

"AUTONOMÍA ENERGÉTICA Y ALIMENTARIA DE LA COMUNIDAD INDÍGENA NASA MEDIANTE LA GESTIÓN INTEGRAL DE LA MATERIA ORGÁNICA EN EL NORTE DEL CAUCA, COLOMBIA"

MANUAL DE OPERACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS BIODIGESTORES FAMILIARES



BIODIGESTOR DE FLUJO CONTÍNUO

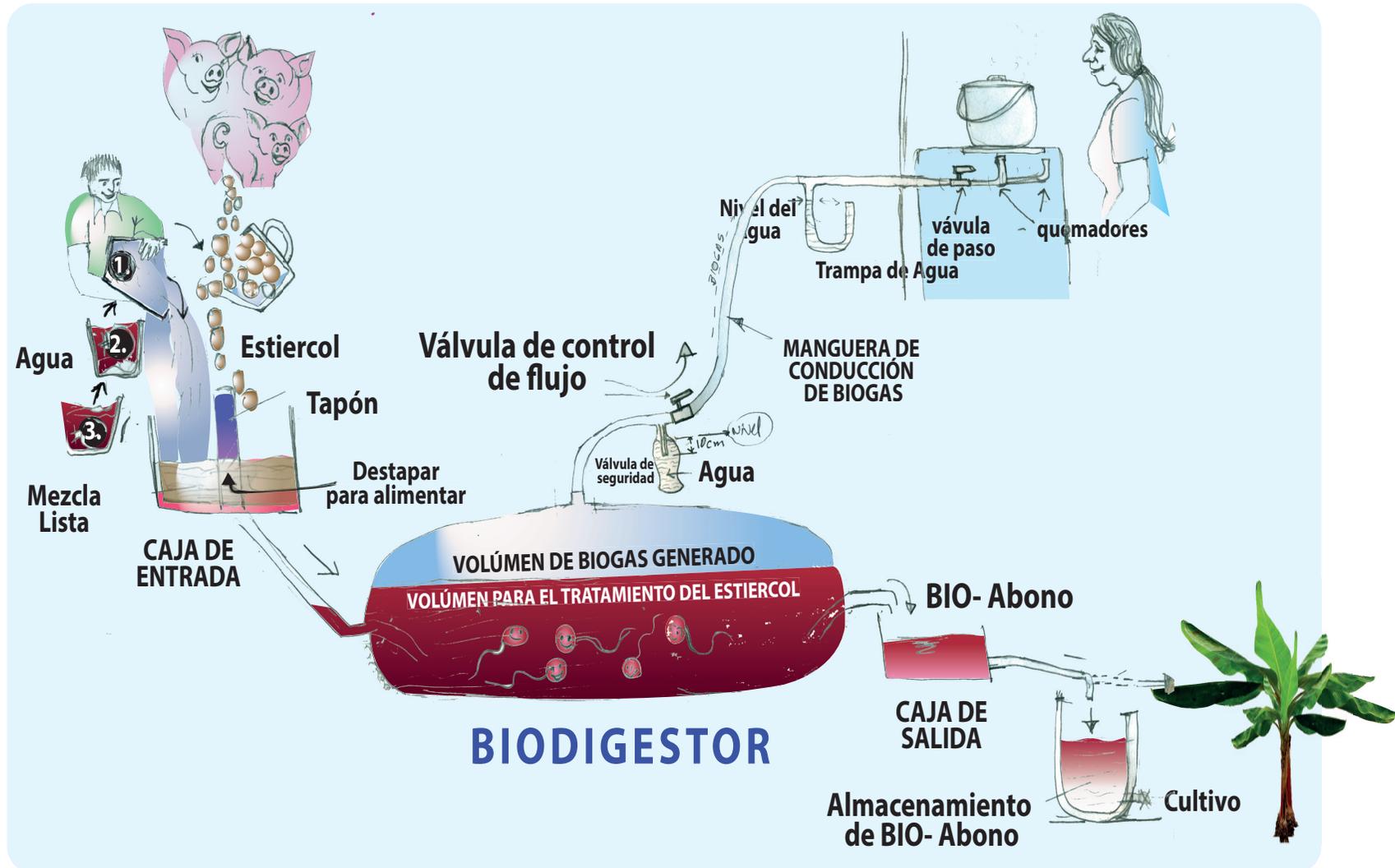




Foto 2. Biodigestor familiar en geomembrana de la I. educativa "El Credo"

1.1. ¿QUÉ ES UN BIODIGESTOR Y CÓMO FUNCIONA?

Un *biodigestor* es un recipiente hermético en el cual viven, se alimentan y reproducen distintos tipos de microorganismos (bacterias anaeróbicas - no necesitan oxígeno), quienes consumen el carbono y el nitrógeno de la materia orgánica (estiércol de porcinos y vacunos) y como resultado de este proceso anaeróbico generan el biogás y el efluente tratado (bioabono o biol).

1.2. ¿QUE ES EL BIOGÁS?

El biogás es una mezcla de los siguientes gases: metano (55%-70%), dióxido de carbono (35%-40%), nitrógeno (0,5%-5%), sulfuro de hidrógeno (0,1%), producido por la digestión anaeróbica (con ausencia de oxígeno). De estos gases, el metano es el que sirve como combustible para la cocción de los alimentos, para el calentamiento de animales pequeños, para producir energía en moto generadores pequeños, entre otros usos. Para generar energía se requiere un "buen" caudal de biogás y la utilización de filtros para reducir su contenido de sulfuro de hidrogeno hasta niveles permitidos por el generador, para que no lo dañe, ya que el sulfuro es muy corrosivo.



