpia que no necesita sistemas auxiliares de ventilación. Sin embargo, tanto en las zonas rurales como en las áreas urbanas de América Latina es difícil que los usuarios con bajos ingresos adopten esta tecnología ya que el coste del combustible es superior al de la leña (Díaz Jiménez, 2010).

**Cocinas de alcohol.** Son cocinas basadas en la combustión de alcohol anhidro (sin agua) o hidratado (contiene determinadas cantidades de agua). Estos modelos se han experimentado en países como la India o Brasil teniendo en ambos casos gran aceptación.

**Estufas solares.** Las estufas o cocinas solares sirven para cocinar alimentos valiéndose únicamente de la energía del sol. Hay dos maneras de utilizar la energía solar para cocinar: la concentración de los rayos del sol en un punto, lo que permite lograr temperaturas muy altas, y la acumulación del calor en una zona por efecto invernadero. En las Cocinas de acumulación, u hornos solares, el calor se acumula en el interior de una caja aislada, donde se coloca una cazuela negra que absorbe mejor la temperatura. En este caso, puede cocinar en días seminublados, aunque la cocción es más lenta que en otros sistemas por lo que no han tenido gran aceptación. En las cocinas de concentración se puede cocinar de-

prisa, pero no funcionan cuando el cielo está nublado y hay que reorientarlas al sol cada 20 minutos. Existen también cocinas mixtas que utilizan una mezcla de los dos sistemas.

## **4.4. Otros factores a considerar sobre las cocinas mejoradas**

Las cocinas mejoradas, como tecnologías más eficientes en la combustión de la biomasa, presentan una serie de ventajas y beneficios para la población que ya se han comentado en el capítulo anterior, sin embargo, no dejan de tener algunas limitaciones que es necesario considerar adecuadamente a la hora de emprender un programa de promoción de este tipo de cocinas.

### **4.4.1. Factores culturales**

Los fuegos abiertos presentan una serie de ventajas frente a las cocinas mejoradas como:

- ♦ La facilidad de aumentar el calor, en el caso de que se tuviera que incrementar rápidamente la capacidad de cocinar o de calentar a más personas, es más fácil en el fuego abierto. La cocina mejorada no ofrece esta flexibilidad porque no aguanta el mayor peso de las ollas ni tiene hueco suficiente para su mayor tamaño.
- ♦ En el fuego abierto, el calor se transfiere más rápidamente, por lo que se tarda menos tiempo en cocinar.
- ♦ El fuego abierto también satisface otras necesidades y genera una serie de beneficios indirectos a los que se debe buscar alternativa cuando se implementa un proyecto de cocinas mejoradas. El humo dentro de una

vivienda pobre, especialmente en climas calientes, sirve como detractor de mosquitos e insectos que son responsables de enfermedades tropicales. El humo forma también una capa de hollín sobre los techos de palma en viviendas en climas calientes y costeros que ayuda a impermeabilizar el techo.

- ◆ El calor que produce el fuego abierto calienta las casas en climas fríos.
- ◆ El calor que produce el fuego sirve para secar la ropa de los hombres que trabajan en el campo en climas lluviosos.
- ◆ La luz que produce un fuego abierto sirve de iluminación en áreas no electrificadas, y es el centro de reunión de las familias, lo cual tiene un contexto social y familiar.
- ◆ El fuego tiene un significado religioso, en caso de las culturas mayas (Pérez, 2010).
- ◆ Las tradiciones se perciben como algo propio, y cambiar la forma en que las mujeres cocinan no es aceptable (por lo menos en un principio), por algunas poblaciones indígenas.

Es necesario tener en cuenta que el cocinado con fuego abierto presenta una serie de ventajas y de situaciones culturales muy arraigadas que será necesario analizar en profundidad para lograr la aceptación de la nueva tecnología.

Un reciente estudio realizado en la India, en colaboración entre varias instituciones y universidades (Hanna et al., 2012) sobre la influencia del comportamiento de las familias en el impacto a largo plazo de los programas de cocinas mejoradas, concluye que la reducción del humo en el interior de las viviendas fue significativa en el primer año, pero no en los tres siguientes y que no

se ha notado reducción significativa en las enfermedades pulmonares ni en el consumo de combustible. Esto es debido al poco o mal uso de las cocinas en los hogares en los que se implantan.

Es absolutamente necesario, en un programa de cocinas mejoradas, hacer un acompañamiento a las familias durante varios meses, para ayudar a que se produzcan los cambios de comportamiento necesarios que garanticen la apropiación de la tecnología.

#### 4.4.2. Retos para la introducción de las cocinas mejoradas

A pesar de las indudables ventajas que tienen y del apoyo económico del que disfrutaban, las cocinas mejoradas encuentran aún fuertes barreras para su disseminación. Las barreras más frecuentes pueden resumirse en (UNDP, 2011):

- ◆ **Concienciación:** Existe un gran desconocimiento sobre los efectos perniciosos que conlleva sobre la salud la utilización de fuegos abiertos y de los beneficios que reporta el uso de las cocinas mejoradas
- ◆ **Financiación:** Recursos insuficientes de los gobiernos. Existe financiación temporal de fundaciones o entidades de gobierno para algunos proyectos, pero no para políticas de medio y largo plazo. Existe también carencia de fondos para el seguimiento de los proyectos, actividad que es clave para asegurar el uso de las estufas en el medio y largo plazo.
- ◆ **Mercado y continuidad en los programas:** Falta de mecanismos de mercado que faciliten el acceso de las familias a tecnologías eficientes y limpias.
- ◆ **Legislación:** Falta una política estructurada que potencie los proyectos de cocinas mejo-



radas así como normas que impidan la instalación de cocinas con niveles ínfimos de calidad. Se necesitan regulaciones adecuadas para asegurar que las cocinas son eficientes, limpias y seguras.

- ♦ **Aspectos Institucionales:** Falta de interés político de los gobiernos por favorecer este cambio.
- ♦ **Aspectos Técnicos:** Faltan infraestructuras que apoyen la instalación y el mantenimiento de las cocinas, incluyendo el suministro de repuestos.
- ♦ **Aspectos Económicos:** Los costes iniciales que debe asumir el beneficiario suelen ser muy elevados para sus posibilidades.

El peso de estas barreras varía según las zonas, los grupos de consumo y las tecnologías contempladas, pero están latentes, en mayor o menor grado, en casi todos los programas. Deben tenerse muy en cuenta y de forma específica para cada caso, a la hora de lanzar proyectos.

#### 4.4.3. Costes y posibilidades de financiación de los proyectos de cocinas mejoradas

Los costes de los proyectos de cocinas mejoradas no son fáciles de estimar pues es difícil encontrar documentación homogénea y completa. En algunos casos, los costes parecen más altos, pues incluyen, además de la cocina mejorada y su instalación, el seguimiento de los proyectos y en algunos casos, también los costes de las campañas de sensibilización. En muchos programas, las cocinas son regaladas y no se documentan los costes concretos, o se contrata a empresas que dan precios totales para un número de unidades, sin especificar los conceptos que incluyen.

Se puede encontrar mejor información sobre el coste de las cocinas mejoradas en los casos de

venta de cocinas prefabricadas al público general. Por lo común, varían entre 40 US\$ hasta 250 US\$, dependiendo de todas las variables involucradas. El costo del seguimiento suele estar incluido y representa entre 20 y 30 US\$ adicionales (Díaz Jimenez, 2010). Las organizaciones que venden cocinas prefabricadas que incluyen el coste del seguimiento, manifiestan que solamente una visita, que es lo que suelen incluir, no es suficiente para asegurar el uso adecuado de la cocina. Según las experiencias con cocinas mejoradas, se estima que el mínimo de visitas para asegurar la adopción de la tecnología son cuatro, y los costos, dependiendo de las distancias y dificultad de acceso, pueden llegar hasta los 100 US\$.

Actualmente existe un gran abanico de instituciones públicas y privadas que facilitan fondos para programas de cooperación al desarrollo. Además de instituciones como el PNUD o el Banco Mundial, existen otras de carácter regional o nacional con el mismo objetivo. Son los bancos de desarrollo como el Banco de Inversiones Europeo, el Banco Nórdico de Inversiones, el Banco Islámico de Desarrollo, el Banco Interamericano de Desarrollo, el Banco Africano de Desarrollo, la Corporación de Desarrollo de la Commonwealth, el Banco Alemán de Desarrollo, etc, así como Agencias intermediarias de los gobiernos de muchos países que administran los fondos de ayuda oficial al desarrollo, como la Agencia Española de Cooperación Internacional al Desarrollo (AECID).

Por otro lado, existen como vimos en el capítulo “Biomasa y Desarrollo”, mecanismos tales como la venta de los créditos de carbono a través del Mecanismo de Desarrollo Limpio y el Gold Standard que permiten vender los créditos de carbono generados de la reducción de consumo de combustibles, lo que puede ayudar a la implantación de extensos programas de instalación de cocinas.

Los países en vías de desarrollo se encuentran en el proceso de crear plataformas para acceder a estos fondos, nutriéndolos también con aportaciones propias. A su vez, las empresas de los países desarrollados también manifiestan interés en acceder a estos fondos mediante proyectos de cooperación con países en vías de desarrollo.

Otra forma de facilitar la financiación de los proyectos son las Alianzas Público Privadas para el Desarrollo o Alianzas Multisectoriales, en las que varios actores públicos, empresas privados e instituciones de la sociedad civil (ONG) se unen para realizar un proyecto de desarrollo determinado, en el que el objetivo es el beneficio social de una zona o comunidad. Un ejemplo es la iniciativa reciente de la Fundación de Naciones Unidas, denominada Alianza Mundial para Estufas Limpias, en inglés “Global Alliance for Clean Cookstoves”. Se trata de una asociación público-privada, que tiene el objetivo de instalar 100 millones de cocinas limpias y eficientes para antes del año 2020. Otro ejemplo de Alianza multisectorial puede encontrarse en el programa “Por un Perú sin humo” que pretende la instalación de medio millón de cocinas certificadas en comunidades rurales, como se detalla más adelante.

## 4.5. Proyectos y programas de cocinas mejoradas en América Latina

En América Latina, se han llevado a cabo programas de cocinas mejoradas en la mayoría de los países, con resultados diversos. Durante las dos últimas décadas los proyectos de cocinas mejoradas han sido puntuales; poco a poco se han elaborado programas regionales y nacionales, aunque sin coordinación por parte de los gobiernos de los países de la región, a pesar de que muchas veces instituciones nacionales han participando como

contraparte local. Desafortunadamente, estas experiencias no han documentado correctamente el grado de éxito de los programas, la apropiación de la tecnología, el ahorro en combustibles, la medición de la reducción de la contaminación en la vivienda, las lecciones aprendidas, etc. El monitoreo y recolección de datos de los distintos proyectos y programas es clave para mejorar la formulación de nuevas intervenciones, sino existe el riesgo de cometer los mismos errores.

Para obtener el impacto global necesario, son imprescindibles programas y apoyos a gran escala, ya que éstos se acompañan de publicidad, comunicaciones, cobertura de prensa, etc. que atraen el interés del público general y crean conciencia de que existe un problema, y de que el país le está dando una solución.

Las pequeñas iniciativas de introducción de cocinas mejoradas deben acompañarse de programas a gran escala para alcanzar el uso masivo de estas cocinas.

En América Latina se han realizado programas de cocinas mejoradas a gran escala en México, Guatemala, El Salvador, Perú y Bolivia. A nivel regional, considerando la importancia del uso de leña en la región, los compromisos en la reducción de la pobreza y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo del Milenio, la Secretaria General del Sistema de Integración Centroamericana (SG-SICA) integró las cocinas mejoradas de leña en la Matriz de Acciones para la Integración y Desarrollo Energético de Centroamérica, con una meta de un millón de cocinas mejoradas para el año 2020. En el anexo 1 a esta guía se describen algunos de estos programas y sus resultados. Como ejemplos de proyectos concretos, se han incluido aquí, resumidos, tres casos modelo.

## CASO 1

### Río Viejo – Departamento Jinotega. Nicaragua

Proyecto de instalación de cocinas mejoradas en tres municipios de la cuenca del Río Viejo en el departamento de Jinotega (Nicaragua). Está siendo desarrollado dentro del marco del programa TERRENA (Territorio y Recursos Naturales) realizado por una alianza entre la ONG española ONGAWA, Ingeniería para el Desarrollo Humano (antes IsF-ApD), la ONG nicaragüense La Cuculmeca, y el Centro Humboldt, cuyo objetivo global es optimizar la gestión de recursos hídricos incluyendo mecanismos de conservación y protección medioambiental. Fue en el marco del trabajo con las comunidades cuando se hizo patente la conveniencia de instalar cocinas mejoradas. Se constató la necesidad de disminuir el consumo de leña de las viviendas para conseguir una explotación sostenible de los recursos madereros de las fincas.

Para seleccionar el modelo, se realizaron 165 encuestas entre amas de casa y organismos relacionados con la promoción de cocinas mejoradas o familiarizados con las distintas tecnologías, y posteriormente un proceso de evaluación, tras el cual se decidió utilizar la cocina CETA Híbrida. La evaluación fue dirigida por MARENA (Ministerio del Medio Ambiente y Recursos Naturales de Nicaragua), con la participación directa de 37 familias pertenecientes a las tres microcuencas del proyecto. Para el proceso de evaluación hubo que construir previamente cocinas modelo. El proceso se desarrolló en cinco fases:

1. Capacitación a grupo de interés y distribución de los modelos.
2. Construcción de las cocinas.
3. Pruebas de funcionamiento de los fogones y hornos.
4. Evaluación participativa.
5. Sistematización y divulgación

Se instalarán 740 cocinas hasta el año 2012, entre las familias de un total de 1056 fincas. El coste de cada cocina ronda los 100 euros; ello incluye los materiales, transporte y apoyo a la construcción, pues la mayor parte de la mano de obra corre a cargo de los beneficiarios. En marzo de 2011 se encontraban instaladas 335 cocinas.

El resultado, hasta el momento, puede considerarse positivo. Las familias que todavía no han recibido cocinas las están solicitando. No obstante, de la experiencia de este proyecto pueden destacarse las siguientes lecciones:

- ◆ Es importante que los usuarios conozcan y estén convencidos de la importancia de respetar ciertos principios de carácter técnico.
- ◆ Con el uso, se han detectado deficiencias de diseño, de muy fácil implementación, que hubieran podido detectarse antes, si se hubiese realizado previamente una revisión técnica pensando en el usuario. Estas sugerencias se han tenido en cuenta en los contratos de construcción de las cocinas que faltan por instalar.
- ◆ Hay ciertas partes de la cocina cuya construcción no debe dejarse a los usuarios pues no deben desviarse de las medidas de diseño y pueden causar una pérdida notable de rendimiento.

#### Contacto/Información

ONGAWA, Ingeniería para el Desarrollo Humano (antes IsF-ApD)

## CASO 2

### Medio Millón de Cocinas Mejoradas, por un Perú sin Humo

La campaña Por un Perú sin Humo, lanzada en junio de 2009, tiene como objetivos: i) ofrecer un marco que facilite la inclusión y fortalecimiento de iniciativas y alianzas de instituciones públicas, privadas y de la cooperación internacional para la masificación de CM certificadas; ii) facilitar la coordinación, el intercambio de experiencias y la asistencia técnica en estrategias, gestión, logística, procesos, modelos de intervención, monitoreo y tecnología de las CM certificadas; y iii) asegurar la calidad y el buen uso de las CM certificadas en el proceso de masificación. Se prevé la instalación de 500.000 de cocinas certificadas en las comunidades. A fecha de abril de 2012 se habían instalado más de 227.000 mejoradas.

Esta iniciativa ha sido promocionada desde el Gobierno y con la colaboración de la Organización Panamericana de la Salud-OPS y de la Cooperación Alemana al Desarrollo – GTZ, entre otras entidades nacionales y regionales. El Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción del Perú (SENCICO) juega un papel destacado en su desarrollo y se ha convertido en el garante técnico, evaluando y certificando los distintos tipos de cocinas.

Han surgido fabricantes especializados en la construcción de estos prototipos, en la producción de componentes y en servicios técnicos o de mantenimiento. Las CM las instalan con un programa de sensibilización, y se proporciona un instructivo visual, con imágenes, mostrando el proceso de mantenimiento de la CM, que ayuda a los beneficiarios a tener una referencia cercana y de fácil comprensión.

#### Factores de éxito

- ◆ Aprovechar la importancia coyuntural que tienen los temas de salud, desnutrición y niñez.
- ◆ Contar con una tecnología efectiva y certificada que asegure efectos comprobables en cuanto a aspectos de salud.
- ◆ La involucración de actores claves en los niveles político, técnico y operativo .
- ◆ Promover un estudio que avale y permita mostrar científicamente los resultados de la utilización adecuada de las cocinas mejoradas.
- ◆ La participación y el compromiso efectivo de los gobiernos regionales y locales.
- ◆ Establecer un proceso de certificación abierto a las diferentes alternativas de cocinas mejoradas existentes en el país.
- ◆ Aprovechar las fortalezas y las capacidades de cada uno de los actores involucrados y adaptarse a características, actores, dinámicas y alternativas de los diferentes territorios o ámbitos de acción.
- ◆ La capacitación sobre los beneficios de la cocina mejorada para las familias es básica y fundamental.
- ◆ La contraparte familiar o comunal al proceso permite que la tecnología sea considerada por la familia como una acción suya, lo que facilita su posterior mantenimiento y uso.
- ◆ El seguimiento y el reforzamiento continuo del uso y el mantenimiento que den las familias como elemento clave para asegurar impacto sobre su salud.
- ◆ Contar con la página web como herramienta de información y seguimiento de los avances de la campaña.

