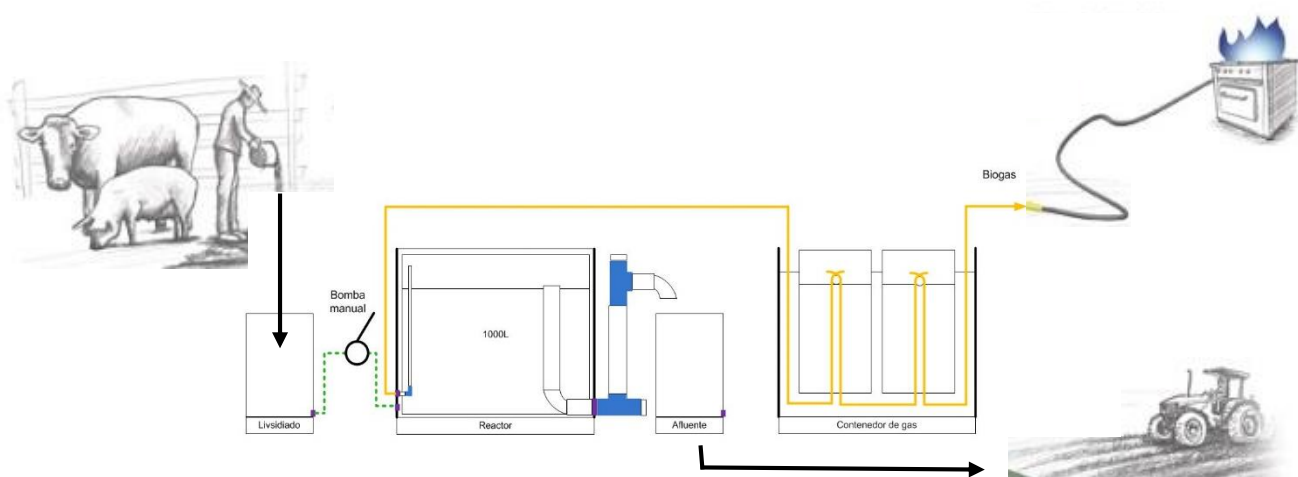


# Curso “Biogas para todos”

Manual educativo



24-26 Octubre 2014  
Anthakarana, Colombia

Fundación Katalysator:  
Jelmer Tamis  
Coen van Gennepe  
Alain Simons

NGO Mentees en Transición:  
Thomas Macintyre  
Martha Chaves

Ecoaldea Anthakarana:  
Osiris Alvarez



**Mentes en Transición**  
Impulsando el cambio

## I Love Biogas

**STICHTING →**  
**KATALYSATOR**



## PROYECTO BIOGAS PARA TODOS

Bienvenidos Amigos! Es un placer tenerlos aquí con nosotros en el proyecto “Biogas para todos” a realizarse en esta ocasión en la Ecoaldea Anthakarana, localizada en la municipalidad de Salento, Quindío. Durante este curso práctico ustedes aprenderán cómo construir un biodigestor para producir su propio gas para cocinar. La meta es la de enseñarles a ustedes, habitantes de áreas rurales, cómo construir un biodigestor para que luego repliquen la información en sus propias comunidades, y así, cada vez más gente pueda ahorrar dinero, ayudar al ambiente, y contribuir a la independencia energética.

Este curso es realizado por la Fundación Katalysator (de Holanda) en asociación con la ONG Mentes en Transición y la Ecoaldea Anthakarana (de Colombia), y está co-financiado por la Fundaciones holandesas Imagine y Katalysator.

A continuación presentaremos el equipo de trabajo:

**La fundación Imagine**, participa en este proyecto sólo como financiador, y tiene como objetivo de trabajo apoyar a proyectos biotecnológicos en los países en vía de desarrollo.

**La Fundación Holandesa Katalysator**, tiene como objetivo ayudar a empresas locales que trabajan por la sustentabilidad en países en vía de desarrollo. De esta fundación nos acompañan tres representantes:

*Jelmer Tamis* es experto en teoría de funcionamiento de biodigestores. Tiene una maestría en Ciencias de la Vida y Tecnología. A Jelmer puedes preguntarle todo sobre números, cantidades y teoría del biodigestor.

*Coen van Gennep*, con una Maestría en Ciencias Ambientales es el experto en la parte técnica de la construcción del biodigestor, con él puedes responder todas las preguntas prácticas.

*Alain Simons* es el presidente de la fundación Katalysator. Este Tecnólogo en Quinética Humana se encarga de la organización de proyectos y la consecución de financiación. A él puedes dirigirte si tienes alguna pregunta sobre estos temas.

**La ONG Mentes en Transición** es el socio local en Colombia y se dedica a gestionar y apoyar proyectos que impulsen transiciones hacia una sociedad más responsable con el medio ambiente y las personas. Los representantes de ésta fundación son:

Thomas Macintyre, de nacionalidad Noruega tiene un magister en Estudios de Desarrollo Internacional y ha colaborado con varias iniciativas sustentables en Colombia. Es conocedor de prácticas sustentables y será el intérprete durante el curso.

Martha Chaves, quién es bióloga con maestría en Conservación de bosques y áreas naturales, y cursa un doctorado en Sociología del desarrollo rural y el cambio, en Holanda. Apoya en la logística y en la traducción durante el curso.

**La Ecoaldea Anthakarana** se dedica a servir de puente entre los saberes ancestrales, el arte y las nuevas tecnologías para el desarrollo de procesos humanos más amigables con el medio ambiente. Como representante de esta ecoaldea estará el residente Osiris Alvarez. Osiris es experto en sustentabilidad en la práctica, viviendo por más de 4 años en la ecoaldea. Está encargado de la logística, preparativos, organización y consecución de

materiales para el curso. Él será el encargado de la manutención de biogás en Anthakarana y apoyará la investigación sobre el funcionamiento del mismo.

Así que vamos a empezar:

### ¿Qué es un biodigestor?

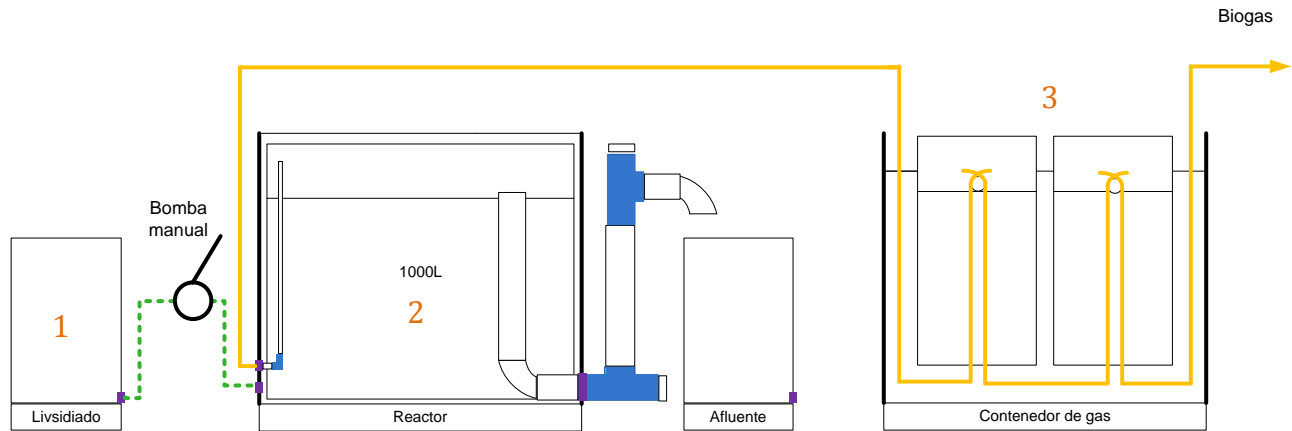
Un biodigestor es un sistema que convierte los residuos orgánicos en gas combustible. Por lo general, se compone de un recipiente(s), en el que los materiales orgánicos reaccionan para producir gas. El gas recogido se puede utilizar para cocinar alimentos en una hornilla de gas, como es el propósito de este taller, o modificarse para construir un calentador de agua o generar electricidad. El material sobrante, conocido como el afluente, se puede utilizar como abono natural en el jardín (con cuidado de no aplicar directamente sobre las plantas ya que en altas concentraciones puede quemarlas).

### ¿Cómo funciona generalmente un biodigestor?

La producción de biogás es un proceso natural, al igual que la producción de gases por el cuerpo humano (pedidos). Hidratos de carbono, proteínas y grasas se digieren en el biodigestor (como en el sistema digestivo del cuerpo humano), y producen gas. Al igual que se puede encender un pedo, usted puede quemar el gas de un biodigestor para cocinar los alimentos. Los héroes de este proceso son los microorganismos. Al igual que la levadura que fermenta la cerveza, y el Lactobacillus que crea el yogur, los microorganismos que se encuentran en el estiércol y los residuos orgánicos, convierten la materia orgánica en metano, CO<sub>2</sub> y otros compuestos. Este proceso sólo ocurre en condiciones anaeróbicas, es decir, sin oxígeno.

### ¿Cómo funciona el biodigestor que construiremos en este curso?

Hay muchos tipos diferentes de biodigestores pero todos se basan en los mismos principios mencionados anteriormente, difiriendo en los tipos de recipientes utilizados y en la forma de alimentar el reactor. La versión que construiremos durante este curso está diseñada para producir gas a escala de un hogar, y está conformado de tres componentes con sus respectivos procesos (véase el diagrama en la siguiente página):



1. Los recipientes en los que se mezclan los materiales orgánicos con agua y donde ocurre la fermentación acidogénica, produciendo un líquido con concentraciones de ácidos orgánicos. Este proceso es semejante a poner una bolsa de té en una taza de agua, los materiales orgánicos se diluyen en el agua y empiezan a fermentarse.
2. El segundo paso es el bombeo de este "té" en un segundo recipiente anaeróbico (sin oxígeno) llamado el reactor, en el que sucede la reacción metanogénica. Este proceso produce un biogás que contiene metano (gas combustible), que después se recogerá en el tercer componente
3. El contenedor de gas, es el dispositivo en el que el gas es almacenado y listo para ser utilizado.

Teóricamente, este modelo puede producir un estimado de 2-3 horas de gas para cocinar por día. Comparado con otros biodigestores, este sistema tiene varias ventajas, como disminuir la probabilidad de cualquier fuga de metano (que produce polución en el aire). Además por su diseño es menos probable que se generen bloqueos en los tubos de gas y retiene más biomasa en el reactor, lo que genera más producción de gas.

### ¿Quién puede construir y utilizar éste biodigestor?

El modelo de biodigestor que se enseña en este curso está construido con materiales simples que se pueden encontrar normalmente en cualquier ferretería. Además, el diseño es lo suficientemente flexible como para permitir modificaciones "artesanales", usando otras partes de segunda mano que pueden ser más baratas y fáciles de encontrar. Por su diseño poco complejo este biodigestor puede ser utilizado por cualquier persona que quiera producir biogás y tenga acceso a estiércol o residuos orgánicos domésticos tales como vegetales y restos de frutas. Su operación sólo requiere de sentido común y voluntad para ensuciarse un poco.

## ¿Dónde puede funcionar éste biodigestor?

En principio, éste biodigestor puede funcionar en cualquier lugar con tal que haya un suministro constante de materia orgánica, micro-bacterias y temperaturas superiores a los 5 grados centígrados. Sin embargo, hay algunas consideraciones a tener en cuenta:

1. *Distancia del biodigestor a la cocina:* Cuanto más cerca esté la manguera que conecta el biodigestor a la estufa de la cocina, mayor es la presión del gas en la hornilla. Sin embargo, el material orgánico añadido para el biodigestor, y el afluente que sale, produce un olor que no siempre es agradable, por lo que deben estar lo suficientemente lejos de la cocina, para no molestar.
2. *Temperatura:* Las bacterias trabajan más rápido, y por lo tanto producen más gas cuando el material del reactor es más cálido. Por esta razón, es recomendable tener el biodigestor en un lugar caliente, por ejemplo, donde el sol pueda calentarlo durante el día.

## OPERACIÓN

1) *Inicio:* Para activar la reacción en el reactor, se necesita un material de partida en el digestor. Este material de partida, llamado inóculo, debe ser rico en microorganismos que realizan la fermentación anaeróbica. Un inóculo típico tiene entre 10% y el 50% del volumen del reactor (entre más inóculo más rápido empezará a trabajar). La mejor fuente de inóculo es el lodo de otros biodigestores, si no tiene disponibilidad, entonces utilice el estiércol de mamíferos. Este proceso sólo hay que llevarlo a cabo una vez para el inicio.

2) *La lixiviación:* Los residuos orgánicos deben recogerse en contenedores y el agua dulce o de lluvia, debe añadirse hasta que cubra el material. Luego se debe dejar fermentar de 5 a 10 días. Casi todos los materiales orgánicos pueden ser utilizados, pero ciertos compuestos tienen un efecto inhibitorio sobre la formación de metano, como el café y excrementos de aves (por ejemplo la gallinaza) y deben limitarse o evitarse.

3) *La alimentación del reactor:* Sólo la parte líquida de los lixiviados se bombea al reactor. Esto evita que el biodigestor se llene de materiales fibrosos que pueden causar el bloqueo de los tubos. La cantidad máxima de líquido a bombear en cada día se estima en 200 litros para este diseño, o el 25% de la capacidad de retención del reactor. El material sólido sobrante puede ser compostado.

4) *La manipulación del afluente:* Cuando el biodigestor alcanza su volumen máximo, entonces cada litro bombeado en él resultará en un litro que fluye a través del tubo de desbordamiento/afluente. Después de la reacción metanogénica el líquido resultante es rico en nutrientes como el nitrógeno y el fosfato. Éste líquido se puede utilizar de nuevo para lixiviar el siguiente lote de material orgánico, o para fertilizar el jardín. Nota: al re-utilizar el agua para lixiviar los materiales se estará generando una acumulación gradual de sales y otros compuestos inhibidores en el líquido, que eventualmente podrá matar a las bacterias

necesarias para el reactor. Recomendamos para ello que por lo menos cada quinta vez que retire el afluente del reactor lo remueva del sistema (puede utilizar esta agua como fertilizante) y llene el contenedor de lixiviación con agua fresca.

5) *Almacenamiento de gas*: El gas producido en el reactor fluye al recipiente de almacenamiento de gas, llenando el recipiente que está boca abajo. A medida que estos se llenan de gas comienzan a flotar. Para aumentar la presión del gas, puede colocar pesos o presión en la parte superior de los contenedores. La presión requerida depende del tipo de estufa utilizada, la longitud y el diámetro de la manguera de gas y algunos otros factores. La cantidad apropiada de peso puede ser mejor establecida empíricamente.

¡Nota importante! Se puede tomar hasta 4 semanas para obtener gas consumible (el gas puede producirse antes, pero no tiene suficiente metano para ser quemado, ya que se combina con el oxígeno todavía existente en los tanques). Para acelerar el proceso, le aconsejamos que purgue (o limpie) el sistema con gas de cocina de pipa para eliminar todo el oxígeno de los tanques, y así sólo quedará gas aprovechable. Si no lo hace, entonces el primer gas producido debe ser liberado periódicamente hasta alcanzar un nivel suficientemente de metano para que el gas sea inflamable.

## SOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Las siguientes pueden ser razones por las cuales su biodigestor no produzca gas aprovechable:

Una razón técnica puede ser que los tubos de gas estén bloqueados, o hay una fuga de gas. Para solucionar esto, primero comprobar visualmente si los tubos presentan algún problema, por ejemplo un tubo doblado.

Para encontrar fugas haga una mezcla de jabón y agua y rocíelo sobre las conexiones del sistema. Si hay un escape con suficiente presión entonces el agua hará burbujas donde está escapándose el gas. Dado el caso de que haya un escape sin suficiente presión entonces será indispensable bombear gas al contenedor de gas, para lograr ver las burbujas en el sitio del escape. Si esto todavía no soluciona el problema entonces será necesario desconectar los tubos y bombear agua a través de los mismos para descongestionar cualquier potencial bloqueo. Es importante bombear aire a través de los tubos para eliminar toda el agua después de hacer esta operación.

Por otro lado, hay la posibilidad de que su biodigestor no funcione por razones biológicas. Si no comienza con un material de partida orgánico (inóculo), o si este inóculo no tiene alta concentración micobacteriana, entonces el biodigestor tomará mucho más tiempo para comenzar a producir gas. Sea paciente, debe eventualmente empezar a producir gas. El pH óptimo para el material del reactor es entre 7 a 8. Si el material del reactor tiene un pH inferior a 6, entonces está demasiado ácido y no se produce gas. Una solución para esto es añadir una sustancia alcalina, tal como cal (agrícola o para la construcción), hasta que el pH

alcanza el rango óptimo. Esto se puede comprobar utilizando la cinta de medición de pH que se vende en los almacenes de productos químicos.

Otra razón para el mal funcionamiento de su biodigestor puede ser una adición exagerada de lixiviados en el reactor que ocasiona que los sedimentos en el fondo del reactor sean expulsados, removiendo así las bacterias que se necesitan para la reacción. De forma opuesta, puede suceder que después de un período largo de funcionamiento se empiece a almacenar en el sistema mucho sedimento. Esto puede ser fácilmente solucionado removiendo el sedimento a través del mismo acceso por donde entran los lixiviados.

## VENTAJAS Y CONSIDERACIONES DE ESTE BIODIGESTOR

*Ventajas económicas:* Aparte de los bajos costos de material y mantenimiento del biodigestor, no hay costos adicionales involucrados en la producción del gas. Si usted puede producir suficiente gas para sus necesidades del hogar, entonces no necesita comprar o transportar gas desde la ciudad (o pueblo).

*Ventajas ecológicas:* Este sistema produce gas a partir de materiales renovables como el estiércol de vaca y residuos de cocina, cuyos subproductos se puede utilizar como fertilizantes para las plantas, las cuales producen más frutas y verduras, y sus residuos pueden ser utilizados de nuevo para el biodigestor. Esto crea un circuito cerrado en el que nada se desperdicia y todo se utiliza. Por el contrario, el gas comprado en el pueblo, no cumple con este circuito cerrado al ser extraído de fuentes no renovables, es decir, no está siendo sustituido y algún día se agotará. Además, su extracción implica una gran cantidad de energía y daños al medio ambiente. Adicionalmente, al utilizar biogás estamos contribuyendo a evitar la tala de la selva tropical para su explotación en fogones que empobrecen nuestra salud respiratoria.

*Para el buen vivir:* Si usted es como los talleristas de este curso, entonces le emocionará saber que se está haciendo responsable de sus propios desechos y está creando su propia energía a partir de los recursos que le rodean. Se trata de una actividad creativa y responsable del día a día, que le da más independencia a su manera de vivir. Recuerde que lo que no está gastando en dinero por el gas lo puede utilizar para el mejoramiento de su calidad de vida y el de su familia.

*Responsabilidad:* A pesar de todas las ventajas de un biodigestor, es importante recordar que su construcción implica costos iniciales, paciencia y responsabilidad en su mantenimiento. Primero tiene que adquirir los materiales para el biodigestor, construirlo, ser diligente en la alimentación con los materiales orgánicos, y todavía el biodigestor se tardará alrededor de 4 semanas antes de que comience a producir gas. Como nosotros, el biodigestor, es un sistema vivo que funcionará de forma diferente en función del número y la calidad de microorganismos en el sistema, el tipo de material orgánico que lo alimenta y con la frecuencia de esta alimentación.

## INFORMACIÓN DE CONTACTO

Proyecto Biogas para todos  
[biogasparatodos@gmail.com](mailto:biogasparatodos@gmail.com)

Mentes en transición  
[www.transitionalminds.org](http://www.transitionalminds.org)

Ecoaldea Anthakara  
[ecoaldeaanthakarana.blogspot.com/](http://ecoaldeaanthakarana.blogspot.com/)

Fundación Katalysator  
[www.stichtingkatalysator.nl](http://www.stichtingkatalysator.nl)  
[info@stichtingkatalysator.nl](mailto:info@stichtingkatalysator.nl)



## Anexo 1

	COMPONENTE (ES)	COMPONENT (IN)	CANTIDAD	PRECIO/UNIDAD	PRECIO	SUBTOTAL
<b>LIVSIDIADO/ AFFLUENTE</b>	caneca 140l	drum 140 liter	4	35000	140000	
	malla zaranda	netting big	2	12500	25000	
	Incertos PVC 1"	Adapter pipe to hose 1"	4	2000	8000	
	Flanche pvc 1"	Tank connector 1"	4	5000	20000	
	Adaptadores Machos 1"	Male adapters 1"	4	1000	4000	
	Llave pvc 1"	Tap pvc 1"	4	7000	28000	225000
<b>REACTOR</b>	tanque 1000l	container 1000l	1	200000	200000	
	flanche de brida 4"	Tank connector 4"	2	20000	20000	
	Tee 4"sanitario	T piece 4"	2	18500	37000	
	Codo 4"pvc	PVC elbow 4"	2	5500	11000	
	Tubo 4"pvc	PVC pipe 4"	4	17500	70000	
	adaptor 4 limpie	Endpiece with screw 4"	2	11900	23800	
	Llave pvc 1"	Tap pvc 1"	1	7000	7000	
	Flanche pvc 1"	Tank connector 1"	1	5000	5000	
	Adaptadores Machos 1"	Male adapters 1"	1	1000	1000	
	Incertos PVC 1"	Adaptor pipe to hose 1"	1	2000	2000	
	Incertos PVC 1"	Adaptor pipe to hose 1"	7	2000	14000	
	Adaptadores Machos 1"	Male adapters 1"	2	1000	2000	
	bomba succion manu	Handpump	1	33900	33900	
	manguera cristal 1"	Tranparrant hose 1"	10	4500	45000	
	manguera cristal 1 1/2"	Tranparrant hose 1 1/2"	3,5	4850	16975	
	Tee 1"	T piece 1"	1	12000	12000	
	Flanche 1/2"	Connector 1/2"	1	4000	4000	
	Codo pvc 1"	PVC Elbow 1"	1	1500	1500	
Buje de 1"a 1/2"	Adapter 1"to 1/2"	1	1500	1500		
Adaptador macho 1/2"	Male gas adapter 1/2"	1	4500	4500		
Tubo 1"pvc	PVC Pipe 1"	2	1500	3000	515175	
<b>CONTENEDOR DE GAS</b>	caneca 220l	drum 220 liter	3	50000	150000	
	tanque 1000l	container 1000l	1	200000	200000	
	manguera gas 1/2"	Gas hose 1/2"	20	2000	40000	
	Tee 1/2"metalica	Metal T piece 1/2"	1	5000	5000	
	Adaptador macho 1/2"	Male gas adapter 1/2"	3	4500	13500	
	Llave metalica 1/2"	Tap metal 1/2"	2	10000	20000	428500
<b>MISC</b>	Teflon industrial	Gas tape	1	5000	5000	
	candellas	bolts+nuts			21823	
	Silicona	Silicon kit	1	14000	14000	
	Pistola silicona	Silicon pistol	1	8000	8000	
	Abrazadera 32mm	clamp 32mm	20	1500	30000	
	Pegante pvc 240 cm3	PVC Glue 240cm3	2	20000	40000	
	Abrazaderas 1/2"	Clamp 1/2"	10	700	7000	125823
<b>TOTAL</b>						1294498