Foto 3. Quemador con su parrilla



Foto 4. Quemador a biogás cubierto en arcilla en el centro educativo Dxi Phaden, R. de Huellas, Caloto- Cauca



Fotos 5. Riego por aspersión de pasto y preparación de suelo para cultivo de frijol con bioabono del biodigestor semi industrial en la finca Gualanday.

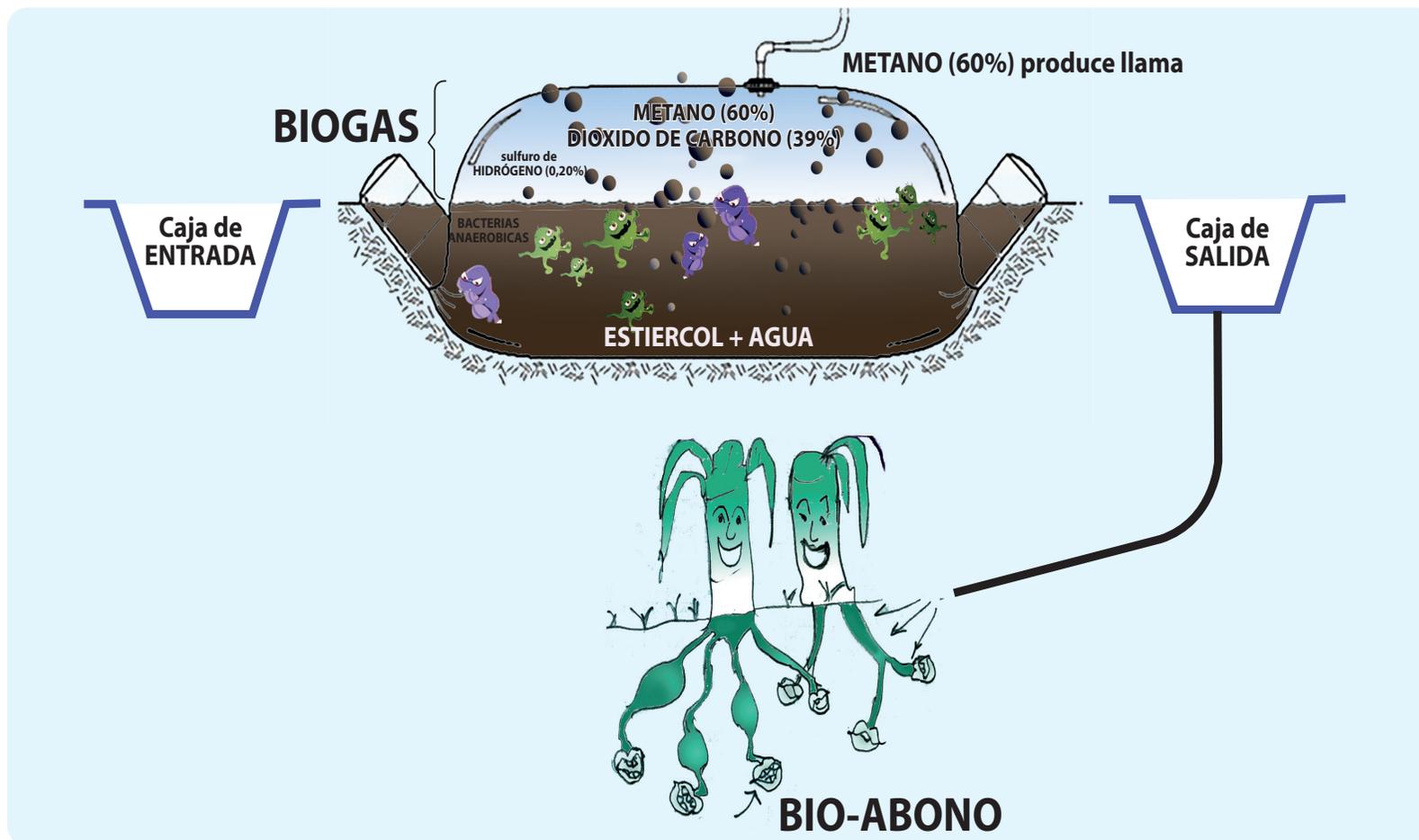
1.3. ¿QUE ES EL EFUENTE TRATADO (BIOABONO, BIOL, BIOFERTILIZANTE)?

El efluente tratado es el líquido que sale del biodigestor después de que las bacterias anaeróbicas han degradado la materia orgánica. Este bioabono conserva todos los nutrientes y la mitad de la materia orgánica que originalmente tenía el estiércol. Se utiliza para la fertilización de todo tipo de cultivos (pastos, frutales, hortalizas, etc.), es un abono listo para que las plantas lo asimilen fácilmente.

1.4. ¿DE QUE MATERIALES SE CONSTRUYERON?

PRO-ORGÁNICA instaló biodigestores en Plastilona para mayor durabilidad y resistencia a las roturas y a los rayos del sol. Sin embargo se recomienda protegerlos de los animales y cubrirlos con plástico de invernadero para que la producción de gas sea mayor.

¿QUÉ ES UN BIODIGESTOR Y CÓMO FUNCIONA?



