



---

# GUÍA DE SENSIBILIZACIÓN BIOMASA Y DESARROLLO

---

---

## Anexo 2

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

---

Preparado por:

Soluciones Prácticas, Perú

Para:

Energía sin Fronteras

Autor:

Fernando Acosta Bedoya

Mayo 2012



---

## Contactos

Soluciones Prácticas: <http://www.solucionespracticas.org.pe/>

Energía sin Fronteras: <http://www.energiasinfronteras.org/>

---

# ÍNDICE

---

ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS .....	2
INTRODUCCIÓN .....	3
CASO 1: Biodigestores en zona alto andinas de Bolivia .....	5
CASO 2: Biodigestores en Cajamarca .....	21
CASO 3: Aceite vegetal para la generación de electricidad en Ucayali en Perú .....	35
CASO 4: Proyecto Promoción Piñón entre pequeños productores rurales de San Martín en Perú .....	51

# ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

---

CEDISA	Centro de Desarrollo e Investigación de la Selva Alta
ha	Hectárea
CH <sub>4</sub>	Metano
CIMNE	Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería de la UPC
CIPCA	Centro de Investigación y Promoción del Campesinado
CORDAID	Catholic Organisation for Relief and Development Aid
DRASAM	Dirección Regional Agraria de San Martín
EnDev	Energy Development, proyecto de la GIZ
FASMA	Federación Agraria Selva Maestra
GIZ	Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (Cooperación Alemana Al Desarrollo)
GORESAM	Gobierno Regional de San Martín
GRECDH	Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano de la UPC
H <sub>2</sub> S	Sulfuro de Hidrogeno o ácido sulfhídrico
INIA	Instituto Nacional de Innovación Agraria
IRG	International Resources Group
ISF	Ingeniería sin Fronteras
kW	kilo Watt
kW-h	kilowatt-hora
msnm	Metros sobre nivel del mar
m <sup>3</sup>	Metro cubico
PET	Polietileno
PROSUCO	Asociación Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos
PVC	Policloruro de vinilo
SEIN	Sistema Eléctrico Interconectado Nacional
ton CO <sub>2</sub> e/año	Toneladas de dióxido de carbono equivalente al año
UPC	Universidad Politécnica de Cataluña
UV	Ultravioleta

# INTRODUCCIÓN

---

En diferentes partes se están dando casos, aislados y no tan aislados, de proyectos de autoabastecimiento de energía en base a biocombustibles, este puede ser a nivel local o regional y en el cual hay diferentes actores involucrados.

El presente documento es un estudio de 4 casos de proyectos de producción de biocombustibles en Perú y Bolivia, 2 se basan en la producción de biocombustibles líquidos y 2 en producción de biogás.

Los casos analizados son:

- ♦ **Biodigestores en zonas alto andinas de Bolivia**, desarrollado por la GIZ dentro del proyecto EnDev, en el cual 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.
- ♦ **Biodigestores en Cajamarca**, proyecto piloto desarrollado por Ingeniería sin Fronteras y Soluciones Prácticas en Cajamarca, Perú, en el cual se está trabajando con po-

bladores 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.

- ♦ **Aceite vegetal para la generación de electricidad en Ucayali en Perú**, proyecto piloto desarrollado por Soluciones Prácticas en una comunidad aislada de Ucayali en Perú, en el cual se está produciendo aceite de higuerilla para ser utilizado como combustible para la generación de energía eléctrica y la cual es distribuida dentro de la comunidad.
- ♦ **Proyecto promoción piñón entre pequeños productores rurales de San Martín en Perú**, desarrollado por el Gobierno Regional de San Martín en Perú, 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 biodiésel de la empresa privada, como una opción de desarrollo de empleo



# CASO 1: BIODIGESTORES EN ZONAS ALTO ANDINAS DE BOLIVIA

Proyecto de difusión de biodigestores  
tubulares familiares de polietileno  
en zonas alto andinas de Bolivia

# 1

## DATOS GENERALES DEL PROYECTO

---

♦ **Nombre:**

Proyecto Energy Development (EnDev – Bolivia), Acceso a Energía.

♦ **País y zona(s) donde se desarrolla el proyecto:**

Bolivia, a nivel nacional.

♦ **Instituciones participantes:**

GIZ (Cooperación Alemana al Desarrollo), Embajada de los Países Bajos, Financian.

Universidad Mayor de San Andrés, Investiga.

EnDev – Bolivia, Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) - Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE), ejecuta módulo de biodigestores.

IRG, PROSUCO, CIPCA y Fundación vales, realizan transferencia tecnológica e instalación de los sistemas en campo.

♦ **Contacto:**

Jaime Marti

[tallerbiogas@hotmail.com](mailto:tallerbiogas@hotmail.com)

<http://www.endev-bolivia.org/>



# 2

## RESUMEN DEL PROYECTO

---

Componente del Proyecto EnDev de la GIZ para la instalación de biodigestores tubulares unifamiliares de polietileno en diferentes zonas de Bolivia, con el fin de mejorar las condiciones familiares al utilizar biogás y biol. A la actualidad se tienen alrededor de 600 sistemas instalados, se espera tener 300 más a fin de 2011. El proyecto espera democratizar la tecnología por medio de la transferencia tecnológica al tener diferentes actores en Bolivia que puedan desarrollar sus propios biodigestores y llegar a una sostenibilidad de la tecnología.

El proyecto, en un principio, no estaba considerado dentro de los componentes del proyecto

EnDev, pero a pedido de las autoridades locales se inician los primeros pilotos, ya que en la zona se necesitaba gas para la cocción de alimentos y fertilizantes para sus cultivos, por lo que se optó por el desarrollo de esta tecnología.

En conjunto con la Universidad Mayor de San Andrés se está trabajando en temas de investigación para mejorar los procesos anaeróbicos, co digestión, tratamiento de diferentes efluentes del sector agroindustriales, así como en el uso de los subproductos para diferentes cultivos de interés de los beneficiarios y algunas necesidades que vayan surgiendo en el camino.

# 3

## MOTIVACIÓN INICIAL DEL PROYECTO

---

El proyecto nace a pedido de las autoridades locales, productores comunitarios, los cuales se acercaron a GIZ pidiendo 6 biodigestores, de allí empezó a desarrollarse el proyecto para satisfacer necesidades de combustible o dar biogás para la cocción de alimentos, que fue como se planteó al comienzo. Después se vio la necesidad de los productores hacia los fertilizantes.

Posteriormente se vio que el 80% de los productores demandaba fertilizante como producto principal y el otro 20% biogás, pero siempre se logran complementar. Al final es el usuario el que pone el hincapié en uno de los 2 principales productos.

La idea principal fue democratizar la tecnología, donde GIZ apoyaba en un comienzo y durante un tiempo, para después tener actores, instituciones locales o gente interesada, que pueda desarrollar sus propios biodigestores, para de esta forma alcanzar su propia sostenibilidad. Siempre creando capacidades para que diferentes actores puedan asimilar la tecnología. De esta forma se creó el proyecto, donde la tecnología no tenga patentes, tenga conocimiento libre, con espacio

para la empresa privada pero, donde la tecnología no fuera monopolizada por una institución o una empresa.

Se puede considerar mejor utilizar un biodigestor que se adapte a las condiciones de la familia o del país, este puede ser de plástico, como el caso de Bolivia, de barriles, de concreto, o de geomembrana como en Perú. Al final la aceptación de la tecnología va a depender del grado de empoderamiento que tenga la familia beneficiada y de los resultados que obtenga.

A un comienzo había una institución que estaba empezando a monopolizar la tecnología dedicándose únicamente a la instalación y comercialización de sistemas sin preocuparse en que las familias adopten la tecnología de manera adecuada, lo cual hizo que los pobladores de la zona de intervención desconfiaran de la tecnología.

Entonces, por medio del proyecto, se abrió el conocimiento, se capacito a la gente, se hicieron proyectos demostrativos, se involucró a otras ONG y técnicos locales y se involucró a la universidad para perfeccionar la tecnología y solu-

cionar algunos problemas técnicos y demandas de los usuarios.

Este último año del programa, que termina los primeros meses del 2012 pero se espera poder continuarlo unos años más, se espera dar sostenibilidad al proyecto. Se ha montado un laboratorio de biodigestores con la universidad y se tie-

nen 6 tesistas trabajando en el laboratorio. Se van a sacar publicaciones científicas, la sostenibilidad del laboratorio por parte de la universidad está garantizada, ya que tienen horas de trabajo de la universidad dedicadas al laboratorio sin que se les pague por medio de GIZ, este laboratorio es autónomo.

# 4

## SOCIOS PRINCIPALES

---

GIZ (Cooperación Alemana al Desarrollo), Embajada de los Países Bajos, Financian (montaje financiero del proyecto en sección 6).

EnDev – Bolivia y Universidad Politécnica de Cataluña por medio del Centro Internacional de Métodos Numéricos en Ingeniería (CIMNE), ejecutan el módulo de biodigestores, hacen transferencia tecnológica a otras instituciones, monitoreando el proyecto y generan material de difusión. Todo esto trabajando en conjunto con diferentes ONG locales como International Resources Group (IRG), Asociación Promoción de la Sustentabilidad y Conocimientos Compartidos (PROSUCO), Centro de Investigación y Promoción del Campesinado (CIPCA) y Fundación valles, para realizar la instalación y seguimiento de los equipos instalados. El proyecto contribuyó a capacitar estas ONG locales, la idea principal es que tuvieran presencia en la zona de intervención y antecedentes de haber rea-

lizado un trabajo adecuado con los pobladores. De allí se capacito a los técnicos para que hicieran las instalaciones.

La universidad Nacional de San Andrés se trabaja en investigación, para estudiar la aplicación de biol en casos específicos como quinua, tabaco y para su aplicación en campo, principalmente, biol para uso agrícola, así como los rendimientos de biogás con diferentes tipos de estiércol y mezclas de estos.

No se está trabajando por medio de enfoque de género. Pero al interior de las familias si la mujer dice que no, el biodigestor puede o no puede funcionar, si dice que sí, el biodigestor va a funcionar, existe una especie de matriarcado encubierto, ya que al final la mujer es la que termina utilizando la tecnología, es la gestora dentro del hogar ya que es ella la que decide.

# 5

## DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA

---

Se trabaja con biodigestores unifamiliares modelo “Taiwán” de polietileno tubular de doble capa de 300 micrones. Los principales criterios para su utilización es que es una tecnología barata, funciona bien y, a pesar de ser frágil, si se cuida de manera adecuada puede tener un tiempo de vida de algunos años.

Se trabaja con 3 tamaños de biodigestores el cual varía de acuerdo a la zona donde estén ubicados, en el Altiplano tienen 6,5 m<sup>3</sup> de volumen líquido, para zonas de valle de 3,6 m<sup>3</sup> de volumen líquido, y se cuenta con unos sistemas más pequeños para zonas de tóxico de 3m<sup>3</sup> de volumen líquido. La descomposición es más rápida, debido a la temperatura, en zonas cálidas, lo que a su vez disminuye el tiempo de retención y aumenta la producción de biogás. Esto hace que para tener una producción diaria de biol y biogás igual en todas las regiones, los biodigestores sean pequeños en regiones cálidas y más grandes en regiones frías.

El volumen líquido representa el 80% del volumen total del sistema, el cual se ha dimensionado en base a una producción promedio diaria de

700 litros de biogás y 80 litros de biol, con una carga fija diaria de 20 kg de estiércol y 60 litros de agua en promedio para todas las zonas, que alcanza para satisfacer necesidades básicas de la familia y no genera problemas para el almacenamiento de biol. El dimensionamiento de los biodigestores se hace de acuerdo tiempo de retención de la materia orgánica al interior del sistema, este varía de acuerdo a la temperatura de la zona donde se instalará, ya que a mayor temperatura la descomposición es más rápida y consecuentemente hay más producción de biogás y biol en menos tiempo.

Para zonas de altiplano los biodigestores van instalados dentro de un invernadero y para zonas de trópico se instalan bajo sombra. Para la instalación de un biodigestor se calcula que cada uno de las familias beneficiarias debe tener un mínimo de 2 o 3 vacas para poder cargarlo diariamente sin problema a que le falte materia prima. Al momento de instalarlos hay que tener especial cuidado de no dañar el polietileno, y de protegerlo adecuadamente de los animales que podrían dañarlo.

Aparte del biodigestor, se instalan reservorios verticales para el almacenamiento del biogás y la cocina, la cual no tiene un modelo o diseño especial. Se hizo un estudio para ver cuales eran los fogones más populares en el mercado y de acuerdo a esto se analizó cual era el más eficiente para utilizar biogás.

Para tomar en cuenta materiales más costosos hay que considerar un tema social básico, no se puede ofrecer tecnologías que duren mucho tiempo porque el horizonte económico o productivo de la familia en estas zonas es corto, a veces no llega ni a 5 años.

Por lo que no se puede ofrecer tecnologías de 15 o 20 años de duración cuando las propias familias no saben que van a hacer en los próximos 5 o 6 años. Entonces merece la pena bajar costes y trabajar con una tecnología más sencilla para adecuarlo a su realidad de vida. Siempre hablando de pequeños productores empobrecidos, que es hacia dónde va dirigida esta tecnología. Para medianos productores ya se puede ofrecer otra tecnología como biodigestores de geo membrana o algún otro tipo de material que puedan estar en capacidad de pagar.

Hasta el presente año se tiene alrededor de 600 familias beneficiadas con biodigestores unifamiliares en sus viviendas, se espera poder beneficiar cerca de 330 familias más hacia el final del proyecto el año 2012. Esta tecnología está enfocada principalmente a familias dedicadas a la ganadería. Entre los beneficiarios que se dedican a la agricultura y se ha podido confirmar un aumento de producción de alfalfa en más de 50%, lo cual a su vez genera más leche y aumenta los ingresos económicos.

En zonas periurbanas hay también interés de criadores de cerdos por estas tecnologías, 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 el metano producido se quema para cocinar o para calefacción, el olor desaparece. Es, otro beneficio subsidiario.

Para implementar esta tecnología no se necesita tener ninguna capacidad especial, lo difícil es cambiar el hábito de las personas para que carguen los biodigestores a diario y recolecten el biol. Lo cual implica hacer una capacitación adecuada y seguimiento constante de por lo menos 6 meses después de instalado el sistema para asegurar que haya un correcto manejo.

# 6

## COSTES

---

La inversión por familia representa una estimación del 75% de la inversión en materiales, el otro 25% es subvencionado por GIZ. Los beneficiarios, aparte y por su cuenta, también ponen materiales locales (adobes, madera y otros) y la mano de obra para la instalación. Este subsidio solo es por coste de material, no se considera el coste de la mano de obra, ni de la familia ni de los técnicos que apoyan en la instalación.

El coste de inversión de cada familia está entre € 80,00 y € 100,00. GIZ subvenciona entre € 30 y € 40 (solo en materiales). El promedio de retorno de esta inversión es de 2 años, algunos lo recuperan en menos tiempo. El retorno de la inversión va a depender de cómo cada beneficiario maneje el biodigestor y utilice sus sub productos. Hay algunos que lo han hecho en un año.

Los que pueden, venden el litro de biol a € 1,50. Aparte el biol genera mayor rendimiento en sus cultivos, por lo que tienen más ingresos. También pueden vender sus productos a mejor precio, ya que son considerados como orgánicos. Cuando el biogás reemplaza el GLP, los usuarios pueden observar otro beneficio económico, tangible. Si no, solo se considera el aumento de producción por el uso del biol en cultivos de pastos, alfalfa u otros productos.

El coste de operación y mantenimiento es alrededor de € 0,5 euros, la cual significa la compra de bombril o estropajo de fierro para utilizarlo como filtro para eliminar el sulfuro de hidrogeno ( $H_2S$ ) que se encuentra en el biogás y evitar el mal olor generado por este. El resto es tiempo.

# 7

## ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN

---

La implementación consiste en 3 etapas, cada una de las cuales es igual de importante:

- ♦ **Charla sobre la tecnología**, se da una charla a los interesados contando las cosas buenas y las cosas malas de la tecnología, tratando de convencer a la familia de que no se instale un biodigestor.

Esta se denomina “no te instales un biodigestor”, en esta charla se intenta eliminar los mitos que hay sobre el biodigestor y, si bien se explican las ventajas, es importante explicar las desventajas y obligaciones que hay que tener con el nuevo sistema a instalar. Esto es para no vender nada, porque a veces se hace demasiado marketing sobre biodigestores haciendo que la gente se cree falsas expectativas acerca de la tecnología. Es una difusión realista. Han habido ocasiones en que alrededor de 40 personas han pedido la tecnología y después de la charla esta cantidad se reduce a 3 o 4, con los cuales se asegura que realmente están conscientes de la responsabilidad que van a adquirir.

- ♦ **Instalación del sistema**, esta debe realizarse por una institución certificada por el proyecto, la cual debe realizar la instalación con el debido cuidado en los detalles para evitar problemas de funcionamiento y hacerla de acuerdo a la estética relacionadas a la costumbre de la comunidad. el periodo de instalación del sistema demora alrededor de 3 meses desde que se firma el contrato con el beneficiario hasta que el biodigestor empieza a funcionar. Cada beneficiario recibe una lista de materiales que debe de comprar en el mercado local, en esta lista también hay proveedores que se le sugieren, al final el mismo beneficiario escoge el lugar donde comprará los insumos para la construcción de su biodigestor, para esto puede hacerlo de forma individual o agrupándose con otros beneficiarios para conseguir un mejor precio. Una vez tenga la lista de materiales completo se comunica con la institución para realizar la instalación
- ♦ **Seguimiento**, el seguimiento debe realizarse por lo menos por un tiempo de 6 meses después de instalarse el sistema, esto para ir



respondiendo a las diferentes interrogantes o problemas que pueden surgir, tanto sobre el uso del biodigestor como sobre el uso de los subproductos del mismo. El periodo de 6 meses se considera como un tiempo adecuado para hacer seguimiento constante; después pueden hacerse más visitas, pero en 6 meses la familia debe de estar utilizando el biodigestor correctamente.

En promedio, el proyecto total para la implementación de un biodigestor dura alrededor 9 meses. Primero se realiza la charla, de allí los primeros 3 meses se instala el biodigestor, en este tiempo se planea toda la logística de construcción y compra de materiales, coordinación, instalación, una vez instalado se hace un seguimiento de 6 meses.

# 8

## DIFICULTADES

Las dificultades más importantes fueron:

- ♦ En la implementación, el mayor problema se ha visto en el tema del seguimiento, no se puede abordar un proyecto a nivel nacional con una sola institución haciendo promoción y seguimiento. Se intentó y fue muy difícil. La clave es tener socios locales, gente que ya trabaja localmente en un área determinada y que ellos sean los que gestionen el seguimiento de los biodigestores instalados, es más fácil hacer seguimiento a una institución que trabaja con 30 o 40 familias en un mismo valle que a 80 familias dispersas en diferentes valles.
- ♦ A un comienzo se generaron expectativas que no se cumplieron, sobre todo en familias que no conocían la tecnología y no sabían de los deberes que debían de asumir al instalar la tecnología. De allí se decidió dar una charla veraz explicando los pros y contras antes de la implementación, cosa que cada familia conocía de antemano la responsabilidad que debía de adquirir con estos sistemas y podía decidir si se instalaba uno o no.
- ♦ Hubo problemas para que las familias acepten microcréditos. Se llegó a conseguir, por medio de una financiera local, un microcrédito con una tasa de interés de 6% anual y nadie la quiso aceptar. No hay ningún caso en Bolivia de financiación por microcrédito bancario en familias, las familias prefieren ahorrar y pagar en efectivo.
- ♦ En temas técnicos, el problema principal surgió a partir de la oferta de biogás a los pobladores, donde hubo que hacer una modificación. Al principio el biogás duraba cerca de 4,5 horas al día, pero hacia hervir más lento la comida. Entonces por requerimiento de las familias, quienes querían que la cocción de los alimentos fuera más rápida, se aumentó el caudal de biogás en los fogones, lo cual ahora hace que se cocine más rápido que con GLP pero tienen menos horas de biogás. Las familias no quieren muchas horas de gas, prefieren pocas horas de gas pero que funcione muy bien.
- ♦ Los productores piden ser capacitados en cómo aplicar el fertilizante a sus cultivos en particular, algunos siembran habas, cebollas,

papa, tabaco, entre otros cultivos, y preguntan ¿cómo funciona en cada caso?, ¿cuánto que aplicar?, ¿a qué dosis?, entre otras. Esto es una dificultad que se está tratando de solucionar muy despacio a través de la investigación realizada en la universidad.

- ◆ Una vez que se hace una charla buena, la familia que acepta participar en el proyecto adopta la tecnología.

En esa primera charla hay que ser muy duros, para que puedan entender las obligaciones que esta va a requerir. Si no se hace eso, se generan expectativas y la familia se puede desilusionar. Esta involucración incluye cambio de hábitos, se debe de generar una disciplina de carga. Es mucho más fácil trabajar con lecheros que son más disciplinados, ya que tienen una dinámica de trabajo establecida.

- ◆ Para el mantenimiento durante los primeros meses hay que estar pendientes de los beneficiarios para que llenen de agua la válvula de seguridad, a veces tienen problemas donde la solución está en abrir una válvula que alguien la cerro de casualidad.

De esa forma se les enseña a familiarizarse con el biodigestor y que se vuelva totalmente de ellos. De todas maneras el principal problema viene siendo la carga y la costumbre que deben de adquirir para hacerla.

- ◆ Se ha tenido resistencia al proyecto en lugares donde anteriormente hubo proyectos fracasados de biodigestores. Hay un caso en el lago Titicaca donde han demorado 4

años en entrar. Anteriormente hubo un proyecto fracasado donde se instalaron 100 biodigestores que no funcionaron, entonces se generó resistencia de la población porque se sentían engañados. El principal problema surgió debido a que la institución encargada del proyecto se centró en la instalación de un número específico de biodigestores y no se preocuparon de hacer seguimiento y dar asistencia técnica, lo cual generó que los pobladores no supieran como solucionar los problemas que fueron surgiendo y creyeron que los habían engañado con una tecnología que no funcionaba, ya que no se les hizo acompañamiento para el correcto funcionamiento del sistema y no se explicó cómo usar adecuadamente el biol.

Por eso en los nuevos proyectos la idea es que cuando se empieza hay que comunicar adecuadamente los beneficios, problemas y obligaciones para con la tecnología, para que la comunidad sepa exactamente cuáles van a ser sus obligaciones y funciones para con la tecnología. Si aceptan la primera charla, todo va a ir bien, ya que se advierte a lo que están entrando. Esto se llama auto-selección de beneficiarios.

Algunas de estas dificultades fueron previstas por el proyecto, pero no se pensó que el cambio de hábito iba a ser tan difícil para algunas familias. Al comienzo se tenía la idea de que con 3 meses de seguimiento era suficiente, pero se dieron cuenta de que no. Al final se tuvo que hacer muchas más cosas de las pensadas en un principio. En general la parte social del proyecto siempre es la más complicada.

# 9

## RESULTADOS

---

- ◆ La tecnología funciona adecuadamente. Si bien ya está consolidada, siempre se puede ir mejorando. Como por ejemplo, mejorar el uso de fertilizante, como hacer más efectiva la digestión anaeróbica, esto puede ser incrementando la temperatura o incrementando las reacciones anaerobias, entre otras cosas.
- ◆ La cantidad de energía producida en los biodigestores es la mínima necesaria, si se les puede dar más es mejor.
- ◆ La unidad familiar ha mejorado sus características económicas en casos muy puntuales. Según el muestreo realizado si rinde, algunos están vendiendo 2 litros a de biol a €1,5; no venden todo lo que producen pero al menos es un ingreso extra. Otros casos se miden por la cantidad extra de producción que han tenido en sus cultivos, lo cual es una mejora directa económica. Otros están vendiendo sus productos a un precio mayor en el mercado, porque la gente sabe que están utilizando biol, por lo que les pagan un poco más. Existe ahorro en fertilizantes químicos y el ahorro en bombonas de gas.
- ◆ Los que tienen biodigestores tienen sus terrenos más limpios que los que no tienen. A nivel doméstico se ha mejorado la calidad del aire al interior, y algunos hacen una cocina nueva debido a que ya no tienen humo al interior de la vivienda.
- ◆ Algunos beneficiarios se han empezado a interesar en la agricultura ecológica, muy aparte del proyecto.
- ◆ Hay un manejo adecuado de residuos y se incentiva a que la frontera agrícola no crezca, ya que en el mismo espacio de terreno pueden aumentar la producción de sus cultivos.
- ◆ Disminuye el consumo de leña para cocinar porque producen su propio combustible, lo cual también ayuda en la disminución de la deforestación en la zona.
- ◆ Existe desplazo de agroquímicos, en algunos casos llega a ser total.
- ◆ Si se hace bien el proyecto la aceptación de la tecnología es mayor a la que se esperaba. En algunos casos se ha dado.

# 10

## FACTORES DE ÉXITO O FRACASO Y LECCIONES APRENDIDAS

---

- ◆ Hay que tener cuidado al momento de difundir la tecnología, a veces se generan expectativas que no se cumplen, si la instalación fracasa, entonces se genera rechazo hacia la tecnología.
- ◆ No se debe de realizar subvenciones a los biodigestores mayores a 50% en el costo de materiales, una subvención así no funciona.
- ◆ Al implementar un proyecto no hay que establecer un número de biodigestores a instalar como un resultado. Sino ver la forma de repartir el subsidio entre las familias más interesadas, de tal manera que no se estresa ni la población ni el proyecto. Esto quiere decir no medir los resultados de acuerdo a número de biodigestores instalados, sino al porcentaje de éxito de la instalación.
- ◆ Las instituciones que van a instalar los biodigestores deben ser realmente capacitadas, debe haber otra institución por fuera que las acredite para poder difundir la tecnología, que les de la credibilidad y que les haga seguimiento.
- ◆ Los proyectos no deberían dedicarse a hacer biodigestores únicamente, sino que deben estar incorporados como un componente dentro de un proyecto integral, donde se trabaje en torno a los servicios básicos y/o necesidades de la familia o proyectos productivos, y se incluya a los biodigestores como una de las tecnologías que se ofrecen. Lo que podría pasar de no ser así es que estas instituciones se pueden dedicar a vender la tecnología. Es mejor tener un proyecto de desarrollo productivo, manejo de cuencas, etc.



Foto 1: Biodigestor instalado en la zona del lago Titicaca en Bolivia



Foto 2: familia con depósitos de biogás

## CASO 2: BIODIGESTORES EN CAJAMARCA

Proyecto piloto 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

# 1

## DATOS GENERALES DEL PROYECTO

---

♦ **Nombre:**

Biodigestores familiares tubulares de bajo costo.

♦ **País y zona(s) donde se desarrolla el proyecto:**

Perú, Cajamarca.

♦ **Institución participantes:**

Ayuntamiento de Barcelona, Generalitat Valenciana, Gobierno de Aragón, Ayuntamiento de Utebo, Financian.

Green Empowerment, Financia.

Wisions, Financia.

Soluciones Prácticas, Coordina y ejecuta.

Ingeniería sin Fronteras (ISF), Ejecuta.

Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) - Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Investiga.

♦ **Contacto:**

Juan Borobio Sanchiz  
Voluntario, técnico

Ingeniería sin Fronteras (ISF)

[jbsnavarro@gmail.com](mailto:jbsnavarro@gmail.com)

[www.solucionespracticas.org.pe](http://www.solucionespracticas.org.pe), [www.isf.es](http://www.isf.es)



# 2

## RESUMEN DEL PROYECTO

---

ISF Aragón, en conjunto con Soluciones Prácticas como contraparte principal, empezó a trabajar en el año 2007 en Cajamarca un proyecto piloto de biodigestores familiares de bajo coste. Se realizó la transferencia de tecnología y se instalaron 4 sistemas para su estudio. Tras realizar el seguimiento y evaluación de los mismos a finales de 2009, se convirtió en una de las líneas habituales de los proyectos que desarrolla Soluciones Prácticas.

Al día de hoy, esta tecnología se contempla como resultado para la consecución de objetivos de varios proyectos, habiendo instalado 23 biodigestores familiares de 10 metros cúbicos cada uno en comunidades de la zona alta de Cajamarca ubicadas entre los 2.800 y 3.700 msnm. Además existen 4 biodigestores en distintas unidades educativas de los centros experimentales de formación profesional de la institución Fe y Alegría. Por último existen 2 biodigestores en la Unidad experimental del Instituto Nacional de

Investigación Agraria (INIA) en Baños del Inca, en la cual se trabajan diferentes líneas de investigación para la mejora de la tecnología.

El objetivo del proyecto es demostrar que es posible la adopción tecnológica de biodigestores tubulares plásticos para la generación abonos orgánicos y abastecimiento de energía, la cual se utilizaría fundamentalmente en la cocción de los alimentos en las viviendas de familias de pequeños ganaderos en zonas del entorno rural de Cajamarca.

En la actualidad la línea de biodigestores se viene utilizando como una de las opciones tecnológicas a las cuales puede acceder un poblador en los proyectos integrales que viene realizando Soluciones Prácticas. El mismo poblador decide si se instala un biodigestor o no. Como institución no hay una política de instalación masiva de biodigestores a no ser que los pobladores pidan la tecnología.

# 3

## MOTIVACIÓN INICIAL DEL PROYECTO

---

El proyecto se inicia identificando necesidades insatisfechas entre los pobladores de las zonas de intervención de los proyectos implementados por Soluciones Prácticas e ISF en Cajamarca donde se vio que podían ser satisfechas en: acceso a energía (biogás para la cocción de alimentos) producido a través de desechos orgánicos autogenerados por la propia unidad familiar (fundamentalmente estiércol de ganado bovino); mejora de la salubridad de las viviendas al eliminar la presencia de humos generados en la combustión; mejora del entorno y el medioambiente al evitar deforestación, ya que la leña es el principal recurso energético de las familias en zonas rurales; mejora de la productividad de los cultivos por la aplicación de bio abono líquido; mejora de la equidad entre hombres y mujeres en el hogar, por ser estas las principales responsables de la recolecta de leña en la casa. Para lo cual se le propone a un pequeño grupo de pobladores instalar 4 biodigestores de polietileno a modo de piloto. Al poco tiempo, se cambian los biodigestores de polietileno por unos de geomembrana, esto debido a la mala calidad del polietileno que se comercializa en Perú hace que los biodigestores estén en malas condiciones, lo

que llama la atención de algunos pobladores a los cuales se les instala los sistemas.

En el proyecto se esperaron los siguientes resultados:

- ◆ Demostrar que es posible que las familias ganaderas de zonas rurales y aisladas, adopten tecnología de biodigestores y aprovechen adecuadamente los residuos ganaderos para obtención de energía y abonos orgánicos.
- ◆ Elaborar una propuesta para implementación de viviendas sostenibles que puedan aprovechar los diferentes usos de la energía generada por el biogás (cocción, iluminación y calefacción) y el uso del biol y compost en bio huertos y fincas familiares para mejorar su producción agrícola.
- ◆ Evaluar alternativas de uso productivo de energía del biogás y bioabonos en pequeños centros de producción (plantas queseras, artesanas textiles, productores de trucha, etc.)
- ◆ Difusión de experiencias de uso de biodigestores para generación de energía.

# 4

## SOCIOS PRINCIPALES

---

Los principales socios participantes en este proyecto son:

Ayuntamiento de Barcelona, Generalitat Valenciana, Gobierno de Aragón y Ayuntamiento de Utebo, Financian.

Green Empowerment, apoya en la búsqueda de financiamiento.

Wisions, Financio primera parte del proyecto.

Ingeniería sin Fronteras (ISF) ejecuta y apoya en la búsqueda de financiamiento

Universidad Politécnica de Cataluña (UPC) - Grupo de Investigación en Cooperación y Desarrollo Humano (GRECDH), Investiga.

Soluciones Prácticas, Coordina el proyecto y lo ejecuta.

Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), apoya en la investigación.

# 5

## DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA

---

Se han instalado biodigestores tubulares modelo “Taiwán” de geo membrana de PVC de 0,6 mm de espesor y 10 m<sup>3</sup> de volumen total de los cuales 7,5m<sup>3</sup> equivalen al volumen líquido y 2,5 m<sup>3</sup> al volumen de biogás. En Perú existen 2 empresas que comercializan biodigestores de geomembrana con este tamaño como estándar aunque dependiendo del tipo de requerimiento pueden abastecer biodigestores de mayor tamaño. Estas mangas van dentro de un invernadero hecho de muros de tapial y es cubierto por plástico agrofilm que tiene propiedades como filtro UV y buenas propiedades térmicas, el invernadero tiene el fin de mantener una temperatura estable debido a la variación de temperatura entre el día y la noche que ocurre en la región, en la actualidad se están utilizando 2 tipos de techo para el invernadero: a un agua y tipo cúpula. La materia prima utilizada para la carga es estiércol de ganado bobino, ya que Cajamarca es una de las principales zonas productoras de lácteos en el Perú. Los biodigestores producen entre 400 y 700 litros de biogás al día y 80 litros de biol, para esto la carga diaria promedio es de 20 kg de estiércol mezclado con 60 litros de agua. El biogás se transporta mediante una manguera de po-

lietileno (PET) hacia la cocina donde hay instalado un reservorio de 1,2 m<sup>3</sup> de capacidad para almacenar el biogás, de allí va hacia una cocina de 2 hornillas para la cocción de alimentos. La producción de biogás también va a variar de acuerdo al tipo de estiércol utilizado

Se capacitó a los pobladores de la zona para la construcción y utilización de los sistemas ya que su utilización supone un cambio de los hábitos para la familia. Por lo general se hacen varias capacitaciones durante la ejecución del proyecto, una general explicativa y otras en cada fase de la instalación (obra civil, instalación, operación y mantenimiento).

La instalación en total dura alrededor de 4 días. La obra civil, que incluye levantar el tapial y hacer los huecos demora alrededor de 2 días, se necesita un día para la instalación del biodigestor y la instalación domiciliaría básica; y un día para terminar las pozas de entrada y salida, tarrajeado del tapial, primera carga y una revisión final. Después de esto hay que esperar cerca de 4 semanas para que biodigestor empiece a producir biogás.

Una vez terminada la instalación es necesario hacer monitoreo y asistencia técnica constantes por unos meses, para solucionar los problemas que se van presentando durante el manipuleo de la tecnología, como el llenado de agua en la vál-

vula de seguridad, el vaciado de agua condensada en las tuberías, corregir la carga entre otros, también hay que asegurarse que aprendan a aplicar el biol en sus cultivos y en el pasto de corte.

# 6

## COSTES

---

El coste de materiales y mano de obra calificada esta valorizado en torno a €450,00. A este monto hay que añadirle la mano de obra y material local que va como contrapartida por parte de los beneficiarios en las diferentes fases del proyecto. Los beneficiarios aportan con materiales que tienen a su disposición en función a su nivel económico.

Al ser un proyecto piloto, el proyecto se ha centrado en adaptar la tecnología a regiones frías y en altura, y por tanto a vencer las dificultades técnicas y sociales. De momento, todo el proyecto, se ha financiado con dinero de cooperación internacional, y con los aportes valorizados por

parte de los beneficiarios. Por tanto, por parte del beneficiario no hay coste de financiamiento, si de inversión, variable en cada caso en función de las posibilidades de cada familia.

En definitiva, en estos primeros años no se ha centrado en trabajar la sostenibilidad económica de la tecnología, sino más bien la posibilidad de la adopción de la misma por parte de las familias a nivel técnico y social. Ahora bien, en el caso de que el proyecto se complementase con un sistema de microcréditos, podría haber un coste de inversión y otro de financiamiento a asumir por las familias decididas a apostar por esta tecnología.

# 7

## ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN

---

Para la implementación de la tecnología se siguen las siguientes etapas:

♦ **Selección de la familia:** esto es clave para asegurar la correcta operación y mantenimiento. se buscan familias que sean responsables y con las que se hayan tenido buenos resultados en proyectos anteriores y que estén predispuestas a trabajar en las tareas que implica la instalación de un biodigestor. Además y como es lógico debe cumplir los requisitos técnicos para poder dar uso al biodigestor, como por ejemplo acceso a una cantidad mínima de estiércol de 3 o 4 vacas. Por otro lado, que no tenga acceso fácilmente a energía.

♦ **Instalación del biodigestor** (En algunos casos lo hacen los técnicos de Soluciones Prácticas con apoyo de pobladores que ya han instalado biodigestores, en otros pobladores que han sido capacitados y saben cómo manejar el biodigestor): en conjunto con la familia se selecciona el lugar adecuado, este debe de estar cerca de la vivienda y también cerca del lugar donde se encuentre el ganado. Debe estar bien orientado en función de qué tipo de techo se utilice, en

una zona donde no haya sombra y no sea inundable. Una vez identificado el lugar donde se instalará el biodigestor, se hace el trazado y se empieza con la excavación de la fosa y las obras civiles. Cuando estas están terminadas se coloca el biodigestor al interior y el agrofílm en la cubierta, en conjunto se hace la instalación doméstica, en donde se instala la conexión de biogás a la cocina el reservorio y la cocina a biogás. Después se hacen las pozas de entrada y salida del biodigestor como la primera carga.

♦ **Capacitación y seguimiento** por los técnicos del proyecto: Durante de la instalación del sistema se capacita a la familia, esta capacitación consiste principalmente en explicar cómo se debe de cargar el biodigestor, el tiempo que va a demorar en producir biogás y biol, como deben usar el biol en sus cultivos y los cuidados que deben tener con el equipo, también se explica que deben hacer si surgen algunos problemas en la instalación y las precauciones que deben de tener en cuenta. Los siguientes meses se les hace seguimiento para asegurar un buen uso del sistema y un correcto funcionamiento.

# 8

## DIFICULTADES

- ◆ Cuando se inició el proyecto se utilizó mangas de plástico (polietileno) para la construcción de los biodigestores, que era el material que se encontraba en el mercado, el cual tenía un tiempo de vida de 1 año. La mala calidad del material hizo que se buscarán nuevas alternativas de mayor durabilidad. La mejor alternativa encontrada fueron los biodigestores de geo membrana y plásticos agrofilm para el invernadero.
- ◆ Se ha encontrado bajo rendimiento del biogás debido al trabajo en rangos de temperatura bajos en algunas de las viviendas donde se ha instalado la tecnología, para evitar esto se debe revisar el invernadero y/o mejorar la dosis de carga para obtener mejores resultados.
- ◆ El biol obtenido todavía tiene un porcentaje elevado de coliformes, lo cual no lo hace apto para utilizarlo en el cultivo de hortalizas, se están evaluando diferentes formas de reducir el contenido.
- ◆ En la actualidad el alto coste de la tecnología (geomembrana) hace difícil el retorno de una posible inversión por parte de un promotor individual. Ya que las familias no utilizan el biol en sus cultivos como fertilizante, lo cual hace que tengan bajos rendimientos de sus cultivos y generalmente es aplicado en campos o en el pasto cercano al biodigestor. Esto se debe a que en general no están acostumbrados a utilizar fertilizantes y esto también representa un cambio de hábito para ellos, por lo que hay que hacer un seguimiento constante hasta que vean los primeros resultados de su uso.
- ◆ La instalación de un biodigestor implica un cambio de hábito entre los beneficiarios, ya que tienen que adaptarse a la metodología de carga y descarga del sistema, esto demora en darse, en algunos casos los usuarios tienden a abandonar el biodigestor si no hay un seguimiento y monitoreo para su uso.
- ◆ Hay que escoger un lugar adecuado para la instalación del biodigestor, debe de estar afuera de la vivienda, lo suficientemente cer-



ca de la cocina y de la zona donde se mantiene o ordeña al ganado para evitar que el poblador tenga de desplazar el biol por trechos largos, también hay que tener una fuente de agua cercana al biodigestor, ya que su traslado, en caso no haya tuberías para su traslado o escasee puede hacer que el poblador pierda el interés en la tecnología.

- ◆ Los agentes públicos así como diferentes organismos de cooperación internacional,

ven prioritarios otro tipo de proyectos de desarrollo, en los cuales ven un mayor impacto sobre la calidad de vida de las familias. Estos proyectos generalmente están relacionados a resultados concretos y seguros sobre el proyecto y que no impliquen un monitoreo constante y cambio de hábito en la población, tales como instalación de paneles solares.

# 9

## RESULTADOS

- ◆ A nivel experimental, en las investigaciones realizadas en el INIA, se ha podido demostrar un incremento en el rendimiento de los cultivos de papa en un 28% debido al uso de biol en cultivos de ciclo corto, para cultivos de ciclo largo los resultados deben ser mayores. En pastos se ha demostrado que el rendimiento también aumenta y por otro lado el contenido de proteína en los pastos que han sido fertilizados por biol es mayor (aumenta entre 16 y 50%).
- ◆ En el campo, los beneficiarios que utilizan biol en parte de sus parcelas de pasto han visto un incremento en tamaño del pasto así como un crecimiento más rápido del mismo, lo cual hace que el número de cortes aumente.
- ◆ El biogás satisface el 60%, en promedio, de las necesidades de combustible que necesita una familia para la cocción de sus alimentos, esta puede ser mayor o menor de acuerdo al uso que le den y al tipo de alimentos que prepare. Cada familia puede ahorrar alrededor de 2,68 ton  $\text{CO}_2\text{e/año}$  al dejar de consumir parte de requerimiento de leña como combustible para la cocción de sus alimentos. Las emisiones de  $\text{CO}_2\text{e}$  disminuyen en un 48% y la cantidad de leña utilizada disminuye de un 53%.
- ◆ Se evita, en parte, que la materia orgánica se degrade directamente, emitiendo al ambiente gas metano ( $\text{CH}_4$ ), gas de efecto invernadero, 23 veces más dañino que el  $\text{CO}_2$  emitido en la combustión del biogás.
- ◆ Cada familia utiliza en promedio 4 a 6 horas a la semana para la recolección de leña, al utilizar biogás y disminuir su requerimiento de leña ahorran alrededor del 50% de su tiempo al reducir su consumo y con esto disminuye la deforestación en la zona. El tiempo ahorrado lo pueden utilizar para realizar otras actividades.
- ◆ Se tienen beneficios sanitarios por la eliminación de humos al interior de la cocina, lo que disminuye enfermedades respiratorias en mujeres y niños.
- ◆ Se han creado capacidades entre los pobladores para la instalación y mantenimiento de los biodigestores,
- ◆ Algunas familias han adoptado la tecnología y la emplean adecuadamente, pero no es la mayoría. Se debe reforzar las capacitaciones y monitoreo a los pobladores para que puedan hacer un adecuado uso de esta tecnología.

# 10

## FACTORES DE ÉXITO O FRACASO 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.
- ❖ Se ha evolucionado en el desarrollo del diseño, aumentando su rendimiento y su tiempo de vida; pero se ha aumentado el costo. Reducir esto e implementar mejores sistemas de calefacción pasiva para los biodigestores son el reto para conseguir hacer viable un despliegue tecnológico en la zona andina.
- ❖ Es difícil hacer sostenible la tecnología en zonas frías con los limitantes tecnológicos con que se cuenta, por lo que se debe trabajar en dos cosas básicas: brindar una tecnología apropiada acompañada de una adecuada capacitación para su uso y trabajar en formas de uso de los subproductos que generen un beneficio económico a los usuarios.
- ❖ Hace falta encontrar la manera de rentabilizar la instalación a través del aumento de productividad o venta del biol.
- ❖ El contenido de coliformes en el biol todavía es elevado, por lo que se recomienda utilizarlo en la cadena productiva ganadera para mejorar pastos y forrajes.
- ❖ Las familias adoptan de buena gana la tecnología y con un mínimo de capacitación saben operarla, pero tienen dificultades para comprender exactamente el proceso y todos los factores (que son muchos) que pueden influir en el correcto funcionamiento, para lo cual es necesario un seguimiento constante.
- ❖ Para introducir la tecnología en zonas donde es desconocida hay que escoger bien a los beneficiarios, quienes serán los encargados de divulgar o demostrar la tecnología y sus beneficios, se debe trabajar con gente entusiasta y que esté dispuesta a afrontar el compromiso que puede acarrear la instalación de un biodigestor debido al cambio de hábitos que este implica. Ya que de acuerdo a los resultados que tenga los demás pobladores se interesarán (o no) en instalar un sistema en su vivienda.



Foto 1: Biodigestor instalado en la zona de Yanacancha, Cajamarca



Foto 2: Beneficiaria utilizando biogás

# CASO 3: ACEITE VEGETAL PARA LA GENERACIÓN DE ELECTRICIDAD EN UCAYALI EN PERÚ

Proyecto piloto en una comunidad aislada de Ucayali en Perú, en el cual se está produciendo aceite de higuierilla para ser utilizado como combustible para la generación de energía eléctrica y la cual es distribuida dentro de la comunidad

# 1

## DATOS GENERALES DEL PROYECTO

---

♦ **Nombre:**

Proyecto piloto de producción de biocombustibles para abastecimiento energético de pequeños agricultores en zonas aisladas de selva amazónica.

♦ **País y zona(s) donde se desarrolla el proyecto:**

Perú, Región Ucayali, provincia de Padre Abad, comunidad de Nuevo Satipo.

♦ **Institución participantes:**

Catholic Organisation for Relief and Development Aid (CORDAID), Financia.

Soluciones Prácticas, ejecuta.

♦ **Contacto:**

Fernando Acosta

Coordinador de bioenergía

[facosta@solucionespracticas.org.pe](mailto:facosta@solucionespracticas.org.pe)

[www.solucionespracticas.org.pe](http://www.solucionespracticas.org.pe)

# 2

## RESUMEN DEL PROYECTO

---

La utilización de aceite vegetal directo como combustible es la opción más viable para la generación de energía en zonas rurales aisladas de la selva amazónica. El aceite vegetal puede producirse de manera local y utilizarse en motores de combustión interna de ciclo diésel, haciendo una pequeña adaptación a este, para satisfacer la necesidad de energía en una comunidad. El trabajo desarrollado por Soluciones Prácticas está intentando de demostrar la viabilidad de esta tecnología para ser aplicada en zonas aisladas. Se ha trabajado en la comunidad de Nuevo Satipo en Ucayali, donde se han instalado 2 ha de Higuerilla (*Ricinus communis*), sistema de extracción de aceite, un generador diesel adaptado para utilizar aceite vegetal como combustible, una micro red para distribución de energía y un modelo de gestión para asegurar la sostenibilidad del sistema en el tiempo.

Se maneja la hipótesis de que en zonas alejadas de la selva amazónica las comunidades pueden producir su propio combustible y autoabastecerse de energía para satisfacer sus necesidades básicas y así dejar de depender de los combustibles fósiles como fuente de energía, los cuales debido a la distancia entre las comunidades y los centros de venta tienen costos elevados. Este proyecto se inició, en una primera etapa, en enero del 2009 y, tuvo una segunda etapa que se inició en mayo del 2010 y terminó en agosto del 2011. En la actualidad el sistema de electrificación se viene siendo administrado por la comunidad, con los cuales se diseñó e implementó un modelo de gestión, que es manejado por la comunidad, para poderle dar sostenibilidad al sistema.

# 3

## MOTIVACIÓN INICIAL DEL PROYECTO

---

Desde el año 2003 Soluciones Prácticas en conjunto con la Universidad Nacional Agraria la Molina (UNALM) trabajaron en conjunto en el desarrollo y las pruebas de modelos tecnológicos y diversos insumos oleaginosos amazónicos para la producción de biodiésel a pequeña escala en zonas aisladas de la Amazonía. El objetivo de dicho trabajo fue diseñar un sistema sostenible de producción y uso de biodiesel para poblaciones aisladas de la Amazonía peruana, considerando los insumos más apropiados para este fin y probando su desempeño como combustible para el transporte y actividades domésticas y productivas, de manera que se pueda considerar al biodiesel como una posible solución al problema de acceso a la energía de dichas poblaciones.

Lamentablemente el estudio demostró que la producción de biodiésel en zonas rurales no es factible debido al costo de los insumos para su producción, ya que el alcohol utilizado (metanol) no se comercializa en zonas de selva y es un producto controlado, los residuos generados por su producción podrían causar problemas en la

comunidad y se necesita un fuerte componente de desarrollo de capacidades en la población para poder producir biodiesel.

(El metanol solo se vende, de manera industrial, en Lima. En provincias se vende como insumo químico para colegios y universidades. El problema que hay es que este tipo de alcohol se utiliza para adulterar licores, por lo que su venta se limita a instituciones debidamente acreditadas).

Estos motivos fueron, entre otros, los principales por los cuales se empieza a trabajar directamente con aceite vegetal, sin transesterificar, como combustible.

Para ejecutar el piloto se buscó una comunidad, con apoyo del Gobierno Regional de Ucayali, que no estuviera dentro del plan de extensión del Sistema Eléctrico Interconectado Nacional (SEIN) o dentro de los planes de electrificación rural y que tuviera una adecuada organización social.



# 4

## SOCIOS PRINCIPALES

---

Catholic Organisation for Relief and Development Aid (CORDAID) financia el proyecto, lo ejecuta Soluciones Prácticas con apoyo de la comunidad quienes brindan la mano de obra no calificada e insumos locales para las diferentes actividades dentro de la comunidad. Por otro la-

do, la comunidad también toma decisiones relacionadas a la administración del sistema. El Gobierno Regional de Ucayali por medio de su Dirección Regional de Energía y Minas apoyo dando respaldo político al proyecto.

# 5

## DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA

---

El generador instalado en la comunidad es de marca Perkins de origen Inglés, de 9 kW de potencia y motor diesel de 19,7 hp, con sistema de inyección indirecta. El generador del sistema eléctrico es trifásico, con lo cual aseguramos cierto grado de seguridad y calidad en el sistema de transmisión de energía eléctrica. El motor cuenta con un kit de uso de aceite vegetal VWP – Vereinigte Werkstätten für Pflanzenöltechnologie, GmbH, con el cual se adaptó el sistema de combustión del motor para el uso de este combustible; este dispositivo permite que el generador diesel funcione con el aceite vegetal. Para su funcionamiento primero se enciende el motor con diesel durante 15 minutos para que caliente, cuando el motor está caliente se cambia de combustible a aceite vegetal, el cual ha sido precalentado, el kit de conversión aprovecha la temperatura de los fluidos de refrigeración del motor y precalienta el aceite vegetal en un pequeño intercambiador de calor antes de que ingrese al sistema de distribución de combustible del motor, este precalentamiento hace que disminuya la viscosidad y se incremente la fluidez del aceite para un adecuado funcionamiento en el motor, antes de apagar el sistema, se vuelve a

cambiar de tanque de combustible haciendo que vuelva a ingresar diesel al motor, esto se realiza para que se limpien los conductos de distribución de combustible y los inyectores, ya que algunos componentes del aceite podrían generar problemas en los componentes del sistema de inyección cuando se enfríe el motor.

El grupo electrógeno cuenta con un sistema de control, con el cual se monitorean los parámetros de la energía generada durante su funcionamiento. El sistema de control está compuesto de un control eléctrico tipo autopropulsado montado sobre el alternador debidamente aislado de la vibración y de un tablero instalado al costado del grupo, mediante el cual se puede monitorear el voltaje, amperaje y frecuencia generados, así como presión de aceite.

Para asegurar el abastecimiento de aceite se implementaron 2 ha de higuera (*Ricinus communis*), la cual tiene tiempo de cosecha de 4 – 5 meses, con rendimiento promedio de 3 – 4 t/ha, sembradas a un distanciamiento de 2 m entre hilera y 2 m entre planta con una densidad de 2.500 plantas/ha. Se eligió utilizar higuera de-

bido a que varios miembros de la comunidad conocían el cultivo y estaban participando de un proyecto de comercialización de higuierilla con otras instituciones. Para la extracción de aceite se instaló una prensa hidráulica manual, de construcción local y un filtro prensa, para asegurar que no existan impurezas en el aceite antes de entrar al motor.

Para darle sostenibilidad al proyecto se diseñó un modelo de gestión en el cual se identifican los diferentes actores de la comunidad a los cuales se les designan funciones específicas con el objetivo de que el proyecto pueda seguir desarrollándose de forma adecuada.

# 6

## COSTES

---

El costo de inversión en equipos, incluyendo generador, kit de adaptación, líneas de transmisión e implementación de 2 ha de cultivo de higuerilla, es de €13.900,00, los cuales fueron asumidos por el proyecto; a esto no se suman el costo de material local (madera para postes principalmente) y mano de obra de la comunidad así como costos operativos y administrativos del proyecto.

El costo actual por kWh es de 0,23. Cada familia paga en promedio €5,00 al mes por consu-

mo. Este pago incluye costo por consumo de energía, mantenimiento de los equipos, pago al operario y monto de reposición de equipos, este último va a un fondo administrado por la comunidad sirve para poder realizar operaciones de mantenimiento, comprar de partes en caso de avería y la compra de un nuevo equipo o el financiamiento de parte de este cuando este tenga que ser remplazado. El costo de la energía puede disminuir si más pobladores se conectan a la microred.

# 7

## ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN

---

Para la implementación del proyecto se necesitan por lo menos 4 etapas o pasos importantes:

- ♦ **Estudio socioeconómico:** En el cual se realiza una evaluación a la comunidad para definir el costo actual o el pago que realiza cada familia por la energía que consumen (baterías, pilas, velas, gasolina, bencina, etc.). Esto determina su capacidad de pago, número de habitantes y viviendas, demanda de energía, estos datos ayudan a dimensionar el sistema a instalar, conocer cuál será el uso que le darán a la energía, otras necesidades básicas que se podrían satisfacer y la capacidad organizacional de la misma. Este estudio se realiza por medio de encuestas, dependiendo del tamaño de la población las encuestas pueden durar entre 2 o 3 días.
- ♦ **Implementación del cultivo:** de acuerdo a las características del lugar donde se encuentra la comunidad se establecen los cultivos adecuados para ser implementados en la zona. En conjunto con la comunidad se escoge la metodología para realizar el cultivo, individual o comunal (depende de cómo los pobladores miren este cultivo); para el caso de

Nuevo Satipo, se escogió trabajar con Ricino debido a que ya habían pobladores sembrándolo para vender la semilla a una empresa y conocían el cultivo. Se establecen los terrenos donde se realizará el cultivo y se empieza con la preparación del terreno. También se establecen grupos de trabajo con tareas determinadas para realizar en jornales (siembra, deshierbo, mantenimiento, otros). Es ideal que esta etapa se realice al inicio del proyecto y se continúe monitoreando hasta el final del mismo, ya que de esta va a depender la producción de aceite como insumo principal para la generación de energía en la comunidad. Al momento de la ejecución es necesario se evalúe la capacidad organizacional de la comunidad y de acuerdo a esto ir tomando las medidas correctivas adecuadas para mejorarla. se capacita a los miembros de la comunidad en preparación de viveros (en caso sea necesario), siembra, poda, abonamiento, mantenimiento, control de plagas y cosecha del cultivo. el tiempo de duración de esta etapa va a depender del tipo de cultivo, su ciclo de producción y la asimilación de la comunidad para el cuidado de la misma.

- ♦ **Instalación de equipos de extracción de aceite, generación y redes secundarias:** una vez implementados los cultivos se empieza con esta etapa. En paralelo y mientras se van comprando todos los insumos y equipos para la extracción de aceite, redes secundarias, medidores y el generador, la comunidad debe de organizarse para la construcción de la casa de fuerza, lugar donde se instalará el generador y los sistemas de extracción y filtrado de aceite y los postes de distribución y alumbrado público, mientras se hace el trazado de las redes. Una vez construida la casa de fuerza y realizado el trazado, se realizan capacitaciones a la comunidad para empezar la instalación, ya que esta debe ayudar en la instalación del sistema de extracción de aceite, instalación del sistema de generación, levantamiento de postes e instalación de redes secundarias, conexiones de alumbrado público y acometidas a la vivienda. En cada vivienda se instala un medidor de energía y una llave general. Cada familia se hace responsable de realizar las instalaciones eléctricas al interior de la vivienda, siendo supervisada por los técnicos del proyecto. Una vez terminada esta etapa se hace una comprobación del correcto funcionamiento de los equipos. Esta etapa puede durar, en promedio, entre uno y cuatro meses dependiendo del tiempo que demore conseguir y trasladar los insumos y equipos hacia la comunidad.
- ♦ **Implementación de modelo de gestión:** Esta actividad que se realiza de forma transversal con todas las actividades en las que interviene la comunidad. El modelo de gestión son un conjunto de herramientas y procedimientos

que hacen que el sistema pueda funcionar por sí mismo una vez la institución promotora del proyecto se retire. Sin el modelo de gestión no se puede garantizar la sostenibilidad del sistema. En este se identifican todos los actores que intervienen en la gestión del sistema. Entre los principales se encuentran: el *Comité de Fiscalización*, el cual esta conformado un grupo de actores líderes de la comunidad que tienen la función de fiscalizar y garantizar el correcto funcionamiento del modelo de gestión; *microempresa de electrificación rural*, conformada por uno o dos operarios responsables de la operación y mantenimiento del sistema, se encargan de las labores de extracción de aceite, encendido y apagado del generador, cobrar a los usuarios por el servicio entre otras. Lo ideal es formalizar esta microempresa ante las instancias correspondientes. El dinero recaudado se utiliza para el pago del o los operadores, compra de materiales o insumos necesarios para el funcionamiento y el dinero sobrante pasa a ser depositado en un fondo de reposición a una cuenta mancomunada la cuales utilizada para el mantenimiento y cambio de piezas del motor o como parte de la reposición del equipo una vez este cumpla su ciclo de vida; *el municipio* a quien pertenecen los equipos; *los usuarios*, quienes deben pagar por el servicio brindado, y organizarse para realizar las actividades de mantenimiento y cosecha de los cultivos. La institución ejecutora debe de asegurarse que el modelo de gestión sean entendido, comprendido y manejado adecuadamente por la población, para esto se realizan diferentes actividades de capacitación y supervisión.

# 8

## DIFICULTADES

---

- ◆ El establecimiento de la tarifa del servicio eléctrico fue complicado, ya que para algunos pobladores les parece elevada, a pesar de gastar lo mismo o más en pilas y velas al mes, para solucionar este problema los precios de la tarifa fueron discutidos en asambleas comunales donde se demostró a la población de donde salían los costos.
- ◆ Varios de los pobladores se negaron a participar en las faenas comunitarias tanto agrícolas como al momento de realizar las instalaciones de los sistemas, esto principalmente debido a que eran pobladores que por no estar agrupados en el núcleo de la comunidad y tener sus viviendas alejadas no iban a ser beneficiados con el proyecto.
- ◆ Se tuvo que realizar el trabajo de tal manera que no interfiriera con las actividades cotidianas o jornadas de trabajo de la población. Por lo cual se implementaron reuniones y capacitaciones nocturnas y de fines de semana.
- ◆ La metodología utilizada para la extracción de aceite como combustible, la cual involucra actividades como cosecha, despulpado, secado de las semillas, extracción de aceite y filtrado es un proceso que la población considera demasiado largo y tedioso, al ser esta una actividad nueva. Esto se debe a que algunas etapas como el despulpado y extracción se realiza con equipos manuales que puedan ser trasladados a campo. Una opción para mejorar este problema es utilizar un sistema centralizado que funcione de manera mecánica, el cual a su vez es más costoso.
- ◆ Se tuvo que fortalecer el modelo de gestión esto debido a que la unidad de fiscalización no funcionó bien y, el primer operario del sistema no realizaba su trabajo de manera adecuada, cobrando sumas mayores por el consumo de energía. Una vez reactivada la unidad de fiscalización, se cambió de operario y el costo de la energía en la comunidad fue el adecuado.
- ◆ El costo del kW-h producido utilizando aceite vegetal en este piloto es un poco más costoso del producido utilizando diesel 2,

esto se debe a la cercanía de la comunidad con centros poblados principales. Se necesita hacer un cálculo del punto de equilibrio en el cual se determine el precio que debe tener el Diésel 2, puesto en la comunidad, para que el uso de aceite como fuente de energía sea rentable.

- ◆ Es probable que los pobladores utilicen el diesel 2 en las épocas que no tienen producción necesaria de aceite. Por ser un proyecto piloto cerca de un centro de distribución el costo del diesel es bajo, pero si fuera más lejana el costo del diesel sería más alto, lo que obligaría a utilizar solo aceite.



# 9

## RESULTADOS

---

- ♦ La comunidad tiene acceso a energía eléctrica durante 4 horas por las noches (antes no tenían energía eléctrica). En la actualidad vienen realizando mezclas de Diésel y aceite hasta que la producción de aceite sea estable.
- ♦ Se ha sembrado 2 ha de higuera en tierras comunales dedicadas exclusivamente para la producción de aceite como combustible, y se ha instalado una pequeña planta de extracción de aceite la cual es operada por los miembros de la comunidad.
- ♦ Se han beneficiado 19 familias, 1 escuela, 1 iglesia y el local comunal por medio del acceso a la energía eléctrica.
- ♦ Se capacitó a los pobladores en temas agrícolas, no solo relacionados a la producción de higuera, sino también a los cultivos tradicionales de la comunidad.
- ♦ Se realizaron capacitaciones al operario y los beneficiarios en diferentes aspectos para la operación y mantenimiento de los equipos adquiridos y el sistema de distribución de energía eléctrica, con la finalidad de fortalecer parte del modelo de gestión implementado en la comunidad.
- ♦ Se logró fortalecer y consolidar el modelo de gestión del servicio eléctrico, mediante charlas de sociabilización de carácter organizativo, en donde se conformaron los grupos encargados del manejo, administración y mantenimiento del sistema o servicio de abastecimiento de energía eléctrica de la comunidad.

# 10

## FACTORES DE ÉXITO O FRACASO Y LECCIONES APRENDIDAS

---

❖ Este tipo de proyectos deben ser implementados dentro de un plan de electrificación rural más amplio y ejecutado por etapas. Empezando por la parte agrícola e implementación de modelo de gestión, si estas no funcionan entonces el proyecto debe parar. Si funciona y el comité formado para el modelo de gestión es apoyado por la comunidad, entonces recién se debe empezar con la siguiente etapa de instalación de equipos de generación y redes secundarias.

❖ Hay que tener en cuenta que los cultivos tienen una producción estable después del segundo o tercer año de sembrados, por lo cual la realización de este tipo de proyectos demanda de mayor tiempo de ejecución y supervisión.

❖ Se debe supervisar continuamente el cuidado que se está dando al cultivo, de esto va a depender la disponibilidad de combustible que vaya a tener la comunidad.

❖ Hay que realizar campañas y capacitaciones constantes sobre eficiencia energética y uso

adecuado de la energía dentro de la comunidad, el número de horas de energía del que dispondrá la comunidad dependerá de su hábito de consumo.

❖ Este tipo de proyectos puede ser viable en una comunidad alejada que demuestre tener una buena organización, con difícil acceso para el comercio, y combustibles fósiles, en donde el costo del diesel 2 (combustible subsidiado en toda la selva peruana) sea mayor al costo de la implementación del cultivo.

❖ Antes de proponer esta opción de proyecto de electrificación hay que estar seguro de que la comunidad no cuenta con otro tipo de recurso que pueda generar energía más barata, como caídas de agua. También puede ser una opción interesante para comunidades aisladas que cuentan con sistemas de generación tipo diesel y microred de distribución de energía, pero no son usadas por falta de combustible, a estas se puede modificar el motor del generador e implementar cultivos energéticos.

❖ Al momento de escoger el tipo de cultivo que se va a implementar en la zona de intervención, hay que tener mucho cuidado con que sea un cultivo que tenga producción constante durante todo el año, y no sea estacional, ya que en las épocas en que

el cultivo no esté produciendo la comunidad quedará sin energía (se puede almacenar, pero al almacenarlo, como aceite o como semilla este se va ranciando, entonces puede generar problemas al motor.

# 11

## FOTOS



Foto 1: Instalación de postes para alumbrado público



Foto 2: instalación de redes secundarias

# CASO 4: PROYECTO PROMOCIÓN PIÑÓN ENTRE PEQUEÑOS PRODUCTORES RURALES DE SAN MARTÍN EN PERÚ

Proyecto de promoción del cultivo de piñón blanco (*Jatropha curcas*) entre pequeños productores rurales de San Martín en Perú, como una opción de desarrollo de empleo y su integración a la cadena de producción de biodiesel a nivel regional desarrollada por la empresa privada.

# 1

## DATOS GENERALES DEL PROYECTO

---

◆ **Nombre:**

Promoción del Piñón (*Jatropha curcas*) con las agencias agrarias para aprovechar el potencial agrícola de áreas deforestadas y degradadas de la Región San Martín.

◆ **País y zona(s) donde se desarrolla el proyecto:**

Perú, Región San Martín. Tiene ámbito regional donde se cuenta con parcelas de mostrativas en 9 de las 10 provincias de la región, a excepción de Tocache. Las principales parcelas están focalizadas en las provincias de Picota, San Martín y Lamas.

◆ **Instituciones participantes:**

Gobierno Regional San Martín (GORESAM), financia.

Dirección Regional de Agricultura (DRASAM), ejecuta.

Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), investiga.

Centro de Desarrollo e Investigación de la Selva Alta (CEDISA), ejecuta uno de los módulos para cultivo de piñón en combinación con cultivos forestales.

◆ **Contacto:**

Ing. Félix Campos,  
Coordinador proyecto promoción piñón  
[felixoctabioc@yahoo.es](mailto:felixoctabioc@yahoo.es)  
[www.agrodrasam.gob.pe](http://www.agrodrasam.gob.pe)

# 2

## RESUMEN DEL PROYECTO

---

Proyecto desarrollado por el Gobierno Regional de la Región San Martín en Perú. Tiene como objetivo desarrollar una tecnología adecuada y la promoción del cultivo de piñón blanco (*Jatropha curcas*) entre pequeños productores rurales como una opción de desarrollo de empleo y su integración a la cadena de producción de biodiesel a nivel regional desarrollada por la empresa privada. Si bien el proyecto no es para autoabastecimiento energético de una comunidad, se plantea como una opción para autoabastecimiento de biocombustibles a nivel regional, ya que el GORESAM viene desarrollando una política de independencia energética desde hace algunos años atrás.

El proyecto tiene un componente de investigación desarrollado por Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), institución que está

desarrollado el paquete tecnológico, investigando diferentes ecotipos de piñón formas de cultivo, rendimientos, entre otros. El proyecto Tiene ámbito regional y cuenta con parcelas de mostrativas en 9 de las 10 provincias de la región. En la actualidad se tienen 198 productores atendidos, cada uno trabaja en promedio entre 1 y 1,5 ha de piñón, llegando a un total de 230 ha asistidas. También se ha formado una Mesa Técnica de Biocombustibles donde participan diferentes instituciones que vienen trabajando sobre este tema en la región, con el objetivo de unir esfuerzos en las investigaciones un correcto desarrollo de la tecnología y generar un mercado adecuado.

Se está buscando una ampliación del proyecto hasta que

# 3

## MOTIVACIÓN INICIAL DEL PROYECTO

---

Esta propuesta nace el año 2006 como una petición hacia el Gobierno Regional, realizada por un grupo de técnicos y liderada principalmente por FASMA (Federación Agraria Selva Maestra), la cual es una organización representativa de la región, en conjunto con otras instituciones. Nace como una segunda opción a un proyecto presentado en años anteriores en la cual se pretendía producir etanol en la región, a través de la cual se promovió la ley de biocombustibles en el Perú, proyecto que se truncó por diferentes motivos. Posteriormente, debido al elevado consumo de diesel en el país y a nivel regional se vio como una opción viable implementar cultivos de piñón para la producción de biodiesel.

La principal expectativa era resaltar el espíritu regionalista de la región, aprovechar una planta típica de la región para poder producir su propio combustible y desarrollar independencia energética en la región.

El proyecto intenta desarrollar y fortalecer capacidades de pequeños agricultores, las metas son un poco ambiciosas. Se piensa tener alrededor de 72 organizaciones de agricultores fortaleci-

dos. Pero, en la actualidad se está trabajando con un mínimo, mientras se mejoran las características del cultivo. Hasta ahora se han logrado fortalecer 20 organizaciones de las cuales 9 están trabajando activamente en el desarrollo del proyecto y las otras 11 tienen pequeñas parcelas en funcionamiento.

El proyecto se encuentra en un avance de alrededor del 50% de ejecución económica y un 70% de las actividades físicas realizadas. En la actualidad ha habido muchos cambios debido a que han aparecido varias dificultades que han tenido que solucionarse, sobre todo para fortalecer las actividades productivas. Este se inició en octubre del 2008 y debió haber terminado en junio del 2011, pero se ha hecho una ampliación hasta diciembre del 2012. Se tiene un total de 198 productores a los que se da asistencia directamente por medio del proyecto en sus parcelas en producción. Se les da asistencia técnica, insumos agrícolas y apoyo en el mantenimiento. La mano de obra la ponen ellos. La empresa privada tiene alrededor de 180 obreros que también son, en parte, productores a los cuales, en algunos casos, les alquilan terrenos para el cultivo de piñón.



# 4

## SOCIOS PRINCIPALES

---

- ◆ Gobierno Regional de San Martín, financia
- ◆ Dirección Regional Agraria de San Martín (DRASAN) y Dirección de Competitividad Agraria, ejecutan.
- ◆ Se tienen convenios con otras instituciones que apoyan en las actividades con instituciones como Instituto Nacional de Investigación Agraria (INIA), Centro de Desarrollo e Investigación de la Selva Alta (CEDISA).
- ◆ Agricultores locales participan de manera voluntaria, principalmente líderes comunales y emprendedores, ponen a disposición los terrenos de cultivo degradados y reciben capacitación de los extensionistas agrarios. También tienen participación, principalmente, en las reuniones descentralizadas de la Mesa Técnica de Biocombustibles, donde ellos pueden exponer los avances que han realizado así como los problemas que están encontrando.
- ◆ Se ha formado la “Mesa Técnica de Biocombustibles de San Martín” (MTB) mediante la cual se realiza acompañamiento técnico en las diversas iniciativas con piñón en la región, modelos de negocios inclusivos, articulación

al mercado, asociatividad, fortalecimiento empresarial de los productores, paquete tecnológico, sistemas cosecha y pos-cosecha, etc. y esta conformada todas las instituciones públicas, sociedad civil, privados y centros de investigación que vienen desarrollando diferentes proyectos de biocombustibles en la región a diferentes escalas. Si bien la Mesa Técnica, no es un socio del proyecto, por medio de ella se canalizan algunas acciones para realizar un trabajo integrado entre las diferentes instituciones que lo conforman, también se toman decisiones sobre las políticas y próximos pasos y los agricultores pueden participen algunas reuniones descentralizadas, las cuales se realizan en algunos poblados donde se desarrolla el proyecto, donde pueden dar su opinión y sugerencias acerca de lo que se viene realizando.

El enfoque de género no está contemplado dentro de la propuesta, pero en la práctica si se trabaja, ya que las mujeres intervienen en algunas actividades relacionadas al proyecto, especialmente en la cosecha, también hay algunas mujeres, agricultoras, que participan en las reuniones de la MTB.

# 5

## DESCRIPCIÓN DE LA TECNOLOGÍA UTILIZADA

---

Los propietarios de las tierras en la región San Martín, en su mayoría, son productores de maíz, leguminosas, algunos están cultivando café y cacao utilizando una tecnología agrícola básica. Muchos de ellos tienen tierras en desuso, las cuales han perdido fertilidad debido a las malas costumbres agrícolas que emplean y en la actualidad son pastizales o purmas (bosque secundario comprendido principalmente por arbustos). En estos pastizales generalmente no hay ganado, ya que los ganaderos buscan otro tipo de terrenos para sus animales. En otros casos simplemente son terrenos abandonados, que debido a la pésima calidad de terreno no sirven para la agricultura. Este tipo de terrenos es en los que el proyecto se está focalizando para el trabajo que viene realizando. La tecnología se seleccionó de acuerdo a las capacidades y visión de crecimiento de cada agricultor. Se están promoviendo tres modelos tecnológicos:

- ♦ **Tecnología Tradicional:** empleada por pequeños agricultores en suelos degradados, se trabaja con asociación del cultivo de piñón con cultivos alimenticios o especies forrales, donde el piñón se considera una de

las fuentes de ingreso para la familia a raíz de la venta de sus semillas.

- ♦ **Mediana tecnología:** empleada por pequeños y medianos agricultores, en suelos marginales o degradados como monocultivo. Hay asociación del cultivo de piñón con cultivos alimenticios 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:** dirigido a la empresa privada. Se trabaja como monocultivo a gran escala, es mecanizando, tiene viveros, máquinas sembradoras, entre otras. En algunos casos la empresa alquila terrenos degradados a los agricultores y los contrata como peones para realizar algunas actividades específicas.

Las 2 primeras son las que se están utilizando en el proyecto.

Por ser un cultivo nuevo se debe de acompañar a los productores en la primera etapa de la im-

plementación, para esto se ha realizado capacitaciones por medio de extensionistas en control de plagas, podas, entre otras.

Para poder acceder al cultivo de piñón de forma adecuada es necesario que los agricultores se capaciten para su correcto manejo, tales como siembra, podas, mantenimiento del cultivo, cosecha, entre otras. Para esto se ha ido desarrollando estas capacidades poco a poco.

Las capacitaciones son abiertas a todos los productores interesados (estén dentro o no del proyecto). Con el INIA se vino desarrollando un paquete tecnológico para poder transferirlo a los agricultores. El personal técnico empezó a trabajar el año 2009, el 2008 se realizó un componente que fue mejorar la infraestructura para viveros y otros.

# 6

## COSTES

De acuerdo al tipo de tecnología utilizada para la implementación, los costos promedio son los siguientes (el coste se puede aplicar a casi toda la selva, en la costa el costo puede variar, sobre todo en el precio que cobran los jornaleros):

♦ **Tecnología tradicional:** instalación €369,00/ha el primer año y el mantenimiento tiene un costo promedio de €185,00/ha año. Estos costes incluyen trabajo de preparación de terreno manual, sin maquinaria, la compra de herramientas básicas tanto para la siembra, mantenimiento y la cosecha. Un agricultor que implementa esta tecnología tiene un ingreso promedio de €70/mes. En muchos casos el trabajo de mantenimiento se hace mediante una modalidad que se llama el choba choba, que equivale a trabajo gratuito de las familias en las tierras de un agricultor, el cual es correspondido de la misma forma en los terrenos del agricultor que presto su mano de obra.

♦ **Mediana tecnología:** €737,00/ha el primer año, incluye instalación y mantenimiento. el mantenimiento los siguientes años es de €342,00/ha año. Estos costes incluyen el

alquiler de maquinaria para la preparación del terreno así como para el mantenimiento, aparte de los jornales de los trabajadores. Un agricultor con estas características gana en promedio más de €140/mes.

♦ **Alta tecnología:** €1.185,00/ha instalación y mantenimiento primer año.

Si el agricultor trabaja sus parcelas de forma adecuada puede tener rentabilidad a partir del 3er año. El pequeño y mediano agricultor pone como contrapartida su tierra y mano de obra para el mantenimiento del cultivo, también debe contratar jornaleros para realizar la cosecha y otras actividades que necesiten mano de obra adicional tales como deshierbo, podas, etc. El proyecto los apoya con semillas o plántones; extensionistas agrarios, quienes los asesoran en el cultivo; y con algunos implementos que pueden ser para el campo como moto guadañas, o para la post cosecha, como despulpadoras para los frutos de piñón, en algunos casos.

Debido a ser un cultivo nuevo, el proyecto contempla el acompañamiento de los cultivos hasta que la producción sea estable. Una vez se llegue a

esa etapa espera que el cultivo sea sostenible por el propio agricultor, en caso no lo sea, se planea implementar otros proyectos de acompañamiento y asistencia técnica para mejorar el cultivo.

Por ahora el cultivo no es rentable, está establecido de esa forma, se espera que a partir del 3er año se tenga cierto grado de rentabilidad. El rendimiento actual en el campo es comparativo al teórico en algunas parcelas que se han manejado directamente por el proyecto. Los productores que han decidido trabajar el cultivo adecuadamente (sobre todo la poda y la cosecha) han tenido buenos resultados, y están ganando algo de dinero al comercializar las semillas, pero son muy pocos.

La mayoría de los productores no ha tenido mucho interés en algunas etapas de la implementación, sobre todo en la cosecha, debido a que en la actualidad no hay un mercado establecido donde introducir el producto lo cual no los incentiva a realizar la cosecha del producto. Otro motivo que hace que no cosechen se debe a que el despulpado es tedioso y se debe hacer de forma manual si no se tienen las maquinas despul-

padoras, lo cual ha generado que algunos hayan decidido no cosechar dejando los frutos en campo y por ende perdiendo la cosecha. Esto se debe principalmente a que muchos agricultores en selva no están acostumbrados a sembrar cultivos perennes, a los cuales hay que darles mantenimiento adecuado para que mantengan una producción estable.

Algunos productores al ver que el cultivo no producía lo suficiente o que la cosecha y post cosecha les generaban trabajo superior a lo que podían ganar sembrando productos de rotación corta decidieron eliminar el cultivo de sus parcelas y cambiar de cultivo.

Al comienzo del proyecto todos estaban muy entusiasmados con los posibles resultados, sobre todo debido a las publicaciones que hay en internet donde dice que el cultivo crece en cualquier lugar y tipo de suelo. En realidad puede crecer, pero es diferente a producir, para producir ya necesita otro tipo de tratamiento, con las condiciones adecuadas para que sea un cultivo rentable.

# 7

## ETAPAS DE LA IMPLEMENTACIÓN

---

Las etapas establecidas para la implementación del proyecto o del cultivo son: la selección de tierras, vivero, preparación del terreno, diseño de la plantación, abonamiento, siembra, poda, control y manejo agronómico. La implementación de las parcelas tiene un año de duración, una vez implementada se tiene que hacer seguimiento y mantenimiento constante.

Cada una de las etapas la realiza el agricultor beneficiado bajo el asesoramiento de los técnicos de campo, a excepción de los viveros, que los maneja el proyecto en algunas zonas determinadas y de donde se distribuyen los plántones. Una vez que el cultivo se haya estabilizado y este en producción se plantea entrar a una etapa de venta de semillas, que es algo que todavía falta consolidar.

# 8

## DIFICULTADES

- ♦ La mayor dificultad es conseguir mano de obra calificada y capacitada para la instalación y mantenimiento del cultivo. El control de malezas es complicado, se requiere de mucha mano de obra, si no se controla la maleza adecuadamente esta le roba nutrientes a la planta y por tanto los rendimientos pueden disminuir. Para esto los extensionistas del proyecto están capacitando a los pobladores en labores de mantenimiento del cultivo. Para facilitar el control de malezas el proyecto ha comprado motoguadañas que son prestadas a los agricultores para realizar la limpieza de sus terrenos. No se suelen utilizar herbicidas.
- ♦ Los operarios de la DRASAM no estaban capacitados y no conocían el cultivo, al ser nuevo, por lo cual se tuvo que formar extensionistas agrarios para el manejo exclusivo de este cultivo.
- ♦ El paquete tecnológico no está consolidado, se tienen avances del protocolo del cultivo en diferentes etapas, pero ningún documento final, todavía se continúa con la investigación en el INIA.
- ♦ No ha habido cambios de hábitos en los pobladores, lo que se ha hecho es un fortalecimiento organizacional. Donde se recogieron las experiencias previas con cacao o café, ya que estos cultivos también pasaron por el mismo proceso de introducción que está pasando el piñón cuando empezaron a ser introducidas entre los productores. Al comienzo no había mercado, los precios no eran los justos y los agricultores no le daban el cuidado adecuado, muy pocos apostaban por esos productos, pero con el tiempo adquirieron el grado de desarrollo en el que están en estos momentos, se espera llegar a ese mismo estado con el cultivo de piñón.
- ♦ Muchas de las dificultades encontradas aparecieron en el camino. Se tenía un conocimiento bibliográfico del cultivo, pero no técnico y práctico, razón por la cual existe un módulo de investigación con el INIA con el cual se trata conocer cuáles son las mejores variedades de la planta para la zona y de resolver los problemas relacionados a su cultivo.

- ◆ No se conocían las plagas locales que podrían afectar al cultivo, por medio de investigaciones realizadas en el INIA se buscaron diferentes alternativas para combatirlas y controlarlas.
- ◆ La población en un principio tuvo cierto escepticismo hacia el proyecto. En San Martín siempre ha habido intervención de diferentes instituciones, la cual a veces ha sido positiva

y otras veces negativa. Lo que en algunos casos ha generado desconfianza, miedo y temor entre algunos sectores de la población debido a que anteriormente no se cumplió con la expectativa que se generó al comienzo de las intervenciones. Lo mismo pasó con el piñón, los pobladores no sabían si era una estrategia electoral de los candidatos u otro. Lo que acentuó la idea y le dio solidez fue la intervención de la empresa privada.



# 9

## RESULTADOS

---

- ◆ A nivel tecnológico se debe mejorar, se han ido identificando cuellos de botella como suplir la deficiencia de mano de obra en diferentes actividades del cultivo, para lo cual se han comprado equipos para algunas actividades como: para el desmalezado se están utilizando moto guadaña, deshierbar con este equipo es mucho más fácil que hacerlo manualmente, si manualmente empleas 20 jornales con esta máquina se emplean 2 o 3. Lo que cuesta €83,00 con moto guadaña disminuye a €14,00. Para el control sanitario, se están empezando a remplazar las bombas manuales por moto pulverizadoras, lo cual disminuye los jornales de trabajo de 3 o 4 jornales/ha a solo 1, estos equipos se adquirieron con el proyecto y son rotados entre las parcelas de acuerdo a un cronograma de trabajo. Se espera que para darle continuidad a esta metodología de trabajo los productores se asocien con la empresa privada y estos les brinden los equipos adecuados para poder realizar algunas labores de mantenimiento de forma adecuada. Esto como parte de un micro financiamiento que se cobre al momento del pago por el producto ofrecido.
- ◆ Los volúmenes de producción en el campo, en la mayoría de casos, todavía no son los esperados. Hay parcelas donde se ha cosechado de forma adecuada, pero en general no se está dando los rendimientos esperados.
- ◆ Se piensa satisfacer la demanda regional de biocombustibles tanto con etanol hidratado, en la actualidad los proyectos de etanol todavía están estancados, pero el GORESAM está interesado en volver a impulsarlos; como con biodiésel y aceite vegetal carburante. La idea es que el pequeño productor ayude en este objetivo. El consumo regional de Diésel es de 60.000 gal/día, para satisfacer el 5% de la demanda regional, según ley de biocombustibles para mezcla con Diésel se necesitarían 3.000 gal/día de biodiésel, para lo cual se necesitarían por lo menos unas 2.000 ha cultivadas y en producción para satisfacer la demanda regional.
- ◆ A nivel institucional. El mayor logro es haber adoptado el cultivo como una alternativa agrícola. Existe, a nivel nacional, una demanda interna por el biodiésel, debido a su

elevado costo, ahora está alrededor de los 1.533€/ton. El proyecto ha recibido solicitudes de 50 ton/mes de biodiesel que quieren llevar fuera del país. Por otro lado también existe una demanda insatisfecha de semillas para ampliar las zonas de cultivo.

- ◆ La dinámica económica se ha mejorado con algunos agricultores que han mantenido y operado de forma adecuada sus cultivos. Si bien son parcelas demostrativas, el desarrollo del proyecto no solo ha servido para el mejoramiento del cultivo de piñón, sino también para mejorar otros cultivos con los

que trabajan tradicionalmente. Los técnicos han trabajado para mejorar las capacidades organizacionales. Lo cual es algo más integral que solamente el trabajo con piñón.

- ◆ El principal beneficio ambiental es la reforestación y recuperación de terrenos abandonados para ser utilizados nuevamente para la agricultura. Se están recuperando alrededor de 280 ha de terrenos que antes eran pastizales o purmas. El piñón es una planta que puede resistir estas características de suelos infértiles.

# 10

## FACTORES DE ÉXITO O FRACASO Y LECCIONES APRENDIDAS

---

- ❖ Debe consolidarse el paquete tecnológico, para el cultivo en la zona donde se vaya a instalar, así como tener especial cuidado en el control sanitario, ya que se está comprobando que algunos insectos benéficos en algunas regiones de selva, se convierten plagas en regiones de costa del país. Por lo que el paquete tecnológico debe tratarse de manera diferente de acuerdo a la región donde se esté instalando el cultivo.
- ❖ La tecnificación del cultivo necesita reforzarse, la cosecha es clave, al despulpar los granos manualmente se tiene una eficiencia de 25 kg/jornal persona, con una despulpadora eléctrica se pueden tener 150 kg/hora. La compra de las semillas se hace en granos, por lo que los agricultores deben llevarlos a un centro de acopio a despulparlo y muchas veces no quieren hacerlo.
- ❖ Hay que realizar un trabajo constante con los agricultores, capacitándolos en diferentes etapas del cultivo, especialmente con el mantenimiento y podas hasta que ellos se den cuenta del manejo agrario necesario para que el cultivo pueda ser rentable.
- ❖ Hay que tener mucho cuidado con la aceptación y la expectativa que el cultivo puede generar entre la población, ya que es un cultivo que necesita igual o más dedicación que otros.
- ❖ No hay que guiarse por la información existente en internet sobre el rendimiento de este cultivo. Es un cultivo que todavía se está desarrollando y para poder tener los rendimientos adecuados se debe trabajar y cuidar de forma adecuada.

# 11

## FOTOS

---



Foto 1: cultivo de piñón



Foto 2: cultivos de piñón realizados por empresa privada