#### Contacto/Información

<http://www.cocinasmejoradasperu.org.pe/>

### CASO 3

#### Proyecto Mirador, Honduras

El Proyecto Mirador nació como una organización benéfica registrada en Honduras (PMLLC), y como marca de caridad en los EEUU. Todos los fondos recaudados en nombre de Proyecto Mirador se utilizan exclusivamente para construir estufas mejoradas en los pueblos más pobres de Honduras. Hasta la fecha, se ha informado de la instalación de más de 18.000 cocinas y se espera llegar a las 30.000 en 2012. Para ello, cuenta actualmente con 11 empresas dedicadas a tiempo completo, incluyendo subcontratistas, así como las empresas que proveen todos los materiales necesarios para construir la cocina.

El modelo utilizado inicialmente fue la cocina Justa Tradicional y posteriormente, en 2008, se modificó el diseño a la versión Justa 2x3 que es la que se viene utilizando desde entonces. La modificación consistió en sustituir la plancha cuadrada por una rectangular y en colocar un agujero removible en la plancha encima de la salida de la cámara de combustión para dar versatilidad en el uso y mayor eficiencia en la transferencia de calor a las ollas. Las familias que utilizan la Justa 2x3 manifiestan consumir la mitad de su cantidad normal de leña.

El Proyecto Mirador fue certificado por el Gold Standard, comenzó a vender sus créditos de carbono en el mercado voluntario en abril de 2011 por los que ha estado recibiendo entre 20 y 22 US\$ por tonelada de CO<sub>2</sub> evitado. Los fondos recibidos se vuelven a invertir en más estufas.

Una de las grandes ventajas de certificación para obtener créditos de reducción de emisiones, y poder venderlos en el mercado de Carbono es la obligatoriedad de llevar controles, lo que asegura la sistematización de las experiencias y el éxito en su uso continuo

El costo de la estufa en el proyecto Mirador es de 77 US \$, haciendo énfasis en que los usuarios aportan parte del costo de los materiales locales y ayudan con mano de obra no calificada a construir sus cocinas mejoradas. La construcción está supervisada y los temas técnicos realizados por los subcontratistas especializados.

#### Contacto/Información

[www.proyectomirador.org/project](http://www.proyectomirador.org/project)

## 4.6. Lecciones aprendidas

### EN RELACION CON LAS POLÍTICAS

Los gobiernos deberían considerar los siguientes aspectos:

- ◆ Institucionalizar el problema a nivel nacional, creando un punto focal para recoger la experiencia acumulada y asegurar la continuidad y la integración de las disciplinas relacionadas.
- ◆ Elaborar una normativa específica, que incluya dos componentes:
  - 1) Sistema de certificación de las cocinas mejoradas, para asegurar el ahorro de leña y la extracción del humo. El sistema debe incorporar, de alguna forma, la garantía del fabricante, la seguridad de suministro de repuestos, la vida útil de la cocina, y manuales de mantenimiento.
  - 2) Programa de información y capacitación, con soluciones a los usos alternativos del fuego abierto, para hombres y mujeres.
- ◆ Lanzar una campaña de sensibilización a nivel nacional o regional, especialmente en áreas rurales, sobre los problemas ocasionados por el humo y la necesidad de utilizar sistemas eficientes de combustión de biomasa en los hogares.
- ◆ Diseñar mecanismos para subsidiar la compra de cocinas a las personas que viven en extrema pobreza, siempre en coordinación con los fabricantes para no crear distorsiones en el mercado.
- ◆ Crear las condiciones que hagan atractiva la inversión en la fabricación de cocinas mejoradas y su comercialización
- ◆ Apoyar, a nivel nacional o regional, los programas de créditos de carbono que ayuden a reducir los precios de las cocinas mejoradas.

### EN RELACION CON LOS PROYECTOS

#### En la etapa de diseño de los proyectos

- ◆ Definir claramente el objetivo del proyecto (salud, ambiente, conservación, etc.).
- ◆ Diseñar un sistema de monitoreo exhaustivo de los resultados del proyecto, si se desea que éste pueda calificar para proyectos de MDL.
- ◆ Definir la población objetivo. Los proyectos deben ser adecuados a la situación cultural y económica de la población. Para personas en extrema pobreza los proyectos deben ser cuidadosamente estudiados.
- ◆ Planificar un programa estructurado de seguimiento, que incluya varias visitas, para ayudar a las usuarias a apropiarse bien de la tecnología.
- ◆ Aprovechar la existencia de programas de cocinas mejoradas en el entorno, pues el uso y referencias de las personas que ya las usan extiende el interés en ellas.
- ◆ Incorporar, desde el inicio, los costes de administración y ejecución, y en la medida de lo posible, también los costes derivados del programa de acompañamiento a las usuarias.

#### Aspectos técnicos

- ◆ Utilizar, siempre que se pueda, cocinas mejoradas certificadas, para garantizar la bondad de la tecnología, el ahorro de leña y la extracción del humo de la vivienda.
- ◆ Asegurar la existencia de partes de repuesto y el acceso a ellas.
- ◆ Informar adecuadamente al usuario sobre la vida útil de la cocina mejorada y de cada uno de sus componentes.
- ◆ Apoyar a los diseñadores y fabricantes de cocinas mejoradas, para tener diversidad de tipos adaptados a los distintos nichos del mercado.

## EN RELACION CON LOS PROYECTOS

### Aspectos socio-culturales

- ◆ Hacer énfasis en que los beneficiarios deben ser conscientes del daño que causa el humo.
- ◆ Considerar que la cocina mejorada debe satisfacer las necesidades culinarias locales.
- ◆ Ofrecer a las futuras usuarias dos o más modelos de cocinas mejoradas, y en la medida de lo posible, hacer demostraciones de su funcionamiento, permitiendo la selección del modelo que mejor se adapte a sus necesidades.
- ◆ Planificar un programa de acompañamiento a las familias para asegurar que se produzcan los cambios de comportamiento necesarios. Es importante que los beneficiarios del programa entiendan el porqué de estos cambios.

### Aspectos económicos

Tener en cuenta que los proyectos tienen mayor probabilidad de éxito:

- ◆ Si el acceso a la leña es difícil, o su precio alto, pues en esos casos el proyecto va a incidir fuertemente en la economía o el bienestar familiar, y el ahorro monetario o de tiempo va a ser tangible.
- ◆ Si los posibles usuarios disponen de los medios o mecanismos financieros para adquirir la cocina mejorada, o si el propio proyecto puede proporcionarlos
- ◆ Si los usuarios pagan algo por la cocina. No es posible regalar una cocina mejorada a cada usuario y la equidad entre ellos es importante. Es necesario contribuir a la creación de un mercado de cocinas mejoradas.





# 5

## EL BIOGÁS

### 5.1. Introducción

La producción de biogás en el área rural a partir de desechos orgánicos procedentes de actividades agropecuarias, principalmente estiércol o residuos de comida, puede ser una fuente de sostenibilidad ambiental y de ahorro económico:

- ♦ El biogás puede ser empleado como combustible en cocinas, calefacción o iluminación, sustituyendo el uso de la leña y/o el gas propano como combustible; también se puede utilizar el biogás para alimentar un motor que genere electricidad, pero solo si se genera la cantidad suficiente, es decir en aplicaciones a mayor escala.
- ♦ La producción de biogás genera también otro efluente, llamado biol, que puede proveer a las familias de un fertilizante natural que mejora sustancialmente el rendimiento de las cosechas; su uso reduce la necesidad de comprar y usar fertilizantes químicos, ahorrando dinero y disminuyendo la contaminación química.

- ♦ El proceso permite desechar el estiércol animal en una manera segura, que reduce olores desagradables, insectos dañinos y propagación de enfermedades.

Actualmente, se estima que existen más de 25 millones de biodigestores en el mundo, principalmente en la India y China. Se pueden distinguir dos campos de aplicación.

- ♦ En el primero, el objetivo buscado es dar energía, salubridad y fertilizantes orgánicos a los agricultores y ganaderos de zonas marginales o al productor medio de los países con sectores rurales de muy bajos ingresos y difícil acceso a las fuentes convencionales de energía.
- ♦ En el segundo, la aplicación está dirigida al sector agrícola y agroindustrial de ingresos medios y altos. En este caso, el objetivo buscado es, además de proporcionar energía eficiente, solucionar problemas de contaminación y disposición de residuos.

En este capítulo, que se ocupa del primer campo de aplicación de los biodigestores, se detallan los procesos de producción, la materia prima ne-

cesaria, los usos energéticos del biogás y las propiedades agronómicas del biol. También se detallan los aspectos económicos y sociales sobre la tecnología y se analizan casos prácticos relacionados con el tema en América Latina. Por último, se ofrecen una serie de recomendaciones para la puesta en marcha de este tipo de proyectos.

Muchas comunidades rurales aisladas de Latinoamérica ofrecen las condiciones óptimas y tienen los recursos suficientes para operar un biodigestor y generar biogás.

## 5.2. La disponibilidad de la materia prima: materia orgánica y agua

Un biodigestor es un tanque de fermentación en el que se realiza el proceso de biodigestión. Se trata de contenedor cerrado herméticamente dentro del cual se deposita el material orgánico en determinada dilución con agua para que se produzca la fermentación anaeróbica, la cual produce biogás (con características parecidas al gas natural) y fertilizantes orgánicos (biol). La fermentación anaeróbica es un proceso de digestión bacteriana en ausencia de oxígeno.

La biodigestión es un proceso en ausencia de oxígeno que transforma la materia orgánica y el agua en biogás y biol (fertilizante orgánico). Este proceso se realiza en los biodigestores, que son tanques herméticamente cerrados.

Los biodigestores se pueden alimentar de estiércol fresco o de desechos vegetales como pulpa de café, paja de arroz, cáscara de naranja o mezclas.

Sin embargo, no se pueden utilizar residuos duros (con cascara dura) o de descomposición de larga duración (como vísceras). Los datos de producción de materia prima y de rendimiento en gas de los estiércoles presentan grandes diferencias, debido a los numerosos factores que intervienen en el proceso y que hacen muy difícil la comparación de resultados.

- ♦ El volumen de estiércol producido por las distintas especies animales es variable, de acuerdo, fundamentalmente, con el número y peso de los animales, el tipo de alimentación y la crianza de los animales.
- ♦ Los estiércoles que producen mayor cantidad de biogás son el de cerdo y el humano, pero el fertilizante que producen es muy ácido. El estiércol más equilibrado es el de vaca, pues cada animal produce gran cantidad de estiércol, y por tanto, es el más fácil de recoger.

En la siguiente tabla se muestra la producción de estiércol fresco diario para diferentes animales por cada 100 kilogramos de peso del animal. Se considera que se necesitan de dos a tres vacas, ó seis a siete cerdos para recoger un balde diario (de 20 l) de estiércol fresco.

**Tabla 5.1. Producción de estiércol fresco diario.**

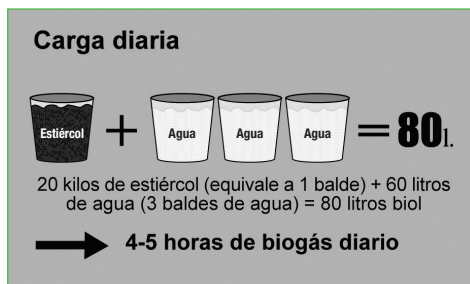
| Ganado        | Kg de estiércol fresco diario producido por cada 100 kg de peso del animal |
|---------------|--|
| Cerdo         | 4  |
| Bobino        | 7  |
| Caprino       | 4  |
| Conejos       | 3  |
| Equino        | 7  |
| Humano adulto | 0,4 kg por adulto  |
| Humano niño   | 0,2 kg por niño  |

Fuente: Martí Herrero (2008)

El acceso a la materia orgánica y al agua de río, pozo, o surtidor, es un factor importante del funcionamiento del biodigestor ya que se necesita alimentar de forma continua y con la misma frecuencia. Si falta el agua durante unas semanas, se puede mantener el biodigestor, pero llevará más trabajo hacerlo funcionar.

Una familia que pueda disponer de unos 20 kilos de estiércol fresco al día (dos o tres vacas, o varios cerdos, o unas pocas decenas de ovejas), y que tenga acceso a agua durante la mayor parte del año, puede introducir un biodigestor tubular de bajo costo en su cadena de producción obteniendo una producción diaria de biogás durante 4-5 horas (Figura 5.1).

**Figura 5.1. Ejemplo de producción diaria de biogás**



Fuente: Proyecto EnDev Bolivia, 2012

Una familia con un número mínimo de animales puede producir el biogás suficiente para cocinar. El acceso continuado a las materias primas es un factor de éxito.

A la hora de diseñar un proyecto específico sobre biodigestores, se recomienda realizar una serie de mediciones previas para saber de cuanto estiércol se va a disponer al día en el lugar donde se emplazará el digestor. Para ello, hay que considerar la forma de manejo del ganado que se utiliza, ya que si es el pastoreo, y el ganado solo

duerme por la noche en un corral cercano a la vivienda, solo se podrá recoger el 25% del estiércol producido por animal a lo largo del día. En caso de ganado estabulado todo el día cerca de la vivienda, todo el estiércol producido está disponible para ser introducido en el biodigestor.

Los residuos humanos contienen alta cantidad de coliformes, que pueden pasar al biol si se utilizan en un biodigestor, por lo que, en caso de unir una letrina al biodigestor, se requiere tomar algunas medidas para eliminar adecuadamente los coliformes y evitar que estos, en caso de utilizar el biol como abono, se transfieran a las plantas y puedan ser ingeridos de nuevo por la población, afectando a la salud humana. Es importante que el agua del lavamanos o de la ducha no se utilice en el biodigestor ya que contiene jabones y detergentes que matarán las bacterias requeridas en el interior del biodigestor.

## 5.3. Los procesos de producción

### 5.3.1. Características generales del proceso de digestión anaerobia

La digestión anaerobia es un método de tratamiento biológico ideal para biomasas residuales con alto contenido en humedad, ya que para que la digestión anaerobia produzca buenos rendimientos en la degradación y producción de biogás, es necesario que el proceso se realice en un ambiente húmedo y cálido.

De forma general, el adecuado desarrollo del proceso requiere de las siguientes condiciones:

- ♦ **Ausencia de oxígeno** para que no provoque la inactivación de la reacción y, por tanto, la disminución de la producción de biogás ya que las bacterias son anaerobias estrictas.

- ◆ Mantenimiento de una **temperatura en el biodigestor entre 25 y 45 °C**. Estas temperaturas potencian el crecimiento de las bacterias y mejoran otras características como la viscosidad del efluente, sin implicar un coste extra de calefacción; la utilización de temperaturas entre 45 a 65°C provoca reacciones químicas y biológicas más rápidas, pero necesita más energía para mantener la temperatura en el reactor.
- ◆ Una correcta **agitación** favorece la homogeneización y la formación de agregados bacterianos;
- ◆ Un **pH** en torno a la neutralidad, entre 6 y 8,3.
- ◆ Ausencia de **compuestos inhibidores**, es decir aquellos compuestos que disminuyen la población bacteriana y por tanto, producen una rápida reducción de la producción de biogás. Los principales compuestos inhibidores son metales pesados, metales alcalinos y alcalinotérreos, sulfatos y amonio.

La temperatura afecta directamente al tiempo de retención (tiempo que dura la reacción, es decir, el periodo que tarda en degradarse la materia orgánica en el interior del biodigestor) y por tanto al tamaño del biodigestor (más pequeño en zonas cálidas, donde la descomposición es más rápida que en regiones más frías). De acuerdo con la temperatura ambiental media, se puede dimensionar el tamaño de biodigestor adecuado para una zona específica (Tabla 5.2.). En aquellos ambientes en los que se requiera un incremento de temperatura para favorecer la reacción, se puede instalar un invernadero que incrementa la temperatura en el biodigestor.

En las zonas frías, la producción de biogás es más desfavorable que en zonas cálidas por las bajas temperaturas.