2. FUNCIONAMIENTO DEL BIODIGESTOR Y DEL SISTEMA EN GENERAL

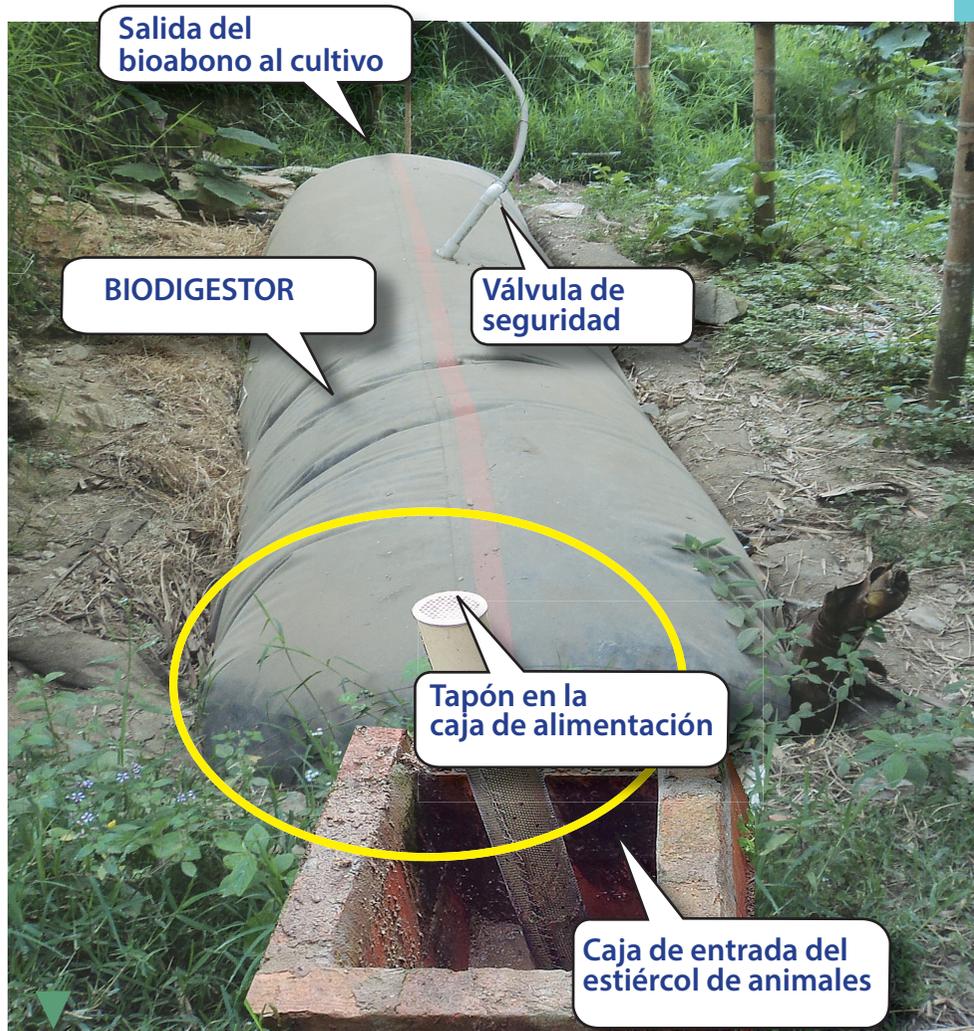


Foto 6: Sistema de conducción de biogás biofamiliar señor Julio Campo

2.1. Caja de entrada:

El nivel del fondo de esta caja se construye mínimo con 40 centímetros por encima del nivel del líquido dentro del biodigestor, para que al penetrar el líquido provoque una agitación dentro del mismo, se expanda el lodo, así los microorganismos y el proceso de degradación será más eficiente. La caja debe estar repellada por dentro y con un desnivel hacia su salida de fondo (tubo conectado a la entrada del biodigestor) para que no queden charcos en ella y puedan producir malos olores o atraer moscas.

2.2. Sistema de conducción del biogás desde el biodigestor hasta el quemador:

La manguera debe quedar totalmente hermética para evitar fugas de biogás. La tubería de PVC es de polietileno de doble capa (125 PSI) tiene diámetros de 3/4" y de 1". Entre más grande sea el biodigestor, mayor diámetro tiene la manguera. El diámetro utilizado depende de la cantidad de gas a transportar y de la distancia del biodigestor hasta la cocina. Es muy importante que la manguera de conducción de biogás no tenga barrigas en donde se acumule el agua.

2.3. Válvulas de control de flujo:

Después de la salida del biodigestor se instala una válvula de bola que permite cortar el flujo en caso de necesitar un arreglo adelante de este punto.

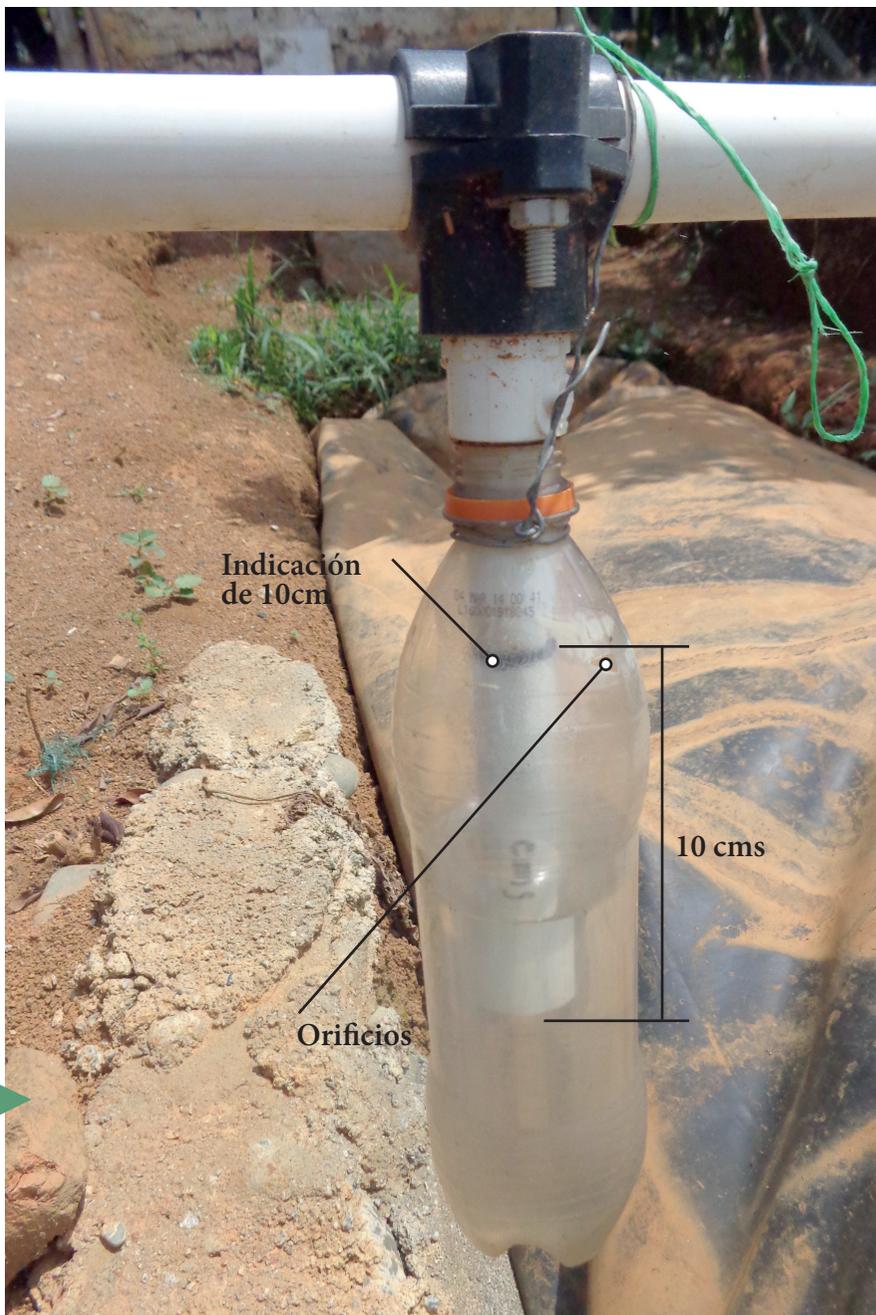


Foto 7: Trampa de agua instalada en la manguera de conducción de biogás hacia la cocina en la Institución educativa “La Palomera” Resguardo de Huellas. Caloto / Cauca.

2.4. Trampas de agua:

Se instala en los puntos bajos de la conducción, la tubería en forma de U construida en tubo PVC de 1/2” permite la salida del agua que hay en el biogás. Se drena para que la manguera esté libre de obstrucciones de agua y permita el paso del biogás.

Mantenga la trampa de agua llena de agua para evitar que se escape el gas y evite que los niños la llenen de tierra u otros objetos pequeños

2.5. Válvulas de seguridad:



Foto # 8: válvula de seguridad Biofamiliar Alfonso Galvis

Un tubo de 1/2” pulgada en PVC se sumerge 10 centímetros en una botella con agua. Se abren orificios a la altura de la marca y alrededor del envase para que el agua de condensación que cae allí, salga y se conserve la altura de los 10 cm. Esta válvula sirve como desfogue del biogás cuando la presión dentro del biodigestor es mayor a 10 cm. Se instala entre el biodigestor y la válvula de control de flujo. El biodigestor está diseñado para un almacenar un volumen “normal” de biogás con estos 10 cm. Si la altura de agua es menor, el biogás se escapara por esta válvula (burbujeo). Si la altura es mayor, el biodigestor almacenara más biogás del que puede y la geo membrana se daña (despegar en las costuras o rajarse).

2.6. Quemador:

Se construye en tubería de hierro galvanizado con las respectivas válvulas de control de flujo del biogás, para vigilar la salida del biogás y de la llama. También, se pueden hacer adaptaciones a las estufas de gas propano para que funcionen con el biogás.

Es importante mantener un diámetro de por lo menos 1/2" en la tubería de

llegada a la estufa, si es menor la llama será muy pequeña y la cocción será demasiado lenta, pues la presión del biogás es muy baja. En las fotos # 9 a 11, se pueden observar unos de los muchos tipos "estufas" fabricadas alrededor de los quemadores de biogás. Es importante proteger las llamas del viento.



Foto 10. "estufa" Escuela agroecológica del CECIDIC. Resguardo San Francisco, Toribio. Cauca



Foto 11. Quemador y parrilla Centro Educativo La Palomera.

2.7. Caja de salida:

Se encuentra en la salida del biodigestor y funciona como sello hidráulico porque evita que el biogás se escape; La tubería viene del fondo del biodigestor y está conectada a la caja de salida. De allí puede ir a un tanque de almacenamiento de bioabono o directamente a un sistema de riego para fertilizar los cultivos.



Foto 12. caja de salida Biofamiliar Maria Dolores Caso. Resguardo de Corinto Vereda la Esther

2.8. Tanque de almacenamiento del bioabono:

Algunos usuarios han conseguido tanques para almacenar el bioabono que sale del biodigestor y posteriormente aplicarlo a los cultivos, otros los han construido en ladrillo recubierto con cemento e impermeabilizado, y algunos utilizan recipientes plásticos de tamaño adecuado. Hay quienes ya han

montado sistema de riego con mangueras, utilizan la gravedad de los terrenos pendientes o motobombas pequeñas para distribuir el bioabono a cultivos y pastos. El volumen de este tanque depende del tamaño del biodigestor y de la frecuencia de aplicación de del bioabono a los cultivos.



Foto # 13: sistema de almacenamiento de bioabono de la escuela agroecológica del CECIDIC, Toribio, Cauca.

3.9. Protección del biodigestor

9.1. Colocar una cerca Perimetral alrededor del biodigestor para evitar que los animales y las personas (especialmente niños) caigan en la fosa o sobre él y puedan dañarlo o lastimarse. Se recomienda que las cajas de entrada y salida se mantengan tapadas.

9.2 Una cubierta de polietileno es necesaria para proteger el equipo de los

rayos directos del sol y alargar la vida útil. Por otro lado crea un microclima que mantiene la temperatura dentro del biodigestor más alta que la temperatura circundante. Entre más alta sea la temperatura dentro del biodigestor mejor es su funcionamiento y la producción de biogás es mayor.



Foto 14 y 15. Institución educativa Culebreros. Resguardo de Tacueyó, Toribio, Cauca.



3.10. Canales de drenaje de aguas lluvias al alrededor del biodigestor:

- El agua lluvia cae dentro de la fosa y trata de sacar el biodigestor, cuando no lo logra, el biodigestor se gira y se entorcha. Lo cual puede ocasionar que se formen 2 cámaras de almacenamiento de biogás sin comunicación entre ellas. O sea que una de estas cámaras no tendría salida y podrá almacenar tanto biogás que los podría romper. *Ver foto*
- El agua lluvia, nunca debe entrar al biodigestor, porque puede arrastrar el lodo y sacarlo. Si esto sucede, no habrá bacterias suficientes para degradar la materia orgánica del estiércol y habría poca producción de biogás y parte del estiércol saldría crudo, produciendo mal olor y atrayendo moscas.

Foto # 16: Biofamiliar sin canales de drenaje de aguas lluvias y se "entorcho"

3. MODELOS DE BIODIGESTORES FAMILIARES INSTALADOS POR PRO-ORGÁNICA



Foto 17. modelo cilindro con tapas.

3.1. Cilíndrico con tapas:

Este biodigester tiene en cada extremo una tapa de la cual salen dos tubos de PVC sanitario: uno de 4" y otro de 3". Los tubos están pegados a las tapas mediante una bota que los envuelve y se conectan a las cajas de entrada y salida del biodigester. El nivel del líquido del biodigester en la caja de salida hace de sello hidráulico o mecanismo que impide la fuga del biogás de este biodigester. La tubería de salida de esta caja hacia los sitios de aplicación está más alta, que la tubería de salida que va desde el biodigester a la caja de salida. Se utiliza en predios con poco espacio para su instalación y en pendientes.

Foto # 9: biodigester familiar modelo cilindro sin tapas. Las Palmas ganaderia.



Foto 18. modelo cilindro sin tapas.

3.2. Modelo cilíndrico sin tapas:

Es un cilindro abierto, se instaló en el Municipio de Miranda, resguardo Cilia La Calera para tratar estiércol vacuno que lleva consigo pasto aun sin degradar. Este modelo permite que sus extremos se abran y cierren facilmente para hacer el mantenimiento sin dañarlo. Los extremos estan

cerrados con una tabla atornillada. El sello hidráulico o mecanismo para evitar que el biogás se escape está hecho por dos tubos de PVC sanitario rellenos de concreto colocados sobre el biodigester, atravesando la fosa.

4. FACTORES A TENER EN CUENTA PARA SU FUNCIONAMIENTO



Foto 19. Biofamiliar Sr; Guillermo Ascúé instalado con láminas de icopor como aislante. Toribio. Cauca.

4.1. TEMPERATURA:

La temperatura de la región donde está instalado el biodigestor determina el tiempo en que los microorganismos degradan la materia orgánica. El proceso de la fermentación dentro del biodigestor puede ocurrir en un rango amplio de temperaturas, desde los 5 a los 60 grados centígrados, pero las temperaturas ideales están entre 35 y 55 grados.

En climas cálidos la degradación del estiércol se hace más rápido que en climas fríos. El tamaño del biodigestor varía según el clima. En zonas cálidas el biodigestor es de menor tamaño comparado con las zonas frías, para el mismo número de animales. En sitios fríos es necesario colocarles un aislamiento térmico en el momento de su instalación, para separar el biodigestor del suelo, (icopor, paja seca, viruta de madera, etc.).

Cubrir con un invernadero plástico que permita el paso de la luz para subir la temperatura y para protegerlo de los factores climáticos (Lluvia, Neblina, etc...) Esto aumenta y regula la producción de biogás.

4.2. CARGA DIARIA PARA ALIMENTAR EL BIODIGESTOR

La alimentación del biodigestor debe hacerse diariamente para garantizar la producción diaria de bioabono y biogás

Si su biodigestor es de 4.5 m³ está diseñado para tratar el estiércol de hasta 12 cerdos (100 kg/cerdo) o de hasta 1200 kilos de peso vivo en el conjunto de animales en la cochera en un clima de entre 18°C y 24°C.

Si su biodigestor es de 7.5 m³ está diseñado para tratar el estiércol de hasta 25 cerdos (100 kg/cerdo) o de hasta 2500 kilos de peso vivo en el conjunto de animales en la cochera en un clima medio.

■ **Si se carga con una cantidad menor a la recomendada:** la producción de biogás y bioabono disminuirá, ya que el tiempo que estará la mezcla estiércol-agua dentro del biodigestor será mayor a la recomendada y se formará una costra que no permitirá el paso de biogás producido hacia la cámara de almacenamiento del mismo.

■ **Si se carga con una cantidad mayor a la recomendada:**

○ La producción de biogás disminuye, porque el estiércol pasa tan rápido que **los microorganismos no pueden degradar toda la materia orgánica de estiércol** y parte de esta saldrá cruda, lo cual puede generar malos olores y contaminación.

○ Puede ocasionar **la muerte de los microorganismos porque acidifica la mezcla** dentro del biodigestor, si esto sucede hay que vaciar el biodigestor e iniciar el llenado de nuevo.

4.3. DILUCIÓN DE LA CARGA DIARIA (Relación de la cantidad de agua y la de estiércol):

Alimentación del biodigestor (BDG)



Revuelva la mezcla que quede espesa y fluida. Retire el tubo que sirve de tapón y alimente el biodigestor, **todos los días**.

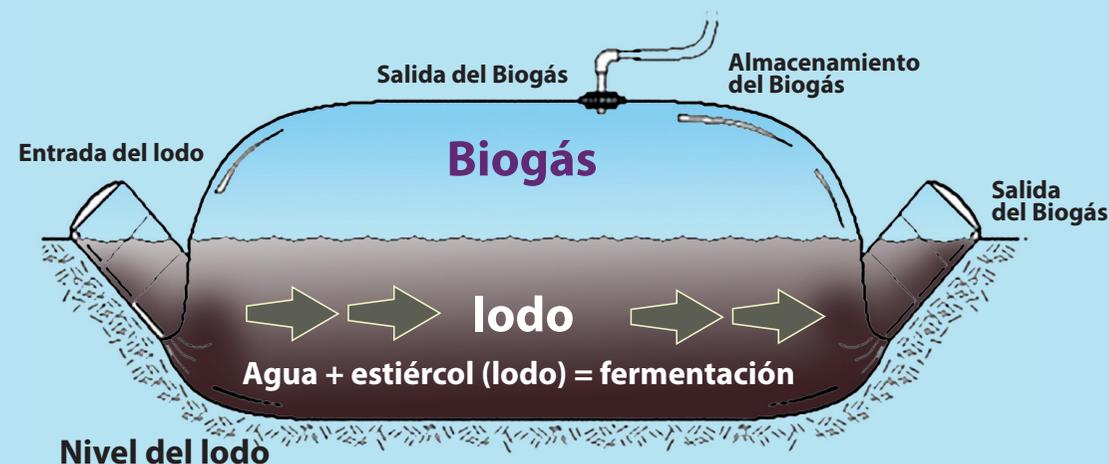
Mala alimentación del BDG

Menos agua = material a digerir más denso = Fluidez más lenta = formación de costras.

Más agua = Mezcla pasa rápido = Bacterias no alcanzan a digerir = bioabono crudo y muy oloroso puede quemar el cultivo.

4.4. TIEMPO DE RETENCIÓN:

Es el tiempo que la mezcla estiércol-agua permanece dentro del biodigestor y depende de la temperatura del sitio en que se instala, entre más frío el clima más largo será el tiempo de retención; entre más caliente menor será el tiempo de retención. La buena mezcla es importante.



4.5. PH: PROBLEMAS DE ACIDEZ. COMO DETECTARLO?

La manera más fácil para detectar si en el biodigestor hay problemas de PH es por los malos olores que se generan. El bioabono sale crudo y puede quemar los cultivos, el biodigestor puede seguir inflado pero no con gas metano sino de otros gases que no son combustibles. Es importante que aprenda a co-

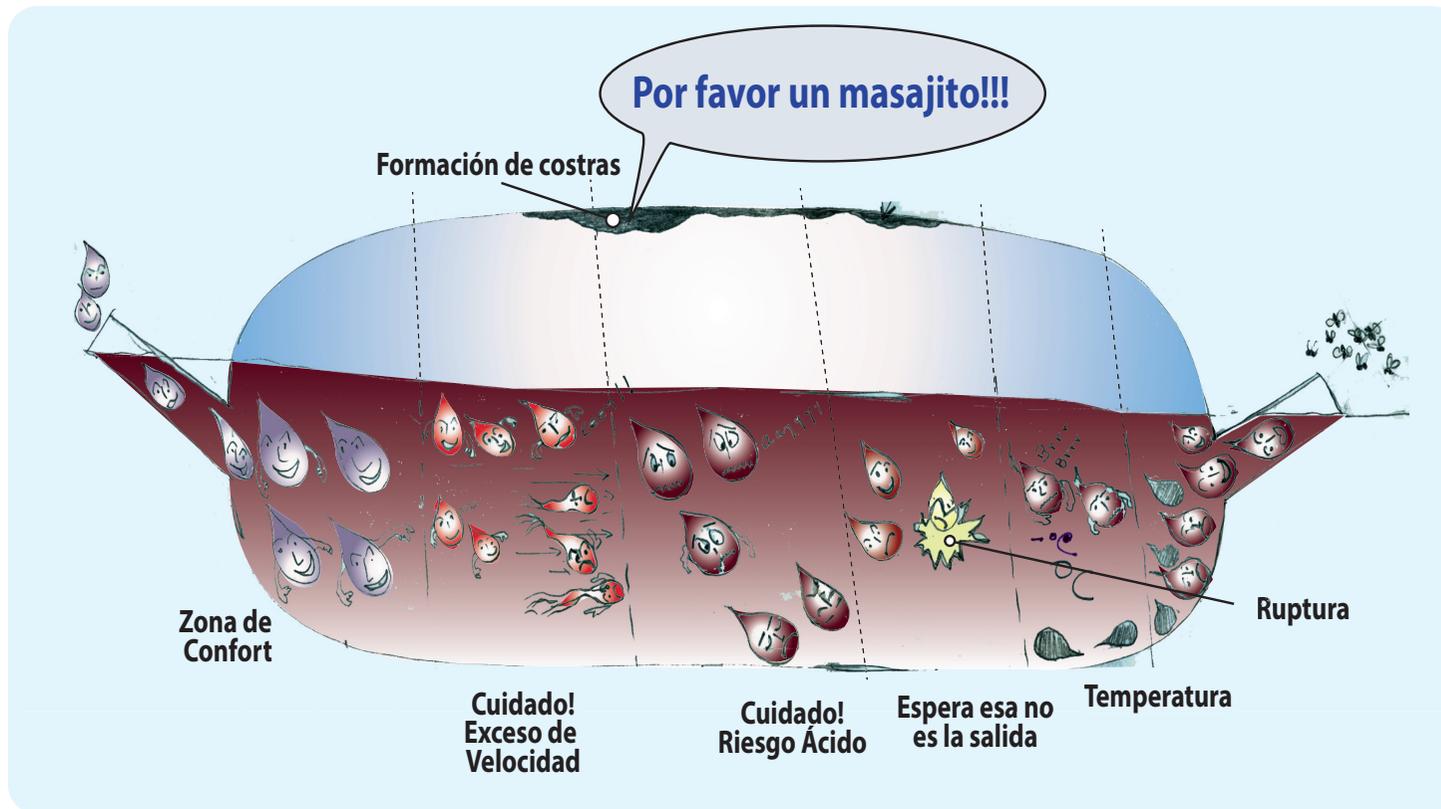
nocer el olor del biogás con la ayuda del técnico y con su propia experiencia. El rango óptimo para el funcionamiento es de 6.5 a 7.5. Este es el PH del agua que consumimos. Si el pH es menor a 6,5, el biodigestor se acidifica, (como si tuviese limón) si es mayor se alcaliniza (como la cal) y el proceso se detiene porque las bacterias que producen el biogás se mueren.

4.6. PRESENCIA DE SUSTANCIAS TOXICAS:

Cuando se apliquen altas dosis de drogas (*antibióticos*, etc.) a los cerdos no alimente el biofamiliar, espere entre 1 y 3 días para que los antibióticos pierdan su efecto, pues estas contienen sustancias que matan los microorganismos que

hay en el biodigestor y que hacen el trabajo para entregarle a usted BIOGÁS Y BIOABONO en excelentes condiciones. Igualmente, cuando se usen *detergentes o desinfectantes* para lavar la porqueriza tampoco alimente el biodigestor.

¿PROBLEMAS EN SU BIODIGESTOR?



5. PROBLEMAS MÁS FRECUENTES



Foto 20. Manguera de biogás aplastada



Foto 21. Biofamiliar al que no se le hicieron canales de drenaje de aguas lluvias y se "entorcho"

¿No se produce suficiente biogás

5.1. Con relación al sistema de conducción de biogás:

Que las mangueras estén rotas, dobladas o aplastadas. Estas situaciones disminuyen la sección de la manguera e impide el paso del biogás. Solución: Si esta doblada o aplastada, Tratar de recomponer el diámetro de la manguera, si no es posible, entonces cortar el pedazo en que tiene daño, añadir un nuevo pedazo, si se requiriera y unir las partes con uniones. Si la manguera está rota, cortar el pedazo con el orificio y añadir un pedazo de manguera nueva con uniones. Ver foto # 20.



Foto 22. Tubería de salida de biogás y válvula de seguridad inclinadas. Esto no permite que el tubo de PVC este sumergido 10 cm en el agua, por tanto va haber burbujeo y escape de biogás.

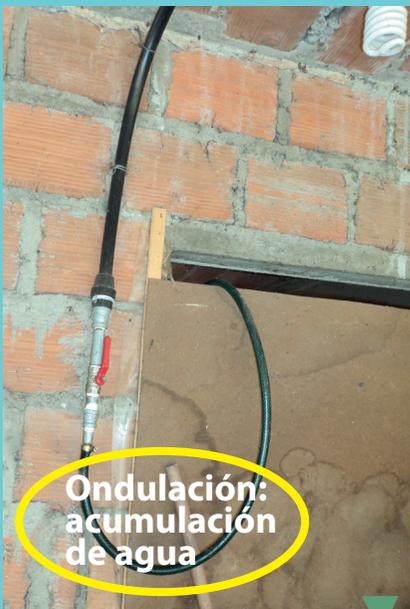


Foto # 23: Barrigas antes de la cocina



Foto 25. Orificio en biofamiliar (costura despegada)

5.2. Que Las mangueras tengan “barrigas” en donde se acumula el agua, disminuye la sección de la manguera y no permite o impide el paso de biogás. Ver fotos # 25 y 26. Solución: quitar la “barriga” dejando la manguera con una pendiente uniforme hacia el biodigestor o hacia el quemador.

Manguera con “barriga” antes de la cocina en donde se acumula agua e impide que el biogás llegue con fuerza a la estufa. Foto # 23



Foto # 24: barriga en un punto intermedio

5.3. Que las conexiones, uniones y universales estén bien apretadas y haya fuga de biogás. Solución: Revisarlas con mezcla de agua-jabón, si hay burbujas, hay escape de biogás. Apretarlas hasta que se detenga el escape de biogás.

Que la carpa del biodigestor tenga orificios. Solución: colocar un parche del mismo material. Ver fotos # 25 y 26



Foto # 26: Orificio arreglado (parchado)



Foto 27. válvula de seguridad con menos de 10 cm de agua, escape de biogás (burbujeo)

5.4. Que la trampa de agua este vacía o tenga poca agua y permita escapes de biogás.

Solución: Agregar agua a la trampa hasta que reboce.

5.5 Que la válvula de seguridad tenga menos de los 10 cm de agua recomendados y haya escape de biogás.

Solución: agregar agua al envase o válvula hasta que el tubo este sumergido 10 cm en el agua. Ver foto # 25.

5.6. Cuando hay escapes grandes el olor del biogás puede indicarnos en donde está la fuga.

Solución: Si es pequeña es necesario mezclar jabón en polvo con agua en una vasija e ir mojando los puntos en donde creamos que hay fuga con esta mezcla, si se forman burbujas, hay escape de biogás.

RESUMEN DE REQUERIMIENTOS PARA LA CORRECTA OPERACIÓN DEL BIODIGESTOR

- 1. CAJAS DE ENTRADA Y SALIDA:**
 - Mantenerlas limpias y tapadas para evitar accidentes y que caigan basuras, pedazos de madera, troncos, plásticos. Etc...
- 2. CARGA DIARIA.**
 - Recuerde las proporciones de la mezcla: (1 de estiércol + 3 de agua)
 - Estiércol de cerdo mézclelo y alimente
 - Estiércol de vaca cuélelo y alimente
- 3. ESTADO FISICO DE LA CARPA:**
 - Revisar roturas, despegues, escapes de biogás.
- 4. DRENAJE AGUA LLUVIA:**
 - Revisar que los canales de agua lluvia estén limpios y soporten la cantidad de agua para evitar inundaciones en la fosa del biodigestor y sus alrededores.
- 5. MANGUERA DE CONDUCCION DE BIOGAS:**
 - Revise que ésta no forme barrigas en su recorrido hasta la cocina.
 - Revise que las conexiones estén ajustadas adecuadamente.
 - Revise que esté bien conectada al quemador.
 - Si adapta una estufa de gas propano retire el inyector porque el diámetro de salida es muy pequeño
- 6. VALVULA DE SEGURIDAD:**
 - Mantenga llena de agua la botella y revise que cubra 10 cm del tubo que entra en ésta. El burbujeo en el agua es indicador de que hay exceso de biogás en el biodigestor.
 - Revise que se mantenga la botella en posición vertical, si es necesario colóquele un soporte.
- 7. TRAMPA DE AGUA:**
 - Mantenga lleno de agua el tubo en U ubicado a la entrada de la casa (si es necesario ponga un soporte).
- 8. VALVULA DE CONTROL DE FLUJO:**
 - Círrrela si va a efectuar alguna reparación en el sistema de conducción hasta la casa. Círrrela por seguridad cuando se ausente.
- 9. VALVULA O LLAVE DE CONTROL DE LLAMA:**
 - Revise que esté cerrada cuando no este cocinando.
- 10. QUEMADORES:**
 - Revise que los quemadores estén limpios y libres de residuos en su interior.
- 11. USO DE PRODUCTOS QUIMICOS:**
 - Evite el uso de bactericidas para lavar la cochera como límpido y otros.
 - Evite alimentar el biodigestor cuando vacune o use antibióticos para tratamiento de animales espere de 1 a 3 días dependiendo de la severidad del tratamiento y de la droga utilizada.
- 12. ESTE ATENTO A LOS CAMBIOS EN OLOR DEL BIOABONO Y EN LA PRODUCCION DEL BIOGAS (Son síntomas de posible acidificación)**
- 13. TUBERIA DE SALIDA:**
 - Mantenga el diámetro de 3 pulgadas por ningún motivo reduzca esta dimensión.
- 14. TANQUE DE ALMACENAMIENTO:**
 - Ubique una caneca o tanque para almacenar el bioabono y cuando tenga suficiente aplíquelo a los cultivos.
- 15. PROTECCION Y AISLAMIENTO DEL BIODIGESTOR:**
 - Cúbralo con un toldo de plástico para invernadero así conserva la temperatura ideal. Coloque una cerca alrededor para evitar daños ocasionados por pisadas de animales y de personas.
- 16. CUIDE SU BIO-DIGESTOR:**
 - Masajéelo periódicamente para evitar formación de costras en el interior de la carpa.

Un proyecto desarrollado por la Fundación **PRO-ORGANICA** en asocio con la **ASOCIACIÓN DE CABILDOS INDIGENAS DEL NORTE DEL CAUCA "ACIN"**, cofinanciado por el **Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)**, con el financiamiento del Ministerio de Asuntos Exteriores de Finlandia, mediante el Programa Alianza en Energía y Ambiente con la Región Andina.

Diseño, textos, dibujos y diagramación: Fundación Pro-Orgánica.
www.pro-organica.org

Julio 02 de 2015
Cali- Colombia



Con el apoyo de:

