

LEISA

revista de agroecología

21

1

junio 2005 - volumen 21 - No.1

Energía
en la finca



LEISA América Latina, necesita un símbolo propio que exprese la contribución de esta región a la agricultura y la nutrición mundial. Buscamos ideas ¿Se animan?
Dirigir toda propuesta gráfica en archivos JPG a: leisa-al@etcandes.com.pe
Hay un premio de 150 USD para la mejor idea

LEISA revista de agroecología junio 2005-volumen 21 no. 1

LEISA Revista de Agroecología es una publicación de la **Asociación Ecología, Tecnología y Cultura en los Andes**, en convenio con la **Fundación ILEIA**

Asociación ETC Andes

Ap. Postal 18-0745. Lima 18, Perú
Teléfono: +51 1 4415541 Fax: +51 1 4225769
<http://www.leisa-al.org.pe>

Fundación ILEIA

PO Box 2067, 3800 CB Amersfoort, Países Bajos
Teléfono: +31 33 4673870 Fax: +31 33 4632410
<http://www.ileia.org>

Suscripciones LEISA Revista de Agroecología

- por correo postal: **A.P. 18-0745, Lima 18, Perú**
- por correo electrónico: **base-leisa@etcandes.com.pe**

Las suscripciones provenientes de organizaciones y personas individuales de América Latina y otros países del Sur son gratuitas hasta que se establezcan las normas que posibiliten el pago, en moneda local, del equivalente a 12 USD por la suscripción a cuatro números anuales. Para las instituciones y empresas internacionales con sede matriz en Europa Occidental, EE.UU. de Norte América, Canadá, Australia y Nueva Zelanda, el costo de suscripción por cuatro revistas anuales es 40 USD. Para las personas individuales de estos países, el costo de la suscripción anual es de 25 USD. Al momento de recibir la solicitud de suscripción se indicará la forma de pago.

Equipo Editorial de LEISA-América Latina

Teresa Gianella-Estrems, Jorge ChavezTafur, Carlos Maza

Página web de LEISA-América Latina

Jorge ChavezTafur

Base de datos de suscriptores

Cecilia Jurado

Fotos portada

Preparando el precompost para el biodigestor (Archivos LEISA)
Riobomba (R. Pizarro y G. Arancibia)
Ajustando turbobomba (R. Pizarro y G. Arancibia)
Sacando el biol del biodigestor (Archivos LEISA)

Diagramación

portada: Gaby Matsumoto
páginas interiores: Herta Colonia

Impresión

Gráficos S.R.L.
Calle Galicia 190, Higuiereta, Lima 33

Financiamiento

LEISA revista de agroecología 21-1, ha sido posible gracias al apoyo de DGIS, Países Bajos

Los editores han sido muy cuidadosos en editar rigurosamente los artículos incluidos en la Revista. Sin embargo, las ideas y opiniones contenidas en dichos artículos son de entera responsabilidad de los autores.

Los editores invitan a los lectores a que hagan circular los artículos de la Revista. Si es necesaria la reproducción total o parcial de algunos de estos artículos, no olviden mencionar como fuente a LEISA revista de agroecología y enviar una copia de la publicación en la que han sido reproducidos.

ISSN: 1729-7419

Biblioteca Nacional del Perú
Depósito Legal: 2000-2944

ESTIMADOS LECTORES

Esta edición de LEISA, cuyo tema es el de las alternativas energéticas accesibles para el agricultor de pequeña escala, inicia una nueva serie: el volumen 21, y con él cumplimos nueve años de publicación de la versión para América Latina de LEISA Revista de Agroecología. Comenzamos con 815 suscripciones y ahora, en junio de 2005, tenemos más de 6.700. Es un reto desafiante el crecimiento que hemos experimentado en los dos últimos años, a pesar de que en marzo de 2003 nos vimos obligados a «borrar» de nuestra base de datos a aquellos suscriptores que no renovaron su suscripción.

En este proceso, que iniciáramos en julio de 1996 como una mera traducción de la edición internacional en inglés, hemos ido consolidando una identidad editorial a través del contenido que ofrecemos a nuestros lectores de toda América Latina y de algunos otros países del mundo. Esta identidad editorial la hemos construido gracias a las contribuciones, cada vez en mayor número, de artículos provenientes de América Latina. Sin embargo, en algunos temas tratados recientemente por la revista, como el de la poscosecha (LEISA 20-3, diciembre de 2004), y especialmente en el presente número sobre energía, ha sido difícil encontrar contribuciones en las que se pueda apreciar la relación entre las alternativas energéticas de fuentes renovables y la calidad de vida y la producción agrícola de pequeña escala.

En este número, hemos publicado en la página 40 (contratapa) una nueva formulación de las **Pautas para escribir artículos para LEISA**, donde señalamos la importancia de que las contribuciones muestren experiencias que representan continuidad en el tiempo y describan procesos que registren los cambios vividos a través de estos procesos. Son estos aspectos los que definen el carácter de las revistas LEISA.

También en esta edición de LEISA inauguramos una nueva diagramación. Esperamos, con mucho interés, las opiniones y sugerencias de nuestros lectores sobre esta presentación gráfica.

10 «Ahora tenemos agua de sobra y no gastamos un centavo» GEA y la turbobomba de Polcura

Rodrigo Pizarro y Gerardo Arancibia

Para los pobladores de Polcura, en Chile, la situación cambió cuando lograron tener agua suficiente para el riego de sus parcelas mediante el aprovechamiento de la energía hidráulica potencial de las fuentes de agua locales. Ello fue posible gracias al trabajo conjunto entre los pobladores y los investigadores de GEA

(Universidad Técnica de Santa María, sede Valparaíso) que lograron la instalación y funcionamiento de un modelo de bomba hidráulica, adaptada a las condiciones locales y a las exigencias de los usuarios.



13 Energía limpia para enfriar la leche

Carol Herrera y
Saúl Ramírez

Este artículo presenta los beneficios logrados por los ganaderos de un pequeño pueblo de Cajamarca, Perú, al contar con energía eléctrica que les permite refrigerar la leche y mantenerla así en buenas condiciones para su venta, obteniendo por ello mejores rendimientos económicos. La electricidad con que ahora cuentan estos ganaderos, proviene del aprovechamiento de un salto de agua, cercano al pueblo, que ha permitido la instalación de una microcentral hidroeléctrica de 30 kilowatts con el asesoramiento de ITDG (Intermediate Technology Development Group).



18 Los biodigestores en los sistemas agrícolas ecológicos

T. R. Preston



Los biodigestores fueron considerados, principalmente, como una manera de producir gas combustible a partir de desechos orgánicos. Sin embargo, al ser integrados a un

sistema de agricultura ecológica los biodigestores pueden brindar muchos otros beneficios, en particular el reciclado de nutrientes para la obtención de fertilizantes de alta calidad. Este artículo presenta el diseño y funcionamiento de un biodigestor de plástico de bajo costo.

- 4 **Energía en la finca**
Editorial
- 5 **El uso de la energía en la agricultura: una visión general**
David Pimentel y Marcia Pimentel
- 8 **Tomando en cuenta a los seres humanos**
Dave O'Neill
- 10 **«Ahora tenemos agua de sobra y no gastamos un centavo». GEA y la turbobomba de Polcura**
Rodrigo Pizarro y Gerardo Arancibia
- 13 **Energía limpia para enfriar la leche**
Carol Herrera y Saúl Ramírez
- 15 **Uso de secadores solares para el procesamiento de cultivos en la amazonía peruana**
Jan Banout, Petr Ehl, Bohdan Lojka, Jana Lojkova y Zbynek Polesny
- 18 **Los biodigestores en los sistemas agrícolas ecológicos**
T. R. Preston
- 23 **Producción de biogás con estiércol de cuy**
Carmen Felipe-Morales y Ulises Moreno
- 25 **Los biodigestores campesinos: una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos**
Luis Gomero Osorio
- 28 **Construyendo silos para introducir estufas más saludables**
Ian Cherrett
- 31 **La alimentación de los animales de tiro, un aporte de energía para el trabajo**
Daniel Font Rodríguez
- 32 **Mejorando la producción de panela en Colombia**
Héctor Iván Velásquez Arredondo, Andrés Felipe Agudelo Santamaría y Jorge Iván Álvarez González
- 36 **Páginas web**
- 38 **Fuentes**

A los lectores interesados en enviar contribuciones para LEISA vol. 21 no. 2 (setiembre 2005)

En LEISA 20-4 (abril 2005; página 41) fue publicada la convocatoria para la contribución de artículos para LEISA 21-2 que tendrá como título: las implicancias económicas de la práctica de la agricultura ecológica.

El tema económico concierne a toda la actividad productiva agraria, desde el manejo de los recursos naturales del ecosistema hasta la comercialización del producto en el mercado, pasando por la adopción de innovaciones tecnológicas tanto agrícolas como pecuarias, y también de máquinas e instrumentos mecánicos. Por ello consideramos importante recordar a los lectores interesados en contribuir en el próximo número de LEISA que los artículos deben mostrar experiencias concretas que motiven a nuestros más de 6.500 suscriptores a reflexionar sobre sus propias visiones o prácticas agropecuarias desde un enfoque económico. También es importante que los autores consideren la capacidad de replicabilidad de estas experiencias en su propio contexto regional, nacional y local, para lo cual los artículos deben contener información precisa sobre: rendimientos de la inversión en trabajo, dinero o en especies; mejoras en la calidad de la reserva de productos (alimentos, fibras, etc.) para el autoconsumo y su impacto en la alimentación familiar; logro de mejores precios en el mercado local; capacidad de exportación de productos; desarrollo de maneras para agregar valor a los productos de la finca, o mejoras en la calidad del paisaje y en la preservación de los recursos naturales de la finca y de la localidad.

Esperamos sus contribuciones para LEISA vol. 21 no. 2 (setiembre 2005) hasta el 12 de agosto de 2005. Con el fin de intercambiar opiniones sobre el contenido de su artículo, agradecemos a los posibles autores que nos envíen un resumen lo más pronto posible.

En los ecosistemas la energía solar es capturada por los vegetales y transformada, a través de la fotosíntesis, en biomasa. El hombre ha podido usar esta energía, transformándola en biomasa útil para su subsistencia y desarrollo, dando así origen a la agricultura. Para ello, los pequeños agricultores se han basado tradicionalmente en su fuerza de trabajo y en el apoyo de animales de tiro. Pero para desarrollar sus sistemas agrícolas o para incrementar su producción muchas veces requieren de energía adicional, la que no siempre está disponible. Este número se centra en las alternativas energéticas para mejorar los sistemas agrícolas y los medios de vida rurales, considerando que la agricultura «moderna» no muestra el camino a seguir, pues se basa en cantidades crecientes de energía para la producción, la cosecha y el procesamiento, y esta energía proviene mayormente de fuentes no renovables.

Energía en la finca

Editorial

A través de la historia del hombre y de su civilización, la biomasa forestal, silvestre o cultivada, ha sido la fuente de energía básica para la vida y el desarrollo técnico, y aún hoy la leña sigue siendo una de las principales fuentes de energía para las poblaciones rurales. Pero el uso de la leña ha tenido como consecuencia la deforestación de grandes extensiones de bosques primarios y la pérdida de la cubierta vegetal y de la biodiversidad, siendo la causa principal de grandes desequilibrios ecológicos locales y a nivel mundial, que se traducen ahora en el avance de los procesos de desertificación. Sin embargo, un adecuado manejo de los bosques propicia la utilización racional de esta fuente renovable (los árboles pueden replantarse y se pueden recuperar bosques perdidos mediante la reforestación), y permite seguir usando la leña, que aún constituye una alternativa económica «a mano» para muchos hogares rurales de las zonas tropicales (I. Cherrett, página 28).

En términos generales, las plantas cultivadas constituyen una importante reserva de energía, ya sea a través de los alimentos o de los rastrojos y desechos de la cosecha que, transformándolos, pueden convertirse en subproductos energéticos. Uno de éstos es el biogás (mezcla de dióxido de carbono y metano), que puede ser usado directamente o también transformado en electricidad mediante un equipamiento especial. Como se ve en los artículos de T. R. Preston (página 18), C. Felipe-Morales y U. Moreno (página 23) y L. Gomero (página 25), esta es una opción interesante para muchos.

Otras fuentes de energía renovable para los agricultores campesinos o de pequeña escala son la hidráulica y la eólica. Al igual que en el caso de la leña, el uso del agua y del viento para generar trabajo es muy antiguo. El actual aprovechamiento de la energía hidráulica para la elevación del agua con fines de riego o su transformación en electricidad mediante el uso de microturbinas hidráulicas, son innovaciones técnicas que permiten la generación de energía limpia. De esta manera, contribuyen a mejorar sustantivamente los rendimientos y la calidad de la producción, como lo informan C. Herrera y S. Ramírez en su artículo (página 13) y lo expresa don Jovino Moya, un agricultor participante de un proyecto de uso de energía hidráulica para fines de riego: «Hoy estamos contentos y satisfechos porque esta bomba es muy simple y funciona a las mil maravillas, no gastamos un centavo y tenemos agua en la parte alta, que es lo más importante» (R. Pizarro y G. Arancibia, página 10).

Sin restar importancia a las innovaciones técnicas para el aprovechamiento de las fuentes renovables de energía accesibles para los productores rurales de pequeña escala, la primera fuente renovable de energía confiable es su propia fuerza de trabajo, aunque por lo general ésta no es suficiente para todo lo que demanda el proceso productivo en la finca. De ahí la importancia de la energía animal para las labores de labranza, especialmente para la tracción, así como el que la familia agricultora cuente con herramientas e implementos que contribuyan a hacer más efectiva su inversión de energía en todo el ciclo productivo agrícola. Para ello, «la fuerza física, la salud y la motivación son recursos tan importantes como las herramientas, los animales o las técnicas necesarias al momento de llevar a cabo las tareas» (D. O'Neill, página 8).

En América Latina, los animales de tiro forman parte inseparable de la agricultura de pequeña escala. La tracción animal es una fuente de energía renovable que se puede mantener con pocos insumos externos. Es por ello que hemos publicado un breve artículo basado en el estudio del impacto de la buena nutrición de los animales de tiro para garantizar su óptima capacidad de tracción, usando los recursos de la finca: los rastrojos y biomasa (D. Font, página 31). Esto, creemos, es algo que merece estudiarse con más detalle.

Hoy en día, la agricultura puede todavía ser definida como el manejo de los ecosistemas para beneficio de la humanidad. En un futuro cercano, pensamos que toda la agricultura –por un proceso en activa expansión y cada vez mayores exigencias de la conservación de los ecosistemas– tenderá a ser sostenible, tanto para beneficio humano como para la conservación de la naturaleza. En esta óptica, el uso de energías de fuentes renovables como la solar, la eólica y la hidráulica, y las provenientes del aprovechamiento racional de la biomasa, son alternativas que cobran cada vez mayor importancia, pues son energías limpias, no contaminantes. Son también importantes en la perspectiva de LEISA, porque representan opciones al alcance de los agricultores de pequeña escala y significan un importante ahorro para su economía. Las soluciones, en todo caso, deben encontrarse al trabajar en forma conjunta con las comunidades locales, considerando de manera cuidadosa las opciones ecológicas que mejor satisfagan los requerimientos de las mujeres y los hombres integrantes de la familia agricultora.

El uso de la energía en la agricultura

una visión general

David Pimentel y Marcia Pimentel

Por más de un millón de años, comenzando con los cazadores-recolectores, la humanidad ha encontrado formas de alimentarse a partir de lo que el planeta ofrece, ya sea recogiendo los frutos silvestres o cultivando el suelo. Gran parte de la agricultura a nivel mundial era, y aún es, realizada a mano. Una vez que comenzó el abastecimiento de derivados de energía fósil, hace más de 200 años, la producción agrícola industrial inició su desarrollo. Aunque los actuales sistemas agrícolas industriales, basados en un alto nivel de aporte de insumos fósiles, son relativamente productivos, su sostenibilidad puede ser cuestionada dado que los ecosistemas agrícolas a nivel mundial están siendo degradados severamente por la erosión del suelo, la salinización y la contaminación del agua. Los recursos de energía fósil que son esenciales para la fabricación de fertilizantes, plaguicidas, así como para el funcionamiento de la maquinaria agrícola y para impulsar sistemas de riego, no son renovables. Las reservas de petróleo y gas natural se habrán agotado dentro de los próximos 35 a 40 años.

Durante mucho tiempo los hombres han dependido de los sistemas de agricultura sostenible para su supervivencia. En la actualidad, se presentan grandes problemas debidos al rápido ritmo de crecimiento de la población humana y a la disminución de las tierras fértiles y de los recursos de energía fósil. Desde 1984, el abastecimiento de diversos granos –cultivos básicos que constituyen más del 80 por ciento de los alimentos a nivel mundial– ha ido disminuyendo. Además de limitar el crecimiento poblacional, para satisfacer las necesidades básicas de alimentación de la población mundial en expansión, deberá desarrollarse un sistema agrícola productivo y sostenible. Partiendo del análisis de diversos sistemas agrícolas, debemos estudiar el uso eficiente de todos los recursos energéticos y aprender a conservar la tierra, el agua y los recursos biológicos que son esenciales para lograr una agricultura sostenible en el futuro.

Con base en estudios previos, este artículo pasa revista al aporte y la producción de energía en diferentes sistemas de producción de maíz. Examinamos la evolución de los sistemas sostenibles de bajos insumos a sistemas de altos insumos cuya sostenibilidad es cuestionable. Los sistemas de alto uso de insumos pueden volverse más sostenibles si se aprende de los sistemas tradicionales, y se adopta una serie de prácticas agronómicas que hacen un uso más eficiente de los recursos disponibles en la finca y los conservan.

Energía solar: la base para la vida

Las plantas poseen la capacidad única de capturar energía solar y convertirla en biomasa. El éxito de la producción agrícola puede medirse por la cantidad de energía solar que es capturada y convertida en alimento por unidad de área de tierra como resultado de la manipulación de plantas, tierra, agua y otros recursos. El éxito agrícola puede ser mayor si se encuentran maneras de intensificar el aprovechamiento de la energía solar a través del uso de fuentes de energía humanas, animales u otras.

Para producir y cosechar suficientes alimentos, los agricultores deben manipular el ecosistema natural y contribuir con la

energía de su propia fuerza de trabajo y la de los animales de tiro, intensificándola mediante herramientas y máquinas, así como con la aplicación de productos químicos.

Agricultura de roza y quema

Una de las principales causas de que los hombres abandonaran la caza y la recolección a favor de la producción agrícola fue la continua expansión de su población. Necesitaban una producción mayor y más confiable de la que era posible bajo los sistemas de caza y recolección.

Los sistemas agrícolas de roza y quema iniciales, con periodos de rotación de 20 años, eran sostenibles. Era necesario un mínimo de dos hectáreas de terreno para producir alimentos para una persona, o hasta diez hectáreas para una familia de cinco. El sistema requería de alrededor de diez hectáreas

El éxito agrícola puede ser mayor si se encuentran maneras de intensificar el aprovechamiento de la energía solar a través del uso de fuentes de energía humanas, animales u otras

de terreno sin cultivar para un abastecimiento sostenible de alimentos producidos en, aproximadamente, una hectárea de terreno. La hectárea de terreno cultivado podía ser utilizada durante unos dos años, antes que los nutrientes del suelo se agotaran. El terreno debía luego dejarse de cultivar y ponerse en descanso o barbecho por un periodo de 20 años para restablecer los nutrientes del suelo y así recuperar su capacidad productiva.

La agricultura típica de roza y quema requiere sólo tres aportes adicionales de energía: fuerza de trabajo, herramientas simples y semillas de maíz. La agricultura de roza y quema es muy eficiente en cuanto al uso de energía: alrededor de 1.144 horas de mano de obra y 10,4 kilogramos de semilla de maíz por hectárea son necesarios para producir alrededor de 1.944 kg por hectárea de maíz. Calculando el aporte y la producción de energía en términos de kilocalorías (kcal), podemos estimar que por cada unidad de energía aportada al sistema, se producen alrededor de 8,4 unidades (consultar las Referencias al final de este artículo para obtener cálculos más detallados). Sin embargo, el aumento de la población y la escasez de tierras cultivables son las principales restricciones para la sostenibilidad de este sistema.

Sistema agrícola con animales de tiro

Si una parte de las 1.144 horas de trabajo humano empleadas en el sistema de roza y quema fuesen remplazadas con 200

horas de la fuerza de un buey por hectárea, entonces el aporte de trabajo humano podría reducirse a 380 horas por hectárea. El pienso necesario para alimentar a un buey durante aproximadamente 200 horas de trabajo consiste en 150 kg de concentrado de maíz y 300 kg de forraje. El concentrado de maíz consumido por el buey se deriva de los 1.944 kg de maíz producidos por hectárea, reduciendo así el rendimiento neto. Además, el buey consume forraje producido en dos hectáreas de pastizales en terrenos aledaños. Alrededor de 20 por ciento (2.000 kg) del estiércol producido por el buey es aplicado al terreno cultivado para incrementar su fertilidad, y el restante garantiza la continua productividad del pastizal. Los desechos producidos por una familia, integrada por cinco personas, también son aplicados a las tierras cultivadas.

En este sistema, el maíz es sembrado como rotación después de haber cultivado leguminosas para abono verde, tales como trébol (*Trifolium spp.*) o veza (*Vicia sativa*), lo que significa un incremento de una hectárea en el déficit de tierras agrícolas. La leguminosa proporciona los requerimientos mínimos de nitrógeno (60 kg por hectárea) del maíz, ayuda a controlar la erosión de la capa superior del suelo y añade materia orgánica a la tierra.

Se producen 4,1 unidades de energía por cada unidad de energía invertida en este sistema. La cantidad mínima de tierra necesaria para que este sistema siga siendo sostenible es de aproximadamente cuatro hectáreas. Aunque es menor que las diez hectáreas que son necesarias para el sistema de roza y quema, sigue siendo todavía un sistema extensivo.

Sistema agroforestal con animales de tiro

Este sistema agroforestal es similar al sistema con animales de tiro en cuanto a la fuerza de trabajo, la energía de los bueyes, la maquinaria y las semillas. La diferencia consiste en que se cultiva intercalando dos filas de maíz con dos filas de árboles de leucaena (especie leguminosa de la familia de las mimosáceas). El maíz se planta al doble de densidad en la mitad del área cultivada, donde se usaron animales de tiro para la labranza, asumiéndose un rendimiento similar de 1.944 kg por hectárea.

La competencia entre el maíz y la leucaena se reduce si antes de sembrar el maíz se tiene el cuidado de disminuir la altura

de los árboles de leucaena, dejándolos como un tocón de ocho cm. Estos árboles producen 4.500 kg por hectárea de biomasa cada año y de este total de biomasa, alrededor de 2.500 kg de hojas y pequeñas ramas son incorporadas al suelo, lo cual equivale a una aplicación efectiva de casi 60 kg de nitrógeno por hectárea; una cantidad similar a la incorporada al suelo en el sistema con animales de tiro. El hecho de plantar leucaena en los contornos de las parcelas, más el cubrir el suelo con el 'mulch' compuesto por 2.500 kg de hojas y ramitas provenientes de estos árboles, reduce la erosión del suelo en, por lo menos, una tonelada por hectárea por año. Los 2.000 kg de leucaena restantes se cortan para usarlos como leña. Este sistema presenta una ventaja, en comparación al de animales de tiro, pues cubre alrededor del 80 por ciento de las necesidades de leña de una familia.

De manera similar al sistema de animales de tiro, se requieren dos hectáreas de terrenos aledaños para alimento y forraje para los bueyes, lo que reduce el rendimiento neto de maíz. Para ayudar a mantener la fertilidad en cuanto al contenido de fósforo y potasio del suelo en la hectárea cultivada, se aplica al cultivo de maíz alrededor de 20 por ciento del estiércol producido por los bueyes. Las raíces de los árboles leguminosos proporcionan cierta cantidad de fósforo y potasio, proveniente de capas profundas del suelo. Los desechos domésticos también son reciclados.

Por cada unidad de energía invertida en este sistema se producen 4,1 unidades de energía, de manera similar al de animales de tiro. El sistema agroforestal sigue siendo un sistema de agricultura extensiva, aun cuando el área total de terreno que necesita para mantener su sostenibilidad es de tres hectáreas, menos que las cuatro hectáreas necesarias para el sistema con animales de tiro, que también es relativamente extensivo. El sistema agroforestal, sin embargo, proporciona beneficios adicionales como son el proporcionar algo de leña y mejorar la calidad del suelo al disminuir la erosión del mismo.

Producción intensiva de maíz

El flujo de energía en la agricultura mecanizada (uso de tractores), típica de los Estados Unidos y de otros países industrializados, difiere claramente de todos los sistemas agrícolas basados en el uso exclusivo de mano de obra o de animales de tiro que ya hemos analizado. La mano de obra empleada se reduce dramáticamente a sólo diez horas por hectárea, tasa muy baja en comparación con la de los otros sistemas manuales ya presentados.

La fabricación y operación de las máquinas, y de los fertilizantes y plaguicidas químicos utilizados en la agricultura intensiva del maíz, implican un consumo significativo de energía fósil y la drástica reducción del empleo de mano de obra. En 1997, el aporte total de energía (en su mayor parte combustibles fósiles) que se necesitaba para producir una hectárea de maíz en los Estados Unidos fue, en promedio, cercano a los diez millones de kilocalorías, o el equivalente a 1.000 litros de petróleo (ver Cuadro 1). En base a la producción de EE.UU., el promedio del costo total de estos insumos fue de 550 USD por hectárea.

En condiciones favorables de humedad y de contenido de nutrientes en el suelo, el maíz es uno de los cultivos alimentarios forrajeros más productivos. La producción intensiva de maíz rinde más de 8.500 kg por hectárea. Debido a los altos aportes de energía, sólo se producen 2,8 unidades de energía por cada unidad de energía invertida en el sistema.

En la evaluación de los sistemas de producción agrícola, muchas veces se pasan por alto los diferentes costos

Insumo	Cantidad	Energía kcal x 1.000
Mano de obra	10 hr	444
Maquinaria	55 kg	1.300
Gasolina	40 litros	320
Diesel	75 litros	750
Nitrógeno	160 kg	2.400
Fósforo	75 kg	227
Potasio	96 kg	155
Cal	426 kg	135
Semillas	21 kg	540
Insecticidas	3 kg	300
Herbicidas	8 kg	800
Riego	16 %	1.750
Secado de maíz	4.000 kg	800
Electricidad	100.000 kcal	100
Transporte	350 kg	97
Total		10.118
Rendimiento de maíz	8.000 kg	28.800
Coeficiente insumo / producto		2,8 / 1

Cuadro 1. Promedios de aporte de energía para producir una hectárea de maíz en los Estados Unidos, 1997

ambientales que se van acumulando a través del tiempo. Estos costos son significativos, especialmente en el caso de los sistemas intensivos con alta mecanización. Tomados en su conjunto, estos daños al medio ambiente añadirían por lo menos 300 USD por hectárea al costo de la producción intensiva de maíz.

Aun si ignoramos estos costos económicos relacionados con la erosión del suelo y la degradación de otros recursos locales, el sistema actual de producción de maíz de EE.UU. es cuestionable en términos de sostenibilidad al compararse con los sistemas tecnológicamente menos desarrollados antes presentados. Las mayores dificultades asociadas al sistema intensivo son los altos costos económicos de producción, la dependencia de recursos energéticos no renovables, la seria degradación de los recursos naturales del ecosistema y la poca estabilidad del rendimiento de los cultivos.

Logrando que la producción de maíz sea más sostenible

Existen en la actualidad numerosas tecnologías agrícolas que, de ser implementadas, harían de la producción de maíz en los EE.UU. una empresa más sostenible y ecológicamente sana de lo que es en la actualidad. Estas tecnologías reducirían la utilización de insumos químicos, la erosión del suelo y el rápido escurrimiento del agua, y harían que el uso del estiércol de ganado como fertilizante fuese más eficiente.

La eficacia energética puede ser mejorada de gran manera cuando se comprende cómo fluye la energía a través del sistema

El primer paso para lograr la producción sostenible de maíz es implementar un sistema de rotación de cultivos. La soya es un cultivo apropiado para rotar con el maíz, ya que no sólo eliminará el problema del gusano de la raíz, sino que también disminuirá sus enfermedades. Además, la soya restringe los problemas causados por la típica proliferación de maleza en los campos de maíz. También, la rotación maíz-soya es más rentable que producir solamente uno de estos cultivos. En particular, la eliminación del problema del gusano de la raíz del maíz aumenta su rendimiento en un ocho por ciento y hace innecesario el uso de insecticidas costosos. Debido a que la soya produce su propio nitrógeno con la ayuda de microorganismos, la aplicación de nitrógeno como fertilizante tampoco es necesaria.

En un sistema agrícola diversificado, el ganado es un componente importante que contribuye al uso eficaz del grano producido. El uso eficiente del estiércol producido en la finca reduce la contaminación del suelo y de las aguas superficiales, incorpora nutrientes al suelo e incrementa su contenido de materia orgánica, reduciendo su erosión. Plantar un cultivo de cobertura tal como la veza de invierno reduce aún más la erosión del suelo y el escurrimiento del agua, reduciendo los problemas causados por la maleza e incorporando el nitrógeno necesario. Aunque usar un cultivo de cobertura implica trabajo adicional y el costo de las semillas de la leguminosa, la recompensa vale la pena. El aumento total de mano de obra puede ser de 20 a 25 por ciento, pero se verá

Sistemas agrícolas	Coefficiente insumo/ producto
Roza y quema	8,4:1
Animales de tiro	4,1:1
Agroforestal	4,1:1
Maíz industrializado	2,8:1
Maíz intensivo con «sostenibilidad mejorada»	4,8:1

Cuadro 2. Eficacia energética en diferentes sistemas de producción de maíz

(Basado en cálculos presentados en Pimentel *et al.*, 1999)

más que compensado por el mayor rendimiento y los precios más altos que pueden cobrarse por los productos orgánicos que resultarán de ello.

Las modificaciones al sistema, necesarias para hacerlo más sostenible pueden propiciar un ligero aumento del rendimiento de maíz a 9.200 kg por hectárea, al mismo tiempo que se da una reducción del 30 al 50 por ciento en los aportes de energía. Esto reducirá el costo total de la producción de maíz, incluyendo la mano de obra adicional, en 30 a 40 por ciento. Si se incluyeran los beneficios ambientales en esta ecuación, el costo total se reduciría aún más.

El empleo de rotaciones apropiadas de los cultivos, el uso de estiércol de ganado, y un sistema de rotación en camellones reduce la erosión del suelo de alrededor de 15 toneladas por hectárea al año a menos de una tonelada por hectárea al año, lo que equivale al ritmo de reforma de la tierra bajo la mayoría de condiciones agrícolas. Además, se ha informado que las tecnologías para la conservación de la tierra y el agua aumentan el rendimiento de maíz en diez a 15 por ciento, aun en sistemas agrícolas intensivos donde la erosión del suelo es por lo general de moderada a severa.

Conclusión

Al considerar el aporte y la producción de energía de un sistema agrícola en particular, se vuelve claro que la eficacia energética puede ser mejorada de gran manera cuando se comprende cómo fluye la energía a través del sistema. La energía proporcionada por combustibles fósiles tales como el petróleo y el gas natural no es renovable y puede, por lo tanto, agotarse. La mayoría de los sistemas industriales modernos que dependen de combustibles fósiles son ineficaces en cuanto al uso de energía y no sostenibles a largo plazo. Los informes actuales sobre la escasez de petróleo y gas natural proyectan una escasez más seria en el futuro, lo que sugiere que la producción agrícola debería adoptar prácticas que conserven más energía, y sean ecológicamente sanas y sostenibles. Además de conservar energía fósil, las prácticas agrícolas sostenibles deben dar prioridad al uso de energía de fuentes renovables y a la conservación del suelo, el agua y los recursos biológicos.

David Pimentel y Marcia Pimentel

College of Agriculture and Life Sciences, 5126 Comstock Hall,
Universidad de Cornell, Ithaca
Nueva York 14853-0901, EE.UU.
Correo electrónico: dp18@cornell.edu

Referencias

- Este artículo, traducido de la edición internacional en inglés de LEISA Magazine vol. 21 no.1 (marzo 2001), está basado en información de:
- Pimentel, D. y M. Pimentel, 1996. **Food, energy and society**. Niwot, CO, Colorado University Press.
 - Pimentel, D., M. Pimentel y M. Karpenstein-Machan, 1999. **Energy use in agriculture: an overview**. CIGR Electronic Journal, www.agen.tamu.edu/cigr/



Foto: Autor

La separación significa mucho trabajo

Tomando en cuenta a los seres humanos

Dave O'Neill

Uno de los más importantes recursos de los agricultores de subsistencia o de pequeña escala es su propia fuerza de trabajo. El logro de una cosecha de buena calidad, así como el almacenamiento, procesamiento y la venta de los productos, son tareas que requieren esfuerzos considerables. La fuerza física, la salud y la motivación son recursos tan importantes como las herramientas, los animales o las técnicas necesarias al momento de llevar a cabo las tareas. El estudio de las capacidades física y mental de los seres humanos en relación al trabajo que realizan forma parte de la ciencia de la ergonomía.

Dentro de cada hogar o comunidad deben seleccionarse alternativas y dar prioridad a ciertas tareas sobre otras. La ergonomía provee el enfoque y las herramientas necesarios para comprender cómo se pueden utilizar mejor los recursos humanos y cómo los agricultores pueden lograr mayores rendimientos de sus esfuerzos e inversiones. Las actividades de poscosecha podrían, con frecuencia, ser mejor administradas si se tomaran en cuenta los factores ergonómicos.

Existen cuatro categorías principales de actividades posteriores a la cosecha: separación, preservación, almacenamiento y transporte. La mayoría de agricultores de pequeña escala pueden, potencialmente, aumentar su eficacia y productividad en cada una de estas áreas. Antes de sugerir cómo es que la ergonomía puede contribuir con pautas para la toma efectiva de decisiones, miraremos más de cerca los tipos de trabajo que se dan en cada una de estas actividades.

Las actividades comprendidas

La **separación** o extracción comprende el separar la parte valiosa de la planta –fibra, proteína, almidón– por medio de

la trilla, el descascarillado, el prensado, el pelado o el molido. En la agricultura de subsistencia la separación implica mucho trabajo y muy duro, y las ganancias son a menudo bajas debido a las pérdidas e impurezas.

La **preservación** incluye el uso de tratamientos químicos o naturales para prevenir los daños causados por insectos y hongos. Sin embargo, también incluye procesos tales como el secado, la cocción, el ahumado y el encurtido. Con frecuencia, los agricultores de pequeña escala no cuentan con las facilidades para aprovechar estas técnicas al máximo. En la actualidad, el incentivar a los agricultores a agregar valor a los productos de su finca es considerado como una manera de aliviar la pobreza. El procesamiento efectivo, sin embargo, no se da simplemente con la introducción de nuevas tecnologías. El hogar agrícola debería tener también la capacidad de integrar estas nuevas actividades a aquellas que ya se realizan y a las divisiones del trabajo existentes.

El **almacenamiento**: aun después de una buena cosecha, la mayoría de familias agricultoras tienen dificultades para almacenar sus productos básicos entre una estación y la siguiente, especialmente en regiones semiáridas donde hay una sola cosecha al año. Es un gran reto lograr almacenar los propios productos por casi un año utilizando medios de preservación básicos. Un almacén bien construido que ofrezca una buena protección es esencial. Arreglar o mover el contenido del almacén de vez en cuando contribuye a garantizar que circule el aire, y los tratamientos eventuales para el control –natural o artificial– de plagas también pueden ayudar. Un buen almacenamiento requiere de tiempo y esfuerzo.

El **transporte** es otra labor pesada. Si los agricultores deciden vender su cosecha, la necesidad de transporte aumenta dramáticamente. Para el agricultor, esto puede significar una inversión importante de tiempo y esfuerzo físico, o el dejar de percibir utilidades al verse obligado a pagar a intermediarios para que transporten sus productos al mercado. Un aspecto importante muchas veces ignorado de la comercialización es el esfuerzo que ésta significa para las mujeres, especialmente en los hogares más pobres, donde son ellas quienes deben cargar los bienes al mercado.

Con frecuencia se sugiere que los productos se vendan localmente, como una manera de disminuir costos y esfuerzos, agregándoles valor por medio del secado o la cocción, o almacenándolos hasta que vengan tiempos de mayor necesidad. Antes de implementar estrategias para agregar valor a la producción agrícola de pequeña escala, es importante evaluarlas desde una perspectiva ergonómica para saber cuán apropiadas son estas estrategias para cada situación.

Implicancias y soluciones

La energía física y el tiempo requeridos para las actividades poscosecha representan un desgaste significativo de los recursos de los pequeños agricultores. Puede que requieran

Quando los factores ergonómicos se toman en cuenta de manera participativa, es posible evaluar cómo se utilizan el tiempo, la energía y el trabajo en una economía familiar campesina

menos esfuerzo físico que el preparar la tierra, pero por lo general se les asocia con un mayor nivel de trabajo penoso. También se da una predisposición basada en el género. En lo que se refiere a cultivos de subsistencia, por lo general son las mujeres las más involucradas en las actividades de poscosecha. Hay muy poca información publicada sobre la intensidad y la duración de estas labores, pero el Cuadro 1, compilado por Bleiberg *et al.* (1980) a partir de un estudio de mujeres rurales en Burkina Faso, muestra la cantidad de energía que generalmente gasta una mujer en las actividades relacionadas con la agricultura.

En muchos proyectos de desarrollo agrícola se asume implícitamente que el hambre y la pobreza podrían ser reducidos si los agricultores fuesen capaces de producir más cultivos de manera más regular. Con frecuencia, las necesidades y capacidades de los que participan en tales iniciativas no son tomadas en cuenta, a pesar que cada cultivo requiere del esfuerzo humano durante la preparación de la tierra, la siembra, el cuidado durante su desarrollo, la cosecha y el periodo posterior a la cosecha. Algunos puntos importantes que deberían ser tomados en cuenta incluyen el hecho de saber si aquellos que están comprometidos con las nuevas iniciativas tienen la capacidad de trabajo, reservas de energía

Actividad	Consumo de energía	
	Watts	kJ/min
estar de pie	95	5,7
caminar	210	12,6
lavar ropa	225	13,5
traer agua del pozo	285	17,1
disolver	248	14,9
moler	290	17,4
escardar	302	18,1
apisonar	317	19,0

Cuadro 1. Índice de energía usada por mujeres agricultoras en diversas actividades

(dietas adecuadas) y el tiempo para completar estas tareas de manera satisfactoria. ¿Están los niños abandonando la escuela para ayudar a sus padres con estas tareas adicionales? ¿Podrían utilizarse fuentes de energía alternativa tales como animales de tiro y están estos disponibles? ¿Podrían las herramientas que mejor se adecuan a la capacidad física de los diferentes miembros de la familia –hombres, mujeres y niños– hacer una contribución efectiva?

La producción agrícola se ve afectada cuando los recursos humanos no son bien utilizados. El que las actividades para el alivio de la pobreza obtengan resultados positivos o negativos dependerá de que se llegue a un balance entre la capacidad física de cada una de las personas que integra la unidad agrícola familiar y las opciones que se presentan como económicamente atractivas.

Jafry (2001) ha llamado la atención sobre la manera en que la labor humana es utilizada en la agricultura de pequeña escala, particularmente en las operaciones poscosecha. Ha desarrollado un «Árbol de Decisiones sobre el Factor Humano» (Human Factor Decision Tree) para contribuir a encontrar soluciones a algunos de esos problemas y garantizar que los factores humanos siempre sean tomados en cuenta en los proyectos agrícolas.

Quando los factores ergonómicos se toman en cuenta de manera participativa, es posible evaluar cómo se utilizan el tiempo, la energía y el trabajo en una economía familiar campesina. Es necesario, por lo tanto, hacer una cuidadosa apreciación del estado ergonómico de la familia campesina antes de considerar innovaciones tecnológicas o de política. Esto garantizará que las intervenciones propuestas sean adecuadas y puedan ser integradas a las prácticas existentes en la comunidad, sin poner en peligro el éxito del ciclo de los cultivos o la calidad de vida de los agricultores. ■

Dave O'Neill

Silsoe Research Institute, Wrest Park, Bedford MK45 4HS, Reino Unido

Correo electrónico: dave.oneill@bbsrc.ac.uk

Referencias

- Bleiberg, F.M., T.A. Brun, S. Goihman y E. Gouba, 1980. **Duration of activities and energy expenditure of female farmers in dry and rainy seasons in Upper-Volta.** British Journal of Nutrition 43: 71-82.
- Jafry, T., 2001. **Human considerations in crop post-harvest operations.** Silsoe Research Institute. Disponible en el Programa Poscosecha del DFID (CPHP), NR International Ltd., Kent ME20 6SN, Reino Unido (www.cphp.uk.com).



Foto: Autores

Ajustando la turbobomba

«Ahora tenemos agua de sobra y no gastamos un centavo»

GEA y la turbobomba de Polcura

Rodrigo Pizarro y Gerardo Arancibia

El poblado de Polcura, en la comuna de Navidad, se ubica a 300 kilómetros al sur de Santiago de Chile. Es una zona que se dedica principalmente a la producción de trigo, lentejas y papa pero, debido a los bajos precios de venta, sólo produce para el autoconsumo. Hasta hace unos años, la actividad agrícola productiva presentaba un bajo desarrollo debido a la escasez de agua: el estero Coquimbo que atraviesa la comuna tiene poco caudal, por lo que era imposible regar gran parte de las parcelas. Económicamente, la población sobrevivía gracias a la extracción y recolección del cochayuyo (*Duvillaea antarctica*, de la familia de las *Phaeophytas* o algas pardas) y otras algas marinas de interés comercial.

En marzo del año 2001, la municipalidad de Navidad solicitó la asesoría de Generación de Energías Alternativas (GEA) para realizar los trámites necesarios con el fin de legitimar los derechos de agua en cinco comunidades del sector. GEA es una área del Departamento de Mecánica de la Universidad Técnica Federico Santa María (con sede en Valparaíso), creada con la misión de desarrollar la investigación, aplicación y uso de las energías renovables que contribuyan a mejorar la calidad de vida de las personas, generar cultura ambiental y potenciar la utilización de los recursos locales de manera sostenible. Está formada por profesores del área de energía (solar, hidráulica y eólica) de la universidad, ingenieros investigadores, tesisistas y alumnos nacionales y extranjeros de distintas ramas ingenieriles

(mecánica, eléctrica, electrónica y ambiental). GEA se relaciona con la población a través de organizaciones gubernamentales, ONGs y organizaciones comunitarias de base (juntas de vecinos, sindicatos, centros de adelanto comunitario), siempre que estas organizaciones tengan claro cuáles son sus problemas y necesidades (energéticas y ambientales) para que en conjunto (organización comunitaria y GEA) desarrollen e implementen soluciones tecnológicas apropiadas para el usuario. Con ello se busca que la solución técnica se adapte a la situación económica y cultural de la población.

La llegada a Polcura

Al llegar a la zona y comenzar a trabajar con la población, GEA pudo reconocer rápidamente los problemas de abastecimiento de agua, así como las dificultades que enfrentaron los intentos anteriores por cambiar esta situación. En la localidad nos encontramos con cuatro sistemas convencionales para levantar agua, los cuales habían sido financiados por instituciones gubernamentales en los años anteriores. Había tres electrobombas sumergibles y una con un motor bencinero (gasolinero), pero ninguna estaba funcionando porque los costos operativos eran muy altos. Simplemente, los agricultores habían decidido no regar.

Según cuenta Jovino Moya, poblador de la zona, los agricultores tuvieron muchos problemas con la operación y

el mantenimiento de los equipos convencionales de bombeo: «Con el equipo bencinero teníamos el problema de que estamos en una zona muy alejada y para comprar bencina teníamos que trasladarnos más de 30 kilómetros, cosa que en invierno es casi imposible por el barro que se forma. Además nuestros cultivos no producían mucho, y gastábamos mucha plata en bencina, la que muchas veces no podíamos pagar. Así, terminábamos bajando al estero con baldes a sacar agua para regar las plantas, las cuales necesitaban cada vez más agua...». Otras familias se beneficiaron con los equipos eléctricos, pero estos tampoco dieron el resultado esperado. Comenzaron a excavar y no encontraban agua –cuenta Moya– o una vez que la encontraron, se toparon con la dificultad de que al poco tiempo la vertiente se había secado.

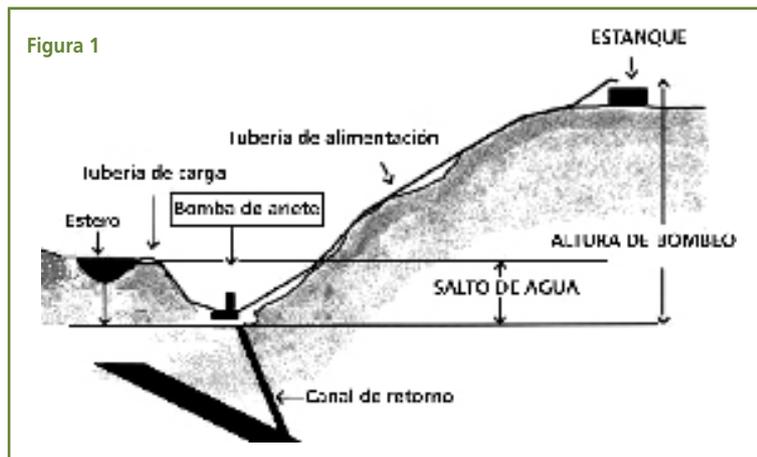
Un diagnóstico realizado con participación de la población demostró que estos sistemas convencionales de bombeo de agua (con motores eléctricos o de combustibles fósiles) no son tan adecuados para el riego pues requieren de una inversión considerable y constante para su funcionamiento, algo que los campesinos, que cuentan con escasos recursos económicos, no están en capacidad de asumir. De allí la baja o nula utilización de los sistemas de bombeo que fueron instalados, los cuales en vez de incrementar la capacidad productiva de la zona, la disminuyeron, encerrando a los habitantes de la localidad de Polcura en un ciclo de pobreza.

Surgió entonces la idea de aprovechar la energía del propio estero Coquimbo para efectuar el bombeo. La propuesta de GEA consistía en utilizar directamente la energía potencial del agua (un salto de agua) para elevarla y almacenarla en lugares altos (de más altura que el cultivo o el lugar de consumo), para luego regar por gravedad. Como el caudal del estero es escaso y sólo llega a un máximo de 5 litros por segundo, necesitábamos caídas de agua de 1,5 metros de altura como mínimo. La gente del lugar nos llevó a los posibles puntos de utilización y llegamos a determinar que existían tres caídas de agua con potencial, dos de dos metros y una de diez metros de desnivel. Además se tomaron muestras del agua para determinar tipos de sedimentos y pureza de la fuente. Con estos datos se comenzó la investigación que tuvo como objetivo actualizar tecnológicamente los antiguos sistemas de bombeo.

La primera máquina en la que se pensó fue la bomba de ariete. Tomamos los modelos disponibles y nos dimos cuenta que era factible actualizarlos tecnológicamente, y construirlos con elementos más baratos y que se podían adquirir fácilmente en una ferretería. Adicionalmente, en los laboratorios y talleres de la universidad se diseñaron y probaron otras dos alternativas, la rióbomba y la turbobomba, básicamente con dos objetivos: demostrar de manera práctica a los habitantes del lugar que era posible bombear agua a 200 metros de altura ocupando sólo la energía del río, y evaluar el desempeño del mecanismo desarrollado (materiales constructivos, bomba, etc.) en condiciones reales.

Los equipos de bombeo

Todos los equipos de bombeo hidráulico poseen la misma configuración, y la utilización de uno u otro depende principalmente del caudal del estero y de la caída de agua a utilizar. El agua del estero o río es conducida a un desarenador o cámara de carga cuya misión es limpiar el agua de hojas y arena. De allí, el fluido se introduce a la tubería de carga que va a dar al equipo de bombeo (sea de ariete, rióbomba o turbobomba) que transforma la energía hidráulica en mecánica. Parte de esta agua es bombeada a través de la tubería de alimentación al estanque acumulador, de donde será distribuida a los puntos de consumo. La otra parte retorna al lecho del río.



Bomba de ariete

Este es el equipo más simple y común, solicitado por todo aquel que necesita elevar una cantidad de agua para regar una pequeña huerta o para consumo domiciliario. El sistema se basa en el fenómeno conocido como golpe de ariete, el cual se observa cuando se interrumpe el flujo de agua cerrando bruscamente una tubería. La energía cinética que trae el agua en movimiento, al ser detenida, origina un aumento brusco o golpe de presión. Con el ariete hidráulico se producen estos golpes continuamente en un tubo que se alimenta con agua de una presa, de un río o cualquier desnivel, y se aprovechan los aumentos de presión para mandar una parte del agua que pasa por el tubo a una altura superior. Las condiciones ideales de operación del ariete incluyen un salto de agua de uno a 20 metros de altura, y un caudal de accionamiento de 20 a 90 litros por minuto. Los modelos que se encuentran con frecuencia en el mercado son de metal fundido, lo que no siempre resulta conveniente. GEA desarrolló un nuevo modelo, adaptado a las piezas disponibles en el mercado y haciendo que el equipo resulte mucho más barato. Al inicio desarrollamos una bomba de una y media pulgadas, y luego, viendo la buena aceptación que tuvo, una de tres pulgadas, que bombea más agua y es más eficiente. Utilizando un salto hidráulico de seis metros para elevar el agua a 15 metros se pueden obtener rendimientos de hasta 28.000 litros diarios. Otra gran ventaja es que estas bombas pueden ser armadas localmente, lo que permite replicarlas más fácilmente.

La rióbomba

El segundo modelo que diseñó GEA fue la rióbomba. Este modelo se diferencia del anterior al contener una rueda hidráulica sobre la cual cae el agua. El peso del agua la hace girar, transmitiendo el movimiento a una bomba de diafragma que crea la presión de bombeo. Esto le permite funcionar con

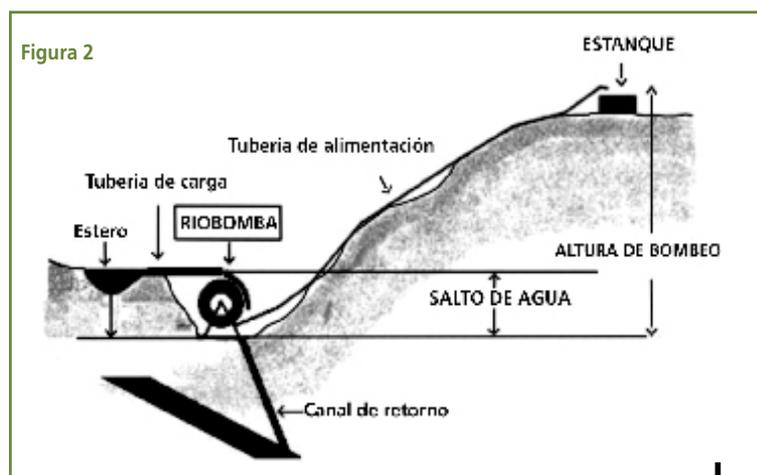
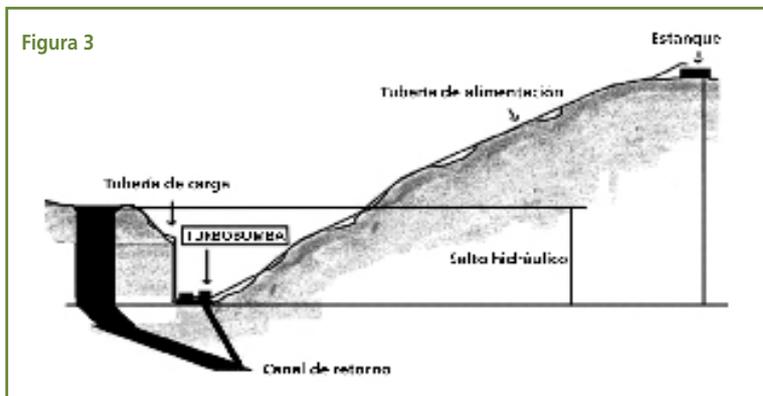


Figura 3



saltos de agua menores, mostrando resultados satisfactorios con saltos de agua de sólo uno a 2,5 metros de altura, y con caudales de accionamiento de 120 a 3.600 litros por minuto.

La turbobomba

Este tercer modelo (Figura 3) fue pensado para transformar la energía hidráulica de un estero o río en energía mecánica, usando saltos de agua superiores a los cinco metros de altura y alcanzando alturas de bombeo más grandes. Esto se logra utilizando como elemento motor una bomba centrífuga en funcionamiento inverso, y junto a ello una bomba pistón-diafragma, dimensionada de acuerdo a las necesidades de bombeo y las características hidráulicas del estero (el caudal y el salto de agua). En el interior de la bomba centrífuga, el agua hace girar las paletas de su rodete hidráulico: este movimiento es transmitido a la bomba de pistones que eleva el agua por la cañería de llenado al estanque acumulador. Como se ha podido comprobar, las condiciones ideales de operación de la turbobomba consideran saltos hidráulicos de cinco a 30 metros de altura y caudales de accionamiento de 300 a 1.800 litros por minuto, elevando a 200 metros de altura de 12 a 145 metros cúbicos de agua diarios.

Resultados

Si bien las bombas de ariete dieron resultados satisfactorios, en Polcura requeríamos elevar el agua a unos 200 metros, muy por encima de los 70 metros que obteníamos con estas bombas. Es así que optamos por la riobomba. Una vez diseñada, ésta fue instalada en un 'mingaco' (palabra derivada del quechua que describe el trabajo comunitario en beneficio de uno de sus miembros para luego ser retribuido de la misma forma), usando una antigua represa en desuso como desarenador, y reutilizando todos los materiales ocupados. Aprovechando saltos de agua bastante menores, logramos elevar hasta 3.000 litros diarios de agua, los que fueron utilizados para el consumo domiciliario de la comunidad (ducha, baño, cocina, animales y riego de pequeñas huertas). La población fue capacitada en cuanto al control y mantenimiento de la bomba, y durante un año se visitó periódicamente a los usuarios con miras a verificar la compatibilidad tecnológica y cultural de la máquina con las personas.

Pero los pobladores querían también agua para regar los nogales que habían instalado un par de años antes. Las turbobombas resultaron entonces la mejor opción para la localidad de Polcura, permitiendo la disponibilidad de agua para el riego, y beneficiando con ello a las 20 familias de la localidad. Una de las principales ventajas es que esta bomba fue instalada usando materiales que se encuentran fácilmente disponibles (piedras, arena, madera) o que son de fácil obtención en el mercado local (mangueras, tubos de PVC, etc.). Se utilizaron también mangueras de los sistemas de bombeo convencionales anteriores, sin uso actual por la

comunidad. Otra gran ventaja ha sido la versatilidad de los equipos: las versiones más pequeñas pueden ser usadas en saltos mínimos de agua, aprovechando saltos hidráulicos de tan sólo un metro de altura, con un mínimo de 20 litros por minuto de caudal (a modo de comparación, si se abre el caño del agua potable de una casa se obtienen aproximadamente 15 litros por minuto). Por otro lado, se pueden aprovechar al máximo los saltos de agua mayores: en Polcura estamos subiendo cerca de 15.000 litros diarios de agua a 200 metros de altura, utilizando un salto hidráulico de aproximadamente diez metros de alto.

El proyecto no demandó inversiones en dinero de la Junta de Vecinos de Polcura ni de la comunidad. La universidad y el municipio de Navidad donaron la máquina y la instalación, y la comunidad brindó la mano de obra. Más importante aún, el uso de estas bombas no significa ahora gasto alguno, asegurando la sostenibilidad de la disponibilidad del agua.

«Hoy tenemos agua suficiente»

Atrás quedaron los años en que los pobladores de Polcura iban a buscar agua al pequeño estero montados en una yunta de bueyes. Hoy el panorama para ellos asoma distinto, situación que hasta hace unos meses era impensable para los lugareños que toda la vida se han dedicado a la extracción del cochayuyo y otras algas de las playas de Puertecillo e Infiernillo.

Para estos pobladores, la situación es ahora distinta gracias a la turbobomba: disponen de agua para regar sus nogales que ya han producido los primeros frutos. Jovino Moya muestra orgulloso los cincuenta árboles que ya le dieron los primeros seis kilos de nueces, al mismo tiempo que cuenta que los riega día por medio, gastando 2.000 litros de agua por vez. «Son poquitos, pero ya el próximo año espero que produzcan más y poder vender». El ahorro en tiempo y esfuerzo, antes invertido en el traslado de agua, hoy es dedicado al cultivo y cuidado de las nueces, actividad mucho más productiva.

Tras los proyectos fallidos (motobombas eléctricas o con motores de bencina), la tarea de convencer a la gente de que este sistema funcionaba no fue fácil para GEA. «Hoy estamos contentos y satisfechos porque esta bomba es muy simple y funciona a las mil maravillas, no gastamos un centavo y tenemos agua en la parte alta, que es lo más importante. Es algo que nos cayó del cielo y que tenemos que cuidar y aprovechar muy bien», cuenta Jovino. Ahora están disfrutando de los buenos resultados del sistema: «incluso, no tenemos excusa para no bañarnos todos los días, porque tenemos agua de sobra y nuestras mujeres pueden plantar flores en el jardín. También podemos plantar tomates, lechugas y otras hortalizas, que antes teníamos que salir a comprar. Esto ha sido muy bueno para nosotros. Ya no viviremos solamente del cochayuyo, y con el agua podemos ver otras formas de obtener recursos. Sólo depende de nosotros, ahora tenemos que trabajar duro, porque lo que nos faltaba, el agua, ya lo tenemos». Mejor aún, ahora más comunidades quieren sumarse a esta experiencia.

Rodrigo Pizarro y Gerardo Arancibia

GEA, Generación de Energías Alternativas
Departamento de Mecánica, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Chile
Correo electrónico: gea@mec.utfsm.cl
www.mec-gea.utfsm.cl

Referencias

- Espinosa, J., 2000. **Aporte en el estudio y aplicación de bombas centrífugas como turbinas hidráulicas**. Universidad Santa María, Valparaíso, Chile.
- Espinosa, J., 1994. **Fuentes no convencionales y uso eficiente de la energía**. Comisión Nacional de Energía, Santiago, Chile.



Transportando
leche de las granjas
al tanque de
enfriamiento

Foto: ENSER/ITDG



Energía limpia para enfriar la leche

Carol Herrera y Saúl Ramírez

Rosa Salazar y sus cinco hijos viven en El Punre, un pequeño pueblo situado a 3.000 metros sobre el nivel del mar en Cajamarca, una de las principales regiones productoras de leche del Perú. Como en la mayoría de los pueblos remotos de Cajamarca, en El Punre no existen servicios básicos tales como electricidad, agua potable o un sistema de desagüe. Los agricultores de esta zona tienen ganado lechero y cultivan pequeñas parcelas donde producen para su propio consumo.

La familia Salazar ha estado trabajando en el negocio del acopio y venta de leche fresca durante siete años. Alrededor de 200 familias, criadoras de ganado lechero de las zonas circundantes, traen su leche a la granja de los Salazar, donde es almacenada en un tanque de enfriamiento hasta que pueda ser recolectada por INCALAC, una de las empresas lecheras que recolecta y procesa la leche en la región de Cajamarca.

Aunque el negocio fue iniciado en 1998 con el asesoramiento de los administradores de INCALAC, la familia Salazar tuvo que enfrentar una serie de dificultades apenas iniciadas las operaciones. Compraron un motor diesel en Cajamarca para impulsar el tanque de enfriamiento que tiene una capacidad total de 6.900 litros, pero muy pronto se dieron cuenta que operar este motor resultaba muy caro, pues consumía 30 litros de petróleo diesel al día, a un costo de alrededor de 600 USD mensuales. Transportar el petróleo hasta la granja era caro y difícil, especialmente durante la época de lluvias cuando el estado de la carretera se deteriora, además de que el motor necesitaba mantenimiento y reparaciones frecuentes.

Aprovechando una fuente de energía local

En el año 2001, luego de luchar durante tres años para solventar los costos operativos del motor, Rosa y su hijo

mayor, Javier, se enteraron de la existencia de un proyecto de ITDG (Intermediate Technology Development Group) en el Perú para promover pequeñas plantas hidroeléctricas, como una alternativa energética para lugares aislados. El proyecto ofrecía asistencia técnica y financiera en la instalación de microturbinas para la generación de energía hidroeléctrica.

La existencia de un manantial que fluye hacia un pequeño río cerca de la casa de los Salazar, los llevó a pensar que la construcción de un pequeño sistema hidroeléctrico era una buena forma de proporcionar energía alternativa para el funcionamiento de su tanque de enfriamiento. Se pusieron en contacto con el proyecto de ITDG y, luego de una serie de visitas para evaluar su situación, el personal del proyecto estuvo de acuerdo en que sería técnica y financieramente factible instalar una pequeña turbina en su propiedad. La energía generada por ésta sería suficiente para enfriar la leche y también podría proporcionar electricidad para otros usos. El costo total sería de 28.000 USD; de los cuales el 60 por ciento sería cubierto por un préstamo otorgado a través del sistema de crédito de fondo revolvente, establecido por el proyecto. El 40 por ciento restante debería ser invertido por la familia Salazar.

A mediados del 2003, la microcentral hidroeléctrica (MCH) de 30 kilowatts había sido construida; se instaló una pequeña red eléctrica y los Salazar fueron capacitados para la operación, el mantenimiento y el manejo de la planta. La pequeña MCH proporciona hoy toda la energía que necesita la unidad de enfriamiento y sobra además una buena cantidad de energía que puede ser utilizada para otras actividades. La MCH suministra electricidad a diez familias vecinas y al colegio del pueblo. También suministra energía a una unidad para

cargar baterías utilizada por 60 familias que viven en el cercano pueblo de Quinuamayo y sus alrededores. Antes de la existencia de la planta hidroeléctrica, estas familias debían viajar largas distancias para cargar sus baterías, las cuales son utilizadas para proporcionar electricidad a sus casas.

Para aprovechar la energía adicional disponible, Rosa Salazar también compró un pequeño molino, lo conectó a la planta y comenzó a ofrecer sus servicios a la comunidad. Rosa opera el molino, mientras su hijo Antonio está a cargo del servicio de recarga de baterías y la operación y el mantenimiento general de la planta hidroeléctrica.

Gracias a la electricidad generada por la pequeña planta, las familias vecinas tienen hoy acceso a la radio y la televisión. A través de estos medios, los agricultores obtienen mayor información sobre asuntos de interés para su vida cotidiana, como la educación y la salud. También se mantienen informados en cuanto a noticias regionales y nacionales, lo que los motiva a participar en las reuniones de la comunidad. Javier actúa como líder de la comunidad con el apoyo de sus vecinos, quienes se sienten representados. Se han convertido en un grupo social activo y organizado, involucrándose regularmente en debates, y su capacidad de gestión ha aumentado notablemente.

Energía hidroeléctrica al servicio de la comunidad

La iniciativa de la familia Salazar ha hecho posible comenzar a aprovechar una fuente de energía local renovable. Su pequeña planta hidroeléctrica, operada por ellos mismos, ayudará a cubrir las necesidades de energía de la comunidad local durante muchos años.

El suministro de electricidad es ahora mucho más confiable y la calidad de la leche ha mejorado. Como resultado de ello, los ingresos de los criadores de ganado lechero de la zona son mayores

Con la ayuda del proyecto, los Salazar fueron capaces de hacer una inversión inicial considerable que será rentable a mediano plazo. Tomando en consideración sólo los 600 USD que serían gastados al mes en combustible para el motor diesel, la inversión total para la planta hidroeléctrica será liquidada en menos de cuatro años. Sin embargo, hay una serie de otros beneficios económicos directos e indirectos para la familia Salazar y la comunidad circundante.

El suministro de energía es ahora más confiable. La electricidad proporcionada por el motor diesel era irregular, debido a la necesidad de mantenimiento frecuente y

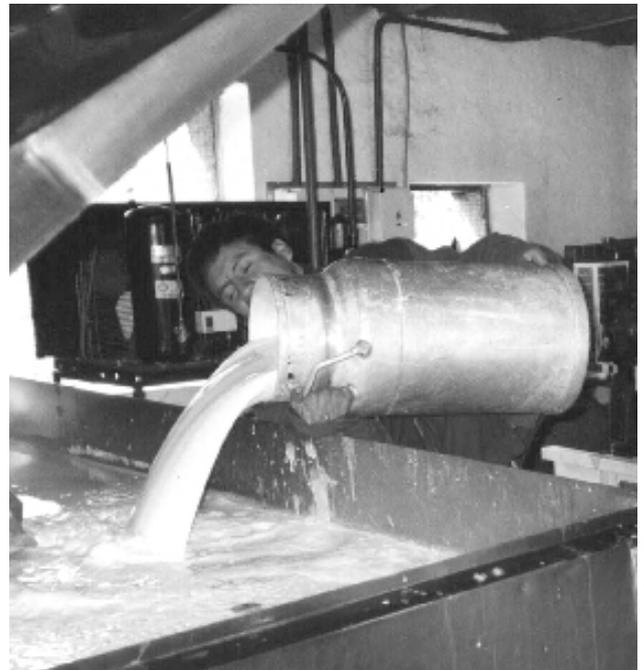


Foto: ENISER/ITDG

La leche de 200 pequeñas granjas lecheras es recolectada y almacenada en el tanque de enfriamiento

reparaciones constantes. Siempre existía el riesgo de deterioro de la calidad de la leche almacenada, lo cual tenía como consecuencia precios más bajos pagados por INCALAC, o incluso de que la leche se cortara y fuera necesario botarla. El suministro de electricidad es ahora mucho más confiable y la calidad de la leche ha mejorado. Como resultado de ello, los ingresos de los criadores de ganado lechero de la zona son ahora mayores.

Para la comunidad local también hay muchos beneficios: 70 familias tienen ahora acceso a energía limpia generada por la microplanta hidroeléctrica; las casas de diez familias están conectadas a una pequeña red eléctrica y otras 60 familias utilizan la energía producida por la planta para cargar sus baterías. Estas familias han reducido significativamente el uso de lámparas de kerosene, lo cual a su vez ha llevado a una importante disminución de la contaminación interna en las casas (causada por los vapores de kerosene y velas) y consecuentemente a una reducción de las enfermedades respiratorias de madres y niños. Se ha vuelto más fácil para los niños hacer sus tareas escolares, ya que sus ojos no están irritados ni lagrimean.

El colegio primario local también está conectado a la red eléctrica. Una ventaja adicional para los niños y madres gestantes es que ahora pueden mantener refrigeradas las vacunas y participar en los programas gubernamentales de vacunación.

Carol Herrera y Saúl Ramírez

ITDG, Oficina Regional para América Latina

Av. Jorge Chávez 275, Lima 18, Perú

Correo electrónico: carolh@itdg.org.pe; saul@itdg.org.pe

Uso de secadores solares para el procesamiento de cultivos en la amazonía peruana



Jan Banout, Petr Ehl, Bohdan Lojka, Jana Lojkova y Zbynek Polesny

Las energías de fuentes alternativas como la solar, que contrarresten el uso intensivo de la biomasa forestal o de combustibles fósiles, constituyen una innovación técnica muy importante para frenar el proceso de deforestación que amenaza la sostenibilidad y la biodiversidad en la amazonía.

Pucallpa, una ciudad de 250.000 habitantes en la ribera del río Ucayali, es el puerto de enlace de la región amazónica peruana con el resto del país. Durante los últimos 50 años la región circundante ha sufrido una deforestación a razón de 20.000 hectáreas anuales (Portillo, 1994). La actual política forestal del Perú, como en todos los países de la región, es contraria a la destrucción de los bosques. Sin embargo, los niveles de pobreza en las erosionadas tierras altoandinas han generado procesos migratorios hacia la región amazónica, los que continúan en la actualidad y son uno de los factores de deforestación de sus bosques.

El uso de la tierra en los alrededores de Pucallpa es muy heterogéneo. Algunos habitantes tienen ranchos ganaderos de pequeña escala, otros practican la agricultura de roza y quema, y también establecen cultivos permanentes, dejando una cantidad significativa de tierras en barbecho (Fujisaka y White, 1998). Los bosques relictos en los que las especies maderables más valiosas han sido ya agotadas están siendo talados progresivamente para sustituirlos por cultivos de ciclo anual o semiperennes de uno o dos años. Luego de la cosecha, los campos se destinan a pasturas (recientemente también a cultivos perennes) o se permite que crezca vegetación secundaria con el fin de recuperar las capacidades del suelo así como para controlar el crecimiento de maleza (normalmente no se utilizan fertilizantes ni herbicidas en las etapas tempranas del desarrollo de la frontera agrícola). Los principales cultivos de la región son maíz, yuca (mandioca), banano y una gran variedad de frutas.

En el año 2003, la Universidad Checa de Agricultura, con la cooperación de la Universidad Nacional de Ucayali y Fuerza por la Selva Viva (FUSEVI), una ONG local, inició un proyecto en Pucallpa con el objetivo central de desarrollar tecnologías sostenibles simples para mejorar los sistemas locales de producción, con la participación directa de los productores, a través de la metodología conocida como el Desarrollo Participativo de Tecnologías (DPT).

El secado de productos

Uno de los principales problemas descubiertos en el diagnóstico participativo realizado al iniciar el trabajo es la falta de procesamiento de los productos agrícolas, por lo que los agricultores no tienen otra alternativa que la venta directa de sus productos a precios muy bajos. Un ejemplo de esto es el banano: en temporada alta es muy difícil que su precio local de venta alcance para cubrir los costos de transporte que los agricultores tienen que pagar para llevar su producción al mercado. Esto muestra la necesidad de desarrollar tecnologías simples de procesamiento del banano para añadir valor al

producto, al mismo tiempo que se mejoran sus posibilidades de almacenamiento. Lo mismo sucede con otras frutas perecibles como la papaya y la piña.

El secado de productos alimenticios es visto como la técnica de conservación más eficiente para la mayoría de los cultivos tropicales que se producen en la región de Pucallpa. Pero el acceso a la red eléctrica en muchas áreas rurales de esta región es limitado o poco confiable, y la electricidad resulta demasiado costosa para la mayoría de los productores. Lo mismo sucede con el petróleo y otras alternativas energéticas; su alto precio impide su uso masivo para el procesamiento de productos.

Algunos agricultores utilizan técnicas sencillas de secado, por ejemplo para la pimienta o para el banano destinado a la producción de harina. La técnica más común de secado consiste en la exposición directa a la luz solar sobre planchas de metal o láminas de plástico negro. Pero estas técnicas locales no son adecuadas para el secado de frutas y otros productos que tienen niveles de humedad más altos: de aquí la necesidad de una alternativa para conseguir el nivel de procesamiento deseado. El hecho de no tener acceso a sistemas de energía convencionales como la electricidad, obliga a utilizar un secador solar que aproveche la circulación natural de aire. Otro factor positivo del secador solar está en que previene la contaminación de los productos que resulta del contacto con polvo o insectos. Al secarse de la manera usada localmente, los productos están expuestos a esta contaminación, así como a los efectos de cambios climáticos repentinos.

En estas condiciones, los secadores de energía solar con circulación natural de aire se vuelven cada vez más atractivos como propuesta con fines comerciales. Entre los principales aspectos que hacen económicamente competitivo al secador solar frente a las técnicas locales, están los siguientes:

El secador de energía solar pasivo integral



Foto: J. Banout

- requiere menos espacio que las técnicas locales al aire libre para el secado de la misma cantidad de productos;
- se logran productos secos en mayor cantidad y con mejor calidad, pues los hongos, insectos y roedores difícilmente pueden infestar la cosecha durante el proceso de secado;
- el periodo de secado es más breve que el de las técnicas locales al aire libre;
- los gastos de inversión y mantenimiento son relativamente bajos gracias al uso de mano de obra y de materiales disponibles localmente para su construcción.

Diversas iniciativas han permitido desarrollar dos tipos de secadores basados en la energía solar, los cuales conservan muchas de las ventajas de las técnicas tradicionales de secado al aire libre: el secador pasivo indirecto o de distribución, y el secador pasivo directo o integral.

En los secadores de distribución, también conocidos como secadores pasivos indirectos, los cultivos se colocan en bandejas o estantes dentro de una cámara oscura de secado y se calientan con el aire circulante, entibiado durante su flujo a través de un colector solar termosifónico de goteo de baja presión. Dado que la radiación solar no incide directamente sobre el producto, se evita la cristalización del azúcar y el

daño por exposición directa al calor. Estos secadores son recomendables para algunas frutas y alimentos perecibles cuyo contenido vitamínico se reduce considerablemente al exponerse de manera directa al sol. Asimismo, son adecuados para preservar el color de algunos productos con alto grado de pigmentación, que también se ven severamente afectados en la exposición directa al sol (Ekechukwu y Norton, 1997).

En el secador de tipo integral, también llamado secador solar pasivo directo, los productos son colocados en una cámara de secado con una cubierta superior transparente que permite la exposición al sol necesaria en el proceso de secado. De esta manera, la radiación solar incide directamente sobre el producto. El calor extrae la humedad de los productos, disminuyendo al mismo tiempo la humedad relativa del aire interior, lo que aumenta su capacidad de evacuación de vapor. (Brenndorfer *et al.*, 1985).

Para la misma capacidad de carga, la construcción de los secadores solares integrales es más sencilla y menos costosa que la de los secadores de distribución. Sin embargo, los integrales tienen algunas desventajas, como el sobrecalentamiento localizado (que causa daños en la parte de los cultivos que está expuesta a la luz), o también que presentan tasas de secado relativamente lentas por su escasa capacidad de remoción del vapor. Para superar estas limitaciones puede emplearse una chimenea solar, que incrementa la fuerza que tiene la corriente de aire entrante, generando así una mayor velocidad de circulación de aire y, por tanto, una tasa de eliminación del vapor más rápida.

Diseño de infraestructura experimental

Considerando que ofrece mayores ventajas, en este proyecto se decidió construir un secador de energía solar pasivo integral para probar su utilidad en el secado de los productos locales. Básicamente, el secador es una caja de madera de 120 por 160 por 60 centímetros (ver foto), con una capacidad máxima de carga de cinco a diez kilogramos de frutas frescas u hortalizas. La cubierta superior es movable para facilitar la carga y descarga, y tiene una ventana de vidrio que permite el paso de los rayos solares. El interior del secador está pintado en negro mate para una mejor absorción de la luz. El fondo y los costados se aíslan para que la pérdida de calor sea mínima.

En la parte delantera del secador se abren ranuras por las que entra el aire del exterior, cuya temperatura se eleva y al circular entre los compartimentos asegura el proceso de secado. El aire caliente absorbe la humedad de los productos y sale del secador por una abertura en la parte superior. Para asegurar una mejor circulación se utiliza una chimenea de dos metros y medio de largo. La variación de esta medida permite regular la circulación del aire.

En la construcción de este secador se utilizaron sólo materiales disponibles en el mercado local de Pucallpa; el costo de los materiales fue ligeramente superior a los 500 soles (unos 160 USD), sin incluir el costo de la mano de obra.

Para probar la utilidad del secador se seleccionaron algunos productos que cultivan los agricultores de los alrededores de Pucallpa: banano (*Musa spp.*), piña (*Ananas comosus*) y papaya (*Carica papaya*). Se eligieron seis variedades locales de banano, una de las cuales se utiliza para cocinar (inguiri), y otras que se consumen como postre (seda, isla, muquichi, manzana y capirona). La preparación de la fruta para el secado consistió en el lavado, pelado y rebanado en lonjas de cinco milímetros. Con excepción de la papaya, no se realizó ningún tipo de tratamiento en los productos a secar; la mitad de la papaya fue colocada en una solución de un kilogramo de azúcar en dos litros de agua a 70 grados centígrados durante dos horas.

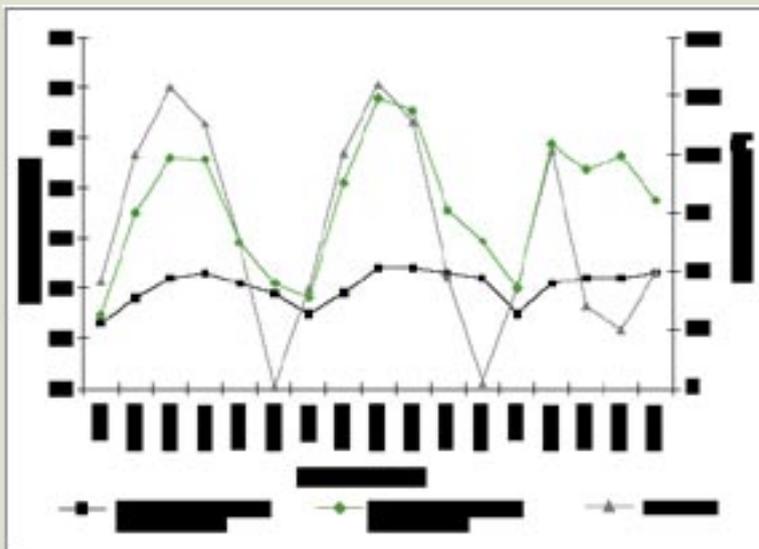


Gráfico 1. Variación de temperatura del aire en el exterior y en el interior del secador durante el secado del banano

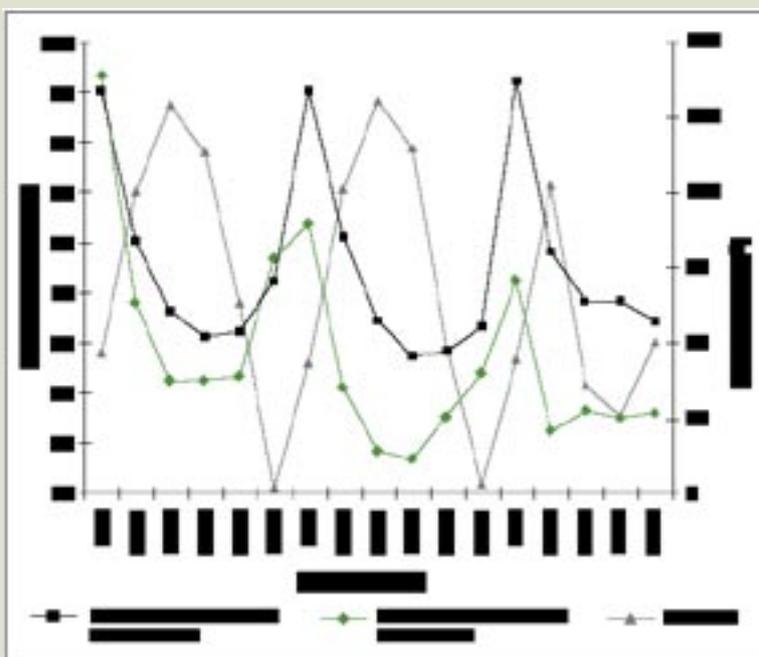


Gráfico 2. Variación de la humedad relativa del aire en el exterior y el interior del secador durante el secado del banano

Resultados del experimento

Durante el secado se midieron los siguientes factores: temperatura ambiental (°C), temperatura interior del secador (°C), humedad relativa del aire en el ambiente (%), humedad relativa del aire en el interior del secador (%) e insolación (W/m²). Los cambios en estos factores se representan en los Gráficos 1 y 2.

La duración del proceso de secado del banano dependió de su contenido de azúcar y almidón. Por ejemplo, la variedad inguiri puede secarse desde un contenido inicial de humedad de 64 por ciento hasta un contenido final de 8,5 por ciento en ocho horas de secado. Por otro lado, algunas variedades de bananos consumidos como postre (muquichi, seda o manzana), con mayor contenido de azúcar, requirieron alrededor de 27 horas de secado. En este periodo, el contenido de humedad inicial de 70 por ciento disminuyó hasta un nueve por ciento. La piña se deshidrató de una humedad inicial de 87 por ciento hasta un 8,4 por ciento en 17 horas. La papaya tuvo un proceso de 22 horas. La diferencia en el contenido de humedad fue evidente al comparar la papaya «simple» (sin tratar) con la que fue enriquecida en azúcar: la «simple», con una humedad inicial de 91,5 por ciento alcanzó una humedad final de 18 por ciento; la enriquecida pasó de un 85,7 por ciento inicial a una humedad final de 13,8 por ciento, con mejores características físicas. Estos resultados se ilustran en los Gráficos 3 y 4.

Conclusiones

Los resultados obtenidos muestran claramente que aún en condiciones de alta humedad relativa del aire (80 a 85 por ciento en la región de Pucallpa), el secado de productos de la agricultura local representa una posibilidad real para el procesamiento y su conservación. El contenido final de humedad en las frutas deshidratadas, con un rango de ocho a 18 por ciento, es adecuado para evitar las pérdidas por hongos u otras formas de infestación. El uso de secadores de energía solar con circulación natural de aire permite a los agricultores procesar sus productos con insumos mínimos, y sin necesidad de estar conectados a la red eléctrica de la región ni de usar petróleo u otros combustibles.

Los secadores de energía solar descritos en este artículo tienen muchas ventajas en comparación con los métodos acostumbrados de secado al aire libre, empezando por el hecho de que hacen posible el procesamiento de la producción local. Estos secadores no sólo permiten el secado de los productos, sino que este proceso se realiza de una manera más higiénica: la calidad de los productos es mejor al haber menor posibilidad de contaminación por contacto con polvo o insectos. Asimismo, el secador reduce los tiempos de secado, evitando el deterioro de los productos por una larga exposición a la intemperie. Otra gran ventaja está en que permite prescindir de los sistemas de energía convencionales.

Los productos secos o deshidratados son artículos novedosos para los agricultores. Los primeros intentos para integrar estos nuevos productos al mercado local han generado mucho interés. Para los agricultores, procesar su producción puede traer mayores ingresos que la comercialización directa de frutas frescas. Por ejemplo, una piña de dos kilogramos puede llegar a producir 200 gramos de producto seco. Un grupo de productores locales llevó bolsas de 25 gramos al mercado, y cada una fue vendida a un sol (aproximadamente 30 centavos de dólar). De esta manera fue posible obtener hasta ocho soles por piña: si el agricultor la hubiese vendido fresca, hubiera obtenido un ingreso no mayor a un sol por piña.

Algunos informes muestran que existe una demanda importante de productos deshidratados en ciudades como Lima, lo que ha motivado un gran interés de los agricultores

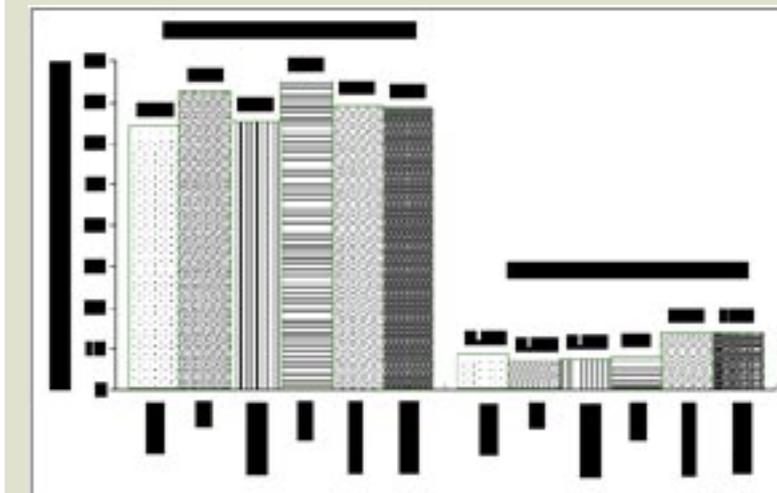


Gráfico 3. Contenido inicial y final de humedad en diferentes variedades de banano

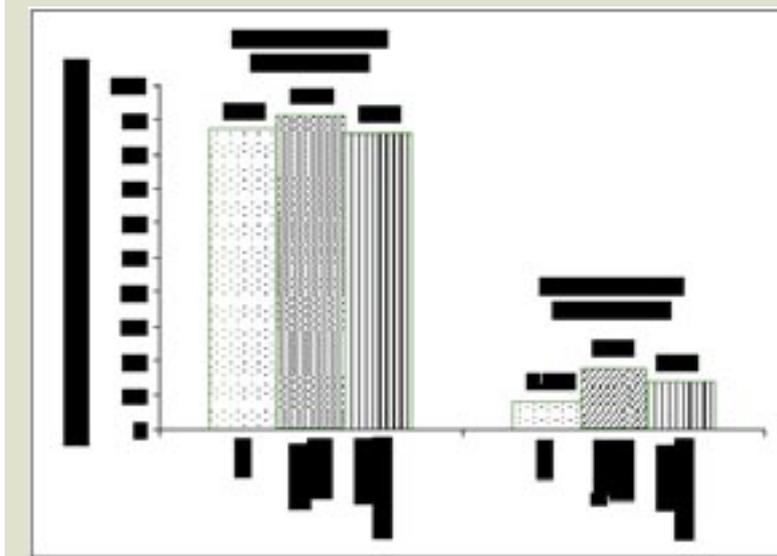


Gráfico 4. Contenido inicial y final de humedad en piña y papaya

de Pucallpa por integrarse a este mercado. De igual modo, un empresario local ha manifestado su interés en producir secadores. Por ello, mirando al futuro, se están construyendo ya más secadores, con una probable reducción de costos al estarse probando la utilización de materiales alternativos. Del mismo modo, se está probando su uso con otros productos, apuntando a un mayor aprovechamiento de sus posibilidades. ■

Jan Banout, Petr Ehl, Bohdan Lojka, Jana Lojkova y Zbynek Polesny

Instituto de los Trópicos y Subtrópicos, Universidad Checa de Agricultura, Praga

Kamycka 129, Praha 6 - Suchdol, 16521 República Checa

Correo electrónico: Jan.Banout@seznam.cz; Banout@itsz.czu.cz

Reconocimiento

Esta investigación se realiza en el marco del proyecto checo de ayuda al Perú No. 80/03-06/Mze/B.

Referencias

- Brenndorfer, B., L. Kennedy, C. O. O. Bateman, C. G. Mrema, y C. Wereko-Brobby, 1985. **Solar Dryers - Their Role in post Harvest Processing**. Commonwealth Secretariat Publications, Londres, Reino Unido.
- Ekechukwu, O. V. y B. Norton, 1997. **Experimental studies of integral-type of natural-circulation solar-energy tropical crop dryers**. Energy Convers. Mgmt. Vol. 38 (14), pp. 1483-1500.
- Fujisaka, S. y D. White, 1998. **Pasture or permanent crops after slash-and-burn cultivation? Land-use choice in three Amazon colonies**. Agroforestry Systems 42, pp. 45-59.
- International Labour Organization, 1986. **Solar Drying: Practical Methods of Food Preservation**. International Labour Office / Organización Internacional del Trabajo, OIT, Ginebra, Suiza.
- Portillo, Z., 1994. **Sustainable farming in the Peruvian Amazon**. IDRC Report, Vol. 22, No. 3. Ottawa, Canadá.



Foto: Lylilian Rodriguez

Colocando el biodigestor en la zanja

Los biodigestores en los sistemas agrícolas ecológicos

T. R. Preston

En el pasado, los biodigestores fueron considerados principalmente como una manera de producir gas combustible a partir de materia orgánica de desecho. Debido a la creciente importancia del uso sostenible de los recursos naturales en los sistemas agrícolas, hoy se aprecia el papel de los biodigestores en una perspectiva mucho más amplia y, específicamente, por su aplicación potencial para el reciclaje de los nutrientes de las plantas. Esto puede contribuir en la reducción de la dependencia de los fertilizantes sintéticos y hacer más fácil el cultivar orgánicamente.

La introducción de biodigestores de plástico de bajo costo, basados en el uso de láminas de polietileno soldadas en forma tubular, ha puesto esta tecnología al alcance de un número mayor de usuarios. La simpleza del proceso de instalación ha facilitado la difusión de la tecnología de agricultor a agricultor. Avances recientes se han centrado en la integración del biodigestor dentro del sistema agrícola y han demostrado que el proceso de biodigestión produce mejoras importantes en el valor del estiércol de ganado como fertilizante para los cultivos, como también para las plantas acuáticas o los peces cultivados en estanques.

El biodigestor en el sistema agrícola

Para que un sistema agrícola sea sostenible, debe haber una relación muy directa entre los diversos componentes que interactúan en la conversión de la energía solar y los nutrientes de la tierra en alimentos de origen animal y vegetal.

Al estar estrechamente integrado al sistema agrícola un biodigestor puede:

- ser una fuente renovable de combustible para cocinar y para la iluminación, reduciendo la necesidad de leña y el trabajo que implica recogerla. Esto es especialmente importante para las mujeres y los niños. Además, cocinar con biogás deja los utensilios de cocina mucho más limpios y la ausencia de humo mejora la salud de las mujeres y los niños que pasan gran parte de su tiempo en la cocina y que a menudo sufren de problemas respiratorios e irritaciones de los ojos;
- mejorar la calidad del estiércol que alimenta al biodigestor, lo que produce un fertilizante de alta calidad para los cultivos, como también para las plantas acuáticas o los peces cultivados en estanques;
- mejorar las condiciones sanitarias de la granja y reducir la propagación de parásitos y bacterias potencialmente dañinas, al eliminar y descontaminar el estiércol y otros desechos orgánicos;
- mejorar el medio ambiente al reducir la dependencia de la leña, resultando en un índice menor de deforestación. Si el biogás es utilizado, también se reduce la emisión de metano (un gas de invernadero que contribuye al calentamiento global) a la atmósfera.

El proceso de biodigestión

Los cambios que ocurren en el sustrato durante el proceso de digestión han recibido relativamente poca atención y la

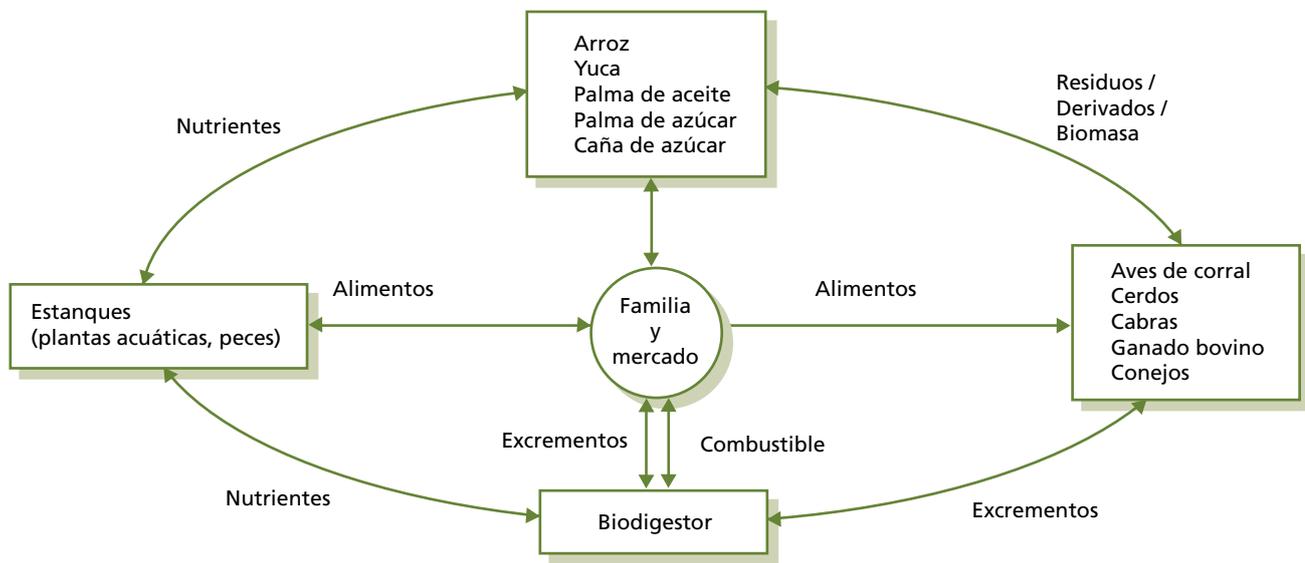


Diagrama 1. El sistema agrícola integrado

preocupación principal se ha centrado en los temas de salud y medio ambiente. Recientemente, se ha empezado a prestar más atención al valor del efluente como fertilizante. Por ejemplo, está demostrado que la producción de biomasa y el contenido proteínico del follaje de la yuca aumentan significativamente cuando esta planta se fertiliza con efluentes del biodigestor, derivados de estiércol de cerdo o vaca, en comparación con la misma cantidad de nitrógeno aplicado como abono crudo.

Hay informes de resultados similares en el caso de las lentejas de agua (*Lemna spp.*) cultivadas en estanques fertilizados con el efluente o el abono crudo. Informes producidos en China afirman que la productividad en los estanques de peces es mayor cuando se utiliza el efluente de los biodigestores en vez del abono crudo. En Camboya, muchas investigaciones han confirmado el valor superior del efluente de un biodigestor alimentado con estiércol de cerdo al compararlo con el mismo estiércol, con un nivel similar de nitrógeno, aplicado directamente al estanque.

El proceso de fermentación que se da en los biodigestores transforma el carbón orgánicamente ligado en dióxido de carbono gaseoso y metano. El proceso anaeróbico (sin oxígeno) y el largo tiempo transcurrido dentro del biodigestor eliminan a la mayoría de organismos, incluso a los parásitos intestinales, que pueden causar enfermedades. De esta manera, el estiércol es mejorado química y biológicamente a partir del proceso de fermentación.

Diseño y construcción

La mayor parte del trabajo de desarrollo de los biodigestores ha sido enfocada desde el punto de vista de la ingeniería, con el fin de maximizar la producción de gas y su eficiencia al mejorar el diseño y la construcción del biodigestor. Se han realizado muy pocos cambios en el diseño básico del sistema de dosel (cubierta) flotante desarrollado en India o el sistema de desplazamiento de líquidos desarrollado en China. El costo relativamente alto de estos sistemas, y el hecho de que su construcción sólo puede ser realizada con éxito por técnicos calificados, han sido los mayores impedimentos para su adopción generalizada. En casi todos los lugares en los que estos sistemas han sido introducidos, en general han sido subsidiados por los gobiernos o por organismos de ayuda.

El biodigestor de manga de lámina de polietileno es una tecnología más económica y simple, que permite a los agricultores de pequeña escala producir gas. Es atractiva para

los habitantes del campo debido a su bajo costo de instalación y, por lo tanto, también del gas, así como a la mejora en la calidad del ambiente que resulta de su uso. Puede ser utilizado en zonas rurales o urbanas, tanto en lugares planos como donde el paisaje es accidentado. La introducción de este sistema ha permitido que los biodigestores estén al alcance de una mayor cantidad de personas (se estima, por ejemplo, que en la actualidad hay más de 30.000 usuarios de esta tecnología en Vietnam). Ya no es necesario obtener subsidios para la compra de los materiales de construcción, pues éstos pueden ser adquiridos en la mayoría de ciudades de los países en vías de desarrollo.



Biodigestor fabricado con una manga de lámina de polietileno de 1,2 m de diámetro por 6 m de largo, conectado a un corral de cerdos con 20 animales y cercado con moreras. Finca Ecológica Tosoly, Fundación Universidad de Agricultura Tropical (UTA Foundation), Guapotá, Santander, Colombia

Foto: Lylian Rodriguez

Un componente esencial del sistema de manga de lámina de polietileno es la instalación de un tanque para gas, de preferencia sobre el techo de la cocina, lo más cerca posible al fogón donde se utilizará el gas. Esto se debe a que la presión del gas en el biodigestor es muy baja, y si el tanque está ubicado a mucha distancia de la cocina, la velocidad del flujo de gas a lo largo de la tubería será demasiado lenta y no alcanzará para mantener la llama en el fogón. Tener el tanque cerca del punto donde el gas será utilizado permite reducir al mínimo las pérdidas por fricción. Cuando se necesita mayor presión de gas es fácil pasar una faja alrededor del tanque para aumentarla.

La naturaleza relativamente frágil de las láminas de polietileno es un punto débil del sistema y su modo de operación es relativamente ineficiente si se compara con el de otros biodigestores más sofisticados. Sin embargo, también en comparación con otros sistemas, el precio de construcción del biodigestor de manga de polietileno es muy bajo, como son los requerimientos de habilidades necesarias para construirlo. El precio de la manga de polietileno es sólo de diez USD, y reemplazarla toma entre tres y cuatro horas. Todos los demás componentes pueden ser vueltos a usar luego de cambiar el polietileno.

Conclusiones

La importancia creciente de desarrollar prácticas agrícolas que estén en armonía con el medio ambiente y que hagan un uso pleno de los recursos locales está generando un clima favorable para la promoción de biodigestores. Sin embargo, todavía es mucho lo que necesitamos hacer para lograr un mayor conocimiento de los biodigestores como componentes integrados de los sistemas agrícolas. Necesitamos conocer más sobre los cambios que se producen en las características químicas y biológicas del substrato durante el proceso de biodigestión para poder hacer un uso más eficiente del efluente como fertilizante para plantas terrestres y acuáticas o en los estanques para peces.

Además, el diseño y la construcción de los biodigestores todavía pueden mejorarse y necesitan desarrollarse más para reducir los costos de instalación y aumentar la eficiencia con la que los materiales incorporados se convierten en biogás y fertilizantes.

T. R. Preston

Finca Ecológica Tosoly, AA #487, Santander, Colombia
Correo electrónico: regpreston@utafoundation.org

Referencias

- Botero, R. y T. R. Preston, 1995. **Biodigestor de bajo costo para la producción de combustible y fertilizante a partir del estiércol.** Manuscrito inédito. CIPAV, Cali, Colombia.
- Bui Xuan An., L. Rodríguez, S. V. Sarwatt y T. R. Preston, 1997. **Installation and performance of low-cost polyethylene tube biodigesters on small-scale farms.** World Animal Review, Número 88, FAO Rome. <http://www.fao.org/ag/AGA/agap/frg/feedback/war/W5256t/W5256t06.htm>
- Bui Xuan An. y T. R. Preston, 1999. **Gas production from pig manure fed at different loading rates to polyethylene tubular biodigesters.** Livestock Research for Rural Development, (11) 1, 11.
- Pich Sophin y T. R. Preston, 2001. **Effect of processing pig manure in a biodigester as fertilizer input for ponds growing fish in polyculture.** Livestock Research for Rural Development. (10) 6. <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd13/6/Pich136.htm>
- Preston, T. R., 1999. **Recycling Livestock Wastes,** Fundación UTA (Ver la sección Fuentes, p. 38 de este número de LEISA).
- San Thy, 2003. **Management and utilization of biodigesters in integrated farming systems.** <http://www.mekarn.org/msc2001-03/theses03/santhlitrevapr27.htm>

Instalando un biodigestor

Elegir el lugar

El primer paso antes de instalar el biodigestor es identificar la ubicación más adecuada. Esta deberá estar cerca del corral del ganado donde se producen los desechos. Es una ventaja si los desechos del corral pueden ser escurridos con agua y luego, por gravedad, hacer que fluyan directamente hasta la entrada del biodigestor. Es relativamente fácil transportar el gas por una tubería, pero difícil y tedioso transportar los desechos.

Preparar el sitio

Una vez que el lugar ha sido elegido, el siguiente paso es determinar el tamaño del biodigestor. Como regla general, los desechos producidos por diez cerdos de engorde requerirán un biodigestor con una capacidad líquida de cuatro metros cúbicos. En promedio, el 80 por ciento de la capacidad total del tubo será ocupado por el estiércol líquido, así que para procesar un volumen líquido de cuatro metros cúbicos se necesitará un biodigestor de diez metros de largo.

Para que quepa un biodigestor de ese tamaño será necesario cavar una zanja de las siguientes dimensiones: 90 cm ancho en la parte superior; 90 cm de profundidad; 70 cm de ancho en la parte inferior; 10 m de largo.

Al cavar la zanja es importante considerar que los lados y el piso deben ser lisos, sin piedras o raíces que sobresalgan y puedan dañar la lámina de plástico. Los lados deberán ser inclinados para evitar que la zanja colapse. El suelo deberá tener una ligera pendiente para permitir el flujo continuo de estiércol líquido (purín) a lo largo del biodigestor: la tierra que se saca de la zanja deberá ser llevada lejos de los bordes, de manera que no caiga sobre el plástico a causa de movimientos alrededor del biodigestor o por las lluvias.

Preparar el biodigestor

La lámina de polietileno viene de la fábrica en rollos que pesan alrededor de 50 kg. Los rollos deben ser manejados cuidadosamente, especialmente en los bordes, y deberán ser almacenados y manejados en posición horizontal. Poner una vara de acero (o un palo de bambú) a través del centro del rollo facilita las cosas al medir el largo requerido para fabricar el biodigestor. Si la zanja para el biodigestor mide diez metros de largo, deberán añadirse 75 cm adicionales de lámina a cada extremo del tubo para que puedan ser envueltos alrededor de las tuberías de entrada, de manera que el largo total a ser cortado será de 11,5 metros.

Se necesitan dos medidas de lámina de polietileno para confeccionar dos tubos, ya que es necesario que un tubo sea encajado dentro del otro como refuerzo. Cuando el segundo tubo de plástico sea insertado dentro del primero, se debe tener cuidado que los dos encajen de manera ajustada, sin dobleces ni arrugas.

Materiales necesarios para construir el biodigestor

- Manga de lámina de plástico (polietileno) transparente, en largo suficiente para dos tubos.
- 2 tuberías de cerámica, PVC o concreto de 75 a 100 cm de largo y 15 cm de diámetro interno.
- Manguera de plástico o tubería de PVC para el gas (el largo depende de la distancia hasta la cocina).

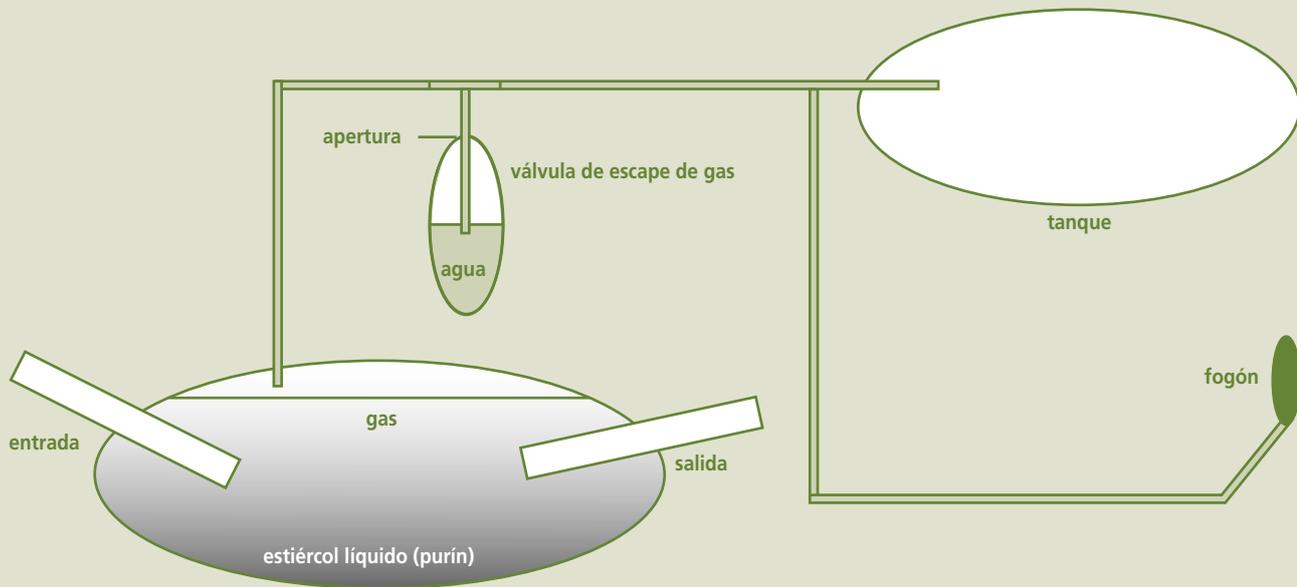


Diagrama 2. Esquema de un biodigestor

- Adaptadores, arandelas, codos y tes, además de 2 m de tubería de PVC del mismo diámetro de la manguera (12,5 mm).
- 4 cámaras de llanta usadas, cortadas en bandas de 5 cm de ancho.
- 1 botella plástica transparente para la válvula de escape de gas.

Instalar el escape de gas

Se debe marcar el lugar donde se instalará el escape de gas. Este deberá estar a 1,5 metros del extremo de la manga de polietileno y al centro de lo que será la parte superior del biodigestor.

Instalar la tubería de entrada

Se cortan bandas de jebe de 5 cm de ancho de las cámaras usadas de llanta de una bicicleta, motocicleta o automóvil.

Se introduce la tubería de cerámica (o PVC) en la manga de polietileno hasta la mitad de su largo y luego se dobla el tubo de plástico alrededor de ella. La unión se asegura envolviendo las bandas de jebe alrededor de la tubería de cerámica, empezando a 25 cm del extremo del plástico y trabajando en dirección a la parte expuesta de la tubería, con cada banda traslapada sobre la anterior y terminando en la tubería de cerámica de manera que los extremos del plástico estén completamente cubiertos.

Llenar la manga de polietileno con aire e instalar la tubería de salida

La tubería de entrada y la salida del gas se cierran con una película de plástico (o una bolsa de plástico) y bandas de jebe. Antes de colocar el biodigestor ya terminado en la zanja, es necesario llenar la manga de aire. Desde el extremo abierto se fuerza el aire hacia el interior de la manga en forma de olas creadas al agitar el extremo de la manga con un movimiento propulsor de los brazos hacia adelante ('flapping'). Luego se ata la manga con una banda de jebe a aproximadamente tres metros del extremo, de manera que el aire no escape. Esto se hace para facilitar la instalación de la segunda tubería de cerámica como tubería de salida. Se instala luego la segunda tubería de cerámica siguiendo el mismo procedimiento que el usado para la tubería de entrada.

Etapas finales de la preparación de la manga de lámina de polietileno

Es muy importante revisar que los extremos de la manga estén completamente cubiertos por las bandas de jebe, cada una de ellas superpuesta sobre la anterior, y terminando sobre las tuberías de cerámica, de manera que los extremos de la manga estén completamente cubiertos. Cuando cada tubería de cerámica está instalada, se utiliza una lámina cuadrada de polietileno fijada con bandas de jebe para sellar cada una de las tuberías. La banda de jebe, colocada previamente para evitar que escapara el aire al instalar la tubería de cerámica de salida, debe ahora retirarse. La bolsa se desinflará un poquito al entrar el aire a la tubería de cerámica. El paso final consiste en llenar completamente de aire la bolsa, colocando un tubo de plástico de cuatro metros de largo (hecho con el mismo material utilizado para el biodigestor: manga de polietileno) a la tubería de cerámica de salida, llenarlo de aire utilizando el procedimiento de agitar el tubo, y luego retirar la manga de polietileno para permitir que este aire entre a la bolsa principal. El proceso puede repetirse hasta que la bolsa del biodigestor esté completamente llena de aire. La lámina cuadrada de polietileno, que se colocó con una banda de jebe, se usa de nuevo, esta vez colocándola para sellar la tubería de salida.

Colocar el biodigestor en la zanja

La manga ya inflada se carga hasta la zanja con mucho cuidado para que no entre en contacto con objetos filudos. Se le coloca dentro de la zanja de tal manera que el escape de gas esté en la parte superior de la manga, la entrada al extremo más alto de la zanja y la salida al extremo más bajo.

Se prepara un soporte que sujete a la manguera que funcionará como tubería de gas. Este soporte es fabricado con una tubería de PVC de 12,5 mm de diámetro.

Llenar el biodigestor con agua

El biodigestor se llena luego con agua hasta que las tuberías de entrada y salida estén selladas (cubiertas con agua) desde dentro. El aire que había adentro de la bolsa estará ahora retenido en la parte superior. Las bolsas de plástico que cubrían las tuberías de entrada y de salida pueden ser retiradas en este momento.

La trampa de agua (válvula de escape de gas)

Para asegurar que la presión de gas dentro del biodigestor no aumente demasiado es importante contar con un mecanismo de escape simple que puede ser fabricado con facilidad a partir de una botella de plástico parcialmente llena de agua. Esta «trampa de agua» deberá ser suspendida en un lugar conveniente de manera que sea posible observar con facilidad el nivel del agua y volverla a llenar cuando sea necesario.

El tanque de gas

Es una bolsa plástica grande (cuatro metros de largo) hecha con la misma manga de lámina de polietileno utilizada para fabricar el biodigestor. El tanque cumple una función clave en el funcionamiento del biodigestor y deberá ser ubicado en un lugar conveniente (suspendido del techo, por ejemplo) cerca de la cocina. El gas almacenado estará así cerca del punto de utilización, lo que permitirá que tenga una presión más alta.

Llevar el gas a la cocina

Una vez que el tanque esté en su sitio, la tubería de gas sujeta a la salida deberá ser fijada a los quemadores. Se coloca una faja alrededor de la parte media del tanque, con el fin de que sirva para aumentar la presión del gas que llegue a los quemadores; esto se realiza ajustando la faja (por ejemplo: colgando una piedra o ladrillo de uno de los extremos de la faja). Por lo general, esto es necesario cuando se cocina durante muchas horas.

Alimentar al biodigestor

El biodigestor necesita ser alimentado a diario. Si se utiliza estiércol de vaca, éste debe mezclarse con agua antes de incorporarlo al digestor. Si en una granja se crían cerdos, los corrales pueden estar conectados directamente al biodigestor de manera que al lavarlos, por medio de canales contruidos especialmente, el agua haga entrar por gravedad el estiércol líquido (purín) al biodigestor.

Proteger el biodigestor

El biodigestor necesita ser protegido de animales, niños y, especialmente, de la luz solar que puede dañar la lámina de polietileno. Se recomienda construir un cerco alrededor de la zanja, así como un techo simple para proporcionarle sombra.

El biodigestor terminado

El área alrededor de los corrales que solía estar contaminada, se ha convertido ahora en tierra seca ya que los desechos son utilizados en el digestor. No hay malos olores, pues el estiércol se incorpora al biodigestor diariamente. La familia ya no necesita recolectar leña o comprar combustible para cocinar y, en menos de un año, los ahorros permitirán pagar el costo del biodigestor.

El tiempo que pase para que se produzca gas y pueda utilizarse, dependerá de la composición y cantidad del estiércol que se ponga en el biodigestor. En algunas granjas los desechos producidos en los corrales de cerdos podrán estar ya en un avanzado estado de fermentación cuando son introducidos en el biodigestor; en este caso la familia podría empezar a cocinar con biogás sólo cinco días después de la instalación. Con estiércol fresco sin fermentar el tiempo de espera puede ser de 21 a 28 días.

Posibles problemas y algunas soluciones

¿No hay suficientes animales que produzcan estiércol para el biodigestor? Esto puede ser un problema, y en este caso la letrina usada por la familia también puede ser conectada al biodigestor. Temporalmente, es posible añadir algunos ma-

teriales que fermenten con facilidad, tales como los rastrojos de yuca, melaza o cualquier fuente similar de carbohidratos. Si se hace esto, conviene también añadir 30 a 40 gramos de urea cada día.

¿No hay suficiente agua en el biodigestor? Que haya agua suficiente es esencial para el buen funcionamiento del biodigestor. El nivel de agua debe revisarse regularmente, como también debe añadirse más agua cuando sea necesario.

¿Hay olor a gas? Puede ser causado por una conexión suelta, un caño dañado en la cocina o un agujero en el biodigestor. Esto se repara con esparadrapo o cinta adhesiva.

¿No se produce suficiente gas? La causa puede ser una conexión suelta, una sección de la tubería que esté rota o una tubería que se ha doblado, impidiendo que fluya el gas. Se debe cortar un trozo nuevo de manguera y remplazar la que está dañada.

¿No hay suficiente agua en la trampa de la botella (válvula de escape)? Es importante revisar constantemente que la evaporación no haya causado que el nivel de agua caiga por debajo del extremo del tubo de gas.

¿Hay mucho gas en el biodigestor pero muy poco en el tanque? Esto puede ser solucionado abriendo las juntas y sacando el agua, o haciendo un agujero en la tubería de PVC para sacar el agua, tapándolo luego con cinta adhesiva. También es posible instalar caños de drenaje en los puntos más bajos de la línea.

¿Se cocina muy lento? Se necesita más presión dentro del tanque. Hay que ajustar la faja puesta alrededor del tanque.

¿Encuentra muy poco gas en el tanque en las mañanas? Se olvidó de aflojar la faja alrededor del tanque luego de terminar de cocinar la noche anterior. Ubique el tanque de manera que cuelgue del techo de la cocina o en algún otro lugar cercano para que sea más fácil controlarlo.

¿El biodigestor tiene un agujero que atraviesa ambas capas? Si el agujero es grande hay que remplazar las mangas de lámina de polietileno y reinstalar el sistema. Se debe proteger el biodigestor con un cerco.

¿La primera capa de plástico del biodigestor está rota? Esto puede ser causado por el deterioro del plástico al no tener contacto con el agua. Trate de colocar el biodigestor de manera que la mayor parte de la superficie del plástico esté en contacto con el agua. Es muy importante tener en cuenta que la solución no es añadir más capas de lámina de polietileno u otro plástico.

¿Hay mucha tierra en la zanja del biodigestor? Se trata por lo general de un problema más serio. Puede suceder cuando el biodigestor está colocado en suelo muy arenoso o en zonas bajas donde la lluvia arrastra mucha tierra de la pendiente a la zanja. Evite esto eligiendo cuidadosamente el lugar donde ubicará el biodigestor. Construya canales por los que pueda fluir el agua de lluvia. Cubra las paredes superiores de la zanja con ladrillos o con una mezcla de cemento y tierra. Construya un muro frente a la entrada del biodigestor.

¿El purín dentro del biodigestor es muy duro? Esto puede ser causado por un contenido muy alto de estiércol en el purín (suele ser más problemático al trabajar con estiércol de bovinos). A causa de este problema, la manga de polietileno deberá ser cambiada cada dos o cuatro años, dependiendo del grado de deterioro. ■

Producción de biogás con estiércol de cuy



Carmen Felipe-Morales y Ulises Moreno

La experiencia que se presenta se ha venido desarrollando en nuestra pequeña chacra ecológica de una hectárea, Bioagricultura Casa Blanca, ubicada en el valle del río Lurín, distrito de Pachacamac, a 35 km al sur de la ciudad de Lima, Perú. Cultivamos una amplia variedad de productos como yuca (mandioca), papa, camote (boniato), frijol, maíz, hortalizas, banano, fresa y diversas hierbas aromáticas. También criamos cuyes (cobayos) para consumo de carne y para el reciclaje de nutrientes para la chacra.

Hace más de diez años, en 1994, decidimos construir un biodigestor, modelo chino, con el fin de aprovechar mejor el estiércol producido por los cuyes de una granja que en aquella fecha contaba con una población de 600 animalitos. Hasta esa fecha, el estiércol del cuy era usado principalmente como abono orgánico, ya fuera de manera directa o mezclado con los rastrojos o residuos de cultivos para la preparación de compost, abono producido bajo condiciones aeróbicas.

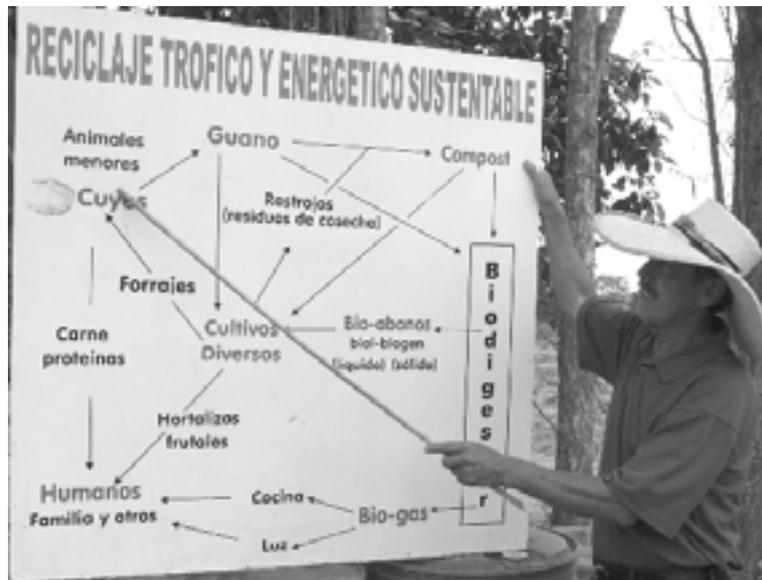
Actualmente la población de cuyes fluctúa entre 900 y 1.000 unidades y nos produce aproximadamente tres toneladas métricas de estiércol al mes (36 toneladas por año). Es a partir de esta biomasa de origen animal producida en la chacra –a la cual se añade la biomasa vegetal (residuos de cosechas)– que se promueve el reciclaje. Mediante estos procesos podemos producir no solamente bioabonos, en forma líquida o sólida, sino también biogás.

Gracias a la producción de biogás hemos podido ahorrar de manera significativa el costo de energía eléctrica de la casa

El proceso que se realiza usando el biodigestor es en cierta forma una réplica de lo que ocurre en la naturaleza cuando la biomasa enterrada durante millones de años se descompone en condiciones anaeróbicas y produce un yacimiento considerable de gas natural o biogás.

El biodigestor de Bioagricultura Casa Blanca tiene una capacidad de diez metros cúbicos. La cámara central tiene tres orificios que están conectados: un orificio central que sólo se abre una vez al año, para la carga inicial y la descarga; un orificio lateral conectado a un tubo que va cerca del fondo de la cámara y que sirve para la alimentación periódica, y finalmente un tercer orificio conectado a una cámara lateral por donde sale el bioabono líquido o biol.

La carga inicial o carga de fondo con la que se alimenta cada año el biodigestor está constituida por un precompost que,



El biodigestor como parte del ciclo trófico

en el caso de Bioagricultura Casa Blanca, es preparado a base de rastrojo de maíz y estiércol de cuy. Una tonelada de este precompost, que tiene de tres a cuatro semanas de preparación, y con una temperatura de entre 50 y 55° C, se introduce por la boca central y se mezcla con 200 litros de rumen o bafosía proveniente del estómago del ganado vacuno recién sacrificado; este material se obtiene de un matadero o camal de la zona, sólo una vez al año y, generalmente, de forma gratuita pues es considerado material de descarte. El rumen o basofia contiene una carga alta de microorganismos anaeróbicos responsables del proceso de fermentación y la producción de biogás, en particular de metano.

Luego se añade agua hasta completar un volumen de aproximadamente ocho metros cúbicos, dejando los dos metros cúbicos restantes para el almacenamiento del biogás en la parte superior de la cámara central del biodigestor. Inmediatamente, se procede a cerrar el orificio central con una

Cuyes en el corral



Foto: Archivo LEISA

Foto: Archivo LEISA

tapa pesada sobre la cual incluso se colocan piedras para evitar que sea levantada por la presión del biogás producido.

Cada semana se alimenta el biodigestor con una mezcla de estiércol de cuy y agua, en proporción de 1:3, lo que nos permite contar con un volumen suficiente de gas para toda la semana.

Al cabo de un año de la alimentación inicial del biodigestor se hace la descarga, obteniéndose el bioabono sólido o biosol. En el modelo original, la descarga se realiza por el orificio

Una vez que el biodigestor comienza a producir biogás (a los cinco o seis días en verano), esta energía puede ser utilizada como combustible en la cocina o para el alumbrado en forma directa, mediante lámparas de gas. Si se cuenta con un generador eléctrico que funciona con gasolina, previa modificación del carburador, se puede hacerlo funcionar con el biogás (metano) para producir electricidad.

Por otro lado, obtenemos de manera constante bioabono líquido o biol, que no sólo es un excelente abono orgánico para nuestros cultivos, sino que, por su contenido de fitohormonas, es un valioso activador del crecimiento y floración de las plantas, en particular de los frutales.

El tercer producto del biodigestor se obtiene anualmente al realizar la descarga, cuando se recolecta el bioabono sólido o biosol, el cual es un excelente abono para los cultivos.

Dado el creciente interés por los biodigestores, cada año, cuando vamos a descargar el biodigestor y volverlo a cargar, ofrecemos cursos con el lema «aprender haciendo», a través de los cuales los participantes pueden aprender de manera muy práctica cómo está construido un biodigestor, cómo funciona y cómo se descarga y se vuelve a cargar.

Sin lugar a dudas uno de los atractivos centrales de la chacra es observar el funcionamiento del biodigestor como parte de las labores de reciclaje que realizamos utilizando todos los residuos que la chacra produce.

Por su contenido de fitohormonas, el biol es un valioso activador del crecimiento y floración de las plantas, en particular de los frutales

central, lo que es muy incómodo y complicado. Para facilitar la descarga del biosol hemos efectuado una modificación al diseño original del biodigestor, que consiste en la construcción de una ventana lateral, que da a un ambiente contiguo al biodigestor, y está cerrada herméticamente con una tapa de hierro galvanizado, sujeta con pernos.

El biodigestor de Bioagricultura Casa Blanca viene funcionando eficientemente desde su construcción hace 10 años y gracias a la producción de biogás hemos podido ahorrar de manera significativa el costo de energía eléctrica de la casa.

Carmen Felipe-Morales y Ulises Moreno
Bioagricultura Casa Blanca, Pachacámac, Lima, Perú
Correo electrónico: carmenfm@ec-red.com



Sistematización y documentación

Como comentamos en un número anterior, LEISA está impulsando un proceso de sistematización y documentación que está entrando ya a su etapa final. Nuestro interés está en probar una metodología para describir y analizar algunas de las tantas experiencias interesantes que se están desarrollando en el campo, aprovechando nuestra página web.

Representantes de varias instituciones de diferentes países están participando en este proceso: El Centro de

Asistencia Legal Ambiental (CELA) y la Escuela Granja Agroecológica SOS de Colombia; Arte Natura y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México, la Asociación por la Amazonía (APA) de Perú, la Universidad de San Simón, de Cochabamba, Bolivia y el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) de Bariloche, Argentina. Cada una ha seleccionado una experiencia, la que en éste momento está siendo analizada en detalle. Todos ellos participarán en un taller en Lima en agosto, donde discutiremos lo avanzado y donde elaboraremos una propuesta para que LEISA siga impulsando la sistematización.

Aprovechando el correo electrónico, en las últimas semanas hemos enviado una Hoja Informativa a todos nuestros suscriptores. Ahí los hemos invitado a colocar sus comentarios, y de esa manera colaborar con el proceso. Nuevamente los invitamos a hacerlo - para ello solo tienen que entrar a la siguiente dirección:

www.leisa-al.org.pe/sist/participantes



Preparando los contenidos para el biodigestor

Foto: RAAA

Los biodigestores campesinos

una innovación para el aprovechamiento de los recursos orgánicos

Luis Gomero Osorio

La técnica de los biodigestores es una práctica bastante conocida y fue promovida en el Perú durante la década de 1970 con el propósito de aprovechar los recursos orgánicos generados por la ganadería con fines energéticos, y de esta manera reducir el uso de la leña y detener la deforestación de los bosques.

Lamentablemente, después de muchos años de esfuerzo para su introducción no se logró que los campesinos la adoptaran. Las razones de esta limitada adopción están relacionadas con muchos aspectos del modelo o diseño de los biodigestores convencionales (de origen chino o hindú), con los altos costos para su construcción y con la ausencia de una metodología participativa de capacitación, necesaria para que los mismos productores construyan y manejen los biodigestores. El intentar reproducir experiencias validadas en otras condiciones sociales y culturales también fue un error importante.

A esta situación se sumó la poca disponibilidad de estiércol en las comunidades rurales. La forma de manejo de los animales (principalmente pastoreo), dificultó el acopio de la materia prima necesaria para el funcionamiento del biodigestor y la producción de gas para ser usado como energía para cocinar y para la iluminación; esta situación hizo que las familias campesinas, a pesar de sus beneficios, no adoptaran esta innovación técnica.

Como el objetivo original de la promoción de esta técnica fue la producción de biogás –mezcla de dióxido de carbono (CO₂) y metano (CH₄)–, no se dio la debida importancia a

los subproductos de la descomposición anaeróbica, como el abono líquido (biol) y el abono sólido (biosol), en el manejo agronómico de los cultivos. Este enfoque de trabajo impidió hacer cambios en el desarrollo de la técnica y en su estrategia de promoción por muchos años.

Después de un largo periodo de abandono de esta propuesta, un grupo de instituciones asociadas a la Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos (RAAA), en conjunto con los agricultores de diversas regiones del país, promovieron la innovación de esta tecnología, orientándola fundamentalmente hacia la producción de abono líquido (biol) para ser usado en mejorar el crecimiento vegetativo de los cultivos.

A partir de entonces se desarrollaron cambios significativos en la construcción y forma de adopción de un biodigestor. Los resultados obtenidos han sido muy interesantes; se han simplificado su implementación y manejo, reducido los costos y aprovechado los materiales disponibles localmente, para de esta manera garantizar su replicabilidad. Los detalles se indican a continuación.

Proceso de innovación de los biodigestores

Los agricultores han jugado un papel importante en el proceso de innovación de los biodigestores campesinos. Una vez conocidas las bondades de la técnica para producir abono, la meta fue simplificar su construcción y manejo para facilitar su integración a los sistemas de producción. Como resultado de este proceso se desarrollaron diferentes modelos sencillos

y prácticos, que no requieren demasiado estiércol y usan los materiales disponibles en la zona. Lo importante es que el proceso de descomposición sea anaeróbico.

Esta experiencia se inició en 1995 con la construcción de un biodigestor usando una manga cerrada de polietileno grueso de cinco metros de largo como mínimo; dos tubos de PVC de diez centímetros de diámetro y 40 centímetros de largo, que puede ser remplazado por otro material de

misma dimensión; dos botellas de plástico (1,5 litros) para ser colocados en los extremos de la manga y tiras de jebe (de cámara de llanta) para amarrar el polietileno sobre los tubos.

El módulo básico de este modelo tiene un costo que varía entre 16 y 25 dólares, dependiendo de la calidad del polietileno. En esta manga, que se asemeja a un «estómago», se pueden producir hasta 200 litros de abono líquido cada tres meses, dependiendo de las condiciones climáticas. Para lograr esta meta se vierte en la manga una mezcla de estiércol fresco, de vacuno o de otro rumiante, y agua en una proporción de uno a uno y se deja fermentar por un periodo de dos a tres meses, dependiendo de las condiciones ambientales (principalmente temperatura y altura sobre el nivel del mar).

Este tipo de biodigestor se difundió ampliamente en el Perú y fue adoptado por muchos agricultores de pequeña escala, por sus beneficios para producir un abono foliar que mejora el crecimiento de pastos e incrementa la producción de cultivos, y por su bajo costo. Sin embargo,

Esta técnica está ayudando a reducir los costos de producción, porque los agricultores ya no tienen necesidad de comprar los abonos foliares comerciales

por la corta duración del polietileno, las dificultades para su manipulación, su fragilidad ante el contacto con los animales y los problemas de contaminación de la finca que representan los plásticos de desecho, se consideró necesario realizar innovaciones en su implementación, recurriendo al uso de un cilindro de plástico de una capacidad de 200 litros. El modelo de biodigestor con cilindro fue adaptado inicialmente de un modelo colombiano.

El uso del cilindro permitió una mayor facilidad de manejo y mayor duración del material sin crear desperdicios de plástico en el campo. Puede producir 100 litros de abono foliar cada dos o tres meses (400 litros al año) y tiene un costo total no mayor a 35 dólares. Esta forma de manejo permite a los agricultores modificar el contenido de nutrientes del abono mediante el agregado de vísceras de pescado y algas marinas al biodigestor, como también enriquecerlo con sales minerales de rápida disponibilidad para las plantas. Por ejemplo la incorporación de sulfato de cobre permite obtener un abono foliar que puede controlar enfermedades como la roya (*Hemileia vastatrix* Berck et. Br.) en el caso del café.

Actualmente esta forma de producción de abono foliar ha reemplazado masivamente a las mangas de polietileno, muchos agricultores ahora producen su propio abono líquido y algunos incluso lo están vendiendo. Podemos decir que esta técnica está ayudando a reducir los costos de producción, porque los agricultores ya no tienen necesidad de comprar los abonos foliares comerciales.

Componente	unidad	BE	BEA
Sólidos totales	%	5,6	9,9
Materia orgánica	%	38,0	41,1
Fibra	%	20,0	26,2
Nitrógeno	%	1,6	2,7
Fósforo	%	0,2	0,3
Potasio	%	1,5	2,1
Calcio	%	0,2	0,4
Azufre	%	0,2	0,2
Ácido indolacético	µg/g	12,0	67,1
Giberelinas	µg/g	9,7	20,5
Purinas	µg/g	9,3	24,4
Tiamina (B1)	µg/g	187,5	302,6
Riboflavina (B2)	µg/g	83,3	210,1
Piridoxina (B6)	µg/g	33,1	110,7
Ácido nicotínico	µg/g	10,8	35,8
Ácido fólico	µg/g	14,2	45,6
Cisterna	µg/g	92	27,4
Triptofano	µg/g	56,6	127,1

Cuadro 1: Comparativo de abonos foliares obtenidos de bioles elaborados con estiércol de vacunos y brotes de alfalfa
Fuente: Suquilanda, 1996.

Evaluaciones de campo	Investigadores
Incremento de rendimientos en pallar (<i>Phaseolus lunatus</i> L.) var. I-1548 2.237,5 kg/ha - aplicación de biol 1.944,3 kg/ha - testigo fertilon combi	Dulanto, P., La Molina, 1997
Incremento de rendimiento en sorgo (<i>Sorghum vulgare</i> Pers.) var. Sugar Drip Al 75% 2.574 kg/ha NPK 2.346 kg/ha Testigo 1.351 kg/ha	Adanaque, J., Ica, 1997
Incremento de rendimientos en frijol castilla o caupi (<i>Vigna unguiculata</i>) 4.797,98 kg/ha - con biol 2.125 kg/ha - testigo	Vásquez, A., La Cantuta, 1998
Incremento de rendimientos en brócoli (<i>Brassica oleracea</i> L.) 12 tn/ha - con biol 6 tn/ha - testigo	Cóndor Quispe, P., Lima, 1998
Incremento de rendimientos en melón (<i>Cucumis melo</i> L.) 21 tn/ha - con biol 11,8 tn/ha - testigo	Díaz, A., La Molina, 1998
Control de enfermedades en vainita (<i>Phaseolus vulgaris</i>) e incremento de rendimiento	Baras, N., Cañete, 2000
Incremento de rendimientos en vainita con algas marinas como insumo reforzado de minerales en un 300%.	Baras, P., U. Callao, 2002

Cuadro 2. Resultados de evaluaciones realizadas con el uso de bioles
Fuente: Base de datos RAAA, 2004

Composición del biol

El biol es una fuente orgánica de fitoreguladores de crecimiento como el ácido indol acético (auxinas) y giberelinas que promueven actividades fisiológicas y estimulan el desarrollo de las plantas. En el Cuadro 1 se puede observar la composición bioquímica del biol obtenido del estiércol de ganado lechero estabulado, que recibe en promedio una ración diaria de 60 por ciento de alfalfa, 30 por ciento de maíz ensilado y diez por ciento de alimentos concentrados (BE). También podemos observar la composición del biol proveniente de la mezcla del mismo estiércol de ganado lechero estabulado, sometido a la misma ración alimenticia, pero al que se le ha añadido alfalfa picada (BEA).

El proceso de innovación relacionado con la mejora de la calidad y la eficiencia del abono foliar ha estado orientado a mejorar el contenido de los fitoreguladores. Por ello, se han trabajado diversas formas para enriquecer el contenido de las hormonas de crecimiento en el biol, así como de sus precursores, con resultados muy significativos. Por ejemplo: agregándole alfalfa picada en una proporción de cinco por ciento del peso total de la biomasa, como también vísceras de pescado y orina humana. En la actualidad algunos agricultores tienen fórmulas secretas que han sido obtenidas al probar con los agregados de una serie de insumos naturales.

Uso del biol en los cultivos

Se han realizado muchas evaluaciones de campo en las parcelas de los propios agricultores para conocer los efectos directos del biol en el desarrollo de los cultivos. A través de estas pruebas se ha determinado que este abono líquido se puede utilizar en una gran variedad de plantas, sean de ciclo corto, anuales, bianuales o perennes; gramíneas, forrajeras, leguminosas, frutales, hortalizas, raíces, tubérculos y ornamentales, con aplicaciones dirigidas al follaje, al suelo, a la semilla o a la raíz.

El biol favorece al enraizamiento (aumenta y fortalece la base radicular), actúa sobre el follaje (amplía la base foliar), mejora la floración y activa el vigor y poder germinativo de las semillas, traducándose todo esto en un aumento significativo de las cosechas. Debe utilizarse diluido en agua, en proporciones que pueden variar desde un 25 a 75 por ciento. Las aplicaciones deben realizarse de tres a cinco veces durante el desarrollo vegetativo de la planta.

También se puede aplicar biol junto con el agua de riego para permitir una mejor distribución de las hormonas y los precursores hormonales que contiene. Con ello se mejora el desarrollo radicular de las plantas, así como la actividad de los microorganismos del suelo. De igual manera se puede remojar la semilla en una solución de biol, para activar su germinación. El tiempo de remojo depende del tipo de semilla; se recomienda de dos a seis horas para semillas de hortalizas, de 12 a 24 horas para semillas de gramíneas y de 24 a 72 horas para especies gramíneas y frutales de cubierta gruesa (se muestran más resultados en el Cuadro 2).



Verificando la presión dentro del biodigestor

Foto: RAAA

Los abonos líquidos y su articulación en el mercado

En la etapa inicial del desarrollo y la promoción de los abonos orgánicos, el enfoque ha consistido en ayudar a los agricultores para que produzcan sus propios insumos. Sin embargo, a través del tiempo muchos de estos insumos han empezado a ser ofrecidos en el mercado, destacándose el comercio de humus de lombriz y de abonos líquidos naturales (bioles). A pesar de las limitaciones organizativas y de comercialización, los bioles han ganado mercado y ahora existen pequeñas empresas que ofrecen estos insumos con gran aceptación de los productores. Por ejemplo, en el Valle Cañete existe Agrecol, empresa de agricultores, cuya venta principal son los bioles: venden al público 20 litros de biol a un precio equivalente a cinco dólares.

Luis Gomero Osorio

Red de Acción en Alternativas al Uso de Agroquímicos, RAAA / RAPAL Subregión Andina
Correo electrónico: lgomero@raaa.org

Referencias

- Gomero O., L., y H. Velásquez A., 2000. **Manejo ecológico de suelos, experiencia y prácticas para una agricultura sustentable.** RAAA, Lima, Perú.
- RAAA, 2004. **Produzcamos biol, abono foliar orgánico,** Lima, Perú.
- RAAA, Programa APGEP-SENREM, 2002. **Microempresa productora y comercializadora de plaguicidas y fertilizantes naturales en Cañete,** Lima, Perú.
- Suquilanda V., M., 1996. **Agricultura orgánica, alternativa tecnológica del futuro.** FUNDASRO, Quito, Ecuador.
- Velásquez A., H. y L. Gomero O., 2004. **Ofertas y demandas de investigaciones exitosas en abonos orgánicos.** RAAA, Lima, Perú.

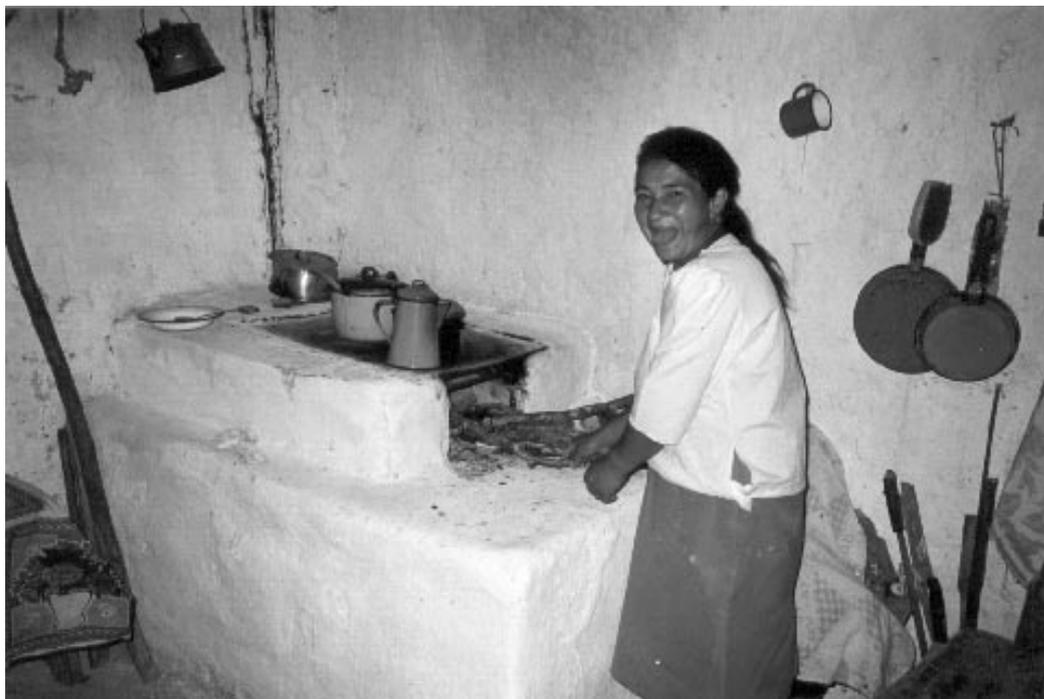
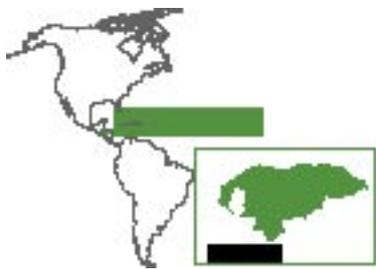


Foto: Bart van Campen

Usando una estufa mejorada

Construyendo silos para introducir estufas más saludables

Ian Cherrett

A fines de la década de 1980, los efectos climáticos del fenómeno de El Niño golpearon duramente la región del Pacífico centroamericano. Las sequías, la pérdida de cosechas y el hambre afectaron a muchas comunidades campesinas de la zona. La remota región de Lempira en Honduras fue una de las más afectadas y las agencias internacionales proporcionaron ayuda de emergencia en el área. Se descubrió que detrás de la vulnerabilidad de los pequeños agricultores ante los impactos climáticos de El Niño se escondían los actuales procesos de deforestación, degradación del suelo y una cada vez menor disponibilidad de agua, de manera que aun durante los años en que se registró un buen índice de precipitaciones, la productividad de los cultivos alimenticios básicos (maíz y frijol) iba en descenso. Predominaba la agricultura de roza y quema, junto al pastoreo extensivo de ganado; la malnutrición era generalizada y la única alternativa ante ésta era la migración. El proyecto Lempira Sur de la FAO comenzó en 1994 como respuesta a estos problemas.

En la fase de diseño del proyecto, los consultores identificaron como un problema principal la gran dependencia de la leña como fuente de energía para el hogar. Por esto, la introducción de estufas mejoradas tomó gran importancia. Durante este tiempo, la leña era un tema prioritario en la agenda de las instituciones donantes y se consideró que las estufas mejoradas eran una alternativa para reducir su consumo. En la región, las autoridades de salud comenzaron también a prestar atención a los efectos negativos que tienen los fogones

abiertos tradicionales sobre la salud: más del 80 por ciento de las mujeres y la mayoría de los niños pequeños de las comunidades sufrían de problemas respiratorios y algo debía hacerse respecto a este peligro para la salud.

El proyecto ofreció estufas mejoradas desde el inicio, pero el interés demostrado no fue mayor y resultaba obvio que sus metas no serían alcanzadas. La presión que recibía el proyecto para introducir incentivos que promoviesen la adopción de estufas mejoradas era cada vez mayor, pero la experiencia en otros lugares había demostrado que este tipo de enfoque no era el adecuado.

Analizando prioridades

El proyecto estaba teniendo problemas para cumplir con sus objetivos, identificándose que esto se debía principalmente a que el diseño original no consideraba los requerimientos de los usuarios. Había llegado el momento de volver a entablar contacto con las familias de la zona y revisar las prioridades del proyecto con ellas. Los extensionistas fueron reentrenados como facilitadores, con énfasis en metodologías participativas y un enfoque basado en los requerimientos de la población. Una prioridad fue tratar de comprender las estrategias de subsistencia de la población local y, en particular, la lógica detrás del sistema de fuego abierto que comúnmente se usaba. Después de discutir el tema en las comunidades, con hombres y mujeres por separado, el personal del proyecto comenzó a entender cómo funcionaba el sistema: tradicionalmente

se cocinaba en estufas de fogón abierto, las cuales estaban ubicadas en una habitación cerrada de techo bajo, bajo un desván en el que se almacenaba la reserva de grano de la familia. El humo de la combustión de la leña pasaba a través del techo poroso ayudando a preservar el grano contra la infestación de plagas.

Los responsables del proyecto observaron más cuidadosamente este sistema para el almacenamiento de grano y encontraron que, en efecto, el humo ayudaba a preservarlo, pero sólo durante unos seis meses. Sin embargo, esto no era un problema mayor, ya que pocos agricultores cosechaban una cantidad de cereal que durase en almacén más de seis meses.

Estaba claro que era necesario reevaluar la estrategia del proyecto, tomando en consideración tanto la producción de granos como el almacenamiento poscosecha. Los efectos negativos de las estufas tradicionales de fogón abierto quedaban claros para las mujeres, pero al tener que decidir entre una estufa mejorada y perder la cosecha almacenada, la opción por las estufas mejoradas salía siempre perdiendo. Los hombres, en general, no reconocieron los problemas de salud, y su oposición a adoptar las estufas mejoradas fue aún mayor.

Varios pasos al mismo tiempo

Antes del inicio del proyecto Lempira Sur, otro proyecto que promocionaba el uso de silos de metal para el almacenamiento de cereales estaba siendo ejecutado en la región. Sin embargo, por el alto precio de estos silos su demanda era escasa. Los rendimientos de los cultivos eran muy bajos, por lo que invertir en silos para granos no tenía entonces ningún sentido económico para los agricultores de la zona.

Se llegó a la conclusión que si el proyecto podía ayudar a los agricultores a incrementar el rendimiento de sus cultivos y reducir el precio de los silos, el comprarlos para almacenar el grano se volvería una opción viable. Una vez que tuvieran los silos, desaparecería la necesidad de fuegos abiertos en habitaciones cerradas y las mujeres podrían instalar las esperadas estufas mejoradas para cocinar. De modo que una serie de pasos debían darse al mismo tiempo: aumentar los rendimientos agrícolas, reducir el costo de los silos de almacenamiento y poner a disponibilidad nuevos modelos económicos de estufas mejoradas, que pudiesen ser construidas fácilmente utilizando materiales locales.

Basándose en prácticas agrícolas locales, un sistema de agroforestería, 'quesungual' (ver: L. Álvarez Welches e Ian Cherrett, *El Sistema Quesungual en Honduras*, LEISA Revista de Agroecología, vol. 18 no. 3, diciembre 2002, pp. 10-11), basado en la maximización de la cobertura del suelo, fue desarrollado en forma conjunta por los técnicos del proyecto y los agricultores. A partir del segundo año comenzó a notarse el impacto del sistema agroforestal, y en varias comunidades los agricultores comenzaron a organizarse alrededor de este sistema. Se decidió probar el nuevo enfoque para la introducción de estufas mejoradas en esas comunidades. Se realizaron reuniones con las familias interesadas y el proyecto ofreció además créditos a través de la cooperativa local de ahorro y préstamo, propiciando que las mujeres pudieran obtener las nuevas estufas. Esto fue asumido por varios grupos y evaluado de una manera participativa al final del año. Cuando llegó el momento de la evaluación, la noticia del impacto de estos cambios ya había pasado de boca en boca, y la demanda de asistencia técnica para incrementar el rendimiento de los cultivos, instalar silos y construir estufas mejoradas había excedido la capacidad del proyecto. El momento de aumentar la escala del mismo había llegado.

La demanda para experimentar el nuevo sistema agroforestal era alta y el proyecto concibió un plan para poderla atender. Al mismo tiempo, se sostuvieron reuniones para identificar quiénes querían silos y cuál sería su demanda ante diferentes precios. La cosecha de ese año (1996) había sido buena y muchos agricultores podían y querían adquirir silos pero, por supuesto, al precio justo.

El proyecto se reunió con los artesanos y trató con ellos el tema de cómo reducir el costo de producción de los silos. Se identificó que la clave estaba en los materiales básicos: las planchas de metal y las barras de soldadura de estaño. Aun antes de añadir los costos del transporte, estos materiales eran muy caros. El proyecto descubrió que había un solo proveedor en el país a quien los artesanos podían comprar estos materiales, y como este proveedor tenía el monopolio, cobraba precios muy altos. Para romper el monopolio, el proyecto se arriesgó a negociar con una fábrica de un país vecino para adquirir los materiales básicos, que luego vendió a los

Cuando llegó el momento de la evaluación, la noticia del impacto de estos cambios ya había pasado de boca en boca, y la demanda de asistencia técnica para incrementar el rendimiento de los cultivos, instalar silos y construir estufas mejoradas había excedido la capacidad del proyecto

herreros a menor precio que el establecido por el proveedor local. Los responsables del proyecto se dieron cuenta que ésta era la única manera de reducir los precios hasta un nivel que estuviese al alcance de un gran número de agricultores. Y funcionó: se fabricaron y vendieron muchos silos.

Al mismo tiempo se lanzó una campaña para promocionar la adopción de estufas mejoradas en las mismas comunidades en que se había identificado la demanda de silos. En estas comunidades, las mujeres estaban organizadas, los líderes habían sido capacitados y los clubes de ahorro estaban en funcionamiento. A los interesados en fabricar las estufas mejoradas con materiales locales se les capacitó y se apoyó a los clubes de ahorro para que adquiriesen las planchas de metal a menor precio. La adopción de estufas mejoradas para cocinar, la adquisición de silos y los cambios en el sistema de producción se expandieron rápidamente. El siguiente paso fue el hacer sostenible todo esto.

Adopción masiva

La adopción de la agroforestería como sistema de producción en las fincas se difundió a gran escala, debido a los efectos de la sequía de 1997 causada por El Niño. La disminución de la producción de los agricultores que tenían sistemas agroforestales fue sólo de un 15 por ciento; su cosecha fue lo suficientemente grande como para cubrir el consumo anual

de la familia, por lo que continuaron demandando más silos metálicos.

¡Aquellos agricultores que aún practicaban el sistema tradicional de roza y quema, perdieron en promedio un 65 por ciento de su cosecha! En el siguiente año, el cambio al sistema agroforestal fue masivo. Hoy está tan extendido que la quema agrícola pertenece al pasado y la cuenca de Mocal en Lempira se mantiene verde inclusive durante toda la época de sequía que dura seis meses.

En la actualidad, el déficit de cereales que existía en la región se ha convertido en excedente. El poseer un silo es un símbolo de seguridad alimentaria doméstica y la mayoría de las mujeres son orgullosas propietarias de estufas mejoradas. Es interesante haber observado que el impacto de las estufas mejoradas sobre el consumo de leña resultó menor que lo pronosticado por

Gracias al sistema de agroforestería, ahora hay suficiente leña para todos

investigadores y expertos. Las prácticas culturales tienden a no ser tomadas en cuenta en experimentos que no están basados en el campo: se encontró que las mujeres mayores prefieren no apagar las estufas, ya que «nunca se sabe cuándo llegará una visita», y una visita significa por lo menos una taza de café caliente. Las mujeres más jóvenes están más dispuestas a apagar sus estufas cuando no las están usando. En cualquier caso, el problema de la leña había pasado a ser marginal para entonces. Gracias al sistema de agroforestería, ahora hay suficiente leña para todos.

El programa de silos también ha evolucionado. Los artesanos se han organizado y ahora negocian directamente con el fabricante de planchas de metal en la vecina Guatemala. También discuten y negocian, sobre una base anual, la demanda, los precios y posibles créditos para las comunidades agrícolas y la cooperativa local, de manera que pueden calcular con bastante precisión la cantidad de materia prima

que necesitarán. Para el año 2001 habían sido construidos y vendidos más de ocho mil silos, y el mercado de silos se había independizado completamente del proyecto. La Asociación de Fabricantes de Silos de Lempira Sur ganó un premio por haber construido más silos que ningún otro lugar en América Central. Al mismo tiempo, debían enfrentar un problema causado por su mismo éxito: la demanda estaba decayendo ya que ahora la mayoría de las familias contaba con silos. La respuesta fue la diversificación de su producción e iniciaron la fabricación de otros productos tales como regaderas, baldes o cubos y contenedores, y la identificación de nuevos mercados, especialmente para los silos. Se identificó una nueva fuente de demanda en El Salvador, donde la calidad y precio de sus silos es muy competitiva, estableciéndose un programa de capacitación para mejorar la calidad y diversificar los productos que incluye la capacitación en la administración de pequeñas empresas.

Conclusiones

Los que a primera vista parecen problemas simples con soluciones simples no siempre lo son. Para el éxito de cualquier proyecto, basarse en los requerimientos de la población local y comprender sus estrategias de subsistencia es fundamental. Ni las familias rurales ni los expertos externos son dueños de todos los conocimientos y la sabiduría; se deben construir sociedades basadas en el respeto y el aprendizaje mutuos, a partir de la respuesta a temas concretos.

Los planos no ayudan cuando la realidad no es tal como se la espera, y ésta casi nunca lo es. Los proyectos, por lo tanto, deben tener la capacidad de adaptarse a las demandas cambiantes del contexto. Al promover cambios siempre se necesita una cierta cantidad de suerte y de oportunidades.

Ian Cherrett

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO)
Oficina Regional para América Latina y el Caribe
Casilla postal 10095, Santiago, Chile.
Correo electrónico: Ian.Cherrett@fao.org

Las opiniones expresadas en este artículo no son necesariamente aquéllas de la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación

3º Congreso Nacional sobre Manejo de Pastizales Naturales Asociación Argentina para el Manejo de Pastizales Naturales

Paraná, Entre Ríos, Argentina
12, 13 y 14 de Octubre de 2005

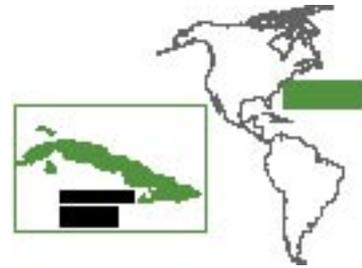
ÁREAS TEMÁTICAS DEL CONGRESO: • Tema I: Ecología de pastizales y bosques nativos. Conservación y manejo de la biodiversidad • Tema II: Sistemas de producción en ecosistemas de pastizales y bosques nativos • Tema III: Extensión técnica y educativa • Tema IV: Desarrollo rural y usos múltiples • Tema V: Producción orgánica, seguridad alimentaria. Certificación y calidad • Para solicitar información sobre cualquier aspecto del congreso, dirigirse a:

Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad
Nacional de Entre Ríos
C.C. 24, (3100) Paraná, Entre Ríos

Asociación Argentina para el Manejo de Pastizales Naturales
Pueyrredón 1350, (3070) San Cristóbal
correo electrónico: intasc@inthersil.com.ar
asocpastizales@hotmail.com

sitio web del Congreso: www.congresopastizales.com.ar

La alimentación de los animales de tiro un aporte de energía para el trabajo



Daniel Font Rodríguez

Desde principios de los años 90, con la desaparición del campo socialista, Cuba entró en una crisis generalizada que provocó escasez de combustible y redujo bruscamente las posibilidades de empleo de fuentes energéticas tradicionales en la producción agropecuaria. Las consecuencias de esta crisis sobre la producción de alimentos en el campo fueron creando condiciones favorables para la introducción acelerada de fuentes alternativas y renovables, entre las que ha destacado el uso de la tracción animal para la producción agrícola. Un cambio importante que contribuyó al uso de esta fuente de energía ha sido la nueva forma organizativa de producción en las empresas agrícolas, la transformación de muchas granjas estatales en cooperativas, en las que las tierras cultivables pasaron a ser propiedad de las Unidades Básicas de Producción Cooperativa (UBPC). Estas unidades, creadas en 1994 en terrenos estatales, son independientes, y sus trabajadores son responsables directos de los procesos de producción agrícola, con derecho a usufructo. En cada vez mayor medida, ellos usan la tracción animal para la preparación de suelos, cultivos secundarios y para el transporte dentro y fuera de la cooperativa. Los animales más utilizados son los bovinos, particularmente los bueyes.

La UBPC «Víctor Crespo Izquierdo» y el estudio

La Unidad Básica de Producción Cooperativa «Víctor Crespo Izquierdo» se encuentra ubicada en el municipio de Bayamo, provincia de Granma, Cuba. Su actividad económica fundamental es la agricultura no cañera. Cuenta con un área de producción de 182,64 hectáreas, de las cuales 13 están destinadas al pastoreo de 17 bueyes que tienen como animales de trabajo. La utilización de estos bueyes ha ganado importancia al interior de la UBPC, pero su aprovechamiento se ve limitado por el escaso conocimiento de los beneficios económicos y ecológicos que implica su uso. Es por ello que se planteó realizar un análisis de los requerimientos energéticos totales que necesita una pareja de bueyes para trabajar una jornada de seis horas, considerando los requerimientos de energía digestiva para manutención, energía neta y la energía digestiva utilizada para realizar trabajo. Esto se hizo en el marco de un convenio entre el Ministerio de Agricultura y el Ministerio de Educación, donde la Delegación del Ministerio de Agricultura de la provincia de Granma le solicitó a la Facultad de Ingeniería Agrícola analizar las potencialidades de la tracción animal en la UBPC «Víctor Crespo Izquierdo», al ser ésta la que cuenta con más animales de tiro. El estudio se realizó entre octubre del año 2003 y enero del 2004.

En esta UBPC, al igual que en la mayoría de las unidades productivas, la alimentación del ganado se realiza mediante el pastoreo, y el aporte de suplementos alimenticios, que depende de la disponibilidad local y de los costos. Por razones asociadas con el clima y el manejo, la calidad de los pastos es a menudo baja y su cantidad insuficiente. Con el estudio quisimos comprobar la eficiencia de los pastos en la aportación de energía para el sostenimiento de los animales y para que realicen el trabajo que se espera de ellos.

Resultados del estudio

El estudio se basó en el trabajo de una pareja de bueyes (yunta) eliminando hierba indeseable con un arado de vertedera. Esto

se hizo en un terreno de relieve plano, con una temperatura ambiente de 32 ° C. Cada animal pesaba aproximadamente 560 kg, y tenía una edad promedio de diez años.

Al considerar la relación entre la distancia recorrida y el peso vivo del animal, más el trabajo realizado durante la tracción de carga, se encontró que la yunta requería una energía neta de 107,1 megajoules (Mj). Teniendo en cuenta la eficiencia de utilización de energía neta en energía metabolizable para el sostenimiento, y también la energía digestible para manutención, se pudo calcular el requerimiento energético diario para realizar el trabajo, estimándose en 250 Mj o casi 60 megacalorías (Mcal).

La dieta de estos animales se basa principalmente en el pasto pitilla (*Andropogon annulatus* L.). Al considerar las propiedades de este pasto como componente principal de la alimentación, encontramos que la cantidad que cada animal consume no es suficiente para cubrir el requerimiento energético. Diferentes estudios han calculado que los bueyes consumen hasta tres kg de materia seca por cada 100 kg de peso vivo, lo que hace un total de 16,80 kg de materia seca al día. Por otro lado, se ha demostrado también que el pasto pitilla tiene un coeficiente de energía metabolizable de 1,83 Mcal por kg de materia seca. Por regla de tres simple, si se requieren 59,82 Mcal diarias de energía, cada animal debería consumir 32,68 kg de materia seca. En pocas palabras, los animales no consumen la cantidad de materia seca necesaria para satisfacer sus demandas de energía, estando limitados por su capacidad de ingestión.

Propuesta de solución

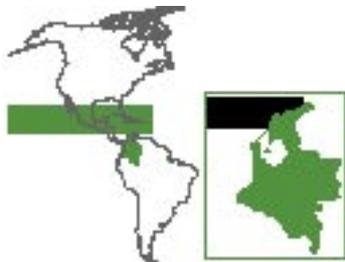
Este estudio mostró la importancia de una alimentación adecuada para aprovechar al máximo el potencial energético animal. Si bien es cierto que se carece de algunos recursos indispensables para el mejoramiento de la condición alimentaria de los animales de trabajo, (por ejemplo, sistemas de riego), hay otras causas que pueden ser solucionadas por los propios productores, sin que sea necesario incurrir en inversiones mayores. Concluido este estudio, el Consejo de Administración de la cooperativa ha tomado la decisión de seguir una estrategia que tenga en cuenta la alimentación de los animales de tiro. La UBPC ha optado por una mejor utilización de los recursos locales que ayude a mejorar la calidad de la ración diaria, aprovechando los restos de cosechas existentes y no utilizados (maíz, hoja de banano verde). También se ha optado por la siembra de plantas forrajeras, caña de azúcar y king grass, apuntando a una dieta balanceada. Esto, sin duda, tiene que ser analizado nuevamente, pero los estudios dicen que los planteamientos realizados en cuanto a la mejora de la alimentación darán resultados satisfactorios. ■

Daniel Font Rodríguez

Universidad de Oriente, Granma, Cuba
Correo electrónico: dfont@fim.uo.edu.cu

Referencias

- Ponce, F., 2001. **Curso Internacional de Tracción Animal**. Colombia.
- Font, D. e Y. Olivet, 2004. **Aprovechamiento de las potencialidades de la tracción animal**. Facultad de Ingeniería, Universidad de Granma, Cuba.



Mejorando la producción de panela en Colombia

Héctor Iván Velásquez Arredondo, Andrés Felipe Agudelo Santamaría y Jorge Iván Álvarez González

El azúcar cruda o azúcar mascabado es el producto cristalizado que se obtiene por evaporación del jugo producido en la molienda de la caña de azúcar y que se consume sin haber sido sometida a procesos de refinación, como es el caso de otros tipos de azúcar producidos industrialmente. Está constituida esencialmente por sacarosa, cuyos cristales sueltos se encuentran cubiertos por una película de su miel original, de ahí su color oscuro. Este color y la forma de panecillos prismáticos en que se forma luego de

utilizado en la elaboración de otros productos de mayor valor agregado como 'choconelas' (chocolate y panela), 'lactonelas' (leche en polvo y panela), natillas (fécula de maíz y panela), chocolatinas, cubitos aromatizados, salsas de mesa para la preparación de carnes, blanqueado (golosina), confitería, panelitas de coco, etc.

La caña panelera participa con el 10,6 por ciento del área destinada a cultivos permanentes y con el 6,3 por ciento del área total cultivada en Colombia, lo que la ubica en el quinto lugar entre los cultivos del país, solamente superada por el café, el maíz, el arroz y el plátano. Es un producto eminentemente producido en economía campesina, distribuido en casi todo el país a lo largo de todo el año. Se estima que constituye la economía básica de 236 municipios en doce departamentos. Además, genera anualmente más de 25 millones de jornales y se vinculan a esta actividad alrededor de 350.000 personas, lo que lo hace el segundo rubro generador de empleo rural después del café (Martínez y Acevedo, 2004).

Se ha calculado también que existen cerca de 70.000 unidades agrícolas que cultivan caña para la producción panelera y aproximadamente 15.000 trapiches en todo el país.

Proceso productivo de la panela

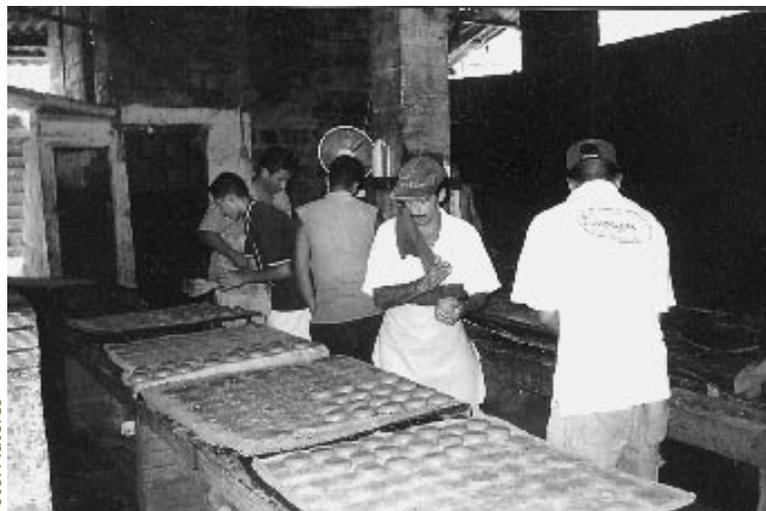
La materia prima para la producción de panela es la caña de azúcar. La relación entre la cantidad de panela producida y la cantidad de caña empleada es muy variable, dependiendo de factores como el tipo de caña, la calidad de los suelos, el piso térmico y los fertilizantes utilizados, y otros. El promedio nacional es de seis kg de panela por cada 100 kg de caña, aunque existen zonas donde este nivel de rendimiento se duplica. Luego de cortada, la caña se muele (molienda) para la extracción del jugo, con rendimientos que varían entre el 55 y el 70 por ciento, dependiendo del tipo de molino utilizado. Después de la molienda, el residuo de la caña triturada, conocido como bagazo, conserva una humedad que varía entre 45 y 60 por ciento, por lo que es costumbre en muchos trapiches someterlo a un proceso de secado al ambiente en sitios llamados bagaceras, para luego utilizarlo como combustible. El jugo extraído de la caña se somete a un proceso de limpieza antes de ser utilizado en el proceso.

En un trapiche tradicional, la panela se produce en hornillas. Una hornilla consta de dos partes: la cámara de combustión y la zona de evaporación del jugo de caña o zona de proceso. En la cámara de combustión el bagazo reacciona con aire para obtener energía térmica, produciendo gases calientes y cenizas. Los gases calientes contribuyen a la evaporación del jugo de caña (ver Diagrama 1). La evaporación es abierta, porque se realiza en pailas expuestas a la presión atmosférica y el calentamiento es a fuego directo, porque los fondos de las pailas se exponen directamente a los gases de combustión. Durante el proceso de evaporación, los sólidos en suspensión aún presentes en el jugo (cachaza) se aglomeran y flotan, lo que permite separarlos manualmente.

la cristalización del jugo, le han dado nombres característicos en las diferentes zonas donde, tradicionalmente, se produce y consume. En Colombia recibe el nombre de 'panela', en México se le conoce como 'piloncillo'; 'papelón' en Guatemala y otros países de América Central, y como 'chancaca' en Ecuador, Bolivia y Perú. La FAO la define como azúcar no centrifugado.

Durante siglos la panela se ha fabricado en forma artesanal sin darle mayor valor agregado al producto y sin haber sido objeto de cambios tecnológicos significativos en su proceso de producción. La unidad productiva tradicional de panela se conoce como trapiche.

Colombia es el segundo productor después de la India, con un volumen que representó el 12,1 por ciento de la producción mundial en 2001. Colombia ocupa el primer lugar mundial en términos de consumo por habitante, con 34,2 kg de panela por habitante al año, cifra que supera con creces el promedio mundial de 2 kg por habitante y el del mayor productor mundial, la India (Martínez y Acevedo, 2004). La panela se comercializa en diferentes presentaciones, de 500 y 125 gramos, o pulverizada para el consumo tradicional en forma de «agua de panela». En los últimos quince años se ha



La presentación típica de la panela son pequeños bloques de diferente peso

Foto: Autores

En una hornilla con un diseño adecuado, el bagazo de la molienda utilizado como combustible debería ser suficiente para que el agua del jugo de caña se evapore y pueda producirse la panela. Sin embargo, la forma rudimentaria como se fabrica la panela en Colombia es muy ineficiente en términos energéticos, y en la mayoría de los trapiches tradicionales es necesario utilizar también otros combustibles por la baja eficiencia térmica de las hornillas. Los combustibles más usados son: madera, guadua (*Guadua angustifolia* Kunth), carbón y caucho de llantas usadas, lo que tiene serias consecuencias negativas para el medio ambiente y la salud humana. Por un lado, en algunas zonas la deforestación ha sido severa y, por otro, la combustión del caucho produce altos índices de contaminación por la liberación de grandes cantidades de micro partículas y bióxido de azufre. Las micropartículas contaminan los suelos y las fuentes de agua, y el bióxido de azufre tiene efectos irritantes sobre las vías respiratorias, creando problemas de bronquitis, aparte de los olores insoportables generados por la combustión.

Mejorando el trapiche tradicional

El uso de la hornilla es el más simple de los procesos para producir panela, pudiéndose encontrar otros tipos con diferentes grados de desarrollo tecnológico. En procesos más tecnificados (industriales) la cámara de combustión se reemplaza por una caldera para producir vapor, que se utiliza en la zona de evaporación por medio de intercambiadores de calor sumergidos en las pailas, como se muestra en el Diagrama 2.

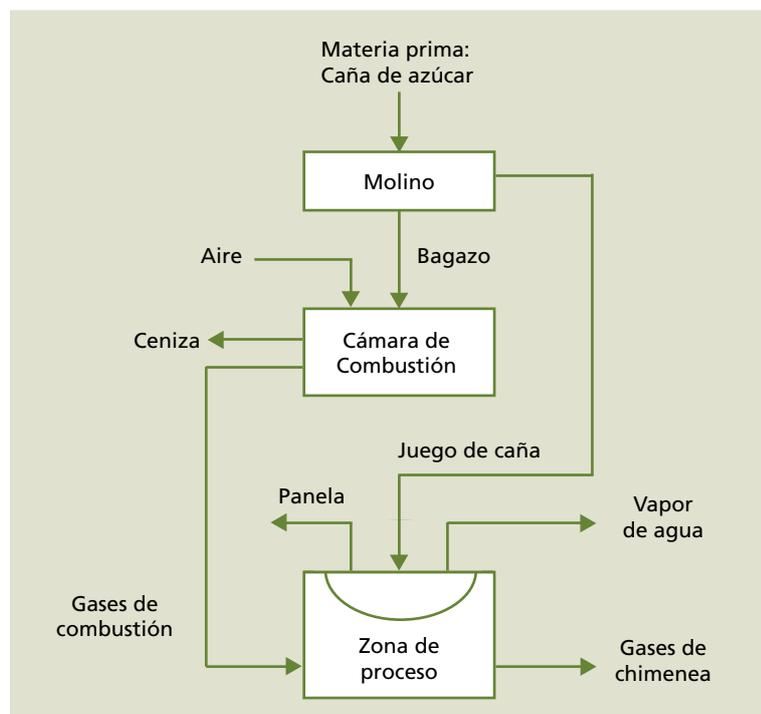


Diagrama 1. Proceso de una hornilla tradicional

Los criterios finales para el diseño y construcción del trapiche fueron adoptados de común acuerdo entre los productores y los investigadores

Estos procesos industriales permiten tener niveles de producción mucho más altos, y obtener un producto más homogéneo y de mejor calidad, dado el aumento en el control de las variables productivas. Adicionalmente, al usar calderas, se tiene mayor control de la combustión y se elimina el uso de bagaceras, ya que el bagazo húmedo se pulveriza y se quema directamente. Sin embargo, en el marco de nuestro proyecto, buscamos aprovechar un proceso con el cual los pequeños productores están familiarizados y optamos por mejorar un trapiche tradicional. También, en términos económicos, los procesos industriales están fuera del alcance de las familias campesinas. La producción con hornillas se justifica por la ubicación de los trapiches en zonas rurales apartadas, lo que dificulta enormemente el mantenimiento y operación de instalaciones más complejas, que requieren de mano de obra más especializada.

La preocupación por la contaminación ambiental y el agotamiento de los recursos naturales ha llevado a que diferentes instituciones realicen nuevos diseños de hornillas y procesos productivos con mayor eficiencia energética. Este artículo muestra los resultados de un esfuerzo por mejorar la eficiencia y productividad de los trapiches paneleros

tradicionales, realizado por el Grupo de Investigación en Panela de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín (GIPUN), con la colaboración de productores de panela de un sector rural del municipio de Frontino en el departamento de Antioquia, organizados en la Asociación de Paneleros de Frontino (ASOPAFRON), que agrupa a más de 70 pequeños productores.

El municipio de Frontino cuenta con una población cercana a 26.000 habitantes y una superficie de 1.263 kilómetros cuadrados. Se encuentra a una altitud de 1.350 metros sobre el nivel del mar y registra una temperatura promedio de 21 grados centígrados. Tiene una de las mayores poblaciones indígenas del departamento de Antioquia, pertenecientes a la etnia emberá-katíos. La economía del municipio es eminentemente agrícola, siendo la caña de azúcar el principal producto, lo que convierte al municipio en el primer productor de panela en Antioquia. Se cultiva también, en menor escala, café, maíz, frijol, banano y frutales. La ganadería y la minería, se encuentran en un segundo lugar como actividades económicas.

Para poder diseñar y construir la versión mejorada de un trapiche tradicional se mantuvo un diálogo constante entre los investigadores del área de mejoramiento energético del GIPUN y los productores paneleros, representados por las directivas de ASOPAFRON y dos productores con amplia experiencia en el manejo y construcción de trapiches, quienes aportaron su conocimiento empírico adquirido a lo largo de los años. Los criterios finales para el diseño y construcción del trapiche fueron adoptados de común acuerdo entre los productores y los investigadores.

A través de este proceso de discusión y con la ayuda de un diagnóstico realizado anteriormente sobre el desempeño energético de los trapiches colombianos (Velásquez, 2002; Velásquez *et al.*, 2004), se llegó a la conclusión que las variables más importantes en el funcionamiento de las hornillas son, entre otras, la humedad del bagazo que se quema; la combinación del aire y el bagazo en la cámara de

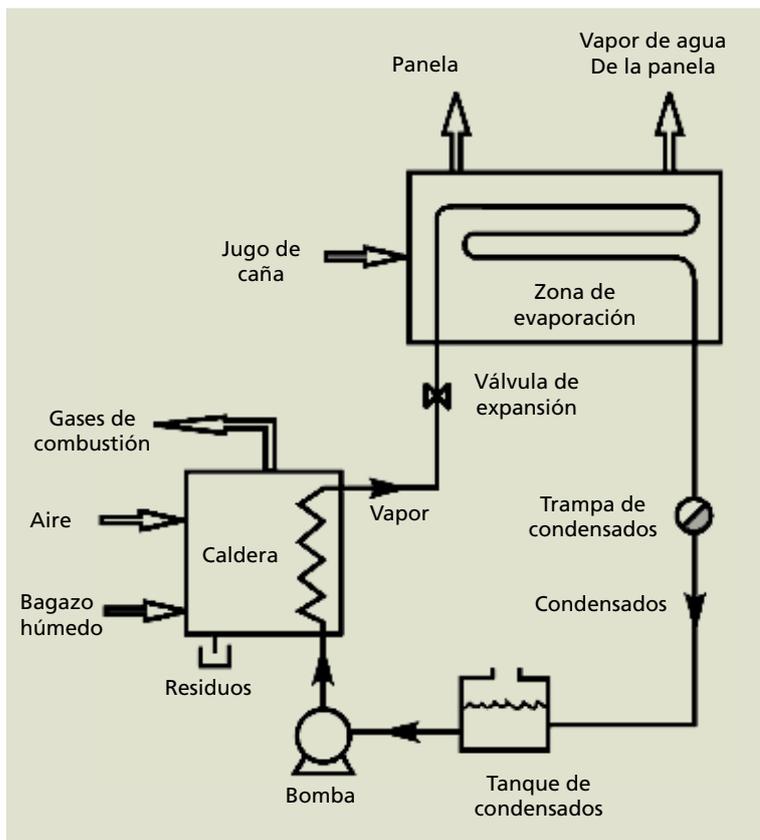


Diagrama 2. Proceso industrial de producción de panela

combustión; el exceso de aire utilizado; la transferencia de calor entre los gases y las pailas; el tiro de la chimenea para la salida de los gases; la recolección de las partículas de material originadas por la combustión; los materiales utilizados en la construcción, y el tiempo requerido para iniciar la producción. Además de estas variables, en el diseño es importante determinar y considerar las limitaciones impuestas por el contexto, como son la panela a producir, el rendimiento del molino y la ubicación del trapiche (altitud, temperatura, y régimen de vientos).

Teniendo en cuenta las variables anteriores se diseñó un trapiche en el que las principales diferencias respecto a los existentes están relacionadas con la cámara de combustión, las pailas de evaporación, el ducto de gases y la chimenea.

En la cámara de combustión se modificó el lecho del bagazo utilizando una parrilla o red de acero que optimiza el mezclado con el aire, proporcionando una combustión más homogénea. Además se redujo la longitud de la cámara, para evitar el ingreso excesivo de aire. Con el fin de aumentar la transferencia de calor a las pailas, se soldaron en la parte externa –correspondiente al fondo de la paila– aletas de acero estructural. Con esto se aumentó en casi 25 por ciento el área efectiva de transferencia de calor.

Otra modificación consistió en reducir la altura y aumentar el ancho del ducto de gases, de modo que las pailas participaran más activamente en el proceso de transferencia de calor. Finalmente, la chimenea se diseñó de manera que fuera capaz de capturar las partículas de material, y que el tiro fuera óptimo para evitar el uso de ventiladores.

La hornilla diseñada es similar a las existentes, con el área típica de un trapiche que produce 150 kg de panela por hora. Además de las modificaciones mencionadas anteriormente,

hay otras diferencias importantes, entre las que destacan el flujo de jugo durante el proceso, los materiales de construcción y la pared del ducto de gases. El jugo entra a la hornilla en su zona fría –la más cercana a la chimenea– para facilitar su proceso de clarificación. De ahí pasa a una paila adyacente, un poco más caliente, y de ésta a las pailas de evaporación, justo a la salida de la cámara de combustión. De este modo se usa mejor la energía, ya que el proceso de evaporación requiere un flujo térmico mayor. La etapa final de la producción, denominada punteo, se realiza en una zona intermedia para facilitar su control.

Una modificación importante es que las pailas se construyeron de acero inoxidable, a diferencia de las tradicionales, hechas por lo general de lámina de acero común. Al igual que en las hornillas tradicionales, el ducto de gases se construyó enterrado, pero se le hizo doble pared de ladrillo para reducir la pérdida de calor.

Evaluación de la hornilla mejorada

La hornilla mejorada se construyó entre los meses de enero y marzo de 2004. Se contó con el financiamiento de la Empresa Asociativa de Trabajo Las Mercedes, que agrupa a 11 productores de ASOPAFRON y se localiza en el casco urbano del municipio de Frontino.

Se logró el objetivo de autosostenibilidad de la hornilla, es decir, que solamente usa bagazo como combustible, eliminando el impacto ambiental y el costo adicional que implica el uso de combustibles complementarios

Con el fin de tener una referencia para la evaluación del trapiche mejorado se hicieron mediciones de control en dos trapiches tradicionales típicos; uno de casi un siglo de antigüedad, ubicado en el municipio de Cisneros, y otro de construcción reciente, ubicado en el municipio Yolombó, ambos en el departamento de Antioquia (Velásquez *et al.*, 2004). Se definieron algunos parámetros clave para comparar el desempeño de las hornillas.

Como se puede apreciar en el Cuadro 1, se logró el objetivo de autosostenibilidad de la hornilla, es decir, que solamente usa bagazo como combustible, eliminando el impacto ambiental y el costo adicional que implica el uso de combustibles complementarios, mejorando la rentabilidad del trapiche. Es claro el aumento logrado en la eficiencia energética del proceso productivo, acercándose al concepto de uso racional de la energía. Las pérdidas por chimenea se ven dramáticamente disminuidas, llevando a una consiguiente disminución de la contaminación causada por los gases de combustión.

Una forma efectiva de comparar los trapiches desde el punto de vista del ahorro de energía es hacerlo mediante un índice que tenga en cuenta el proceso global de la hornilla. Dicho índice se puede definir como el cociente entre el bagazo consumido y la panela producida, y da una idea de la forma en que se emplea el recurso energético en el proceso productivo (rendimiento global). A menor valor de este índice, mejor se emplea la energía en el trapiche. En el Cuadro 1 puede observarse cómo mejoró el índice de rendimiento global, logrando mayor producción de panela por unidad de bagazo consumido.

Otros aspectos importantes del mejoramiento de la hornilla son los siguientes: en la misma área constructiva de una hornilla (ver Cuadro 1, trapiche tradicional reciente) que produce 150 kg de panela por hora, se lograron producir 260 kg, lo que significa que con el mismo personal se aumenta la productividad. Asimismo, se produce panela de mejor calidad debido al material de las pailas y a que se tiene mayor control sobre la clarificación. El tiempo requerido para el inicio de la producción se redujo de 45 a 15 minutos.

La hornilla mejorada ha tenido gran acogida entre la comunidad panelera. Sus principios de diseño están siendo empleados para mejorar las hornillas existentes en la zona. Del mismo modo, se ha convertido en un modelo para la construcción de nuevos trapiches.

Siguientes etapas de desarrollo

Aunque los resultados obtenidos son muy positivos, se han identificado otras oportunidades de mejoramiento, entre las cuales se encuentran las siguientes:

- modificar el sistema de alimentación manual de bagazo por uno mecánico que permita una mejor regulación de la combustión;
- sustituir el tiro natural por tiro inducido para tener mejor regulación de la combustión, ya que el tiro natural se ve afectado considerablemente por las condiciones atmosféricas;
- el alto porcentaje de bagazo sobrante abre la posibilidad de utilizar esa biomasa para otros fines, bien sea energéticos o para producir abono;
- la energía perdida con los gases de chimenea se puede emplear de varias maneras. Una es producir vapor que puede ser utilizado en el mismo proceso productivo. Otra alternativa es usarla en el secado del bagazo.

Parámetro	Trapiche		
	Tradicional antiguo	Tradicional reciente	Nuevo diseño
Caña de azúcar procesada (kg/h)	982	1.364	2.360
Panela producida (kg/h)	108	150	260
Bagazo sobrante (porcentaje)	-4,1	19,3	33
Eficiencia energética (porcentaje)	39,4	42,7	62,3
Pérdidas por chimenea (porcentaje)	48,5	43,4	27,5
Rendimiento global (kg bagazo/kg panela)	1,8	1,5	1,1

Cuadro 1. Comparación de la eficiencia energética entre los trapiches tradicionales y el nuevo diseño

También podría rediseñarse la cámara de combustión de forma que permita quemar el bagazo húmedo y eliminar su proceso de almacenamiento. Con esto podría evitarse la generación de plagas, la necesidad de espacio adicional y la mano de obra innecesaria.

Héctor Iván Velásquez Arredondo

Instituto de Energía, Facultad de Minas, Universidad Nacional de Colombia

Correo electrónico: hivelasq@unalmed.edu.co

Andrés Felipe Agudelo Santamaría

Grupo de Ciencia y Tecnología del Gas y Uso Racional de la Energía, Universidad de Antioquia

Correo electrónico: afagudel@udea.edu.co

Jorge Iván Álvarez González

Grupo de Investigación en Panela Universidad Nacional – GIPUN

Correo electrónico: jjalvare@unalmed.edu.co

Referencias

- CORPOICA-FEDEPANELA, 2000. **Manual de caña de azúcar para la producción de panela**. Bucaramanga, Colombia.
- Martínez, H. y X. Acevedo, 2004. **Características y estructura de la cadena agroindustrial de la panela en Colombia**. Documento de trabajo No. 12. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Bogotá, Colombia.
- Velásquez, H. I., J. F. Chejne y S. A. F. Agudelo, 2004. **Diagnóstico energético de los procesos productivos de la panela en Colombia**. Revista Facultad Nacional de Agronomía, Vol. 57, No. 2. Medellín, Colombia.
- Velásquez, H. I., 2002. **Evaluación energética de los procesos productivos de la panela en Colombia**. Tesis de Maestría. Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

ITDG, Intermediate Technology Development Group

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

ITDG es un equipo de cooperación técnica internacional que trabaja junto a las poblaciones rurales y urbanas de menores recursos buscando soluciones prácticas para la pobreza mediante el uso de tecnologías apropiadas. Partiendo de los resultados obtenidos en sus actividades y aprovechando diversas experiencias en todo el mundo, ITDG busca proporcionar soluciones prácticas y productivas para la población rural y urbana de escasos recursos mediante la ejecución de programas y proyectos que incluyen la realización de estudios, ejecución de obras, reforzamiento institucional, la provisión de información, asesoría técnica, capacitación e influencia. Destaca aquí el Programa de Energía, Infraestructura y Servicios Básicos. Su sitio web presenta mucha información, incluyendo un catálogo bibliográfico y un servicio de consultas técnicas; con una serie de publicaciones disponibles en línea (en versión PDF).

PNUD, Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo

<http://www.undp.org/wssd/spanish/energy.html>

Los esfuerzos del PNUD en relación con la energía sostenible apoyan el objetivo de la Cumbre del Milenio de reducir a la mitad el número de personas que vive en condiciones de pobreza para 2015. En septiembre de 2001 el PNUD presentó el Fondo Fiduciario Temático sobre la Energía para el Desarrollo Sostenible, para encauzar recursos con el fin de satisfacer las necesidades de los países en los que se ejecutan programas y definir claramente las prioridades sobre programas y políticas energéticas en toda la organización. El Fondo Fiduciario Temático del PNUD sobre la Energía para el Desarrollo Sostenible hace hincapié en la energía como un medio para ayudar a los países a salir de la pobreza y a seguir la senda del desarrollo sostenible. El Fondo sigue cuatro líneas de servicio principales: el fortalecimiento de los marcos nacionales de política en apoyo de la energía para la reducción de la pobreza y el desarrollo sostenible, la promoción de servicios de energía en las zonas rurales, la promoción de tecnologías no contaminantes para el desarrollo sostenible, y el acceso a la financiación de inversiones para la energía sostenible.

GRUPO, Grupo de Apoyo al Sector Rural

<http://www.pucp.edu.pe/invest/grupo>

El GRUPO es una unidad del Departamento de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, creado en 1985 para desarrollar tres líneas de acción principales: la investigación científica y tecnológica en el tema de energías renovables, la difusión de tecnologías apropiadas para el sector rural, y la protección del medio ambiente a través de proyectos en permacultura, educación ambiental, desarrollo sostenible, agricultura

orgánica y turismo ecológico. Su objetivo principal es la proyección a la comunidad, en especial con los pobladores rurales que acuden al GRUPO desde distintas partes del Perú en busca de alternativas sostenibles para cubrir sus necesidades básicas. Su página web muestra las áreas en las que trabaja, los servicios que brinda y los proyectos que desarrolla. Incluye también información sobre eventos a realizarse próximamente, y también sobre cursos (como el curso a distancia sobre la construcción de pequeñas bombas de ariete).

Red Solar

www.cubasolar.cu

Esta página es presentada como un punto de encuentro para la promoción de las fuentes renovables de energía, la eficiencia energética y el respeto ambiental. Incluye noticias e información local e internacional, artículos, enlaces a otras páginas, y acceso a un servicio informativo a través del correo electrónico. Alberga también a CUBASOLAR, la Sociedad Cubana para la Promoción de las Fuentes Renovables de Energía y el Respeto Ambiental. Esta es una ONG creada en noviembre de 1994 con el objetivo de promover el uso de las fuentes renovables de energía en sustitución de las fuentes no renovables y contaminantes, el ahorro y la eficiencia energética, así como el respeto ambiental haciendo énfasis en la labor educativa. Propicia la realización de eventos, seminarios y otras tareas más, tanto para profesionales como para no profesionales, en coordinación con la Universidad Técnica de Energías Renovables (UTER).

ENERGIA, Género y energía sostenible

www.energia.org

Esta es una red internacional que enlaza a individuos y a organizaciones preocupadas con la disponibilidad y uso de la energía, el desarrollo sostenible y el los aspectos de género. Trabaja en Latinoamérica, así como en Africa, Oceanía y en Europa. Se centra particularmente en el desarrollo de capacidades para integrar los aspectos energéticos y de género en los programas y proyectos que apuntan al desarrollo sostenible, y en la consolidación de la red.

ITACAB, Instituto de Transferencia de Tecnologías Apropriadas para Sectores Marginales

<http://www.itacab.org>

El ITACAB es una entidad especializada del Convenio Andrés Bello (CAB) que se dedica al apoyo del desarrollo sostenible a través del intercambio de experiencias entre los países miembros del mismo, contribuyendo a la generación de tecnologías nuevas y propias para mejorar las condiciones de vida de los pobladores de los países miembros. Su página presenta información general sobre sus proyectos y actividades, y también noticias y novedades. Incluye también un «Centro de Recursos» con más de 222 fichas con detalles de tecnologías y experiencias aplicadas, entre las que se encuentran algunas fichas relacionadas con las necesidades de energía para la producción agrícola.

INFORSE, International Network for Sustainable Energy

<http://www.inforse.dk>

INFORSE es una red global de organizaciones independientes y no gubernamentales que trabaja en favor de las soluciones energéticas más sostenibles para reducir la pobreza y proteger el medio ambiente. Se formó en 1992 en la cumbre global de Río de Janeiro, Brasil, y en la actualidad tiene más de 150 miembros. Su objetivo general es desarrollar un mundo donde los suministros energéticos, necesarios para un desarrollo justo y humano, se provean de un modo sostenible, usando para ello las energías renovables (ej. solar, eólica, biogás, minihidráulica). Dispone de una publicación periódica (Sustainable Energy News) que puede bajarse en formato PDF, con experiencias internacionales, análisis político, etc. en el sector de energías renovables. También presenta un curso multimedia de educación a distancia sobre energías renovables (DIERET, distance internet education on renewable energy), disponible via internet o en formato CD. El curso es en inglés y se actualiza anualmente.

CINER, Centro de Información en Energías Renovables www.ciner.org

Con sede en Cochabamba, Bolivia, el CINER es un centro que busca contribuir a la conservación de los recursos naturales con miras al uso racional de la energía, orientando, asesorando y promoviendo el intercambio de información, investigación y alcances tecnológicos entre instituciones, empresas y personas que trabajan en el tema energético, estimulando la relación entre el uso de energía y la productividad. Brinda diferentes servicios, entre los que está la asesoría en la formulación y supervisión de proyectos, organización de eventos, asesoría en la gestión de calidad de ambiente, capacitación de recursos humanos, y diseño de software. Publican la revista semestral *Energía y Desarrollo*, con artículos basados en experiencias locales y regionales, a la que es posible suscribirse.

DFID Energy Newsletter www.dfid-kar-energy.org.uk

Publicación semestral disponible a través del sitio web de la sección de investigación del Departamento Británico para el Desarrollo Internacional, DFID. Esta dirigida a todos aquellos involucrados o interesados en los aspectos energéticos en los países en vías de desarrollo. El sitio web presenta también reportes, informaciones diversas, y enlaces.

GVEP, Global Village Energy Partnership <http://www.gvep.org>

La Alianza Global de Energía Comunal busca servir de enlace entre los gobiernos de países industrializados y en vías de desarrollo, organizaciones públicas y privadas, instituciones multilaterales, consumidores u otros actores con miras a asegurar que las poblaciones pobres puedan acceder a los servicios energéticos. Trabajando en muchos países a nivel mundial, la alianza busca disminuir la pobreza y facilitar el desarrollo económico y social, enfatizando los mecanismos de coordinación y sirviendo de fuente de información sobre buenas prácticas en el desarrollo y la implementación de proyectos y programas energéticos. Su página web presenta material relacionado con sus actividades y proyectos (cinco de ellos en América Latina), además de muchas publicaciones y documentos.

GRACE, Global Resources Action Center for the Environment <http://www.gracelinks.org>

GRACE es una corporación sin fines de lucro establecida en los Estados Unidos en 1996, originalmente orientada a reemplazar la producción agrícola industrializada («factory farming») por una que sea sostenible, económicamente viable y medio ambientalmente apropiada. GRACE trabaja actualmente en la formación de enlaces entre la investigación, la dirigencia política y las comunidades en la base para preservar el futuro del planeta y proteger la calidad del medio ambiente. Uno de sus proyectos está centrado específicamente en la energía sostenible. Su página web presenta información sobre sus campañas y estrategias reacción, incluyendo también algunos artículos.

ESMAP, Energy Sector Management Assistance Programme <http://wbi018.worldbank.org/esmap/site.nsf>

El Programa de Asistencia en la Gestión del Sector Energético fue establecido en 1983 como esfuerzo conjunto del Banco Mundial y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo, respondiendo así a la crisis energética mundial. Su mandato ha ido evolucionando, y actualmente ESMAP promueve el rol de la energía para el crecimiento económico y la disminución de la pobreza, en una manera responsable con el medio ambiente. Es un programa de asistencia técnica que apunta a que los países en desarrollo puedan satisfacer sus demandas energéticas, contribuyendo a la generación de conocimiento específico para ello.

Positive Power www.positivepower.co.uk

Servicio gratuito de información sobre las energías renovables y tecnologías sostenibles, agrupada según temas (en inglés). Trata de proveer a la gente

común el conocimiento para acceder a las energías renovables y promover este tipo de energías y el desarrollo sostenible. Su página incluye artículos y noticias generales, además de vínculos a otras páginas.

GNESD, Global Network on Energy for Sustainable Development <http://www.gnesd.org>

La Red Global en Energía para el Desarrollo Sostenible es un espacio facilitado por la División de Tecnología e Industria del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, UNEP. Reune a unos 20 «Centros de Excelencia» de todo el mundo, reconocidos por su trabajo en el campo de la energía y el desarrollo sostenible. Su principal objetivo es alcanzar los Objetivos del Milenio, fortaleciendo las capacidades de los socios para adquirir, asimilar y aplicar el conocimiento existente; fortalecer los vínculos entre los interesados y promover la comunicación, facilitando el intercambio de experiencias y la colaboración. También es posible encontrar muchas páginas que presentan información sobre la energía y su relación con el desarrollo sostenible. Aunque no se limitan a la producción agrícola ni a la región latinoamericana, pueden servir a los interesados como fuente de información específica.

Mundoenergía.com <http://www.mundoenergia.com>

Esta es una revista de divulgación energética editada exclusivamente en internet que abarca todas las áreas del mundo de la energía: energías renovables y convencionales, medio ambiente, política y mercados energéticos, eficiencia, etc. Está dirigida a cualquier interesado en temas energéticos y contiene artículos de actualidad, reportajes y opinión desde un enfoque independiente. Incluye una gran cantidad de información con actualización periódica.

Energías renovables <http://www.energias-renovables.com>

Centro de noticias del sector energético con actualización diaria (con énfasis en España). La información está muy bien clasificada (eólica, solar térmica, solar fotovoltaica, biomasa, hidráulica, ahorro y otras fuentes) y dispone de secciones complementarias como entrevistas, panorama, artículos prácticos, directorio empresarial y enlaces de interés. Además, el portal edita una revista con las noticias y artículos más destacados.

El Globo <http://www.ambienteyenergia.com.ar>

Noticiero publicado en Buenos Aires, con información actualizada sobre energías limpias, el medio ambiente y la normalización. Incluye noticias breves y notas diversas agrupadas según el tema: energía eólica, solar, biocombustibles, capacitación, turismo sostenible, ambiente, etc.



Energía News

Boletín de la Red de Género y Energía Sostenible. ISSN <http://www.energia.org/resources/newsletter/index.html>

Este boletín es una publicación trimestral centrada en el tema de la energía y su relación con la problemática de género. Tiene presencia en África, Asia, América Latina y Oceanía, y actualmente se encuentra en su tercera fase de desarrollo,

con los objetivos de fortalecer las capacidades de desarrollo para integrar las problemáticas de género y energía en el ámbito de las políticas públicas y de programas y proyectos de desarrollo sostenible, así como de consolidar la red. Su número más reciente (Vol. 8, No. 1) toca el tema de «Género, agua y energía», y presenta una serie de artículos sobre el uso doméstico del agua y las fuentes de energía en contextos de pobreza: las familias enfrentan problemas similares en cuanto al acceso a estos dos recursos vitales, por lo que se presenta la oportunidad de generar acciones destinadas a resolver ambos problemas desde un punto de vista integral. Los lectores interesados pueden suscribirse gratuitamente a la versión impresa del boletín, aunque éste se encuentra disponible en formato PDF en la página web de la red. De igual manera, es posible enviar colaboraciones para su publicación en el boletín.

Energías Renovables y Medio Ambiente

Revista de la Asociación Argentina de Energías Renovables y Ambiente (ASADES). ISSN: 0328-932X.

www.asades.org.ar/erma/index.htm

Revista de frecuencia cuatrimestral dedicada a la publicación de artículos en castellano o portugués sobre los distintos aspectos

básicos o aplicados relacionados con las energías renovables, así como sobre su utilización en la solución de los problemas del medio ambiente. En su volumen 10 publica un interesante estudio de H. Grossi Gallegos y R. Righini que evalúa las posibilidades de uso de la energía solar en zonas aisladas de Latinoamérica. Destaca también el artículo «Cocinas solares comunales de uso múltiple», de L. Saravia, C. Cadena, R. Caso y C. Fernández, en el que se abordan problemas energéticos propios de zonas áridas andinas y subandinas.

Energy for Sustainable Development (Energía para el Desarrollo Sostenible)

Publicación en inglés de la International Energy Initiative

<http://www.iei-la.org/reports.asp>

Boletín publicado con el objetivo de servir como medio de comunicación e interacción entre todos aquellos relacionados con el tema. Su último número, de marzo del 2005, aborda diversos temas relacionados con el uso de energía en las unidades domésticas, desde los problemas generados por el humo en las cocinas y cómo resolverlos, hasta la problemática de género en su relación con los usos de la energía. Destaca el artículo «De las estufas a los sistemas de cocina: el programa integral de uso de energía sostenible en México», de Omar R. Masera, Rodolfo Díaz y Víctor Berrueta, en el que se describe un programa interinstitucional para mejorar la sostenibilidad del uso doméstico de energía en el ámbito rural mexicano. Se aborda al detalle un modelo de estufa a leña de alta eficiencia y se revisan los resultados de este programa a un año de haberse iniciado.



Reciclaje de desechos animales

T. R. Preston y L. Rodríguez, 1999. Fundación UTA, Finca Ecológica Tosoly, AA #487, Santander, Colombia. Para obtener copias en CD-Rom, contactar a Lylian Rodríguez al correo electrónico: lylianr@utafoundation.org

Este manual para la instalación de biodigestores está basado en experiencias personales y está dirigido específicamente a ecosistemas en trópicos húmedos. Describe en detalle la instalación y el mantenimiento de biodigestores de plástico. El manual consta de tres discos compactos: el primero da una visión general sobre el reciclaje productivo de los desechos de animales, e incluye descripciones y fotos de la instalación y el mantenimiento de biodigestores de plástico, de estanques con lenteja de agua y los procedimientos para el uso de gusanos de tierra en el reciclaje de las excretas del ganado, así como del uso de estiércol de caprinos como fertilizante para el cultivo de yuca (mandioca) para forraje. El disco 2 incluye descripción y video de la instalación y mantenimiento de los biodigestores. El disco 3 trae descripciones y video de la preparación y manejo de estanques con lenteja de agua.

Human Considerations in Crop Post-Harvest Operations

Tahseen Jafry, 2001. 33 p. Silsoe Research Institute, Silsoe MK45 4HS, Reino Unido / Crop Post-Harvest Programme, NR International Ltd., Park House, Bradbourne Lane, Aylesford, Kent, ME20 6SN Reino Unido. Correo electrónico: c.wheeler@nrint.co.uk

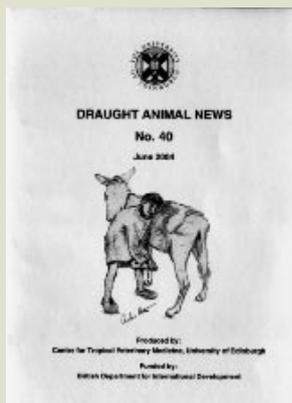
Las personas, o el capital humano, son el recurso más valioso de cualquier país. Si no se presta atención al factor humano al diseñar proyectos, se corre el riesgo de no sacar el máximo provecho del limitado capital humano existente o, peor aún, se puede desgastar el capital humano aun más a partir de intervenciones inadecuadas que causan fatiga o lesiones, o desvían la atención de otras tareas importantes. La relación entre las personas y su ambiente de trabajo –la ergonomía– trata sobre el desarrollo de sistemas y de tecnología que puedan adecuarse a las personas. En esta publicación, el autor menciona los factores que deben ser tomados en cuenta al diseñar intervenciones para mejorar las operaciones agrícolas. Proporciona a los diseñadores de proyectos una serie de «puntos a tener en cuenta» bajo los títulos de transporte y comercialización; equipo procesador; áreas de trabajo para almacenar y manipular los productos; y el ambiente de trabajo mismo.

Draught Animal News (DAN)

Revista del Centro de Medicina Veterinaria Tropical de la Universidad de Edimburgo. ISSN 1354-6953. Centro de Medicina Veterinaria Tropical,

Roslin Midlothian, EH25 9RG, Escocia, Reino Unido. Correo electrónico: anne.pearson@ed.ac.uk

Publicación periódica que incluye colaboraciones de distintos autores sobre proyectos de investigación y desarrollo en África, América Latina y Asia, todos relacionados con animales de tiro. Incluye una pequeña sección de noticias y novedades bibliográficas, una sección de cartas al editor y otra de eventos próximos. La revista está escrita en un lenguaje accesible y brinda mucha información práctica sobre los animales de tiro, con fotografías y dibujos, lo que la hace muy útil para extensionistas y campesinos.



Financing renewable energy systems: a guide for development workers (Financiando sistemas de energía renovable: una guía para los trabajadores del desarrollo)

Gregory J. *et al.* (eds.), 1997. 146 pp. ISBN 18 5339 387 8. Intermediate Technology Development Group Publishing, Bourton Hall, Bourton-on-Dunsmore, Rugby, Warwickshire, CV 23 9QZ, Reino Unido.

Este libro busca proporcionar información sobre distintos sistemas de financiamiento que pueden ser solicitados por proyectos sobre tecnologías energéticas renovables de países en desarrollo. Aborda sistemáticamente los mecanismos financieros mostrando sus condiciones económicas, formas de solicitud y ventajas. Advierte sobre eventualidades y dificultades que pueden sobrevenir e indica qué actores e instituciones son adecuados para operar los financiamientos. Se incluyen estudios de caso de diferentes países.

Boiling Point

Revista sobre energía del Intermediate Technology Development Group (ITDG) http://www.itdg.org/?id=boiling_point

Boiling Point (Punto de Ebullición) es una revista producida por ITDG con el apoyo de la GTZ, dirigida a quienes trabajan con estufas (fogones) y energía doméstica. Aborda temas técnicos, sociales, de financiamiento y ambientales, y busca mejorar la calidad de vida de comunidades pobres en países en desarrollo. Se han ido desarrollando diversos temas desde los números anteriores: bosques, combustibles y alimentos, reducción de la pobreza y

desarrollo empresarial. En internet están disponibles seis números de años anteriores, así como el más reciente, no. 50, dedicado al tema del desarrollo en escala y la comercialización de iniciativas energéticas para los hogares de áreas rurales.

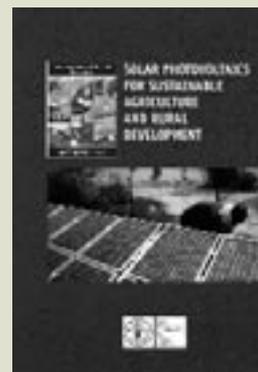
Cómo realizar una pequeña cocina de biogás

Oscar Bartomeu Orozco. La Fábrica del Sol, Barcelona, España. Documento inédito encontrado en versión PDF en la siguiente dirección: www.telefonica.net/web2/obiogas/Demostracion_biogas.pdf El ingeniero Oscar Bartomeu ha diseñado un sistema básico para la instalación y operación de una cocina de biogás, a partir de su experiencia como consultor para el sector agrícola español. El modelo que se describe en este documento se fabrica con materiales de fácil acceso y bajo costo, lo que lo pone al alcance de cualquier familia, y su utilidad es de uso doméstico. Incluye fotos del biodigestor y la instalación para una cocina de gas típica.

Energía solar fotovoltaica para la agricultura y el desarrollo rural sostenibles

B. van Campen, D. Guidi y G. Best, 2000, 77 pp. Documento de trabajo sobre medio ambiente y recursos naturales, núm. 3, FAO, Roma. Disponible también en formato PDF en: www.fao.org/sd/spdirect/EGre0057.htm

El potencial de los sistemas de energía solar fotovoltaica (FV) se ha demostrado en los proyectos de electrificación rural realizados en todo el mundo, en especial respecto a los sistemas solares domésticos. El principal objetivo de este estudio es contribuir a conocer mejor el posible efecto y las limitaciones de los sistemas fotovoltaicos en la agricultura y desarrollo rural sostenibles (ADRS), sobre todo en las actividades que generan ingresos. Resulta de primera importancia determinar la contribución potencial de los sistemas fotovoltaicos al desarrollo rural, con el fin de lograr un mayor compromiso económico y político con los proyectos y programas de energía solar FV y perfeccionar su elaboración. Se espera que este documento fomente la creatividad y la comunicación entre las diversas instituciones que participan en el suministro de estos servicios a las zonas rurales, y de esta manera, sea una aportación a las decisiones «informadas» en materia de opciones de tecnología fotovoltaica.



América Renovable

Revista Especializada en Energías Renovables y Medio Ambiente del Grupo de Apoyo al Sector Rural de la Pontificia Universidad Católica del Perú. En su número 7 (marzo del 2000), publicó una serie de artículos relacionados con las alternativas energéticas accesibles al iniciarse el siglo XXI, que tienen características no agresivas con respecto al medio ambiente y son de carácter renovable. Destaca la entrevista con Julio César Romaní, quien describe algunas de las alternativas viables para la generación de energía en el Perú. Asimismo, con alcances latinoamericanos, resulta muy interesante el artículo de Luis Raygada sobre las posibilidades de uso de fuentes de energía eléctrica a través del uso de la energía solar fotovoltaica. Raygada describe algunas experiencias en este campo desarrolladas en Argentina, Brasil, Bolivia, Perú, Paraguay, Venezuela, Colombia y Chile. En su edición más reciente, (no. 10), América Renovable toca, entre otros temas, el de la energía eólica.



Pautas para contribuciones

Si conoce alguna experiencia interesante que le gustaría compartir con los lectores de LEISA, lo invitamos a escribir un artículo. Para esto tenga en cuenta que:

- cada número de LEISA trata un tema en especial. Los temas, así como las fechas límite para la recepción de contribuciones de los próximos números, se publican con regularidad en cada edición
- la información y las experiencias presentadas en la revista deben permitir a los lectores reconocer situaciones que les ayuden a usar el potencial ofrecido por el enfoque agroecológico
- las contribuciones deben mostrar experiencias que representen continuidad en el tiempo; que describan procesos y registren los cambios vividos a través de estos procesos, que representen experiencias capaces de superar el uso de insumos externos, el monocultivo y preferentemente participativas, y que contengan análisis y reflexión sobre la misma experiencia como aporte y posibilidad de ser replicable
- los artículos para LEISA-América Latina se recibirán preferentemente en español, aunque los artículos en inglés u otros idiomas son también bienvenidos
- los artículos deben ser escritos en un estilo claro y muy legible, pero riguroso en el concepto y la información
- los autores deben tratar de escribir con un lenguaje que llegue a lectores con diferentes experiencias y trayectorias personales
- las abreviaciones y los acrónimos o siglas deben ser explicados
- es importante que a los nombres locales de plantas y animales se les adjunte el nombre científico correspondiente, para tener un acceso más universal a la información
- es de mucha utilidad para los lectores que se ubique geográficamente la experiencia mediante un mapa de la localidad y su ubicación en el país del que procede
- en el caso que un artículo incluya información estadística en cuadros y gráficos, es muy importante que el autor se limite a cantidades con un solo dígito decimal. Asimismo, es importante enviar los archivos (hoja de cálculo Excel) en los cuales se ha realizado el análisis de la información cuantitativa
- los artículos pueden incluir un máximo de cinco referencias bibliográficas completas (autores; año, título, libro o revista en que se publicó el documento citado; institución o editorial y lugar de publicación)
- es recomendable que los artículos tengan una extensión de 800, 1600 o 2400 palabras (artículos de 1, 2 o 3 páginas), y que incluyan dos o tres ilustraciones, las que pueden ser fotos, dibujos, gráficos, esquemas, diagramas y mapas
- es particularmente importante que las fotografías o los dibujos –en blanco y negro o a color– sean de buena calidad. Las diapositivas (slides) son también aceptadas. El nombre del artista o fotógrafo debe estar adjunto a cada ilustración, como también el pie de foto y la leyenda de la ilustración. Estos materiales pueden ser enviados por correo postal a LEISA, en cuyo caso serán devueltos al autor una vez terminada la edición de la revista, o bien por correo electrónico u otro soporte digital (CD)
- si el material fotográfico es enviado digitalmente (vía correo electrónico), se prefieren archivos con extensión JPEG de máxima calidad (ver recuadro)

Fotografías e ilustraciones

- Recuerde siempre enviar los archivos de imagen por separado, no incrustados en archivos de texto (MS Word, etc.)
Para fotografías o ilustraciones capturadas mediante scanners: guardarlas en formato JPEG (extensión jpg) en máxima calidad; tamaño mínimo: 30 cm por el menor de sus lados; resolución mínima: 150 puntos o píxeles por pulgada (DPI, equivalente a 60 puntos o píxeles por cm); cuando use cámara digital, de preferencia usar una cámara con capacidad mayor a 3 megapíxeles, y la configuración de más alta calidad.
- Recuerde al enviar que el tamaño mínimo promedio de una foto o imagen jpg debe ser mayor a un megabyte.

- los artículos se editarán en el estilo de LEISA y si fuere necesario se acortarán o se requerirá a los autores proporcionar información adicional o algunas aclaraciones. Las contribuciones editadas de esta manera serán presentadas al autor para su aprobación antes de la publicación
- los autores deben proporcionar una dirección actualizada donde se les pueda contactar. En lo posible, esta información debe incluir: correo electrónico, teléfono y fax. Estos datos serán publicados en LEISA, para ampliar la posibilidad de intercambio del autor con los lectores
- los editores se reservan el derecho de decidir si publican o no un artículo o contribución
- si el autor lo solicita, LEISA otorgará una compensación económica de 75 USD por su contribución
- Una vez lista su contribución, envíela a:

LEISA revista de agroecología.

Apartado Postal 18-0745, Lima 18, Perú

o al correo electrónico: leisa-al@etcandes.com.pe



LEISA 21-3 diciembre de 2005

Crianza de animales menores

Los animales menores como las ovejas, cabras, alpacas, llamas, cerdos, conejos, cuyes y aves de corral, así como los peces de agua dulce, son componentes de la agricultura de pequeña escala a los que, con frecuencia, no se les da la debida importancia que tienen en estos sistemas de producción. Para las pequeñas fincas y en especial para las familias más pobres, la crianza de animales menores es una fuente importante de proteínas y de ingresos adicionales en dinero. Estos animales se desarrollan bien alimentándose de los residuos de cultivos, arvenses y deshechos de cocina, y su estiércol puede utilizarse

como abono. En muchos casos, el mejoramiento del conocimiento y manejo de los animales menores puede, de manera considerable, ampliar su contribución al sustento de las familias dedicadas a la agricultura de pequeña escala.

Fecha límite para la entrega de artículos: 4 de noviembre de 2005