**Tabla 5.2. Tiempo de retención según temperatura.**

| Región característica | Temperatura (°C) | Tiempo de retención (días) |
|-----------------------|------------------|----------------------------|
| Trópico               | 30               | 15                         |
| Valle                 | 20               | 25                         |
| Altiplano             | 10               | 60                         |

Fuente: Martí Herrero (2008)

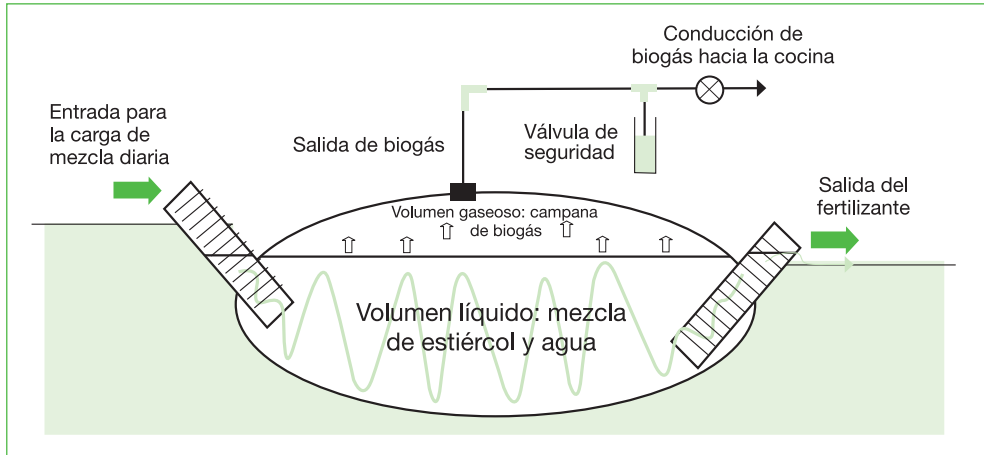
### 5.3.2. Los biodigestores

Generalmente, todos los sistemas anaerobios de generación de biogás se basan en el mismo fundamento (Figura 5.2):

- ◆ **Los estiércoles (u otras biomásas)** se introducen en depósitos estancos en ausencia de aire, donde las bacterias producirán el biogás y el biol.
- ◆ Si se necesita, **los estiércoles** se pueden almacenar en silo o foso. Es conveniente minimizar el tiempo de permanencia en el sitio de almacenamiento, ya que si el estiércol es guardado durante varios días, se produce metano debido a la digestión en frío, lo que no es deseable, pues disminuiría la producción de metano en el biodigestor.
- ◆ El **almacenamiento del biogás** puede hacerse en el propio digestor o en un dispositivo externo, en función de la configuración elegida.

Los biodigestores pueden clasificarse según sus dimensiones y su modo de operación. Los biodigestores de **pequeña escala o familiares** tienen una capacidad de menos de 100 m<sup>3</sup>, pudiendo tratar cantidades de biomasa de 7 a 1.000 toneladas/año. Los biodigestores familiares suelen ser de muy pequeño tamaño, menos de 10 m<sup>3</sup>. Existen también biodigestores de media y gran tamaño, para aplicaciones a gran escala.

Figura 5.2. Esquema simple de un biodigestor



Fuente: Martí Herrero (2008)

Un biodigestor de pequeño tamaño, familiar, se puede construir con plástico (polietileno tubular, geomembrana). Al ser de plástico flexible, el biodigestor debe estar semi-enterrado en el suelo, preferentemente en una zanja. Además, dependiendo del material utilizado en la construcción, pueden ser frágiles, y si no se protegen, se agujerean. Es importante evitar que los animales puedan entrar en el biodigestor o que aniden alrededor del tanque, para evitar que éste se deteriore.

Para el buen uso de un biodigestor, deben seguirse las siguientes recomendaciones:

- ♦ **Se debe elegir un lugar adecuado** para el biodigestor, fuera de la vivienda, pero lo suficientemente cerca de la cocina y del sitio de manejo del ganado para evitar las distancias excesivas. Es también necesario que exista una fuente de agua cercana. En zonas frías hay que asegurarse de ubicarlo en una zona donde no haya sombra y el sol le pueda dar de forma directa.

- ♦ El diseño de un biodigestor se puede definir **según la disponibilidad de estiércol por la familia, o según las necesidades de combustible.**
- ♦ Si se sustituye la leña por biogás, hay que tener en cuenta que el **tiempo de cocinado será mayor** porque el biogás tiene menor poder calorífico.

En cualquier caso es importante que el biodigestor no suponga mayor cantidad de trabajo del que se realizaba anteriormente para disponer del combustible al que está sustituyendo, por ejemplo, la recogida de la leña.

Atendiendo al modo de operación, los biodigestores pueden ser de modo continuo (la entrada de sustrato se realiza de forma gradual a lo largo del tiempo), discontinuo (el digestor se llena periódicamente de sustrato, se cierra y comienza la digestión) o semicontinuo (combina las dos formas anteriores; permite utilizar el digestor, tanto para el almacenamiento como para la digestión). Cada forma de carga tiene sus ventajas e

inconvenientes. Será necesario informarse adecuadamente de unas y otras en las guías técnicas especializadas (véase sección “Para saber más”), para realizar la mejor elección en cada caso.

## 5.4. Usos energéticos del biogás, del biol y otras ventajas

### 5.4.1. Usos energéticos

En principio, el biogás puede ser utilizado en cualquier tipo de equipo comercial para uso de gas natural. Puede ser empleado para iluminación (lámparas de gas), calor (fogones de cocina, estufas radiantes, incubadoras), frío (neveras de gas), fuerza motriz y/o electricidad. Se considera que 1 m<sup>3</sup> de biogás permite cocinar 3 comidas para una familia de 5 o 6 personas (Practical Action, 2007).

Las tecnologías más probadas para el aprovechamiento energético del biogás son, el uso en cocinas y calefacción, y la alimentación de motores de combustión interna para generación de electricidad cuando la producción es suficiente.

- ◆ Los digestores de pequeña escala suelen proveer combustible para **usos domésticos de calefacción y cocina**. En el caso de uso del biogás para cocinar se debe transportar el biogás, filtrarlo y utilizar elementos de combustión adecuados para su baja presión.
- ◆ En la **generación de electricidad** se consiguen potencias de decenas de kW. No se debe olvidar que en este caso, además de electricidad, se obtiene calor, que se puede utilizar para agua caliente sanitaria. Cuando el biogás se utiliza en un motor, debe prestarse especial atención a la eliminación previa de la humedad y del sulfuro de hidrógeno.

### 5.4.2. Usos del biol como fertilizante

Aunque el acceso a la energía es un valor importante del uso del biogás, las oportunidades de uso del biol constituyen también un factor atractivo para los usuarios, por sus evidentes beneficios económicos: los agricultores disminuyen sus gastos en la compra de fertilizantes químicos para sus cultivos. En la producción agropecuaria, además del aumento de productividad, el biol añade valor agregado ecológico a los productos, por ser cultivados de forma libre de agroquímicos, que en algunas ocasiones, contribuye al incremento de precio de las materias vendidas.

En el caso de los biodigestores ubicados en zonas del altiplano Andino de Bolivia, se observó que el 80% de los productores demandaba el fertilizante como producto principal y solo un 20%, biogás.

Cuando el biogás reemplaza al GLP, los usuarios pueden observar el beneficio económico del uso energético de forma muy tangible. Si no es así, solo se valora el aumento de producción de los cultivos por el uso del biol.

### 5.4.3. Otra ventajas

Además de la producción de biogás y biol, los biodigestores ofrecen ventajas sociales y medioambientales:

- ◆ Reducción, en cierta medida, de los malos olores.
- ◆ Beneficio de la salud familiar, porque el biogás no desprende humo al cocinar.
- ◆ Reducción del trabajo físico de la recogida de leña en caso de que las familias utilicen leña como combustible.
- ◆ Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero derivadas de la reducción de emisiones incontroladas de metano. También pue-

de reducir las de dióxido de carbono, en caso de que se sustituya por fuentes de energía fósil.

Hay que tener en cuenta que en zonas periurbanas hay también interés por estas tecnologías entre los criadores de cerdos u otros animales mayores estabulados, ya que debido al crecimiento de las ciudades, han empezado a tener problemas con sus nuevos vecinos a raíz, principalmente, del mal olor generado por esta actividad. Si los residuos son dispuestos y tratados en biodigestores de forma adecuada, el olor desaparece y el metano producido se quema para cocinar, para calefacción o para algún uso productivo.

## 5.5. Aspectos económicos y sociales

### 5.5.1. Aspectos económicos

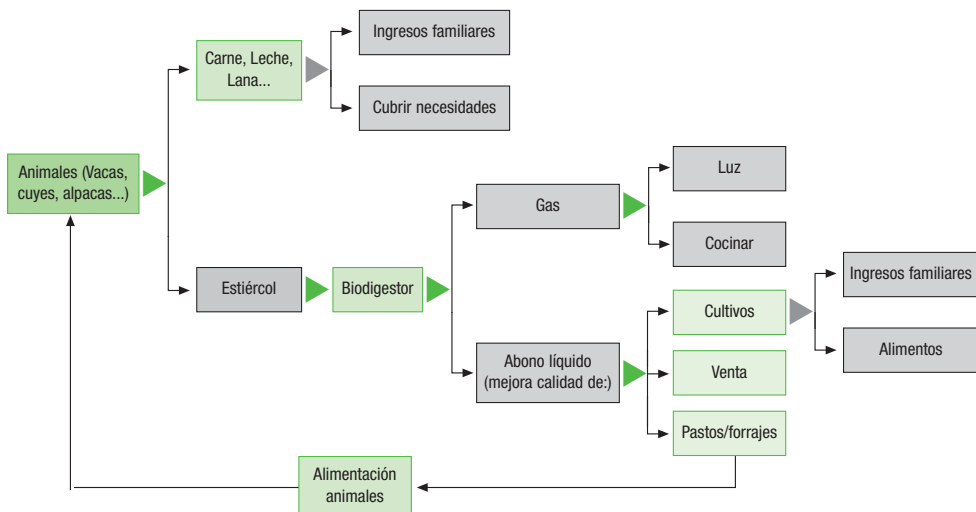
El coste de un biodigestor de pequeño tamaño, de uso familiar depende, además del material

usado en su construcción, de su tamaño, y como hemos comentado, éste depende del clima.

Es necesario tener muy en cuenta la situación de estabilidad que tienen las familias a quienes se ofrece esta tecnología. Cuando las familias no saben qué van a hacer en los próximos 5 o 6 años, o se trata de pequeños productores agrícolas o ganaderos empobrecidos, no se les pueden ofrecer tecnologías de alto coste con la justificación de que durarán 15 o 20 años.

En estos casos, merece la pena bajar los costes y trabajar con una tecnología más sencilla, adecuada a la realidad de su vida. Los modelos de biodigestores familiares, construidos a partir de mangas de polietileno tubular, se caracterizan por su bajo costo, fácil instalación y mantenimiento, así como por requerir sólo materiales locales para su construcción. Estos biodigestores familiares de bajo coste han sido desarrollados y están implementados en varios países del sureste asiático y de Latinoamérica.

Figura 5.3. Posibles beneficios económicos de los biodigestores



Fuente: Fernando Acosta (Soluciones Prácticas)

Para medianos productores, ya se puede ofrecer otra tecnología, como biodigestores de geomembrana o algún otro tipo de material que, aunque más costoso, ellos puedan tener capacidad de pagar.

Los costes totales dependerán del coste de la instalación y de las actividades transversales que se realicen. Se debe ofrecer una tecnología con una relación calidad/precio acorde a las necesidades de los usuarios.

En cualquier caso, lo importante es utilizar un biodigestor que se adapte a las condiciones de la familia y de la región. Puede ser de plástico, como el caso de Bolivia, de barriles, de hormigón, o de geomembrana como en Perú (ambos casos se recogen en el anexo 2). Al final, la aceptación de la tecnología va a depender del grado de empoderamiento de los usuarios y de los resultados que éstos obtengan.

### 5.5.2. Aspectos sociales

Cuando se plantea este tipo de proyectos es necesario comunicar adecuadamente a la comunidad los beneficios, problemas y obligaciones en relación con la tecnología que se les ofrece, para que la comunidad sepa exactamente cuáles van a ser sus obligaciones y funciones. En este sentido, es más fácil trabajar con ganaderos que son más disciplinados, ya que tienen una dinámica de trabajo bien establecida.

Para implementar las tecnologías de biodigestión de materia orgánica, no se necesita tener ninguna capacidad especial aunque se debe formar a los usuarios sobre su funcionamiento y las operaciones básicas de mantenimiento. No es difícil mantener un biodigestor, una vez que se está familiarizado con su funcionamiento, pero hay que hacer un esfuerzo para asegurar que el usuario dispone del conocimiento suficiente. Lo más difícil es hacer que las personas adquieran la rutina de realizar

a diario las operaciones necesarias, como cargar el biodigestor todos los días y recolectar el biol. Esto implica hacer una capacitación adecuada y un seguimiento constante durante al menos 6 meses tras la instalación del sistema, para asegurar que haya un correcto manejo, tanto del biodigestor, como del uso de sus subproductos. El periodo de 6 meses se considera como un tiempo adecuado para que la familia se habitúe a emplear el sistema correctamente por lo que es necesario hacer un seguimiento constante, aunque transcurrido este periodo pueden hacerse más visitas.

Es necesario tener en cuenta que si el proyecto está asociado a alguna otra bonificación o ventaja, puede que algunos acepten la instalación del biodigestor solamente por no perder la bonificación, sin tener interés en el uso y mantenimiento del mismo. Esta situación ha podido observarse en algunos proyectos. Para completar esta información, ver ejemplos de casos en el documento anexo a esta guía.

En general, en este tipo de proyectos no se está trabajando con enfoque de género, pero en las familias, si la mujer acepta el biodigestor, es seguro que éste va a funcionar, ya que al final, es la mujer la que termina utilizando la tecnología.

Antes de iniciar el proyecto, los futuros usuarios deben conocer las responsabilidades que adquirirán con la tecnología. Aunque el funcionamiento del proceso sea sencillo, se debe facilitar información básica y trabajar con enfoque de género.

## 5.6. Casos

Cuatro proyectos de instalación de biodigestores en América Latina se detallan en el documento anexo a esta guía (anexos 2 y 3). Se presenta aquí un resumen de estos casos, así como las lecciones aprendidas.



## CASO 1

### Biodigestores en zonas alto andinas de Bolivia

Desarrollado por la GIZ dentro del proyecto EnDev, se está trabajando con pobladores pobres a nivel nacional con el objetivo de generar biogás para la cocción de alimentos y biol para mejorar el rendimiento de sus cultivos.

#### Dificultades

- ◆ Hubo problemas para que las familias aceptaran microcréditos. Las familias prefieren ahorrar y pagar en efectivo.
- ◆ Los productores piden ser capacitados en cómo aplicar el fertilizante a sus cultivos.
- ◆ En lugares donde anteriormente hubo proyectos fracasados por falta de seguimiento y asistencia técnica, hubo mayor resistencia al proyecto.
- ◆ No se pensó que el cambio de hábito necesario para la carga rutinaria de los biodigestores iba a ser tan difícil para algunas familias.

#### Resultados

- ◆ La tecnología funciona adecuadamente.
- ◆ Algunas familias están vendiendo 2 litros de biol a € 1,5.
- ◆ Otros miden el beneficio por la cantidad extra de producción que han tenido en sus cultivos. Otros están vendiendo sus productos a un precio mayor en el mercado, por el hecho de utilizar biol.
- ◆ Los que tienen biodigestores tienen sus terrenos más limpios que los que no lo tienen.
- ◆ Se ha mejorado la calidad del aire en el interior de las viviendas.
- ◆ Algunos beneficiarios se han empezado a interesar en la agricultura ecológica, independientemente del proyecto.

#### Factores de éxito y lecciones aprendidas

- ◆ La clave de un seguimiento exitoso es tener socios locales para el seguimiento de los biodigestores instalados.
- ◆ Hay que tener cuidado en no generar expectativas que no se cumplen. Si la instalación fracasa, se genera rechazo hacia la tecnología.
- ◆ No se deben subvencionar los biodigestores por importes mayores al 50% del coste de materiales.
- ◆ No deben establecerse como objetivos el número de biodigestores a instalar, sino medir los resultados por el porcentaje de éxito de la instalación.
- ◆ Las instituciones que van a instalar los biodigestores deben estar realmente capacitadas.

**Contacto:** Fernando Acosta, Soluciones Prácticas, Perú

**Detalles:** Anexo 2

## CASO 2

### Biodigestores en Cajamarca

Proyecto piloto desarrollado por Ingeniería sin Fronteras y Soluciones Prácticas en Cajamarca, Perú, en el que se está trabajando con pobladores de zonas rurales para la introducción de biodigestores con el fin de utilizar el biogás para la cocción de alimentos y el biol para el mejoramiento de pastos, ya que es una zona principalmente ganadera.

#### Dificultades

- ◆ La mala calidad del material inicial (mangas de plástico - polietileno) hizo que se buscaran nuevas alternativas de mayor durabilidad.
- ◆ Se observó un bajo rendimiento del biogás, debido a rangos de temperatura bajos en algunas de las viviendas.
- ◆ El biol obtenido tiene un porcentaje elevado de coliformes, lo que lo hace no apto para utilizarlo en el cultivo de hortalizas.
- ◆ El alto coste de la tecnología (geomembrana) hace difícil el retorno de una posible inversión por parte de un promotor individual si no recibe subvenciones externas.
- ◆ El uso de fertilizantes también representa un cambio de hábito para los beneficiarios.

#### Resultados

- ◆ Se ha demostrado un incremento en el rendimiento de los cultivos de papa de un 28% debido al uso de biol en cultivos de ciclo corto.
- ◆ El biogás satisface, en promedio, el 60% de las necesidades de combustible para la cocción de los alimentos de las familias.
- ◆ Algunas familias emplean la tecnología adecuadamente, pero todavía no es la mayoría.

#### Factores de éxito y lecciones aprendidas

- ◆ Una correcta capacitación a los usuarios y seguimiento constante durante el primer año de uso de los biodigestores es fundamental, el problema es conseguir los fondos para ello.
- ◆ Reducir el coste e implementar mejores sistemas de calefacción pasiva para los biodigestores son los retos para conseguir hacer viable un despliegue tecnológico en la zona andina.
- ◆ Hace falta encontrar la manera de rentabilizar la instalación a través del aumento de productividad y venta del biol.

**Contacto:** Fernando Acosta, Soluciones Prácticas, Perú

**Detalles:** Anexo 2

### CASO 3

#### Biodigestores en familias rurales con pequeñas explotaciones agropecuarias

Implementación de biodigestores conectados a letrinas en familias con pequeñas explotaciones cafetaleras, y de biodigestores en domicilios de comunidades rurales con porquerizas.

#### Dificultades

- ◆ Algunos de los materiales principales del biodigestor, como la bolsa plástica, se rompieron durante la instalación debido a la mala calidad del material
- ◆ Algunos productores no habían protegido adecuadamente los biodigestores
- ◆ Al estar asociado el biodigestor a un Bono Productivo Alimentario, algunas familias aceptaron la instalación del biodigestor sin realmente tener interés en el uso y mantenimiento del mismo.
- ◆ Como el material seleccionado no es distribuido en Nicaragua, el riesgo de no acceder al plástico para las reparaciones necesarias es alto.
- ◆ La zona es de gran actividad sísmica, lo que provocaba continuas roturas y filtraciones obligando a continuas reparaciones.
- ◆ Inicialmente, se produjo un rechazo a la utilización de gas procedente de estiércol de ganado para cocinar en el hogar.

#### Resultados

- ◆ Muchos biodigestores están fuera de servicio por falta de seguimiento.
- ◆ Se logró reducir un 40% de la leña usada en casa para cocinar en las familias que usan el biodigestor.
- ◆ Los beneficios sanitarios son notables, pues se limpia de estiércol el patio de la casa. Muchas familias construyeron porquerizas para que la recogida del estiércol de los animales fuera más fácil de realizar.

#### Factores de éxito y lecciones aprendidas

- ◆ Es necesario analizar bien las condiciones del terreno donde se instalarán los biodigestores y asegurar que la procedencia del plástico no va a suponer un factor limitante a la hora de hacer reposiciones.
- ◆ No se debe implementar un proyecto sin iniciar un proceso de formación (capacitación) de los beneficiarios, sobre el uso, el mantenimiento y los beneficios de esta tecnología, incluido el uso del biol.

**Contacto:** Jairo Rojas Meza, Zenelia Cruz Acuña, Javier Mazorra Aguiar, Universidad de Nicaragua.

**Detalles:** Anexo 3

## CASO 4

### Biodigestores en fincas de medianos productores pecuarios

Implementación de Biodigestores en fincas de los socios de la Cooperativa NICACENTRO para la protección del medio ambiente y el bienestar de la familia en la Vía Láctea Nicaragüense.

#### Dificultades

- ◆ Se han dado problemas en la operación de los biodigestores durante los periodos de desparasitación del ganado, puesto que esta tarea disminuye la calidad del estiércol para la producción de gas. El problema ha sido superado, ya que los productores manifiestan que no realizan la carga del biodigestor en estos periodos.

#### Resultados

- ◆ Instalación de 62 biodigestores a socios de la Cooperativa Nicacentro.
- ◆ Reducción del uso de leña al 100% en las familias beneficiarias.
- ◆ Mejora de las cosechas o del estado de los pastos para alimentación del ganado gracias al uso de los efluentes del biodigestor como abono.

#### Factores de éxito y lecciones aprendidas

- ◆ El principal factor de éxito ha sido la selección de los beneficiarios.
- ◆ La cooperativa ya había realizado algún proyecto de este tipo, por lo que ya contaba con experiencia y técnicos capacitados en este aspecto.
- ◆ Las capacidades económicas y los conocimientos en cuanto a gestión de finas son mayores que los de los beneficiarios de otros proyectos, lo que facilita la adopción de la tecnología.

**Contacto:** Jairo Rojas Meza, Zenelia Cruz Acuña, Javier Mazorra Aguiar, Universidad de Nicaragua.

**Detalles:** Anexo 3

## 5.7. Lecciones aprendidas

A partir del análisis de estos casos, los factores que condicionarán la exitosa ejecución y la sostenibilidad de los proyectos se resumen en los siguientes apartados.

### ASPECTOS TÉCNICOS

- ◆ La temperatura de la zona tiene un impacto sobre el tamaño del biodigestor y el lugar de instalación. La difusión en zonas más frías todavía es escasa.
- ◆ Es crucial una carga adecuada del biodigestor (frecuencia, cantidad y calidad).
- ◆ En general, las familias prefieren pocas horas de gas cada día, pero que funcione muy bien, para que la cocción de los alimentos sea más rápida.
- ◆ No se debe descuidar la asistencia técnica por parte de las instituciones u organizaciones implementadoras, incluido el uso del fertilizante (a veces, los usuarios no están acostumbrados a utilizar fertilizantes).
- ◆ La disponibilidad local del material (ejemplo: plástico) es importante para elegir una u otra tecnología.
- ◆ Se debe evaluar la materia prima disponible y adecuar el tamaño de los equipos.

### ASPECTOS SOCIO-CULTURALES

- ◆ El asesoramiento y acompañamiento a las familias es imprescindible para facilitar la transferencia tecnológica.
- ◆ Las ventajas, desventajas y obligaciones, los deberes y las responsabilidades que van a asumir las familias al disponer de esta tecnología deben estar claros.
- ◆ Se debe tener en cuenta el interés y el deseo de los beneficiarios en hacer los cambios necesarios en los estilos de vida.
- ◆ Aunque los proyectos no se traten con un enfoque de género, si la mujer dice que no, el biodigestor puede o no puede funcionar, si dice que sí, el biodigestor va a funcionar
- ◆ Importancia de los otros beneficios, como la mejora de la salubridad, la instalación de letrinas, la reducción de la contaminación del agua y la eliminación de malos olores de los purines, etc.

### ASPECTOS ECONÓMICOS

- ◆ Es mejor trabajar con una tecnología sencilla de bajo coste, pero de calidad, y que corresponda a la realidad socio-económica de las familias.
- ◆ Es mejor evitar subvenciones de más del 50% del coste de materiales; está comprobado que aquellos que pagaron algún dinero por tener acceso a la tecnología demuestran más cuidado en el trato y mantenimiento del digestor, aumentando las posibilidades de éxito del proyecto.
- ◆ Cuando el biogás sustituye a la leña, no se valora tanto el beneficio económico del uso del biogás como cuando sustituye al GPL.
- ◆ La venta del biol es lo que contribuye más a la rentabilidad del proyecto.
- ◆ La utilización de abono orgánico brinda la oportunidad de certificación de calidad (café, agricultura biológica, etc.).



# 6

## LOS BIOCOMBUSTIBLES LÍQUIDOS

---

### 6.1. Introducción

Los biocombustibles líquidos (o biocarburantes) son combustibles líquidos producidos a partir de biomasa que puede ser utilizados en motores. Entre ellos, el bioetanol y el biodiesel son los que se encuentran ampliamente comercializados a escala internacional. El objetivo de este capítulo es ofrecer una visión general del proceso de producción, desde la materia prima hasta la transformación al biocombustible líquido final, y de los usos posibles de estos biocombustibles líquidos por las comunidades rurales.

Los usos de los biocombustibles pueden ser locales (para usos domésticos o productivos) o para su venta a terceras partes. En este capítulo se hará especial énfasis en los usos locales en CRA, tanto si son usos domésticos o productivos, alejándonos de la problemática que presenta el mercado a gran escala de biocombustibles líquidos.

Con el ánimo de favorecer el desarrollo de biocombustibles para las CRA, este capítulo ofrece consideraciones técnicas y económicas fundamentales basadas en algunas de las experiencias piloto desarrolladas en América Latina.

Debe tenerse presente que la producción de biocombustibles líquidos para usos locales no está extendida en América Latina y aunque existen experiencias piloto en diversos países, algunas de ellas desarrolladas para poder experimentar futuros desarrollos a gran escala, todavía no hay una masa crítica de proyectos desarrollados mediante estas tecnologías por lo que todas las recomendaciones recogidas en este capítulo deberán aplicarse con cierta precaución.

### 6.2. El debate sobre los biocombustibles líquidos a gran escala

Con el objetivo de diversificar sus fuentes energéticas, reducir la dependencia del petróleo o mitigar el cambio climático, diversos países promueven el desarrollo de la producción y uso a gran escala de biocombustibles líquidos; en su mayor parte, son países de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos, principalmente los Estados Unidos de América y los países de la Unión Europea, pero también

otros, como Brasil, que ha sido pionero en el desarrollo de un sector nacional de biocombustibles, en gran parte basado en el bioetanol producido a partir de la caña de azúcar.

Uno de los argumentos más utilizados es que el uso de biocombustibles líquidos emite, a lo largo de todo su ciclo de vida, menos emisiones de CO<sub>2</sub> que los combustibles fósiles para la misma cantidad de energía. Junto a estos alicientes, está también el deseo de apoyar la agricultura y promover el desarrollo rural.

Los ambiciosos objetivos marcados por estos países han provocado la expansión de la producción de estos biocombustibles y ello ha abierto un amplio debate sobre las consecuencias de su desarrollo a gran escala, principalmente según tres ejes:

- ♦ **Impactos posibles sobre la seguridad alimentaria:** la producción de algunos biocombustibles puede repercutir sobre los precios de los alimentos, dada la mayor competencia por el uso de la tierra. Este problema surge, sobre todo, de los biocombustibles líquidos basados en cultivos agrícolas para fines alimentarios, que son la mayoría de los actuales.
- ♦ **Impactos sobre el medioambiente,** no solo desde el punto de vista de las emisiones de gases de efecto invernadero, sino también del consumo de agua, energía y fertilizantes o pesticidas requeridos para la producción de su materia prima, así como de sus posibles efectos sobre la deforestación y la pérdida de biodiversidad. En el caso de una producción a gran escala, la principal preocupación está en la gran cantidad de tierra cultivable necesaria para obtener las materias primas, lo que va a obligar a cambiar, de forma directa o indirecta, el uso actual de muchas tierras. Este cambio de uso puede modificar sustancialmente el supues-

to impacto beneficioso de los biocombustibles sobre el cambio climático y afectar a la deforestación y a la biodiversidad.

- ♦ **Impactos sociales:** Los análisis usuales sobre el presente y futuro de los biocombustibles líquidos a gran escala raramente incluyen su impacto social (derechos humanos y laborales, económicos, sociales y culturales) en las regiones o países del Sur en los que suele producirse la mayor parte de la materia prima. Sin embargo, estos impactos se han manifestado en algunas regiones, y en algunos casos, de manera relevante.

Haciéndose eco de las amenazas ambientales y sociales que puede provocar una producción a gran escala de los biocombustibles líquidos, diversos países y organizaciones han desarrollado sistemas de certificación de sostenibilidad, que incluyen una serie de criterios que deben cumplir todos los biocombustibles comercializados. Los **criterios de sostenibilidad** que están actualmente siendo considerados en la mayoría de estos sistemas son:

- ♦ Respeto a las legislaciones nacionales e internacionales.
- ♦ Procesos amplios y transparentes que impliquen a todas las partes involucradas.
- ♦ Mitigación del cambio climático.
- ♦ No violaciones de derechos humanos y laborales.
- ♦ Contribución al desarrollo económico y social de los pueblos y comunidades indígenas.
- ♦ No afectación a la seguridad alimentaria.
- ♦ No impactos sobre la biodiversidad, ecosistemas y áreas de alto valor para la conservación.
- ♦ Mejora de la salud del suelo y minimización de su degradación.



- ◆ Optimización de los recursos hídricos y respeto a los derechos existentes del agua.
- ◆ Reducción al mínimo posible de la contaminación del aire.
- ◆ Utilización de procesos de la máxima eficiencia posible.
- ◆ Respeto a los derechos de la tierra.

Al margen de la posible relevancia de este debate, lo que no es cuestionado es el beneficioso efecto que la producción de biocombustibles a escala reducida, y en mercados locales o regionales, puede conllevar para el desarrollo de una comunidad, siempre que se cumplan las buenas prácticas de cultivo y producción que le son de aplicación. En principio, los beneficios esperados de la utilización de estos biocombustibles para las CRA son muchos, por ejemplo:

- ◆ Accesibilidad a la energía eléctrica, térmica o mecánica, dependiendo de las necesidades.
- ◆ Costes competitivos respecto a los combustibles fósiles sustituidos.
- ◆ Capacidad de crear trabajo local.
- ◆ Independencia en la producción de materia prima y, por tanto, flexibilidad para determinar y variar la producción.
- ◆ Incentivo de la actividad tecnológica local.
- ◆ Capacidad de ser almacenados y por tanto tener más disponibilidad energética.

Se ha vivido una fuerte controversia en torno a los impactos potenciales de los biocombustibles líquidos a gran escala. Sin embargo, a escala local, los biocombustibles líquidos ofrecen la posibilidad de facilitar el acceso a la energía eléctrica, térmica o mecánica, sin incurrir en impactos inaceptables.

## 6.3. Principales biocombustibles líquidos

Las etapas fundamentales que configuran la cadena de producción de biocombustibles líquidos son las siguientes:

- ◆ **Producción de la materia prima** a partir de cultivos, aceites vegetales recuperados o grasas animales.
- ◆ **Proceso de transformación de la materia prima** para la obtención del jugo azucarado (para la producción de bioetanol) o del aceite vegetal (en el caso del biodiesel). Esta etapa comprende todas las actividades desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto que se utilizará en la elaboración del biocombustible, aunque el aceite vegetal puede utilizarse también como biocombustible.
- ◆ **Transformación al biocombustible líquido final.** En esta fase son necesarias una serie de etapas mediante las cuales se obtendrá el biocombustible líquido final y una serie de subproductos o residuos que pueden revalorizarse mediante distintos procesos.

Los biocombustibles líquidos más conocidos y utilizados son el bioetanol, el biodiesel y, en algunos casos, el aceite vegetal:

- ◆ **El bioetanol** es un alcohol obtenido de la fermentación de materias con alto contenido en azúcar o almidón (por ejemplo de caña de azúcar, maíz, trigo, remolacha azucarera, etc.). Esta tecnología se ha utilizado durante siglos para la producción de licores. Su aplicación principal es la sustitución parcial o total de la gasolina.

- ♦ **El biodiesel** se obtiene a partir de aceites vegetales producidos a partir de cultivos oleaginosos (por ejemplo a partir de soja, colza, palma africana o girasol), de grasa animal o de aceites vegetales reciclados. Su principal aplicación es la sustitución parcial o total del gasóleo en los motores Diesel.
- ♦ Aunque en menor medida, en algunos casos, el aceite vegetal extraído de los cultivos oleaginosos se utiliza directamente en motores, sin transformarlo a biodiesel, pero sus características físicas hacen necesaria una preparación adecuada de los motores en los que se vaya a utilizar.

La producción de bioetanol conlleva un proceso de destilación y deshidratación complejo y que requiere utilizar una tecnología de escala para que su producción sea razonable. También existe la posibilidad de utilizar bioetanol hidratado para distintos usos, aunque estas experiencias están menos extendidas. En este capítulo no se tratan los proyectos que podrían desarrollarse mediante las tecnologías de producción de bioetanol.

El aceite vegetal y el biodiesel presentan mayores oportunidades para la producción local en comunidades aisladas, por lo que serán los protagonistas en este capítulo.

## 6.4. Materias primas para el biodiesel y el aceite vegetal

La producción de biodiesel se realiza esencialmente a partir de aceites vegetales (principalmente de plantas oleaginosas) y en menor medida, a partir de grasas animales:

- ♦ **Semillas de cultivos oleaginosos** como la colza, la palma africana, el girasol o la soja. También se pueden utilizar las semillas de cultivos energéticos específicos como la *Jatropha* o el ricino.
- ♦ **Aceites vegetales recuperados** después de su utilización en hogares, restaurantes, cocinas industriales, etc.
- ♦ **Grasas animales:** como el sebo de vaca o, potencialmente, las grasas de pescado.

### 6.4.1. Cultivos energéticos

Algunas materias primas para la producción de los biocombustibles se usan también como alimentos, por lo que su utilización con fines energéticos compete, evidentemente, con el uso alimentario. La importancia de este problema ha hecho que la investigación para el futuro de estos biocombustibles se oriente al uso de materias primas no alimentarias y que puedan crecer en terrenos marginales o no agrícolas. Entre estos desarrollos cabe citar la identificación de especies que no tengan fines alimentarios (como la *jatropha*) o especies lignocelulósicas que provean del material necesario para su aprovechamiento energético mediante tecnologías más sofisticadas, llamadas de segunda generación.

En el caso de las CRA, es necesario utilizar una tecnología apropiada y probada por lo que en este capítulo se tratarán exclusivamente los biocombustibles de primera generación, basados en semillas de cultivos oleaginosos.

Los cultivos empleados para extraer el aceite vegetal necesario para producir biodiesel varían de país a país, dependiendo de la orografía, del suelo, de la pluviometría, así como de criterios políticos o económicos. Como existen multitud de especies para producir aceite vegetal, y como cada variedad de cultivo tiene sus características propias, la elección del cultivo más adecuado depende de cada caso. Por ejemplo, algunos cultivos son desechados en países con climas fríos, simplemente por sus características técnicas, como el maní, pues su biodiesel empieza a solidificarse a 15,5° C.

En países en vías de desarrollo, y especialmente en CRA, uno de los criterios más importantes a seguir, y el más recomendado, es evitar cualquier presión o desplazamiento sobre los cultivos alimentarios locales básicos, como es el caso del maíz (básico en América) o la soja, y a su vez utilizar cultivos energéticos que no compitan con los recursos necesarios para los cultivos básicos locales tales como disponibilidad tierra y agua, por ejemplo: la jatropha o el ricino. En caso de utilizar cultivos agrícolas tradicionales para la producción de aceite vegetal, sólo se deben utilizar los excedentes de estos cultivos que no afecten a la demanda de alimentos por parte de las comunidades. A la hora de abordar un nuevo cultivo, se debe también tener en cuenta el grado de capacitación de los agricultores para afrontar este reto.

En la Tabla 6.1 se detallan las principales características agronómicas y propiedades de los cultivos con mayor vocación para su utilización como biodiesel.

**Tabla 6.1. Características generales de los cultivos para la producción de biodiesel**

|   | Palma aceitera      | Soja              | Girasol            | Ricino                         | Algodón                                | Colza           | Jatropha           |
|---|---------------------|-------------------|--------------------|--------------------------------|--|-----------------|--------------------|
| Temp. (°C)                                    | 24-28               | 24-25             | 20-30              | 20-25                          | 27                                     | 20-24           | 20-28              |
| Zona climática                                | Trópico (10°N-10°S) | Subtrópico húmedo | Trópico-subtrópico | Trópico húmedo-subtrópico seco | Región semiárida con lluvias de verano | Zonas templadas | Trópico-subtrópico |
| Producción después de                         | 4-5 años            | 4-5 meses         | 2,5-3 meses        | 4,5-6 meses                    | 5 meses                                | 4,7 meses       | 1-5 años           |
| Reposición después de                         | 30 años             | Anual             | Anual              | Anual                          | Anual                                  | Anual           | 30-50 años         |
| Agua (mm/año)                                 | 1.500-3.000         | 500-750           | 250                | 750-1.000                      | 600-1.500                              | 450-500         | 300-1.000          |
| Rendimiento aceite (litro/tonelada)           | 401                 | 194               | 343                | 412                            | 194                                    | 418             | 380                |
| Rendimiento medio mundial (tonelada/hectárea) | 10-30               | 2,2               | 1,5-4              | 1-1,5                          | 1,6-2,5                                | 3               | 0,5-12             |
| Aceite (%)                                    | 38-45               | 18-22             | 32-40              | 40-48                          | 18-22                                  | 38-45           | 35-40              |
| Contenido de proteína en torta (%)            | 15-16               | 46                | 43                 | Fert. Org.                     | >40                                    | 52              | 55-58              |

Fuente: CEPAL (2007)

### Cuadro 6.1. La *Jatropha Curcas* (también conocida como jatrophia, piñón blanco o tempate)

Uno de los cultivos que merece especial atención por su resistencia, aclimatación y no ser apto para consumo humano es la *Jatropha Curcas*, también conocida como jatrophia, piñón blanco o tempate. Es un arbusto perenne originario de Centro América y México adaptado a ambientes áridos y cuyos frutos son tóxicos en la cadena alimentaria. La jatrophia crece en regiones semiáridas y áridas y se adapta bien en tipos de suelos que normalmente no son aptos para el cultivo, tales como suelos arenosos, pedregosos, o salinos. Tradicionalmente, se ha utilizado como barrera viva para la delimitación de lindes. Es repelente natural de parásitos, y se utiliza como pesticida, para control de la erosión del suelo, o como veneno para peces. Las semillas de la *Jatropha* generan hasta un 35-40% de su peso en aceite transformable en biodiesel de alta calidad.

Esta especie tarda 4 o 5 años en alcanzar la madurez en la producción de semillas. Proporciona una cosecha por año, aunque si se mantiene adecuadamente (riegos, fertilización, control de malas hierbas, etc.) y el clima es adecuado, puede producir varias. Sus características fisiológicas hacen que sea adecuada para su utilización en sistemas adaptados de agroforestería (por ejemplo, cultivo intercalado con otras especies). Las semillas se consideran maduras cuando ennegrecen. El cultivo se puede realizar utilizando plantones o por siembra directa en el campo. Esta última metodología, si bien no es la mejor, ya que la germinación puede ser una etapa crítica, puede ser utilizada en grandes extensiones.

A la hora de implementar un proyecto con esta especie será necesario evaluar con escrupulosa meticulosidad la disponibilidad de tierra y la disputa por los recursos que puede generarse con especies para fines alimentarios. Es necesario también que los agricultores se capaciten para el correcto manejo del cultivo (al tratarse de un cultivo nuevo, perenne y que no alcanza la madurez en la producción de semillas hasta los 4 o 5 años los agricultores deben aprender sus particularidades agronómicas).

Las características de la *Jatropha Curcas* la convierten en una especie potencialmente apta para ser cultivada en poblaciones rurales aisladas ya que, por su toxicidad, no es apta para consumo humano y no entra en competición con otras cosechas alimentarias como el maíz, soja, girasol etc. La productividad de la especie variará de acuerdo a las condiciones del terreno donde se cultive (características del suelo y del clima) y los cuidados agronómicos que se le proporcionen (riego, fertilización, control de malas hierbas, etc.). Estas condicionantes hacen que su productividad y, por extensión, la cantidad de biodiesel que se pueda obtener por unidad de tierra cultivada, varíen enormemente según las circunstancias, por lo que será necesario evaluar la productividad potencial del terreno donde se vaya a instalar, con el fin de poder estimar la producción de semilla esperable y, de esta forma, poder dimensionar adecuadamente el proyecto.



Izda: Detalle de las semillas de la jatropha (Fuente: Energía sin Fronteras). Centro: Detalle semillas maduras en la planta (Fuente: Energía sin Fronteras) y Drcha.: Detalle de la planta con frutos verdes (Fuente: Soluciones Prácticas).

Los cultivos energéticos son especies seleccionadas específicamente para su utilización en bioenergía. Es necesario conocer las características de los cultivos antes de iniciar los proyectos.

### 6.4.2. Modelos de cultivos

Se están promoviendo tres modelos de cultivo, de los cuales, los dos primeros se pueden desarrollar en CRA:

- ♦ **Tecnología tradicional:** empleada por pequeños agricultores en suelos degradados. La jatropha, u otra especie oleaginosa, se cultiva intercalada con cultivos alimentarios o especies forestales.
- ♦ **Mediana tecnología:** empleada por pequeños y medianos agricultores, en suelos marginales o degradados, como monocultivo. Hay asociación del cultivo de la Jatropha con cultivos alimentarios o forrajeros el primer año, después se implanta como monocultivo. En algunos casos, se prepara el terreno utilizando maquinaria, esto va a depender de los recursos del propio agricultor.
- ♦ **Alta tecnología:** dirigida a las medianas o grandes empresas. Se trabaja como monocultivo a gran escala, es mecanizado, tiene viveros, y maquinas sembradoras, entre otras cosas. En algunos casos, la empresa alquila terrenos degradados a los agricultores y contrata a éstos como peones para realizar algunas actividades específicas.

### 6.4.3. Disponibilidad de la materia prima

En general, para un uso limitado en comunidades rurales, la disponibilidad de la materia prima no es la mayor restricción, excepto en lugares de

climas extremos donde los cultivos agrícolas están más limitados. En la mayoría de las ocasiones, existirá un cultivo que se adapte a las condiciones del terreno de una comunidad específica. Ahora bien, será necesario que esta comunidad cuente con el conocimiento y el apoyo técnico necesario para determinar el cultivo más apropiado en cada caso, y para capacitarse en sus técnicas de cultivo.

Esto es especialmente importante cuando se quieren utilizar cultivos energéticos específicos que no se cultivan de manera habitual en estas comunidades y especialmente si se trata de especies perennes, por lo que los agricultores desconocen las técnicas agronómicas. Aunque estos cultivos son muy interesantes y tienen otras ventajas - por ejemplo, los residuos vegetales producto de la recolección pueden ser utilizados, en algunos casos, para la generación de calor, o una vez tratados, como fertilizantes - hay que tener en cuenta que en el caso de las CRA, generalmente, los procesos adecuados de producción para estos productos son más difíciles de implementar.

Es necesario enseñar a los agricultores las técnicas agrícolas y acompañarles hasta que las dominen.

Una opción muy interesante para poder introducir cultivos energéticos de forma paulatina y asimilable por los beneficiarios es la utilización de sistemas de agroforestería mediante los cuales se asocian varios cultivos en la misma superficie de terreno.

Existe la posibilidad de utilizar como materia prima para la producción de biodiesel, aceite vegetal de residuos locales procedentes de cocinas, por ejemplo, aceites de fritura. Esta posibilidad solo se puede considerar como una alternativa viable, en caso de que exista una fuente de resi-

duos disponible en cantidad suficiente y no contemplada en los usos de la vida comunal o familiar. Aun así, es necesario considerar con cuidado la calidad del residuo. Si el aceite vegetal residual está muy degradado, su acidez es muy alta, por lo que necesita de un pre tratamiento para bajarla, este tratamiento ya de por sí causa pérdidas de materia prima, que serán mayores cuanto más ácido sea el aceite. La calidad del aceite también influye en el precio. Además, existe el riesgo de que el precio del residuo se incremente al conocerse su uso productivo. Estas consideraciones, cantidad, calidad y precio, requieren un análisis cuidadoso de la situación local.

## 6.5. Los procesos de producción

### 6.5.1. El aceite vegetal

El aceite vegetal se puede obtener mediante métodos mecánicos- extracción en frío- o químicos -extracción por solventes- y generalmente se usa alguna combinación de ambas técnicas.

**La extracción en frío** se basa en someter a presión a las semillas y los frutos por medio de un

tornillo prensa, obteniéndose, por un lado, el aceite, que posteriormente debe ser filtrado para eliminar de él todo lo no sea materia grasa (restos de materias molidas por ejemplo), y por otro, un excedente, la torta (residuos de este prensado), que, excepto en el caso del piñon o del ricino, se puede aprovechar como alimento para el ganado, por ser un producto muy rico en proteínas. El uso de la torta contribuye a compensar los costes del proceso de extracción.

El prensado en frío no es capaz de extraer todo el aceite de las semillas, lo que resulta en un menor rendimiento total de aceite. El calentamiento de las materias molidas, a temperaturas que dependen del material con que se trabaje, contribuye a eliminar el exceso de humedad, lo que aumenta el rendimiento al lograrse mayores presiones y facilitarse la fluidez del material trabajado.

Para **la extracción por solventes** es necesario triturar previamente la semilla y adicionarle una sustancia química que disuelva el aceite, para separar éste, posteriormente, por calentamiento. Este sistema se caracteriza por su gran rendimiento, poco empleo de mano de obra y de fuerza motriz. Además, se permite la recuperación del solvente utilizado. El subproducto de esta extracción es la harina, con no más de 1-2% de aceite.

**Tabla 6.2. Comparación de los distintos métodos de obtención de aceite**

| Métodos de obtención del aceite | Ventajas  | Inconvenientes  |
|---------------------------------|---|---|
| Prensado                        | No se necesitan disolventes ni productos químicos. Existen en el mercado técnicas sencillas, de bajo costo y bajo consumo energético. Residuos aprovechables. | Se necesita maquinaria. Prensa y calentamiento. Rendimiento bajo.   |
| Químico                         | Baja requerimiento de fuerza motriz. Fácil y barato si se dispone de los disolventes. Mejor rendimiento. Se puede recuperar el solvente.                      | Se necesita maquinaria. Se necesitan disolventes orgánicos. Mayor precio. Personal capacitado para la recuperación de los disolventes |

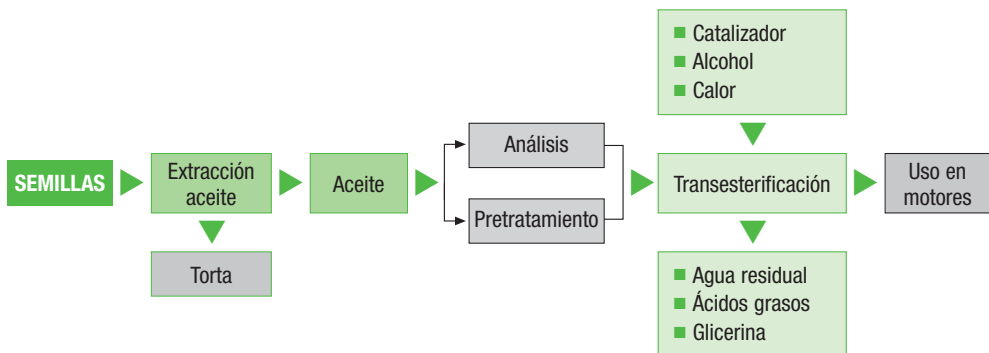
### 6.5.2. El biodiesel

El biodiesel se produce mediante la reacción de aceite vegetal o grasas animales con un alcohol, que puede ser metanol o etanol, en presencia de un catalizador y calor. Los catalizadores pueden ser hidróxido de potasio o hidróxido de sodio (sosa cáustica) que es más barato. Este proceso se denomina transesterificación, y tiene el objetivo de reducir la alta viscosidad del aceite, y obtener un producto que se acerque lo más posible a las características del diesel. En el proceso se genera un alto porcentaje de glicerina, que

tiene aplicaciones industriales para la fabricación de jabones o cosméticos, y si se comercializa, puede reducir el coste del biodiesel producido. En la Figura 6.1 se muestra el esquema general del proceso de producción del biodiesel a partir de semillas oleaginosas.

La producción de biodiesel en zonas rurales no es fácil, ya que el alcohol utilizado (metanol) no se comercializa en todas las zonas. Por éstos u otros motivos, se puede preferir trabajar directamente con el aceite vegetal como combustible, sin realizar el proceso de transesterificación.

Figura 6.1. Esquema general del proceso de producción del biodiesel



Fuente: Fernando Acosta (Soluciones Prácticas)

**Tabla 6.3. Ventajas e inconvenientes de la utilización del aceite vegetal y del biodiesel para fines energéticos**

| <b>PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE ACEITE VEGETAL</b>   |
|---|
| <p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>◆ La materia prima para producir aceite vegetal es fácil de cultivar ya que existen numerosas especies vegetales que servirían para este fin.</li><li>◆ La obtención de aceite vegetal se realiza mediante un proceso mecánico simple, disponible en muchos lugares y es relativamente fácil de aprender.</li><li>◆ Puede producirse en pequeñas cantidades.</li><li>◆ No precisa de productos químicos si se hace mecánicamente.</li><li>◆ No necesita transformación ni otros consumibles.</li><li>◆ Los subproductos del proceso son biodegradables y pueden tener otros usos como alimentación animal.</li></ul> <p><b>Inconvenientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>◆ No todos los aceites tienen las mismas propiedades, ni posibilidades de ser utilizados directamente como combustible.</li><li>◆ Se necesita inversión en equipo de extracción de aceite y kit de adaptación para el motor y en muchos casos se necesitan motores y quemadores especiales para utilizar este aceite como combustible en funcionamiento permanente.</li><li>◆ Es necesario tener un buen proceso mecánico de filtrado y contenedores que eviten la humedad.</li></ul>  |
| <b>PRODUCCIÓN Y UTILIZACIÓN DE BIODIESEL</b>  |
| <p><b>Ventajas</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>◆ La materia prima para producir biodiesel es fácil de cultivar ya que existen numerosas especies vegetales que servirían para este fin</li><li>◆ Para comunidades, con un mínimo de capacidades, es un proceso simple y relativamente fácil de aprender.</li><li>◆ Puede producirse en pequeñas cantidades y manualmente.</li><li>◆ No se necesita modificar los motores para su utilización.</li></ul> <p><b>Inconvenientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>◆ Dependiendo del alcohol disponible localmente, el proceso se puede hacer más complicado y más caro.</li><li>◆ Se debe asegurar la disponibilidad y la fiabilidad del suministro de catalizadores.</li><li>◆ Se necesitan algunas capacidades mínimas en las comunidades que se decidan a producir biodiesel.</li><li>◆ Aunque la glicerina se puede utilizar para la fabricación local de jabón o bien venderla a terceros para la industria cosmética, su aplicación en zonas rurales aisladas no suele ser fácil por lo que se debe de considerar como un desecho.</li><li>◆ Se requiere una mínima inversión en equipos para extracción y transformación.</li><li>◆ En caso de no obtener un producto de buena calidad, o que no cumpla con los estándares recomendados, va a dañar el motor.</li></ul> |



## 6.6. Usos energéticos del aceite vegetal y el biodiesel

Los biocombustibles líquidos derivados de los aceites vegetales, bien sea el propio aceite o el biodiesel, pueden ser utilizados para calentamiento, transporte y para generación de energía eléctrica.

Para utilizar el biodiesel en un motor, no se necesita hacer ninguna modificación en éste y se puede utilizar tanto puro como en diferentes mezclas. Las mezclas que tienen mejores resultados son las de 20 y 30% de biodiésel en el gasoil.

Esta situación es diferente en el caso del uso directo del aceite, ya que la composición y características de combustión del aceite vegetal son distintas de las del gasoil para el que normalmente están diseñados los quemadores y motores, especialmente los más modernos. El aceite vegetal es más viscoso que el mineral y que el biodiesel, lo que dificulta su flujo hidráulico. Para reducir su viscosidad, se instala un kit de adaptación en el motor, que tiene la función de precalentar el aceite y disminuir su viscosidad. Generalmente, estos sistemas están diseñados para funcionar al principio con gasoil y cambiar después el combustible a aceite. Siempre se recomienda, unos minutos antes de apagar el motor, volver a utilizar gasoil, para limpiar las líneas y los inyectores. Las empresas que comercializan los kits tienen listas con los modelos de motores que pueden ser adaptados. También se pueden utilizar mezclas directas de aceite y diesel, aunque no se recomiendan porcentajes superiores al 10% de aceite.

En otras palabras, el aceite sin refinar requiere unas condiciones especiales para poder utilizarse como combustible, mientras que el biodiesel tan sólo requiere unas ligeras modificaciones.

Para usar aceite vegetal, hay que modificar el motor/quemador, o transformar el aceite en biodiesel.

En los motores de automóviles, hay que tener en cuenta otros problemas asociados con la utilización del biodiesel como combustible de motores de inyección directa:

- ♦ La potencia del motor disminuye y el consumo aumenta, porque el poder calorífico del biodiesel (y el aceite) es inferior al del gasoil;
- ♦ Las emisiones de óxidos de nitrógeno generalmente aumentan como consecuencia de las mayores presiones y temperaturas que se alcanzan en la cámara de combustión;
- ♦ Algunos materiales se deterioran con el biodiesel (pinturas, plásticos, gomas, etc.) cuando se utiliza al 100%. Por encima del 5% de biodiesel, es recomendable reemplazar el circuito de alimentación de combustible por otro más resistente ya que el biodiesel tiene un mayor poder disolvente.

## 6.7. Aspectos económicos y sociales

Los principales costes en los que se incurre para la producción de biodiesel son:

- ♦ Costes de la producción de materia prima;
- ♦ Costes de la obtención del aceite vegetal y de los consumibles (alcohol y catalizador) para su transformación a biodiesel.

En el caso de que el biocombustible líquido obtenido se aplique para la electrificación rural,

también se deberán considerar los costes de generación y de distribución de la electricidad. Estos costes dependen del tipo de cultivo, de la marca y potencia del generador necesario, del número de viviendas de cada comunidad y de su dispersión, y de toda la logística de gestión del servicio, que depende a su vez, de la distancia de la comunidad a los puntos de abastecimiento de los insumos necesarios. Es obvio que aquellas comunidades que cuentan ya con un generador tienen una ventaja competitiva.

Es difícil ofrecer valores orientativos de cada una de las fases del proyecto ya que muchos de los proyectos no ofrecen costes desglosados detallados de cada partida, son experiencias piloto o no se han terminado, y presentan condiciones diferentes.

Es necesario establecer un precio por el uso de la energía, que los usuarios deben aceptar. Para ello, será necesario estudiar previamente su capacidad de pago.

En todas las ocasiones, es fundamental conocer el precio de referencia del coste del combustible fósil al que reemplazan los biocombustibles líquidos, ya que va a ser la referencia para considerar la viabilidad del proyecto. En caso de que los costes estimados en la producción y aplicación energética del biocombustible líquido sean superiores al del combustible fósil, los usuarios deberán valorar si, a pesar de este sobrecoste, les interesa desarrollar el proyecto. Esta situación se puede producir cuando parte de los costes considerados sean en especie (como la disposición de tierra o trabajo) y haga que los beneficiarios no tengan que incurrir en costes en efectivo adicionales, por lo que, aunque el desarrollo del

proyecto les suponga un esfuerzo adicional en trabajo, les puede suponer un ahorro en dinero líquido.

Los proyectos de producción y uso de biocombustibles líquidos constan de varias fases interconectadas, que requieren la participación de varios actores, por lo que su gestión es más compleja y puede dificultar el éxito del proyecto.

Es aconsejable buscar, desde el inicio del proyecto, la participación de las autoridades y los líderes locales. También será necesario crear las capacidades locales necesarias y capacitar a los diferentes responsables de las distintas fases: operadores de la planta, responsables de la unidad de gestión etc.

Los proyectos de biocombustibles líquidos pueden resultar muy largos y tediosos, por lo que es necesario un fuerte compromiso de los beneficiarios para su correcta identificación, ejecución, gestión y mantenimiento.

## 6.8. Casos

A continuación se recogen cuatro proyectos de desarrollo de biocombustibles líquidos en distintos contextos de América Latina prestando especial atención a las dificultades, resultados factores de éxito y lecciones aprendidas. En los anexos 2 y 3 se recogen los detalles de dichos casos. Algunos de estos casos son todavía experiencias piloto, por lo que sus conclusiones deben considerarse con precaución.

## CASO 1

### Aceite vegetal para la generación de electricidad en Ucayali en Perú

Proyecto piloto desarrollado por Soluciones Prácticas en una comunidad aislada de Ucayali, en la selva amazónica, en Perú, en el cual se está produciendo aceite de higuerilla para ser utilizado como combustible para la generación de energía eléctrica que es distribuida dentro de la comunidad.

#### Dificultades

- ◆ Complejidad para el establecimiento de la tarifa del servicio, ya que a los beneficiarios les parecía elevada.
- ◆ No todos los pobladores quisieron participar en las tareas de implementación y mantenimiento de los cultivos.
- ◆ Las actividades se programaron fuera de las jornadas de trabajo, por lo que la participación en las reuniones de coordinación en ocasiones no era elevada.
- ◆ Proceso de cosechado, despulpado, secado, extracción y filtrado de aceite demasiado largo.
- ◆ Malas prácticas en el modelo de gestión que incrementaban las tarifas.

#### Resultados

- ◆ Se han sembrado 2 ha de higuerilla y se ha instalado una planta de extracción de aceite.
- ◆ Para la generación de electricidad se utiliza una mezcla de aceite y gasoil.
- ◆ Acceso a 4 horas de electricidad por la noche.
- ◆ Capacitación agrícola general para la población.

#### Factores de éxito y lecciones aprendidas

- ◆ Se ha observado la conveniencia de establecer un plan de actividades del proyecto por etapas, empezando por la parte agrícola.
- ◆ Es necesario establecer un modelo claro de gestión.
- ◆ No se debe inducir a pensar en un beneficio rápido, solamente después de 2 o 3 años.
- ◆ Se necesita un nivel alto y duradero de supervisión.
- ◆ Es necesario realizar campañas y capacitaciones constantes, tanto a la población como a los operarios del sistema.

**Contacto:** Fernando Acosta, Soluciones Prácticas, Perú

**Detalles:** Anexo 2

## CASO 2

### Promoción de piñón entre pequeños productores rurales de San Martín en Perú

Proyecto en el cual se da asistencia técnica a pequeños productores de piñón blanco para comercializar las semillas y articular su producción con las cadenas de producción de biodiesel de la empresa privada, como una opción de desarrollo de empleo. Aunque no sea un proyecto enfocado al uso local del biodiesel, este caso enseña algunos de los retos asociados a los cultivos energéticos.

#### Dificultades

- ◆ Falta de mano de obra especializada en el cultivo.
- ◆ Hacer que los agricultores presten un mantenimiento adecuado a los cultivos.
- ◆ Falta de control sanitario al desconocerse las plagas.
- ◆ Falta de un paquete tecnológico para el desarrollo completo del cultivo.

#### Resultados

- ◆ El cultivo de piñón se encuentra en proceso de introducción.
- ◆ Solo una minoría de agricultores involucrados están teniendo beneficios.
- ◆ La organización de las asociaciones de productores ha mejorado.
- ◆ Continúa la necesidad de capacitar a los agricultores para mejorar los cultivos.
- ◆ No se han alcanzado los rendimientos esperados.

#### Factores de éxito y lecciones aprendidas

- ◆ Es necesario mejorar y disponer de un paquete tecnológico adecuado.
- ◆ Se debe potenciar la capacidad e interés de los agricultores hacia el cultivo.
- ◆ Falta tecnificar algunos procesos, como el despulpado de la semilla, ya que manualmente no funcionan bien.
- ◆ Necesidad de acompañamiento a los agricultores para que no abandonen los cultivos durante los primeros años de establecimiento.

**Contacto:** Fernando Acosta, Soluciones Prácticas, Perú

**Detalles:** Anexo 2

### CASO 3

#### Proyecto de biodiesel “Gota Verde” en Yoro, Honduras

Proyecto piloto de producción de biodiesel a pequeña escala para usos locales (Región de Yoro). Este proyecto engloba la producción de biodiesel a partir de varios cultivos energéticos y la creación de las capacidades técnicas y de gestión. Se trata de una de las referencias más significativas en América Central.

#### Dificultades

- ◆ Caída del precio del petróleo en 2008 que afectó a la rentabilidad.
- ◆ Baja productividad de semillas.
- ◆ Agotamiento de fondos en 2008, por falta de beneficios.
- ◆ Inestabilidad política.

#### Resultados

- ◆ Establecimiento de 599 ha de cultivo de diferentes semillas oleaginosas (Jatropha, sésamo, ricino, girasol, etc.).
- ◆ Diseño, construcción y testeado de equipamiento para el procesado del biodiesel con tecnología local y adaptación de motores diesel.
- ◆ Establecimiento de un mecanismo de crédito adecuado para la microfinanciación de los agricultores.
- ◆ Creación de un centro regional de biocombustibles “Centro Gota Verde” que promueve proyectos de energía renovable a pequeña escala en áreas rurales.

#### Factores de éxito y lecciones aprendidas

- ◆ Necesario un acompañamiento mayor para asegurar el compromiso de todas las partes.
- ◆ Necesidad de capacitación para todas las partes implicadas.
- ◆ Los agricultores necesitan incentivos a corto plazo.
- ◆ Hay que tener en cuenta la fluctuación de los precios de los combustibles fósiles y la diversificación de los subproductos que se obtienen durante el proceso.

**Contacto:** Jairo Rojas Meza, Zenelia Cruz Acuña, Javier Mazorra Aguiar, Universidad de Nicaragua.

**Detalles:** Anexo 3

## CASO 4

### Producción de biodiesel a través de sistemas agroforestales y silvopastoriles con la especie *Jatropha Curcas* en Costa Rica

Introducción de sistemas agroforestales y silvopastoriles con la especie *Jatropha Curcas* en organizaciones de productores campesinos de la Zona Sur. Aunque no sea un proyecto enfocado al uso local del biodiesel, este caso enseña algunos de los retos asociados a los cultivos energéticos.

#### Dificultades

- ◆ Sequía inesperada que afectó a la producción.
- ◆ Falta de experiencia y capacitación técnica de los agricultores.
- ◆ Falta de asistencia técnica especializada.

#### Resultados

- ◆ Plantación de 26 ha.
- ◆ Elaboración de un manual para establecimiento de plantaciones
- ◆ Establecimiento de un vivero.

#### Factores de éxito y lecciones aprendidas

- ◆ Es necesario integrar todas las fases del proyecto.
- ◆ Los agricultores deben ver los beneficios de la *Jatropha* con respecto a otros cultivos.
- ◆ Las fincas seleccionadas deben ser más homogéneas para homogeneizar los resultados.

**Contacto:** Jairo Rojas Meza, Zenelia Cruz Acuña, Javier Mazorra Aguiar, Universidad de Nicaragua.

**Detalles:** Anexo 3

## 6.9. Lecciones aprendidas

Todavía no existe una masa crítica de proyectos desarrollados con esta tecnología en América Latina, lo que hace que el biodiesel no sea todavía una alternativa bien adaptada a las CRA de la región, aunque parece presentar expectativas prometedoras. Sin embargo, a partir del análisis de estos casos, así como de la experiencia adquirida en el terreno por diversas ONG, se puede realizar un primer resumen de los factores que condicionarán la exitosa ejecución y sostenibilidad de los proyectos, que se presenta a continuación.

### ASPECTOS TÉCNICOS

- ◆ Estos proyectos suelen ser más complejos, por lo que es necesario implementar el proyecto por etapas: agrícola, técnica, gestión. Iniciar la siguiente etapa una vez que se domina, o la población ha asumido, la etapa anterior.
- ◆ Es necesario evaluar bien las capacidades de desarrollo agrícola en la zona, tanto la disponibilidad de tierras como de otros recursos.
- ◆ Es necesario que los agricultores se capaciten para el correcto manejo de los cultivos, tales como siembra, podas, mantenimiento del cultivo, cosecha, entre otras.
- ◆ Se necesita acompañamiento técnico constante a los agricultores, en muchos casos no tienen costumbre de trabajar con cultivos perennes, por lo que al no tener resultados rápidos se desaniman.
- ◆ En relación con la *Jatropha*, al ser un cultivo nuevo, todavía hay muchas interrogantes en torno a su rendimiento y técnicas de cultivo. No hay que guiarse por la información existente en internet.
- ◆ El control de maleza, la cosecha manual, el despulpado manual de frutos hacen los cultivos más caros y aumentan el trabajo.

### ASPECTOS SOCIO-CULTURALES

- ◆ Los beneficiarios deberán asumir las condicionantes del proyecto. Los cultivos perennes alcanzan una producción estable tras el segundo o tercer año de su establecimiento, por lo que este tipo de proyectos demanda de mayor tiempo de ejecución y supervisión y los resultados no son inmediatos lo que representa una dificultad para los agricultores, que quieren ver beneficios claros y en corto espacio de tiempo.
- ◆ Los resultados, a veces, divergen de los esperados ya que pueden crearse expectativas muy altas. La información realista y equilibrada a los campesinos es importante y debe ser previa a la implantación.
- ◆ Hay que realizar campañas y capacitaciones constantes sobre eficiencia energética y uso adecuado de la energía para que los beneficiarios estén preparados para realizar un uso responsable de la energía una vez que dispongan de ella.
- ◆ Es conveniente no trabajar únicamente en el proyecto, sino aprovechar algunas actividades relacionadas con la mejora del cultivo energético, para la mejora de los cultivos tradicionales.
- ◆ Es aconsejable buscar, desde el inicio del proyecto, la participación de las autoridades y los líderes locales.
- ◆ Deben elegirse cultivos que tengan producción constante durante casi todo el año, ya que en las épocas en que el cultivo no esté produciendo, la comunidad quedará sin energía a no ser que se desarrollen sistemas adecuados para el almacenamiento del biocombustible.

### ASPECTOS ECONÓMICOS

- ◆ Es fundamental conocer el precio de referencia del coste del combustible fósil al que reemplazan los biocombustibles líquidos, ya que va a ser la referencia para considerar la viabilidad del proyecto.
- ◆ Es necesario establecer un precio por el uso de la energía que los beneficiarios deben aceptar. Para ello, será necesario estudiar previamente, la capacidad de pago que éstos puedan tener.
- ◆ Este tipo de proyectos puede ser viable en una comunidad alejada, que demuestre tener una buena organización, con difícil acceso para el comercio y los combustibles fósiles, en donde el costo del diesel sea mayor al costo del biocombustible obtenido.
- ◆ La energía, además de satisfacer los usos domésticos, también puede cubrir necesidades energéticas en los procesos productivos, pudiendo contribuir de esta forma al desarrollo económico de la comunidad.



# 7

## IDEAS PARA RECORDAR

---

Los proyectos que utilizan la biomasa para facilitar o mejorar el acceso de energía en las CRA ofrecen grandes ventajas potenciales, pero no están exentos de inconvenientes que es necesario identificar y mitigar. Una de las primeras características de este tipo de proyectos es la gran cantidad de actividades de distinta índole que conllevan: la generación de la materia prima, los procesos de transformación y aprovechamiento energético y todas las actividades de sensibilización y gestión comunes a otros proyectos tecnológicos de desarrollo. Esta suma de consideraciones hace que se deba tener especial cuidado en la implementación de cada una de las actividades del proyecto para que, en su conjunto, hagan posible alcanzar el objetivo específico deseado. Se ha tratado de resumir aquí las ideas clave que se han considerado más interesantes y que merece la pena recordar.

### En relación con las políticas

- ♦ Ante el reto que supone el actual consumo ineficiente de biomasa con fines energéticos, especialmente para el cocinado, la única forma de lograr un efecto significativo a nivel mundial es acompañar las pequeñas iniciativas con la promoción de *programas a gran escala* que permitan avanzar en el uso masivo de las tecnologías eficientes.
- ♦ Muchas personas desconocen los *daños que el humo causa sobre la salud*: son necesarias, aunque no suficientes, campañas de sensibilización al respecto.
- ♦ Hay que realizar constantes *programas de formación y sensibilización* sobre el uso responsable de la energía, para que las personas estén preparadas para su gestión una vez que dispongan de ella.
- ♦ Aunque algunos agentes públicos y organismos de cooperación han venido dando prioridad a otras opciones energéticas, como la electrificación con otras fuentes renovables, el acceso a formas eficientes y limpias de aprovechamiento energético de la biomasa para cocinar es *una necesidad ineludible*.

- ◆ Es imprescindible que los proyectos sobre tecnologías de biomasa sean efectivamente eficientes y limpios; para ello, es necesario que los gobiernos promuevan regulaciones adecuadas que garanticen los resultados de las tecnologías aplicadas. Son necesarios procesos de *certificación* que aseguren una calidad mínima de las tecnologías proporcionadas.
- ◆ Sería conveniente que los proyectos que consideran solamente una tecnología concreta, estuvieran incorporados a *programas o proyectos integrales*, que traten de atender necesidades específicas de una zona o comunidad, en los que la tecnología contemplada forme parte de un paquete de opciones tecnológicas más variado.
- ◆ Los resultados de un programa o proyecto no deben medirse en atención al número de instalaciones, sino al uso efectivo de éstas. La tecnología debe ponerse al servicio de las personas, *¡la mejor tecnología es la que se usa!*

## En relación con los proyectos

### Aspectos técnicos

- ◆ *Existen distintas tecnologías*, con mayor o menor grado de sofisticación, para poder facilitar el acceso a servicios energéticos modernos en CRA. A fin de seleccionar la opción técnica más adecuada, es necesario estudiar cuidadosamente las *condiciones locales*, tanto en relación con la disponibilidad de los recursos y las capacidades de la zona, como con las aplicaciones que se pretende dar a la tecnología.
- ◆ Las organizaciones que implementen proyectos deben ofrecer *la asistencia técnica* ne-

cesaria para que los usuarios comprendan la tecnología y sepan cómo utilizarla y mantenerla. En caso de que los beneficiarios no se apropien de la tecnología, pueden desmotivarse, lo que puede conducir al fracaso del proyecto.

- ◆ Se deben prever los mecanismos de acopio de las piezas de repuesto necesarias, y la formación de las personas cualificadas para el mantenimiento a largo plazo de las instalaciones.
- ◆ La clave de un *buen seguimiento* de los proyectos es tener socios locales, personas que ya trabajan en la zona y que sean los que gestionen la implementación y el seguimiento.

### Aspectos socio-culturales

- ◆ Los proyectos de biocombustibles implican *cambios culturales* que los beneficiarios deben entender bien. Para ello, es necesario conocer y tener en cuenta las costumbres y organización local de la comunidad desde el inicio del proyecto, y explicar bien las razones por las que se proponen los cambios.
- ◆ Para favorecer la apropiación de la tecnología ofrecida, es necesario hacer un acompañamiento a las familias durante algunos meses para asegurar que entienden bien el uso, el mantenimiento, los beneficios, los deberes y las responsabilidades que adquieren.
- ◆ Aunque muchos proyectos no se traten con un enfoque de género, la influencia de la mujer va a ser importante; si la mujer dice que no, la tecnología puede o no puede funcionar, si dice que sí, la tecnología va a funcionar.

## Aspectos económicos

- ◆ Los usuarios deben implicarse en la *financiación* del proyecto, bien aportando horas de trabajo, materiales locales o aportaciones económicas.
- ◆ En la mayoría de los casos, es necesario crear un fondo, mediante el pago de cuotas, para poder hacer viable la operación, el mantenimiento y la reposición de algunos componentes. Las cuotas establecidas deben ser consensuadas y aceptadas por los usuarios.
- ◆ Lo más adecuado es trabajar con una tecnología sencilla y con una relación calidad/coste que se corresponda con la *realidad socio-económica* de las familias.
- ◆ No se pueden ofrecer tecnologías caras invocando su larga duración, cuando las propias familias no saben qué van a hacer en los próximos 5 o 6 años.

- ◆ El *Mecanismo de Desarrollo Limpio*, dentro del Protocolo de Kioto, ofrece la posibilidad de financiación en algunos proyectos, pero es un proceso complejo, y todavía demasiado costoso para proyectos pequeños. Los MDL programáticos brindan la oportunidad de financiación para programas que impliquen un gran número de instalaciones en un país o región.

En definitiva, para que los proyectos sean más exitosos, se debe:

- Seleccionar un componente técnico fuerte (buenas tecnologías)
- Incluir los aspectos socio-culturales (tecnologías preferidas)
- Disponer de posibilidades de financiación adecuadas (tecnologías accesibles)



# 8

## PARA SABER MÁS

### Energía y desarrollo

#### Manuales

- ♦ Energía sin Fronteras, 2010. “Energía y desarrollo. Guía de Buenas Prácticas”.

<http://energiasinfronteras.org/en/estudios/nuestros-estudios/229-guia-de-qbuenas-practicas-para-la-cooperacion-y-el-desarrolloq>

- ♦ Real Academia de Ingeniería, 2011. “Tecnologías para el Desarrollo humano de Comunidades Rurales Aisladas”. Varios Autores. Coordinación: I. Pérez Arriaga y Ana Moreno.

[http://www.real-academia-de-ingenieria.org/portada\\_ESTUDIO\\_TECNOLOGIAS\\_DE\\_SARROLLO\\_CRA/seccion=63&idioma=es\\_ES&activo=5&id=2011062810070001.do](http://www.real-academia-de-ingenieria.org/portada_ESTUDIO_TECNOLOGIAS_DE_SARROLLO_CRA/seccion=63&idioma=es_ES&activo=5&id=2011062810070001.do)

#### Agencia Internacional de la Energía

- ♦ IEA, 2002. “World Energy Outlook, Part C: Special Issues Arising from the Outlook”. International Energy Agency.

[http://www.iea.org/weo/docs/weo2002\\_part2.pdf](http://www.iea.org/weo/docs/weo2002_part2.pdf)

- ♦ IEA, 2010a. Energy Poverty. “How to make modern access universal? Special excerpt of the World Energy Outlook 2010 for the UN General Assembly on the Millennium Development Goals”. International Energy Agency, in collaboration with the United Nations Development Programme (UNDP) and the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO).

[http://www.iea.org/weo/docs/weo2010/weo2010\\_poverty.pdf](http://www.iea.org/weo/docs/weo2010/weo2010_poverty.pdf)

- ♦ IEA, 2010b. “World Energy Outlook 2010”. International Energy Agency.

<http://www.iea.org/weo/2010.asp>

- ♦ IEA, 2011. “Energy for all. Financing access for the poor. Special early excerpt of the World Energy Outlook 2011”. International Energy Agency.

[http://www.iea.org/papers/2011/weo2011\\_energy\\_for\\_all.pdf](http://www.iea.org/papers/2011/weo2011_energy_for_all.pdf)

## Naciones Unidas y otras organizaciones

- ◆ AGECC, 2010. “Energy for a Sustainable Future – Summary Report and Recommendations”. Advisory Group on Energy and Climate Change, 28 p.  
[http://www.un.org/wcm/webdav/site/climatechange/shared/Documents/AGECC%20summary%20report\[1\].pdf](http://www.un.org/wcm/webdav/site/climatechange/shared/Documents/AGECC%20summary%20report[1].pdf)
- ◆ CEPAL, PNUD, Club de Madrid, 2009. “Contribución de los servicios energéticos a los Objetivos de Desarrollo del Milenio y a la mitigación de la pobreza en América Latina y El Caribe - Síntesis ejecutiva”. Comisión Económica para América Latina y el Caribe, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Club de Madrid, con financiamiento de la Sociedad Alemana de Cooperación Técnica, 23 p.  
[http://www.cepal.cl/publicaciones/xml/3/37553/lcw278e\\_S.pdf](http://www.cepal.cl/publicaciones/xml/3/37553/lcw278e_S.pdf)
- ◆ Council of the European Union, 2009. “Access to sustainable energy sources at the local level in developing countries”.  
[http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms\\_data/docs/pressdata/en/gena/107928.pdf](http://www.consilium.europa.eu/uedocs/cms_data/docs/pressdata/en/gena/107928.pdf)
- ◆ PNUD, 2007. “Informe sobre desarrollo humano 2007/2008. La lucha contra el cambio climático: solidaridad frente a un mundo dividido”. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, 402 p.  
[http://hdr.undp.org/en/media/HDR\\_2007\\_2008\\_SP\\_Complete.pdf](http://hdr.undp.org/en/media/HDR_2007_2008_SP_Complete.pdf)
- ◆ United Nations, 2012. “Sustainable Energy for All Initiative”.  
<http://www.sustainableenergyforall.org/>
- ◆ UNDP, 2005. “Energy and the Millennium Development Goals”. Energy Sector Mana-

gement Assistance Programme, United Nations Development Programme, UN Millennium Project, and World Bank.

[http://www.unmillenniumproject.org/documents/MP\\_Energy\\_Low\\_Res.pdf](http://www.unmillenniumproject.org/documents/MP_Energy_Low_Res.pdf)

- ◆ REN21, “Renewables 2011. Global Status Report”. 111 p. ATUS REPORT.  
[http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21\\_GSR2011.pdf](http://www.ren21.net/Portals/97/documents/GSR/REN21_GSR2011.pdf)

## Programas en Latinoamérica

- ◆ Alianza en Energía y Ambiente con Centro América  
[http://www.sica.int/energia/aea/aea\\_breve.aspx?IdEnt=117](http://www.sica.int/energia/aea/aea_breve.aspx?IdEnt=117)
- ◆ Organización Latinoamericana de Energía  
<http://www.olade.org/>
- ◆ Programa Latinoamericano del Carbono, Energías Limpias y Alternativas  
<http://www.caf.com/>

## Biomasa y desarrollo

### Manuales

- ◆ BUN-CA, PNUD, GEF, 2002. “Manual sobre Energías Renovables: Biomasa”. Biomass Users Network (BUN-CA), Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF), Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), proyecto "Fortalecimiento de la capacidad en energía renovable para América Central" (FOCER), Costa Rica.  
<http://www.bun-ca.org/publicaciones/BIOMASA.pdf>

- ◆ GNESD, 2011. “Bioenergy: The potential for rural development and poverty alleviation. Global Network on Energy for Sustainable Development. Summary for policy-makers”.  
[http://www.gnesd.org/Downloadables/Bioenergy\\_PotentialForDevelopment\\_SPM.pdf](http://www.gnesd.org/Downloadables/Bioenergy_PotentialForDevelopment_SPM.pdf)
- ◆ IDAE, 2007. “Energía de la biomasa”. Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía, Madrid, España.  
[http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos\\_10374\\_Energia\\_de\\_la\\_biomasa\\_07\\_b954457c.pdf](http://www.idae.es/index.php/mod.documentos/mem.descarga?file=/documentos_10374_Energia_de_la_biomasa_07_b954457c.pdf)

## FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

- ◆ Sección sobre bioenergía.  
<http://www.fao.org/bioenergy/48659/es/>
- ◆ Sección sobre la bioenergía y criterios e indicadores para la seguridad alimentaria. (BEFSCI) <http://www.fao.org/bioenergy/foodsecurity/befsci/es/>
- ◆ FAO, 2012. “Instrumentos políticos para promover buenas prácticas en la producción de materia prima para bioenergía”.  
<http://www.fao.org/docrep/015/i2617s/i2617s00.pdf>
- ◆ FAO, 2011. “Buenas prácticas socio-económicas en la producción moderna de bioenergía”.  
<http://www.fao.org/docrep/015/i2507s/i2507s00.pdf>
- ◆ FAO, 2010a. “Key messages on “How to design, implement and replicate sustainable small-scale livelihood-oriented bioenergy in-

itiatives, based on the Technical Consultation held in FAO, Rome, 28-29 October 2009”.

<http://www.fao.org/bioenergy/26332-0140b78d539bd7de421650c8f1e4fccf0.pdf>

- ◆ FAO, 2010b. El “análisis de BEFS (Bioenergía y seguridad alimentaria) para el Perú: Apoyo a la política bioenergética en Perú”.  
<http://www.fao.org/bioenergy/foodsecurity/befs/peru/es/>
- ◆ FAO, 2008. “El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2008. Biocombustibles: perspectivas, riesgos y oportunidades”.  
<http://www.fao.org/docrep/011/i0100s/i0100s00.htm>

## Otras organizaciones internacionales

- ◆ IEA, 2008. World Energy Outlook.  
<http://www.worldenergyoutlook.org/media/weowebsite/2008-1994/WEO2008.pdf>
- ◆ IEA, 2011. “Key World Energy Statistics”. Agencia Internacional de la Energía.  
[http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2011/key\\_world\\_energy\\_stats.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2011/key_world_energy_stats.pdf)
- ◆ OMS, 2007. “Energía doméstica y salud: combustibles para una vida mejor”. Organización Mundial de la Salud.  
[http://www.who.int/indoorair/publications/fuelforlife\\_es.pdf](http://www.who.int/indoorair/publications/fuelforlife_es.pdf)
- ◆ OLADE, 2010. “V Foro de Integración Energética Regional. Sesión 4: Proyecto Observatorio de Energías Renovables en América Latina y el Caribe”. Organización Latinoamericana de Energía.  
[http://fier.olade.org/Documents/ponencias/Sesion%204\\_Observatorio.pdf](http://fier.olade.org/Documents/ponencias/Sesion%204_Observatorio.pdf)

## Implementación de proyectos

- ♦ Biomass energy platform and training in Latin America.  
[http://www.bepinet.net/\\_esp/index.html](http://www.bepinet.net/_esp/index.html)
- ♦ Keam S. and N. McCormick, 2008. "Implementing Sustainable Bioenergy Production; A Compilation of Tools and Approaches". Gland, Switzerland: IUCN.  
<http://data.iucn.org/dbtw-wpd/edocs/2008-057.pdf>
- ♦ Practical Action Consulting, 2009. "Small-Scale Bioenergy Initiatives: Brief description and preliminary lessons on livelihood impacts from case studies in Asia, Latin America and Africa". FINAL REPORT. Prepared for Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Policy Innovation Systems for Clean Energy Security (PISCES), by Practical Action Consulting, Rome, Italy.  
<http://www.fao.org/docrep/011/aj991e/aj991e00.HTM>
- ♦ Roundtable on sustainable biofuels - RSB  
<http://rsb.epfl.ch/>
- ♦ Pereira Espasandín D., Guijarro Lomeña A., Herreras Yambanis Y., y J. Lumbreras Martín, 2009. "Incidencia de los biocombustibles sobre el desarrollo humano. Análisis y certificación social". Ingeniería sin Fronteras, Informes ISF 4.  
<http://ongawa.org/wp/tierra/dia-de-la-tierra/etiam-massa-sapien/>

## Género

- ♦ Clancy J., 2005. "Gender Issues. Knowledge network on sustainable household energy in Southern and Eastern Africa". Policy Dialogue.  
<http://doc.utwente.nl/59065/1/ClancyXXgender.pdf>

- ♦ ENERGIA. International Network on Gender and Sustainable Energy.  
<http://www.energia.org/>
- ♦ FAO, 1998. "Censos agropecuarios y género. Capítulo 2. El enfoque de género".  
<http://www.fao.org/DOCREP/004/X2919S/x2919s04.htm>
- ♦ Klingshirn A. y Brinkmann V., 2008. "Gender, Poverty, and Cooking Energy within Local and Global Contexts".  
[https://energypedia.info/images/b/b5/Gender\\_and\\_he.pdf](https://energypedia.info/images/b/b5/Gender_and_he.pdf)
- ♦ PISCES, 2008. "Gender and Equity in Bioenergy Access and Delivery in Kenya".  
<http://www.pisces.or.ke/pubs/pdfs/Gender%20and%20Equity%20in%20Bioenergy%20in%20Kenya.pdf>

## Mecanismo de desarrollo limpio

- ♦ Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático  
<http://cdm.unfccc.int/>
- ♦ Guijarro A., Lumbreras J., Habert J. y A. Guereña, 2009. "Impacto de los proyectos MDL sobre el desarrollo humano. Análisis de experiencias en Marruecos, Guatemala y México". Intermon Oxfam.  
[http://www.intermonoxfam.org/sites/default/files/documentos/files/090327\\_INFORME\\_II\\_MDL.pdf](http://www.intermonoxfam.org/sites/default/files/documentos/files/090327_INFORME_II_MDL.pdf)
- ♦ Gold Standard  
<http://www.cdmgoldstandard.org/>
- ♦ Metodologías disponibles  
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved>



- ♦ Salinas Z. y P. Hernández (Eds), 2008. “Guía para el diseño de proyectos MDL forestales y de bioenergía”. Serie técnica, Manual técnico no. 83. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.  
<http://cambioclimaticohn.org/uploaded/content/category/151555426.pdf>

## CDM y Biodiesel

- ♦ Metodologías:  
Plant oil production and use for energy generation in stationary applications.  
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/GPJ4AYMCY1QEQIDE35HTF26RDKIKYI>  
  
Biodiesel production and use for energy generation in stationary applications.  
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/FH4D5SXFJHJ6W1A0519193AGWWM1LI>

## CDM y Cocinas mejoradas

- ♦ Blunck M., Griebenow C. and, Rammelt M., 2010. “Carbon Markets for Improved Cooking Stove A GTZ guide for project operators”. Published by GTZ-HERA – Poverty-oriented Basic Energy Service.  
<http://www2.gtz.de/dokumente/bib-2010/gtz2010-0202en-stove-carbon-market.pdf>
- ♦ Ejemplos de proyectos y programas Cocinas Mejoradas:  
“Turbococinas en el Salvador”.  
[http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa\\_db/1MVROYJLH50F26N3T9US7DBI8CQGEZ/view](http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa_db/1MVROYJLH50F26N3T9US7DBI8CQGEZ/view)

“UpEnergy Program (El Salvador, Honduras, Nicaragua, Mexico, Guatemala)”.  
<http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/Validation/DB/Y7Z6QD9N3MTM65OI7QZIFDWGINQT8P/view.html>

“Improved Cooking Stoves for Nigeria Programme”.  
<http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/Validation/DB/EJUWFRLEREOEC2SSIGC8XQKTXATSDN/view.html>

“Improved Cooking Stoves in Bangladesh”  
[https://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa\\_db/SE7XIMKF8NYVOTL16BW3U45C9ZDGGAP/view](https://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/poa_db/SE7XIMKF8NYVOTL16BW3U45C9ZDGGAP/view)

## CDM y Biogás

- ♦ Metodología: Biogás/biomass thermal applications for households/small users.  
<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/JUNII08QXFUNQ1WHMGO29E2YQ34S5X>
- ♦ GFA-Envest, 2009. “PoA CDM Manual - Mini Biogas Plants for Households”. UNEP, RISO.  
<http://cd4cdm.org/Publications/PoAManualBiogasHouseholds.pdf>
- ♦ Ejemplos de proyectos y programas Biogás:  
“Biogas Programme Nicaragua (PBN)”  
<http://cdm.unfccc.int/ProgrammeOfActivities/Validation/DB/DAR84YC0483E2MLC0LW793AJSWNQ5Z/view.html>  
  
“Hubei Eco-Farming Biogas Project (China)”  
<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/TUEV-SUED1218669721.67/view>  
  
“Bagepalli CDM Biogas Programme (India)”  
<http://cdm.unfccc.int/Projects/DB/DNV-CUK1131002343.1/view>

## Cocinas mejoradas de leña

### Análisis y recomendaciones

- ◆ ADRA, 2008. “Contribuyendo a la Salud y al Medio Ambiente con Cocinas Mejoradas”. Programa Ally Micuy-Región Ancash. Agencia Adventista para el Desarrollo y Recursos Asistenciales.  
<http://www.cocinasmejoradasperu.org.pe/documentacion/Sistematizacion%20de%20cocinas.pdf>
- ◆ Araque M., 2005. “Manual para la construcción de cocinas a leña mejoradas”. Generación de Energías Alternativas (GEA). Chile.  
<http://www.scribd.com/doc/13070557/Energia-Manual-Cocina-Lena>
- ◆ CEPAL, 2009. “Contribución de los servicios energéticos a los Objetivos de Desarrollo del Milenio y a la mitigación de la pobreza en América Latina y el Caribe”. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.  
[http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/3/37553/lcw278e\\_S.pdf](http://www.eclac.cl/publicaciones/xml/3/37553/lcw278e_S.pdf)
- ◆ Díaz Jimenez R., 2010. “Proyecto de apoyo a la matriz de acciones para la integración y desarrollo energético de Centroamérica. Asistencia técnica sobre lecciones aprendidas y recomendaciones para el desarrollo de proyectos de estufas eficientes en Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua y Panamá”. Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).  
[http://www.sica.int/busqueda/busqueda\\_basica.aspx?IdCat=&IdMod=3](http://www.sica.int/busqueda/busqueda_basica.aspx?IdCat=&IdMod=3)
- ◆ ESMAP, 2004. “Evaluation of Improved Stove Programs in Guatemala: Final Report of Project Case Studies”. Energy sector management assistance programme (ESMAP).  
<http://www.esmap.org/esmap/sites/esmap.org/files/06004GuatemalaFinalEnglishforWeb.pdf>
- ◆ Global Alliance for Clean Cookstoves.  
<http://cleancookstoves.org>
- ◆ Gobierno de Perú, 2009. “Reglamento para la evaluación y certificación de cocinas mejoradas”.  
[http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/ReglamentoGINCocinasMejoradas.pdf](http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/ReglamentoGINCocinasMejoradas.pdf)
- ◆ Hanna R., Duflo E., Greenstone M., 2012. Up in smoke: the influence of household Behavior on the long-run impact of Improved cooking stoves. Working Paper, Massachusetts Institute of Technology Department of Economics.  
<http://www.nber.org/papers/w18033>
- ◆ Jetter J. and Kariher P., 2009. “SolidFuel Household Cook Stoves: Characterization of Performance and Emissions”. United States Environmental Protection Agency (EPA), Published in Biomass and Bioenergy 33.  
[http://www.cocinasmejoradasperu.org.pe/documentacion/Solid\\_Fuel\\_Household\\_Cook\\_Stoves\\_Characterization\\_of\\_Performance\\_and\\_Emissions.pdf](http://www.cocinasmejoradasperu.org.pe/documentacion/Solid_Fuel_Household_Cook_Stoves_Characterization_of_Performance_and_Emissions.pdf)
- ◆ MICROSOL, 2008. “Proyectos de difusión de cocinas mejoradas. Primeras recomendaciones”.  
<http://www.microsol-int.com/documentos/recomendaciones-generales.pdf>
- ◆ Muñoz M., 2008. “Promoviendo cambios sostenibles para la equidad de género y el desarrollo social a través de las cocinas me-

joradas. Sistematización de experiencias”. Documento de trabajo n° 5, HEIFER, Internacional Peru.

<http://www.heiferperu.org/site/images/stories/documentos/PDFCocinasMejoradas.pdf>

- ◆ Partnership for Clean Indoor Air.  
<http://www.pciaonline.org/>
- ◆ SENCICO, 2009. “Reglamento para la evaluación y certificación de la cocina mejorada”. Servicio Nacional de Capacitación para la industria de la construcción.  
[http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios\\_Normalizacion/Normalizacion/normas/ReglamentoGINCocinasMejoradas.pdf](http://www.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/ReglamentoGINCocinasMejoradas.pdf)
- ◆ UNPD, 2011. “Catalysing Climate Finance”. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.  
[http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/low\\_emission\\_climateresilientdevelopment/in\\_focus/catalyzing-climate-finance.html](http://www.undp.org/content/undp/en/home/librarypage/environment-energy/low_emission_climateresilientdevelopment/in_focus/catalyzing-climate-finance.html)
- ◆ UNDP/WHO, 2009. “The Energy Access Situation in Developing Countries – A review focusing on the Least Developed Countries and Sub-Saharan Africa”. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, Organización Mundial de la Salud.  
<http://www.who.int/indoorair/publications/energyaccesssituation/en/index.html#>
- ◆ WHO, 2011. “Indoor air pollution and health”. Fact sheet N°292. Organización Mundial de la Salud.  
<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs292/en/>

## Ejemplos de proyectos de cocinas mejoradas

- ◆ Nicaragua: Modernisation of household tortilla businesses with the ‘Ecostove’  
<http://www.ashdenawards.org/files/reports/Prolena%202003%20Technical%20report.pdf>
- ◆ Méjico: Clean, efficient stoves bringing health benefits in rural Mexico  
<http://www.ashdenawards.org/files/reports/GIRA%20%202006%20Technical%20report.pdf>
- ◆ Perú: Medio Millón de Cocinas Mejoradas. Por un Perú sin Humo.  
<http://www.cocinasmejoradasperu.org.pe/documentacion/brochure/Documento%20Institucional.pdf>
- ◆ Ejemplos de cocinas mejoradas en Sudamérica.  
<http://www.stoves.bioenergylists.org/es/es/country>
- ◆ Otros países:  
HEDON, 2007. “Improved Cookstove in Africa, an analysis of the difficulties”. Household Energy Network.  
<http://www.hedon.info/DisseminatingImprovedStovesInAfrica>  
Khennas S. “Stoves for rural livelihoods - Energy case study”. Practical Action.  
[http://practicalaction.org/t4sl\\_casestudy\\_stoves](http://practicalaction.org/t4sl_casestudy_stoves)  
Xiliang Z. et al, 2005. “Programmes promoting improved household stoves in China”. China Improved Stove Program Review Team. Boiling Point, n°50.  
<http://www.practicalaction.org/docs/energy/docs50/bp50-china.pdf>

## Biogás

### Manuales

- ♦ FACT Foundation – Media library (lista de publicaciones sobre manuales, proyectos, tecnología, etc.)  
[http://www.fact-foundation.com/en/Knowledge\\_and\\_Expertise/Media\\_Library/Full\\_Library](http://www.fact-foundation.com/en/Knowledge_and_Expertise/Media_Library/Full_Library)
- ♦ GTZ, 1999. “Biogás Digest-Volumes I to IV (Biogas Basics, Application and Product Development, Costs and Benefits and Implementation, Country Reports)”. Information and Advisory Service on Appropriate Technology.  
<http://www.gtz.de/de/dokumente/en-biogas-volume1.pdf>  
<http://www.gtz.de/de/dokumente/en-biogas-volume2.pdf>  
<http://www.gtz.de/de/dokumente/en-biogas-volume3.pdf>  
<http://www.gtz.de/de/dokumente/en-biogas-volume4.pdf>
- ♦ GTZ, 2010. “Small-scale Electricity Generation from Biomass. Experience with Small-scale Technologies for Basic Energy Supply. Part I: Biomass Gasification”. German Organisation for Technical Cooperation.  
<http://www.gtz.de/de/dokumente/gtz2010-en-small-scale-electricity-generation-from-biomass-part-I.pdf>
- ♦ GTZ, 2010. “Small-scale Electricity Generation from Biomass. Experience with Small-scale Technologies for Basic Energy Supply. Part II: Biogas”. German Organisation for Technical Cooperation.  
<http://www.gvepinternational.org/en/community/resources/small-scale-electricity-generation-biomass-0>
- ♦ Practical Action, 2007. “Technical Brief – Biogas”.  
<http://practicalaction.org/biogas>
- ♦ Martí Herrero Jaime, 2008. “Biodigestores familiares: Guía de diseño y manual de instalación”. GTZ-Energía (German Organisation for Technical Cooperation). Bolivia.  
<http://tallerbiogas.blogspot.com.es/>  
<http://www.ideassonline.org/public/pdf/BrochureBiodigestoresESP.pdf>
- ♦ Varnero Moreno María Teresa, 2011. “Manual de biogás”. FAO.  
[http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/publicaciones/manual\\_biogas.pdf](http://www.rlc.fao.org/fileadmin/content/publicaciones/manual_biogas.pdf)

### Red de información en Latinoamérica

- ♦ Global Methane Initiative, sección agricultura.  
<http://www.globalmethane.org/agriculture/index.aspx>
- ♦ Poggio D., Ferrer I., Batet Ll. y E Velo, 2009. “Adaptación de biodigestores tubulares de plástico a climas fríos”. Livestock Research for Rural Development 21 (9).  
<http://upcommons.upc.edu/e-prints/bitstream/2117/7989/1/2575167.pdf>
- ♦ Proyecto EnDev Bolivia, 2012. “Acceso a Energía, sección Biodigestores”.  
<http://www.endev-bolivia.org/>
- ♦ Red de Biodigestores Para America Latina y El Caribe  
<http://redbiolac.org/>

## Ejemplos en Asia

- ◆ Sridhar G. et al, 2008. “Case Studies on Small Scale Biomass Gasifier Based Decentralized Energy Generation Systems”. Indian Institute of Science (IISC).  
<http://cgpl.iisc.ernet.in/site/Portals/0/Publications/NationalConf/CaseStudiesOnSmallScaleBiomassGasifier.pdf>
- ◆ Ejemplos de generación de biogás en hogares para cocinar: [www.snvworld.org](http://www.snvworld.org), Nepal [www.bspnepal.org.np](http://www.bspnepal.org.np), Bangladesh [www.idcol.org](http://www.idcol.org), Camboya [www.nbp.org.kh](http://www.nbp.org.kh), Vietnam [www.biogas.org.vn](http://www.biogas.org.vn)

## Biocombustibles líquidos

### Manuales

- ◆ Acosta F, Castro P, Cortijo E., 2008. “Manual de construcción y uso de reactor para la producción de biodiésel a pequeña escala”. Soluciones Prácticas.  
<http://www.solucionespracticas.org.pe/publicacionessp/publicacion.php?id=MzIy>
- ◆ Brittain R. And N. Lutaladio, 2010. “Jatropha: A Smallholder Crop. The Potential for Pro-Poor Development”. Integrated crop management, vol. 8-2010, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.  
<http://www.fao.org/docrep/012/i1219e/i1219e.pdf>
- ◆ CEPAL, 2007. “Producción de biomasa para biocombustibles líquidos: el potencial de América Latina y el Caribe”. Comisión Económica para América Latina y el Caribe.  
<http://www.eclac.cl/ddpe/publicaciones/xml/9/33879/lcl2803e.pdf>

- ◆ FACT Foundation – Media library (lista de publicaciones sobre manuales, proyectos, tecnología, etc.)  
[http://www.fact-foundation.com/en/Knowledge\\_and\\_Expertise/Media\\_Library/Full\\_Library](http://www.fact-foundation.com/en/Knowledge_and_Expertise/Media_Library/Full_Library)
- ◆ GTZ, 2010. Small-scale Electricity Generation from Biomass. Experience with Small-scale Technologies for Basic Energy Supply. Part III: Biodiesel.  
<http://www.gvepinternational.org/en/community/resources/small-scale-electricity-generation-biomass-%E2%80%93-part-iii-vegetable-oil>

## Cultivos energéticos oleaginosos

- ◆ FACT Foundation, 2010. “The Jatropha Handbook. From cultivation to Application”.  
[http://www.snvworld.org/sites/www.snvworld.org/files/publications/fact\\_foundation\\_jatropha\\_handbook\\_2010.pdf](http://www.snvworld.org/sites/www.snvworld.org/files/publications/fact_foundation_jatropha_handbook_2010.pdf)
- ◆ Recalde Posso E.R. y Durán Altisent J.M., 2009. “Cultivos Energéticos Alternativos”. Centro Iberoamericano de Investigación y Transferencia de Tecnología en Oleaginosas.  
<http://www.pucesi.edu.ec/files/bookcultivosenergeticos09.pdf>
- ◆ SNV y Hondupalma, 2011. “Mejores prácticas agrícolas en el cultivo de palma de aceite”.  
[http://www.snvworld.org/sites/www.snvworld.org/files/publications/manual\\_mpa.pdf](http://www.snvworld.org/sites/www.snvworld.org/files/publications/manual_mpa.pdf)

## Ejemplos en Latinoamérica

- ◆ Castro P, Castillo L., Coello J., 2007. “Opciones para la producción y uso de biodiésel en el Perú”. Soluciones Prácticas.  
<http://www.solucionespracticas.org.pe/publicacionessp/publicacion.php?id=MjQ1>

- ◆ Soluciones Prácticas. “Actividades en colaboración con la UNALM”.  
<http://www.solucionespracticas.org.pe/publicaciones/Biodiesel/1/castillo.pdf>  
<http://www.solucionespracticas.org.pe/temas.php?idcate=24&cid=412>
- ◆ Brasil. “Programa nacional para la producción y uso de biodiesel”.  
[http://www.cepal.cl/ddpe/noticias/paginas/1/42941/06\\_Marcos\\_leite.pdf](http://www.cepal.cl/ddpe/noticias/paginas/1/42941/06_Marcos_leite.pdf)
- ◆ Proyecto Gota Verde. “Promoción de la producción a pequeña escala de biocombustibles en Honduras”.  
[http://www.gotaverde.org/new\\_portal/](http://www.gotaverde.org/new_portal/)

## Ejemplos en África

- ◆ UNDESA, 2007. “Small-Scale Production and Use of Liquid Biofuels in Sub-Saharan Africa: Perspectives for Sustainable Development”. Background Paper n°2. DESA/DSD/2007/2. Energy and Transport Branch,

Division for Sustainable Development United Nations Department of Economic and Social Affairs.

[http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd15/documents/csd15\\_bp2.pdf](http://www.un.org/esa/sustdev/csd/csd15/documents/csd15_bp2.pdf)

- ◆ Ejemplo de proyecto en Mozambique.  
[http://www.fact-foundation.com/media\\_en/project\\_documentation\\_Mozambique](http://www.fact-foundation.com/media_en/project_documentation_Mozambique)
- ◆ Ejemplo de proyecto en Zambia  
[http://groups.google.com/group/jatropha\\_peru/browse\\_thread/thread/ad24ba012afaa740/550f49b51165a4cc?show\\_docid=550f49b51165a4cc&pli=1](http://groups.google.com/group/jatropha_peru/browse_thread/thread/ad24ba012afaa740/550f49b51165a4cc?show_docid=550f49b51165a4cc&pli=1)
- ◆ Ejemplo de proyecto en Tanzania. Impactos sobre el desarrollo humano.  
[http://www.unep.org/urban\\_environment/PDFs/Sawe.pdf](http://www.unep.org/urban_environment/PDFs/Sawe.pdf)
- ◆ Ejemplos de cocinas que emplean aceite vegetal  
[www.plantoilcooker.com](http://www.plantoilcooker.com)

# ANEXOS

---

*Disponibles exclusivamente en su versión digital en la dirección web:*  
<http://energiasinfronteras.org/es/estudios/nuestros-estudios>

## Anexo 1

**Información de Proyectos de Cocinas Mejoradas en América Latina**

**Autora:** Marta Ximénez de Rivera, Fundación Solar, Guatemala

## Anexo 2

**Biogás y biocombustibles líquidos en comunidades rurales aisladas de América Latina**

**Autor:** Acosta Bedoya, Soluciones Prácticas, Perú

## Anexo 3

**Cocinas mejoradas, biogás y biocombustibles líquidos en comunidades rurales aisladas de América Latina**

**Autor:** Jairo Rojas Meza, Nicaragua

Con la colaboración de:

