



BIODIGESTORES TUBULARES UNIFAMILIARES

Cartilla práctica para instalación,
operación y mantenimiento

TECNOLOGÍAS
PARA LA PRODUCCIÓN

TECNOLOGÍAS
PARA SERVICIOS BÁSICOS
E INFRAESTRUCTURA

TECNOLOGÍAS
PARA LA GESTIÓN
DE RIESGOS

Contenido

Presentación	3
1. ¿Qué es un biodigestor?	4
2. Componentes de un biodigestor tubular	5
3. Instalación de un biodigestor tubular unifamiliar	8
4. Productos obtenidos de un biodigestor	18
5. Operación y mantenimiento de biodigestores	20
6. Recomendaciones para el buen funcionamiento del biodigestor	22
7. Cómo solucionar los problemas de un biodigestor	24

Presentación

El biodigestor es una tecnología que permite mejorar el aprovechamiento tradicional de los desechos agrarios, convirtiéndolos en recursos que producen biogás (energía) y biol (biofertilizante). Esta tecnología ha sido ampliamente difundida a escala familiar en países como China, India o Nepal. En el Perú existe un importante potencial para el aprovechamiento de esta tecnología debido a las características económicas y productivas de las familias ubicadas en la zona rural, cuyos ingresos son generados por la agricultura y ganadería a pequeña escala. En este contexto, los biodigestores permiten el aprovechamiento eficiente del recurso de biomasa, constituyéndose en una alternativa para el mejoramiento de la producción agrícola con el uso del biol como fertilizante orgánico y el biogás como combustible para cocinar y reducir el consumo de leña.

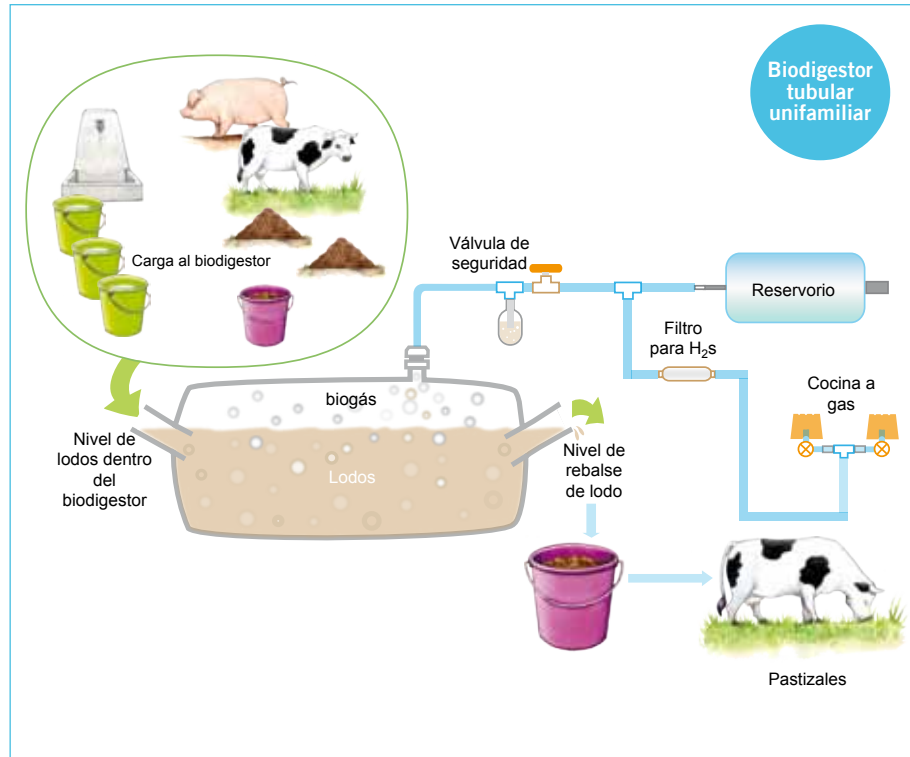
Las principales barreras detectadas en Perú para la mayor utilización de ésta tecnología en las familias rurales son tecnológicas (diseños no adaptados a las condiciones climáticas), económicas (inversión no recuperable en términos monetarios), sociales (capacitación y apropiación), logísticas (instalación y seguimiento) y políticas (falta de apoyo a tecnologías de pequeña producción).

En la región Cajamarca esta tecnología se empezó a trabajar en 1979. La Universidad Nacional de Cajamarca lideró la investigación, a través del Centro de Investigación y Promoción de Energías No Convencionales (CIPENC), que continuó con el «Programa de Biogás». En el 2007 Soluciones Prácticas, a través del Centro de Demostración y Capacitación en Tecnologías Apropiadas (CEDECAP) y con la colaboración de la Universidad Politécnica de Cataluña, Ingeniería Sin Fronteras y Green Empowerment, ha buscado promover la investigación y la adaptación de biodigestores de diseño tubular unifamiliar que vienen dando buenos resultados en zonas rurales de la región.

La presente cartilla tiene como objetivo brindar información sobre el biodigestor tubular unifamiliar, tomando como base el trabajo realizado por Soluciones Prácticas en el proceso de investigación y transferencia de esta tecnología a zonas rurales altoandinas. Se describen las diferentes etapas de implementación, operación y mantenimiento, así como los productos obtenidos de un biodigestor y su uso correcto.

1. ¿Qué es un biodigestor?

Un biodigestor es un sistema mediante el cual se genera un ambiente adecuado para que la materia orgánica se descomponga con ausencia de oxígeno. A este fenómeno se le llama «digestión anaeróbica». Este sistema funciona de una manera muy similar al estómago de una persona o un animal, ya que dentro del biodigestor encontramos que viven unas bacterias que descomponen el estiércol y otros residuos orgánicos, que se convierten en biogás y biofertilizante.

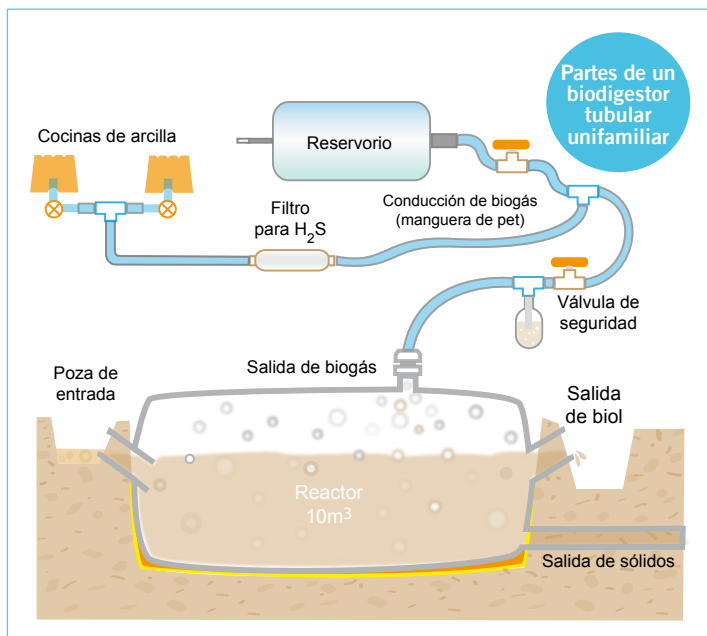


El biogás obtenido se puede utilizar para cocinar principalmente, mientras que el biofertilizante, también llamado «biol», puede utilizarse para abonar los cultivos o los pastos que sirven de alimento para el ganado.

El modelo de biodigestor utilizado por Soluciones Prácticas para sus experiencias piloto desarrolladas en Cajamarca es el del tipo tubular. Inicialmente, se utilizó polietileno como material para el reactor y posteriormente, dada su corta duración, se cambió el material por la geomembrana. La ilustración muestra el esquema de la instalación de un biodigestor tubular unifamiliar.

2. Componentes de un biodigestor tubular

En la ilustración tenemos una vista transversal de un biodigestor, lo que nos permite ver los componentes que lo conforman.



a. Poza de entrada

Es el lugar donde se realiza la mezcla de estiércol y agua, la cual ingresa al reactor a través de la tubería de entrada. A esta se le coloca una canastilla o rejilla que impide el paso del material sólido que pueda haber en el estiércol.

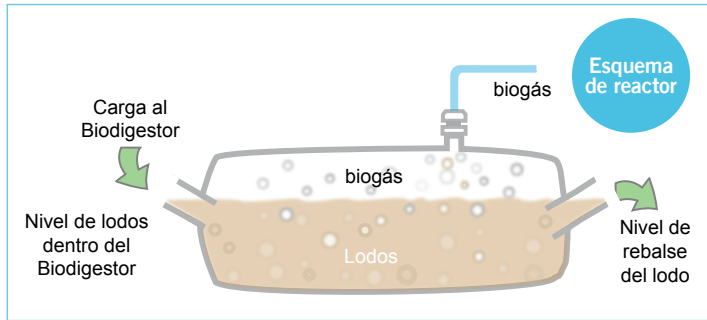
El volumen de la poza de entrada está relacionado con el volumen de carga diaria que necesita el biodigestor. Es recomendable construirla de concreto.



b. Reactor

Es el elemento principal del sistema. Consiste en una estructura en forma de tubo, construida por una geomembrana de PVC, con un volumen total promedio de 10 m³. El 75% del volumen contiene la mezcla de agua y estiércol y el 25% restante contiene el biogás; el reactor está compuesto por cuatro tuberías:

- Una conectada a la poza de entrada, donde se realiza la mezcla
- Otra conectada a la poza de salida, donde se almacena el biol
- Una tercera para la salida de los sólidos
- Una última que sirve de salida para el biogás



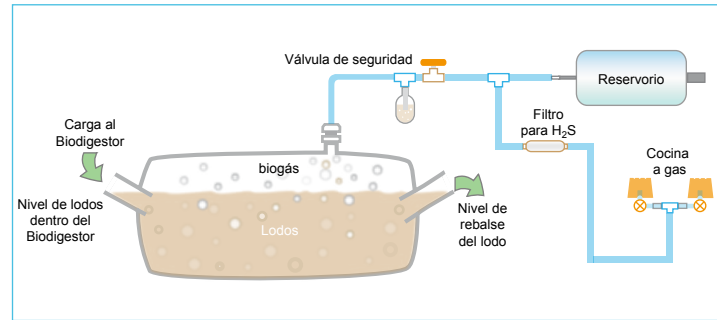
c. Poza de salida

Está ubicada a la salida del biodigestor. Es la estructura que permite recibir y almacenar el biol que se obtiene como producto de la carga y descarga diaria del biodigestor; esta poza debe estar revestida con cemento para evitar filtraciones. Se recomienda que el volumen de recepción de la poza corresponda al volumen de carga del biodigestor, de tal forma que no se generen derrames al realizar la descarga.



d. Tubería de conducción de biogás

Está compuesta por una manguera PET o una tubería de PVC, la cual se encarga de llevar el biogás desde el reactor hacia el reservorio, pasando por la válvula de seguridad y luego hacia la cocina.



e. Válvula de seguridad

Es construida en base a una botella plástica transparente conectada a la tubería de conducción de biogás mediante una «T». Dicha botella contiene una cantidad determinada de agua y su función es dejar escapar parte del biogás cuando hay mucha presión en el reservorio o en el reactor, evitando que estos se rompan. También puede ayudar a atrapar el agua que se condensa al interior de las tuberías. El nivel de agua no debe sobrepasar los 3 o 4 cm a la salida de la tubería, ya que una altura mayor haría que no cumpla su función de seguridad.



f. Techo invernadero

Es la cubierta superior que se le pone al biodigestor. Su función es mantener una temperatura apropiada y constante para que el reactor y las bacterias que habitan en él tengan un ambiente adecuado para funcionar, además de protegerlo de posibles daños causados por las personas, animales, lluvia, etc. Consta de un toldo construido en base a una estructura en forma de cúpula, cubierta con un plástico especial para invernadero. La cobertura también puede ser construida en forma de techo a un agua. Al momento de instalarlo hay que evitar dejar juntas sueltas, ya que el aire frío puede ingresar por allí.



g. Paredes

Construidas lateralmente, las paredes sirven al reactor para protegerlo del frío. Junto con el techo invernadero, ayudan a mantener una temperatura adecuada de trabajo del reactor. Pueden ser de adobe, ladrillos o tapial.

h. Reservorio

Es el lugar donde se almacena el biogás cuando no es utilizado en la cocina. Está construido de plástico simple, pero también puede ser de geomembrana. Su ubicación puede ser horizontal o vertical, en un lugar no muy transitado, evitando que elementos extraños puedan dañarlo. Las dimensiones recomendadas son de 3 m de largo por 1.5 m de diámetro, y permite almacenar aproximadamente 5 m³ de biogás.



i. Filtro para H₂S (ácido sulfhídrico)

Es una estructura tubular construida de tubería PVC, la cual contiene en su interior una viruta de hierro como filtro, instalado en la tubería por donde pasa el biogás.

Su función es purificar el biogás, ayudando a atrapar el ácido sulfhídrico (H₂S) antes de llegar a los quemadores, de modo que no cause problemas en el sistema (como la corrosión), malos olores y, en casos extremos, alguna molestia a los que utilizan la cocina.



j. Cocina de arcilla a biogás

Se utiliza para la cocción de alimentos y funciona de la misma manera que cualquier cocina a gas convencional. Puede construirse de arcilla y consta de dos quemadores u horni-llas, adaptados a la parte final de la tubería de conducción del gas. Cada hornilla se controla con una llave de paso.



3. Instalación de un biodigester tubular unifamiliar

Paso 1: Selección del lugar para la instalación

El lugar destinado a albergar el biodigester debe tener las siguientes características:

- Terreno plano, sin riesgo de inundaciones, deslizamientos o derrumbes
- El terreno debe ser de propiedad del beneficiario
- El lugar no debe estar bajo sombra
- La zanja debe tener orientación Norte-Sur, siempre que sea posible si se utiliza techo de cúpula
- Tener acceso a fuente de agua no clorada
- Debe estar cerca de la cocina de la vivienda (a menos de 20 m)
- Lugar cercano al corral del ganado
- Se debe asegurar que el lugar elegido no corte algún camino, tanto de personas como de animales



Paso 2: Construcción de zanjas y paredes

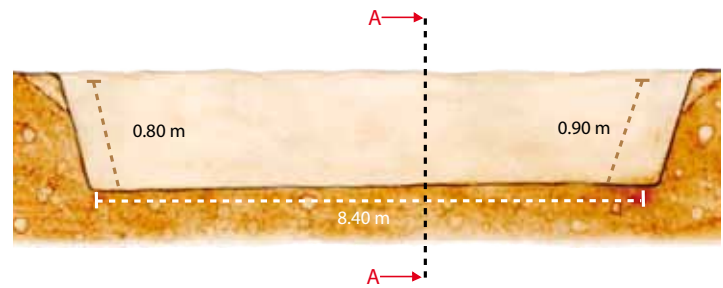
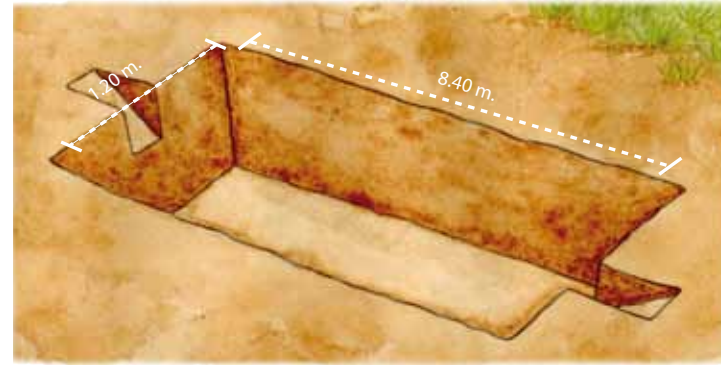
Se debe tener en cuenta las siguientes medidas para la zanja:

- Largo = 8.40 m
- Ancho superior = 1.20 m
- Ancho base = 0.80 m
- Profundidad = 0.80 m (entrada) y 0.90 m (salida)

Las medidas de la pared deben ser las siguientes:

- Largo = 8.4 m
- Altura = 0.50 m
- Ancho = 0.40 m

Las paredes se construyen de tapial o adobe. Para ello, se puede aprovechar la misma tierra que sale de la zanja para hacer los adobes o el tapial. La zanja debe tener forma trapezoidal, una vez terminada, hay que asegurarse de que no haya elementos que puedan causar daño al biodigestor, tales como ramas, raíces, piedras puntiagudas, entre otros; de encontrarlos, es preciso retirarlos.



Paso 3: Acondicionamiento de la zanja

Una vez cavada la zanja y después de revisar que no haya elementos que puedan generar daños al biodigestor, se procede a emparejar y compactar las paredes y la base. Una vez realizada esta actividad, se coloca un plástico protector que tiene la función de revestir toda la zanja e impedir el ingreso de agua o humedad; sobre este se coloca una capa de paja u otro material similar de 20 cm de altura, el cual servirá para:

- Proteger la geomembrana
- Conservar mayor temperatura que el suelo



Paso 4: Instalación del reactor

Para realizar la instalación del biodigestor se tapan todas las tuberías, dejando abierta la tubería de entrada; por medio de ésta se procede a inflar el biodigestor a través de una manga de plástico. Una vez inflado, debe ser llevado a la zanja. Hay que tener cuidado de no arrastrarlo para no dañarlo. Una vez colocado en la zanja, se ubica de forma adecuada. Hay que asegurarse de que la entrada y la salida estén ubicadas correctamente. Las respectivas tuberías se ubicarán en las canaletas hechas en la zanja.

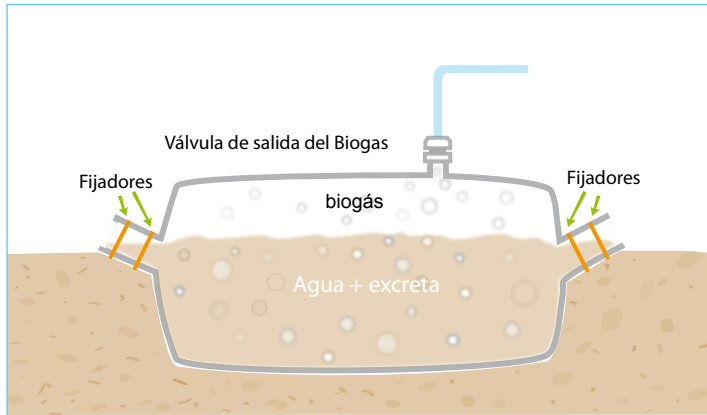


Paso 5: Nivelación de las tuberías de entrada y salida

Las tuberías de entrada y salida deben estar ubicadas en un canal inclinado y deben ser niveladas utilizando el nivel de manguera u otro similar, de manera que la mezcla se mantenga a la altura adecuada. Se clavan dos estacas junto a la pared para fijar con alambre las tuberías, de tal forma que la de salida esté ubicada a una altura que permita que el líquido ocupe el 75% de la capacidad del reactor y, si hay más líquido, éste se rebalse hacia la poza de biol.



En caso la altura no sea la correspondiente, lo que se hace es mover la tubería hacia arriba o hacia abajo para llegar al nivel requerido; si la operación no se puede realizar por falta de espacio, se hace un corte a la tubería en el punto que el nivel indique.



Paso 6: Instalación de salida de los sólidos

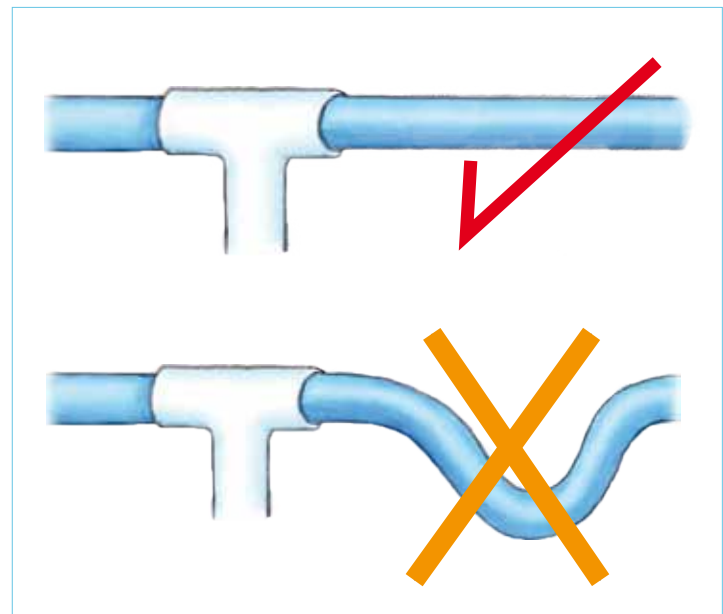
Consta de una tubería de PVC de 4" pulgadas unida a una llave de paso de 4", la cual permite la evacuación del material sedimentado en el fondo del reactor. Se encuentra ubicada en la base del biodigestor por debajo de la salida del biol y tiene como función principal facilitar la descarga del biodigestor y realizar la limpieza de sólidos sedimentados cada vez que sea necesario (se recomienda hacerlo cada seis meses).

Se recomienda también una adecuada protección de la tubería con la finalidad de evitar su rotura; es mejor ubicarla en un lugar que no genere dificultades cuando deba usarse.

Paso 7: Instalación de la conducción de biogás

El transporte del biogás se realiza a través de una manguera de plástico de 1/2" de diámetro, la cual lleva al biogás desde el reactor hacia el reservorio y a la cocina. Esta manguera deberá estar bien estirada en su trayectoria para evitar la acumulación de agua por condensación en las partes bajas, evitando que se forme una «U» en alguna parte.

La manguera se sujeta a los niples por medio de abrazaderas; esto asegura que no haya fugas y sí una buena sujeción entre ambos elementos. La manguera deberá instalarse en postes ya que si se instala en el suelo o a una altura baja, puede obstruir el tránsito de personas y animales pudiendo dañarse. Una vez llegada a la pared de la vivienda, se debe instalar la válvula de seguridad.



Paso 8: Instalación de la válvula de seguridad

El sistema consta de una «T» y tres niples, uno de los niples va conectado a una válvula de paso, el otro a la tubería de gas y el tercero va al interior de la botella, tal como lo demuestra la foto. La válvula de seguridad se ubica entre el reactor y el reservorio. Sirve para dejar escapar una parte del biogás cuando la presión es excesiva y evita la ruptura del reservorio o del reactor.



Paso 9: Construcción del techo invernadero

El techo invernadero está construido con los siguientes materiales:

- 12 arcos de fierro corrugado de 3/8" x 2.25 m de largo
- 12 tubos de plástico de 1/2" x 2 m de largo para forrar el fierro
- 100 m de soguilla
- Plástico invernadero (10 m de largo x 3 m de ancho)

Los arcos de fierro se introducen en los tubos de plástico, a fin de protegerlos de las condiciones ambientales. Luego se clavan los extremos del arco en cada una de las paredes del extremo del biodigestor, asegurándose que los arcos se claven en el centro de la pared de manera perpendicular a estas. La distancia estimada entre arco y arco es de 72 cm. Una vez terminada la instalación de los arcos, se coloca la soguilla por la parte central a lo largo del techo.

Esta soguilla debe estar amarrada en cada arco, su función es darle soporte al plástico. Se repite la operación cada 20 cm hacia ambos lados del arco. Finalmente se coloca el plástico invernadero. Hay que asegurarse que el plástico cierre adecuadamente el biodigestor, para evitar que por las noches entre aire frío al interior.





Paso 10: Construcción e instalación del reservorio

Se corta un segmento de plástico tubular de 4 m de largo por 1.5 m de diámetro. Se coloca el tubo de entrada de biogás a un extremo y se introduce 30 cm en el plástico. El plástico se dobla en forma de acordeón alrededor del tubo. Una vez doblado se amarra con jebe de tal manera que no permita la entrada de aire. Esta operación se repite al otro extremo con un listón de madera. Debe asegurarse que

los amarres con las tiras de jebe sean lo suficientemente fuertes para evitar fugas de biogás. Finalmente, se acopla la manguera de biogás al tubo por donde ingresará el gas.

Otra alternativa es poner al reservorio vertical en caso de que haya espacio, para que se pueda poner un peso encima, el cual ejercerá una presión uniforme y hará que salga el gas por la parte baja. Al momento de instalar el reservorio, en posición horizontal, hay que asegurarse que la superficie donde se vaya a colocar el reservorio esté libre de desperfectos, no debe existir algún material que pueda dañarlo. De ser posible, se deberá colocar en la base algún material que sirva de protección, como cajas de cartón desarmadas.



Paso 11: Instalación de la cocina

La instalación empieza desde la llegada de la línea del biogás, que se une mediante una unión de fierro galvanizado de $\frac{1}{2}$ " , el mismo que es conectado a la tee a través de un niple de 4" de longitud. Desde la tee se colocan 2 niples a cada extremo del fierro galvanizado de $\frac{1}{2}$ " y 2" de longitud. A continuación se instalan las válvulas de paso, luego se coloca un par de niples de 1" de longitud y un codo (ambos codos deben estar paralelos al suelo o a la base de la cocina). Luego se colocan los niples de 8" y en sus extremos un codo, apuntando hacia arriba perpendiculares a la base. Allí se colocan los niples de 5". A las cocinas de briquetas se les abre un pequeño agujero en la parte media de la base, por donde pasan los niples; una vez instalados, se colocan los quemadores en la parte superior de cada uno. La foto siguiente muestra en detalle cómo queda la instalación.

El filtro para ácido sulfhídrico (H_2S) se instala en la tubería de ingreso, entre el reservorio y la cocina, previo a la entrada de biogás hacia la cocina. Este tiene la función de evitar malos olores producidos por el H_2S , así como los problemas de corrosión que se puedan generar.



Cada usuario podrá acomodar, instalar o hacer las mejoras que crea necesarias a la cocina, de acuerdo a sus requerimientos o deseos, como por ejemplo, construir una cocina de barro, tal como se aprecia en la foto.



Paso 12: Construcción de las pozas de entrada y salida

Las pozas pueden ser construidas con ladrillo, adobe o piedra, y revestidas con cemento para impermeabilizarlas. La poza de entrada tiene las siguientes medidas sugeridas: 80 cm de largo por 60 cm de ancho y 40 cm de profundidad. Estas medidas aseguran que la carga diaria pueda caber sin mayor problema.

En caso el usuario lo crea conveniente, se puede instalar una pequeña compuerta a la entrada de la tubería, lo que consiste en colocar una pequeña plancha de acero con el fin de evitar el ingreso de sustancias extrañas fuera de las horas de carga. La poza de salida de biol se construye de la misma manera, pero debe ser mucho más grande que la de entrada, ya que allí se almacenará el biol obtenido diariamente (se recomienda que tenga 1m³ de capacidad). También se recomienda colocar una pequeña compuerta a la salida.



OJO: Hay que tener cuidado con no variar la posición de las tuberías de entrada y salida, ya que de esta depende el nivel de llenado o el volumen líquido del biodigestor.



Cuadro 1: Materiales necesarios para la instalación de un biodigestor tubular unifamiliar de 10 m³

Componente del sistema	Materiales	Cantidad	Unidad
Salida de biogás	Reducción PVC de 1" a ½"	01	U
	Unión mixta de 1"	01	U
	Tubería PVC de 1"	01	m
Conducción de biogás	Manguera PET de ½"	25	m
	Adaptadores PVC de ½"	02	U
	Unión universal PVC de ½"	01	U
	Palos de madera (2 m de longitud y 10 cm de diámetro)	12	U
	Tubería PVC de ½"	03	m
	Cinta teflón	02	Rollo
	Tee PVC de ½" roscada	03	U
	Llave de paso PVC de ½" roscada	04	U
	Botella de plástico vacía de 1.5 lt	01	U
	Cemento PVC	01	1/8 gl
Tiras de jebe	08	m	
Cocina de biogás	Unión de fierro galvanizado de ½"	02	U
	Codos de fierro galvanizado de ½"	04	U
	Tee de fierro galvanizado de ½"	01	U
	Niple de fierro galvanizado de ½" x 1"	04	U
	Niple de fierro galvanizado de ½" x 2"	02	U
	Niple de fierro galvanizado de ½" x 4"	01	U
	Niple de fierro galvanizado de ½" x 5"	02	U
	Niple de fierro galvanizado de ½" x 8"	02	U
	Válvulas de paso de plástico de ½"	02	U
	Cocinas de arcilla o carbón	02	U
Quemadores (hornillas)	02	U	
Reactor	Liga de neumático	01	m
	Tubería de PVC de 6"	01	m
	Biodigestor de geomembrana de 10 m ³	01	U
Línea de carga y salidas de biogás y sólidos	Tubería de PVC de 4"	02	m
	Reducción PVC de 4" a 2"	01	U
	Adaptador PVC mixto de 2"	01	U
	Codo PVC de 4" de 90°	01	U
	Llave de paso PVC roscada de 2"	01	U
	Tubería PVC de 3"	0.5	m
	Tapones PVC de 3"	02	U
Paredes, piso y cubierta del invernadero	Adobes para paredes	50	U
	Paja	04	Pacas
	Varillas de fierro corrugado de 3/8" x 9 m	03	U
	Alambre de amarre	01	kg
	Cemento gris	02	Bolsa
	Arena	10	Lata
	Ladrillo corriente	100	U
	Plástico para invernadero	30	m2
	Plástico para inflar el reactor, ancho del rollo: 2 m	05	m
	Malla metálica	0.4	m2
	Clavos para madera de 2"	02	kg
	Tubería para luz de 1" por 3 m	09	U
Reservorio	Plástico polietileno de recubierta AR (2 m)	10	m
	Soguilla o driza	01	kg

DATOS

El biogás cubre casi el 60% de las necesidades de combustible en una familia, ahorra aproximadamente 2.6 toneladas de CO₂e por año, lo que equivale a una disminución de 48% de emisiones de CO₂ con respecto al consumo de leña. Por otro lado, el biol mejora los rendimientos sobre el 25%, con respecto al no uso de fertilizantes; en cultivos de pastos para alimentación de ganado, se aprecia un importante aumento de proteína (entre 16 y 50%).

Cuadro 2: Herramientas necesarias para la instalación de un biodigestor tubular unifamiliar de 10 m³

Herramientas	Objeto
Palana	Construcción de zanja
Pico	Construcción de zanja
Baldes	Cargado del biodigestor
Wincha	Tomar medidas
Tablas tapialeras	Construcción de paredes
Manguera de nivel	Nivelación de entrada y salida
Nivel de carpintero	Construcción de pozas
Tarraja	Roscar tubos
Navaja	Cortar manguera
Tijeras	Manipular plásticos
Sierra	Cortar tubos
Martillo	Múltiples
Badilejo	Construcción de pozas
Plancha	Construcción de pozas
Frotacho	Construcción de pozas
Regla	Construcción de pozas

4. Productos obtenidos de un biodigestor

El biodigestor ofrece dos productos muy importantes y útiles para mejorar la calidad de vida de las familias ubicadas en zonas rurales, que además pueden generar beneficios económicos.

Biogás

El biogás es una mezcla de gases producidos por fermentación anaeróbica. Tiene una alta concentración de metano (40%-75%), así como de vapor de agua (25%-55%), que luego puede ser utilizado como combustible para la generación de energía calórica o eléctrica. Un biodigestor puede producir entre 1 y 2 m³ de biogás por día, lo que permite unas 2 horas de cocción de alimentos, aproximadamente.

Entre sus usos más difundidos, encontramos que provee energía para la iluminación de la vivienda y para la cocción de los alimentos. En relación a la iluminación de viviendas, esto es posible mediante el uso de lámparas a biogás, que consumen un promedio entre 0.12 y 0.15 m³ de biogás por hora,¹ lo que equivale a una bombilla de 60 w; para su operación se usan mecheros similares al de una lámpara a kerosene.

En el caso de las cocinas, se han adaptado algunas de dos hornillas de material cerámico, utilizadas para briquetas, tal como se aprecia en la ilustración. La ventaja de estos equipos son las facilidades para ser transportados. Es importante notar que, previo a la entrada de gas a la cocina, debe haber un filtro que elimine el H₂S que se genera en el proceso de digestión anaeróbica. Dicho filtro debe cambiarse con una periodicidad de 3 meses, en caso de uso frecuente.

El consumo estimado de biogás para esta cocina es de alrededor de 0.2 y 0.4 m³ de biogás por hora.² En muchos casos, estas cocinas se emplean conjuntamente con cocinas a leña disminuyendo el consumo de leña diario de la familia. Asimismo, existen casos en que estas cocinas reemplazan el uso de cocinas de GLP, las cuales son nuevamente utilizadas en caso ya no se disponga temporalmente del biogás.



¹ SASSE, Ludwig. *La planta de biogás*. 1984.

² *Ibidem*.

Biol

Biol es el efluente líquido que se obtiene de la biodigestión anaeróbica del biodigestor, posee un poder fertilizante en los cultivos y los pastizales. El biol, dependiendo de los requerimientos del campesino, puede convertirse en el principal producto del biodigestor. No obstante, vale la pena precisar que debido a las diversas composiciones que puede tener, y dependiendo el tipo de material orgánico que se degrade, es recomendable una debida caracterización de los componentes del biol a través de pruebas de laboratorio antes de utilizarlo en los campos, especialmente si se trata de cultivos para consumo humano.



En los resultados obtenidos por Soluciones Prácticas en Yanacancha, Cajamarca, se ha verificado que el empleo del biol aumenta entre 30% y 50%³ el rendimiento de los pastizales, lo que implica que producirá más pasto y con ello se tendrá una mayor cantidad de alimentos para el ganado. Tal como se indicó, su composición varía en función del tipo de insumo de entrada y de los parámetros del biodigestor, fundamentalmente en términos de volumen y temperatura de trabajo. Un biodigestor de 10 m³ en óptimo funcionamiento puede producir 80 litros diarios de biol.

Entre sus usos, encontramos que el biol tiene una aplicación directa con regadera (una vez por semana), además de una aplicación foliar y en raíces; por lo demás, no se debe aplicar en hortalizas de consumo directo y, por otro lado, solo puede ser almacenado una semana como máximo, de modo que no pierda sus nutrientes.



³ Testimonios de campesinos entrevistados por personal de Soluciones Prácticas.

5 Operación y mantenimiento de biodigestores

Cargado del biodigestor

Una vez instalado el biodigestor se realiza la primera carga. Para ello es importante contar con una buena cantidad de estiércol fresco y agua. La primera carga se realiza agregando 3 carretillas de estiércol fresco al interior del biodigestor y mezclando este con agua para diluirlo e introducirlo; el agua debe llenar el biodigestor hasta el nivel indicado (75% de la capacidad del biodigestor). De esta manera el aire ya no tendrá acceso al interior del biodigestor y es en ese momento que las bacterias anaeróbicas comienzan a producir biogás. A partir del día siguiente se hace la carga diaria regular.



Después de la primera carga es recomendable seguir alimentando todos los días al biodigestor con una mezcla de 20 kg de estiércol fresco con 60 litros de agua, o su equivalente a un balde de 20 litros de estiércol y 3 baldes de agua.

Entre 3 semanas y 2 meses el biodigestor empezará a producir biogás, que variará de acuerdo a las condiciones ambientales de la región donde se instale. Si el biogás no enciende, es preciso dejarlo escapar y esperar a que se vuelva a llenar; generalmente, el gas producido al comien-



zo tiene muy poco contenido de metano en su composición. Cuando el biogás enciende, se puede utilizar en la cocina y el biol ya está listo para ser usado en la fertilización de los cultivos. Hay que tener en cuenta que si el biodigestor deja de cargarse por períodos largos, va a dejar de producir biogás

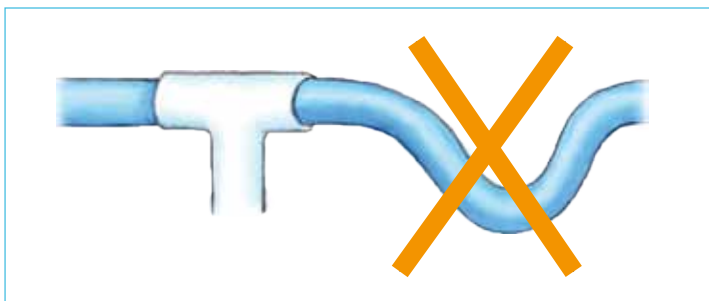
Mantenimiento del biodigestor

Se deben seguir los siguientes pasos:

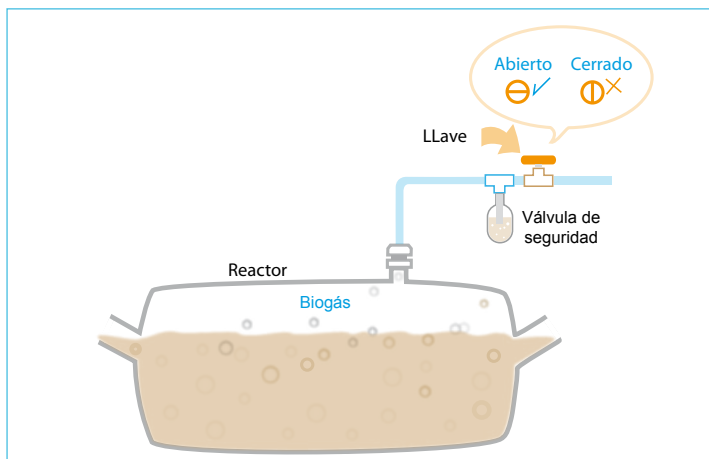
- a. Revisar semanalmente el agua de la botella de la válvula de seguridad. Si estuviera vacía, es preciso llenarla hasta el nivel establecido (no debe superar los 3 o 4 cm de la columna de agua sobre la base de la tubería).



b. Comprobar que la manguera de conducción del biogás no se encuentre doblada o presente curvas en las partes bajas, ya que el agua se puede condensar impidiendo el paso del biogás; en estos casos, se debe intentar drenar el agua y tensar la manguera.



c. Una vez que se esté produciendo el gas, se debe mantener abierta la llave que se encuentra cerca del reactor; en caso contrario, el biodigestor podría tener problemas de sobrepresión.



d. Es necesario revisar periódicamente que el techo invernadero esté bien cerrado para evitar el ingreso del frío o de cualquier cuerpo extraño al interior del biodigestor. Justamente, el aire frío disminuye la temperatura y con ello la producción de biogás.



e. Evite emplear tubos de agua fría en la estructura del techo del invernadero. Dichos tubos absorben una mayor cantidad de calor y tienden a recalentar y disminuir la vida útil de la cubierta del invernadero cuando están en contacto; se recomienda emplear tubos de PVC para los cables de luz.



6. Recomendaciones para el buen funcionamiento del biodigestor

a. Revisar de forma permanente las llaves y cambiar el filtro de hierro cada 6 meses.



b. Una vez que se termine de cocinar, limpiar bien la hornilla porque se podría obstruir el paso del biogás y formar hollín.



c. Para aumentar la presión de salida del biogás en las cocinas, se deberán colocar una o dos tiras de jebe alrededor del reservorio lo suficientemente largas para que el usuario pueda jalar de ellas y aumentar la presión señalada.



d. Instalar el reservorio sobre una superficie que no tenga puntas (clavos o ramas pequeñas, entre otros); de esta manera se evita su deterioro y, por consiguiente, no se pierde el biogás.

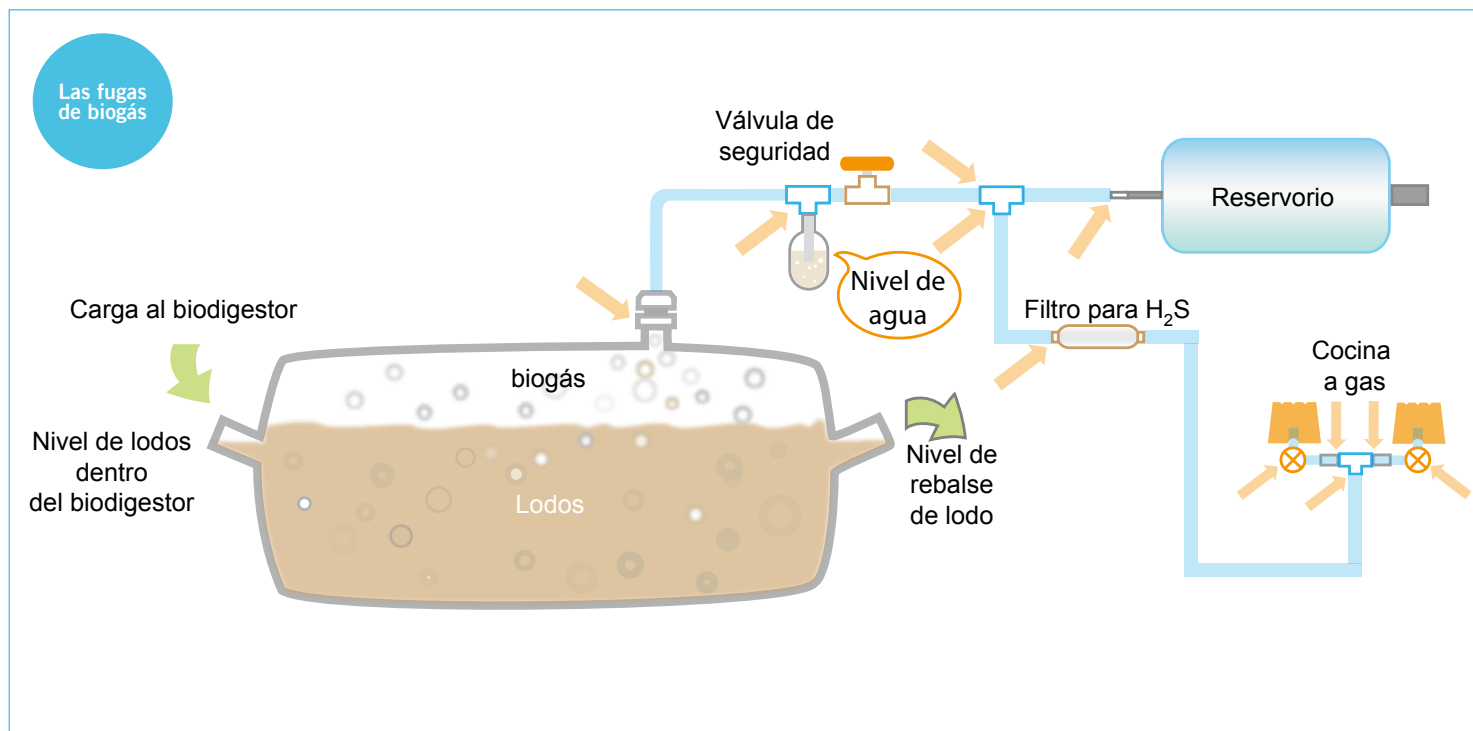


RECOMENDACIONES DE SEGURIDAD EN EL USO DEL BIODIGESTOR

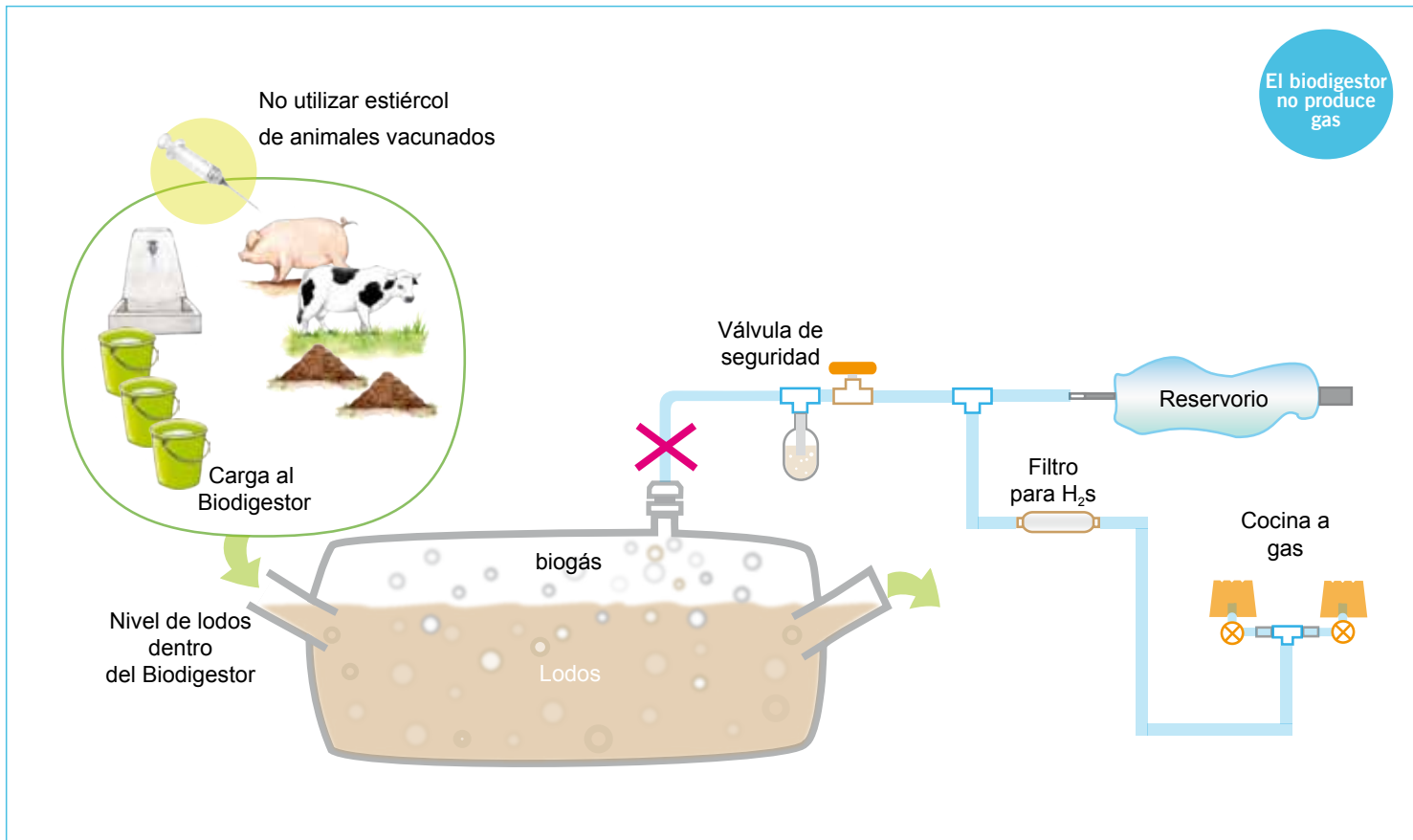
- **No encender fuego cerca del biodigestor.** Al contener metano, el biogás es un combustible que al contacto con una fuente de combustión puede inflamarse y generar una llama.
- **No desconectar los tubos por donde circula el biogás.** Mientras el reactor esté cargado, desconectar la tubería de biogás generará que éste se libere y se pierda; sin embargo, también podría inflamarse y generar una llama al contacto con una fuente de combustión en el interior de la vivienda.
- **No botar los filtros de hierro en cualquier lugar.** Puede contaminar el agua o los alimentos y es tóxico para los niños; de preferencia, colocarlo en una caja para luego enterrarlo en un lugar seguro.
- **No permitir que los niños jueguen cerca del reactor.** Podría darse el caso de que algunos de los juegos de los niños dañen tanto la cubierta del invernadero como el biodigestor en sí mismo, lo cual conlleva a realizar el parchado de ambas cubiertas; en el caso del biodigestor, la pérdida es de biogás.
- **No inhalar el biogás porque es dañino para la salud.** Por ningún motivo se debe inhalar biogás, ya que antes de ser filtrado, algunos de sus compuestos son profundamente dañinos.

7. Cómo solucionar los problemas de un biodigestor

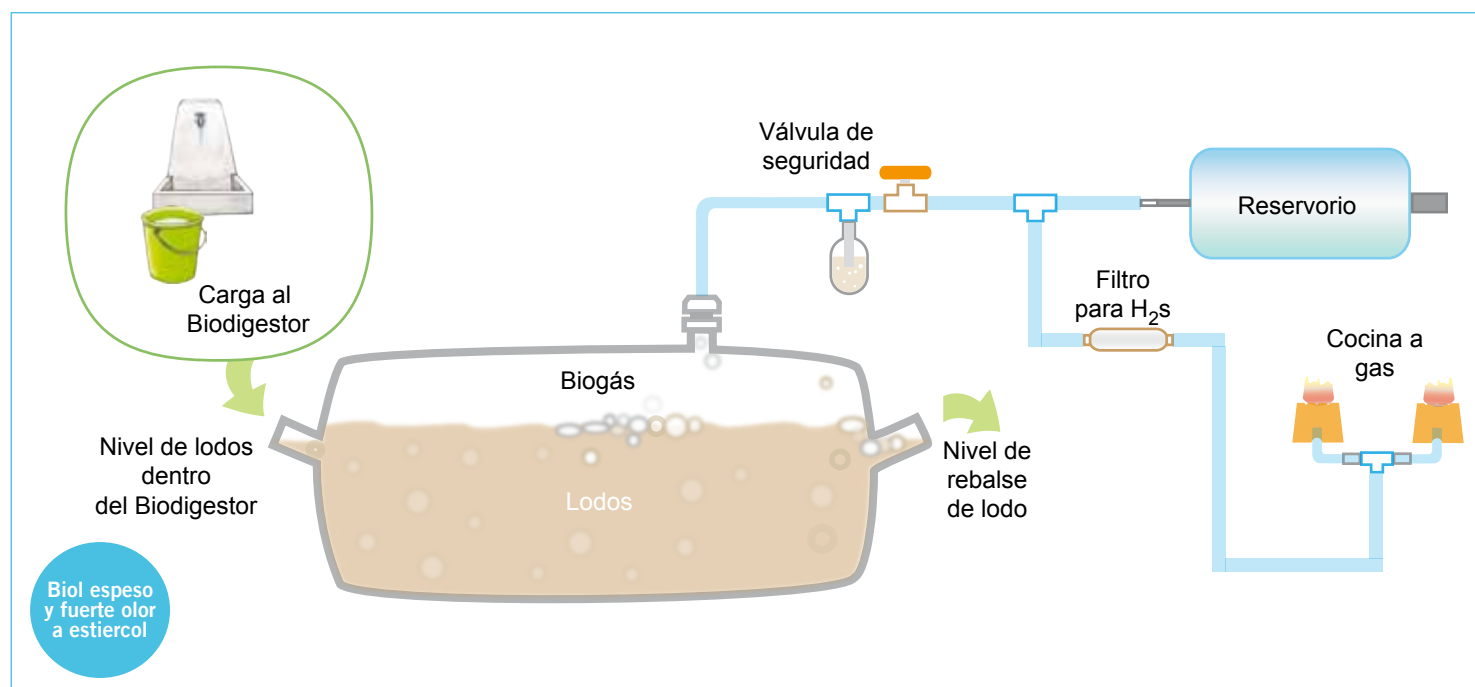
a. Olor a biogás en la cocina o en ambientes cercanos al biodigestor. Esto quiere decir que hay una fuga de biogás, lo que puede deberse a que hay alguna válvula abierta en la cocina, a que la válvula de seguridad no tiene agua o bien a que puede haber alguna fuga en las tuberías. Para detectar de forma sencilla una fuga en las tuberías debemos diluir un poco de detergente en agua y pasarlo con un trapo por las tuberías, las juntas y los accesorios del biodigestor; si al poner un poco de esta mezcla observamos que salen burbujas, esto quiere decir que allí hay una pequeña fuga de biogás. De verificarse las fugas, se deberá cerrar la válvula ubicada detrás de la de seguridad y revisar las conexiones donde se han verificado las fugas; luego proceder al cambio de las partes o reparación si fuera posible.



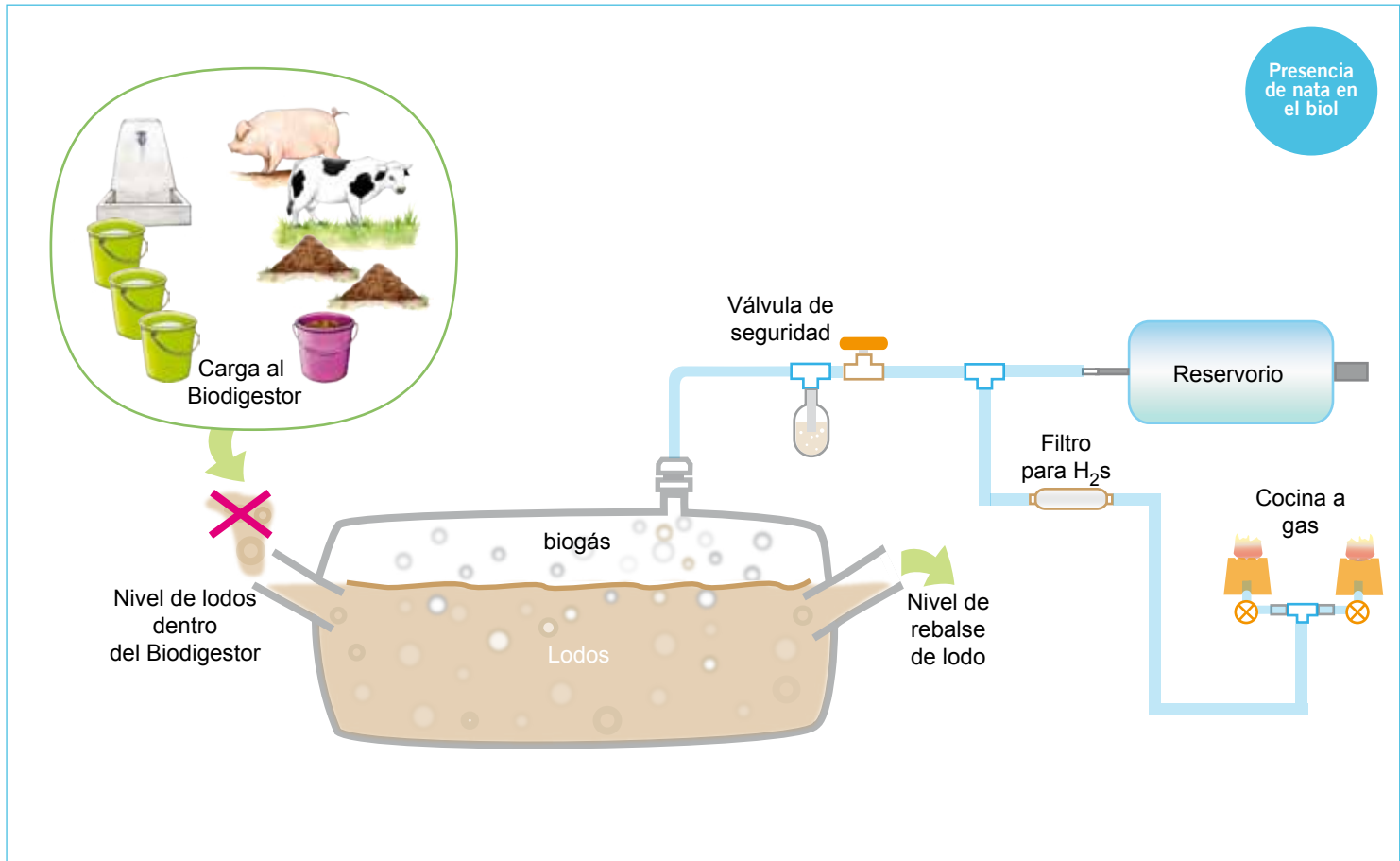
b. Poco biogás en el reservorio o en el reactor. Esto puede deberse a varios motivos. Si hay falta de agua, es necesario revisar la válvula de seguridad; si se trata de una fuga en las tuberías, se debe hacer la revisión correspondiente. También puede suceder que el ganado haya sido vacunado y se está cargando el biodigestor con estiércol que contiene antibióticos, lo que afecta a la población de bacterias al interior del biodigestor; de ser así, se deberá esperar por lo menos dos días y luego reiniciar el cargado.



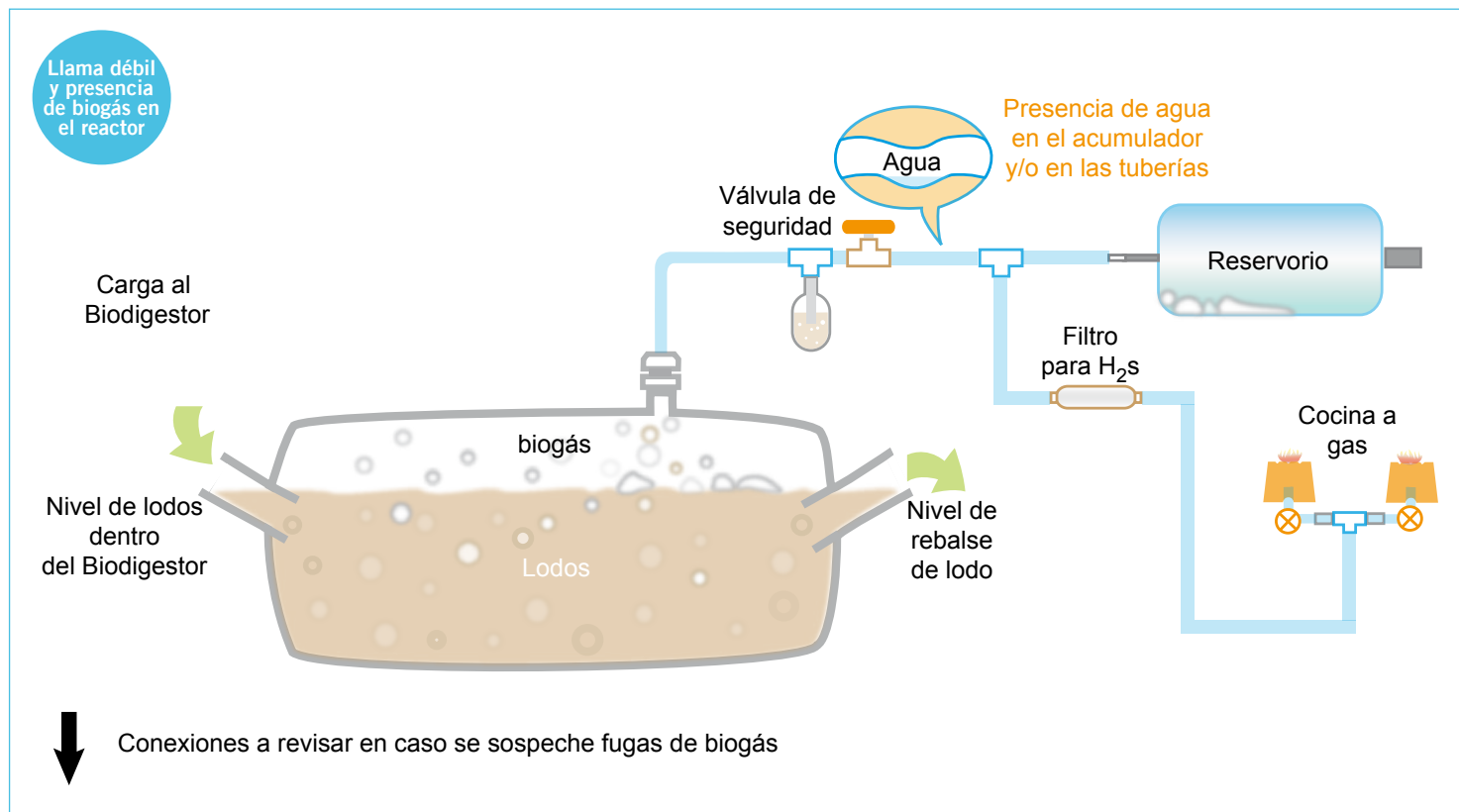
- c. Poco fuego en la cocina o la llama es muy baja.** Esto puede deberse principalmente a que queda poco biogás en el reservorio, para lo cual es necesario ejercer presión sobre él, jalando las tiras de jebe.
- d. Poco biogás en el reservorio estando el reactor hinchado.** Hay que comprobar que las tuberías no estén dobladas o tengan agua acumulada. También hay que revisar el nivel de agua en la válvula de seguridad.
- e. Generación de espuma en la entrada y salida del reactor y/o el biol sale espeso y con olor fuerte a estiércol.** La mezcla puede que no sea la correcta, habría que verificar la relación de estiércol con el agua de la mezcla: si vemos que la cantidad de estiércol es mayor, hay que aumentar la cantidad de agua en el biodigestor.



f. El biol presenta nata. Mezclar bien el estiércol y el agua utilizada para la alimentación diaria del biodigestor.



g. Llama débil pero hay gas en el reservorio. Puede haber agua en las tuberías, por lo que deberá retirar el agua de la manguera de conducción de biogás y se encenderá nuevamente la cocina.



COLECCIÓN DE TECNOLOGÍAS TRANSFORMANDO VIDAS

■ TECNOLOGÍAS PARA LA PRODUCCIÓN

■ Ecosistemas de Montaña

Agroindustria Rural
Ganadería
Recursos Naturales
Agricultura
Otros

■ Ecosistemas Tropicales

Agroforestería
Servicios Ecosistémicos
Otros

■ TECNOLOGÍAS PARA SERVICIOS BÁSICOS E INFRAESTRUCTURA

Agua y Saneamiento
Energía
Vivienda
STIC
Otros

■ TECNOLOGÍAS PARA LA GESTIÓN DE RIESGO Y ANTE EL CAMBIO CLIMÁTICO

Prevención y reducción de riesgo
Preparación y respuesta a emergencias
Reconstrucción
Adaptación al Cambio Climático
Mitigación del Cambio Climático
Otros



Soluciones Prácticas es un organismo de cooperación técnica internacional que contribuye al desarrollo sostenible de la población de menores recursos, mediante la investigación, aplicación y disseminación de tecnologías apropiadas. Tiene oficinas en África, Asia, Europa y América Latina. La oficina regional para América Latina tiene sede en Lima y coordina el trabajo en la región de las oficinas de Perú y Bolivia. Trabaja a través de sus programas de Sistemas de Producción y Acceso a Mercados; Energía, Infraestructura y Servicios Básicos; Gestión de Riesgos y Adaptación al Cambio Climático y las áreas de Control de calidad, Administración, Finanzas y Comunicaciones y la Unidad de Consultorías (PAC).

www.solucionespracticas.org

ISBN: 978-612-4134-06-7



9 786124 134067