

<b>Nombre de la tecnología:</b> BIODIGESTOR		<b>Código:</b> REC-001
<b>Nombre común:</b> BIODIGESTOR		<b>Nombre científico:</b>
<b>Palabra clave 1:</b> GAS METANO	<b>Palabra clave 2:</b> CAMPANA O BALON	<b>Palabra clave :</b> FOSA EN TALUD
<b>Descripción de la tecnología</b>		
<p>El biodigestor tiene tres componentes: El primero consiste en una fosa de 2.7 m. de largo x 1.7 m. de ancho de x 1.8 m. de profundidad, la que puede construirse totalmente de concreto o solamente con barro de estiércol y repello de cemento. El segundo componente consiste en una campana o balón de plástico, que se une a la fosa a través de unos pines de hierro que están incrustados en el brocal de la pila. El tercer componente son los ceniceros o cajas de alimentación y de salida.</p>		
<p>La pila contiene en su interior excretas de origen animal y humano (en algunos casos), disueltas en agua, las cuáles se fermentan de manera anaeróbica, produciendo un gas combustible rico en metano, el que se almacena en la campana plástica hasta el momento de ser utilizado.</p>		
<p>La fosa se construye en forma de talud, siendo la base más angosta que la superficie, lo cual le da la apariencia de una tapa de dulce invertida, dicha fosa se debe impermeabilizar con una mezcla especial y cemento. La campana o balón la forma el plástico ahulado que va recogido en un marco de tubos PVC de ½ pulgada.</p>		
<p>El biodigestor produce alrededor de 6 a 8 horas de gas por día, distribuidos en tres tiempos. Dicho gas es empleado principalmente para la cocción de los alimentos, pero también se puede obtener luz en forma de candil. Hay una importante contribución a la higiene ambiental, en tanto lo que se utiliza como materia prima es el estiércol de los animales o el excremento humano. Existen algunas experiencias en donde se han utilizado también desechos vegetales. En el caso del aprovechamiento del excremento humano, se debe conectar una letrina al biodigestor.</p>		
<p>Otro beneficio al ambiente es la disminución de la deforestación, al no tener que ir a cortar leña, se disminuye el tiempo de trabajo de la familia o bien se ahorra al no tener que comprarla. Un aspecto muy importante es que las mujeres, principalmente, elevan su calidad de vida al disminuirse las causas de las enfermedades respiratorias (humo, ceniza), además que dedican menos tiempo a la preparación de los alimentos. Por otro lado, la producción del efluente del biodigestor, conocido popularmente como bioabono, el cual se usa como abono foliar o bien aplicándolo directamente al suelo, la cantidad de efluente que se produce es de un galón por semana, lo que es suficiente para la fertilización de pequeñas parcelas.</p>		
<b>Elección del terreno</b>		
<p>El terreno donde se construirá el biodigestor debe estar bien compactado para asegurar un mayor tiempo de duración a la fosa, El terreno debe estar en un lugar más bajo o al mismo nivel que el piso de la cocina y lo más cerca posible para asegurar un mejor y mayor flujo de gas, No puede haber encharcamiento, por lo cual el área debe tener un buen drenaje de las escorrentías causadas por las lluvias u otros factores, deberá tener amplitud para que facilite las labores de mantenimiento, manejo y protección del biodigestor, por ello se propone un área de 36 metros cuadrados (6 m x 6 m), una vez definido el terreno se demarca y se ponen las niveletas.</p>		
<b>Construcción de la fosa</b>		
<p>En el terreno seleccionado se marcan a escuadra los puntos de la superficie, formando un rectángulo, dentro de éste se marca otro rectángulo con los cuatro puntos de la base. El rectángulo pequeño se excavará primero dándole 1.6 m. de profundidad, que es la profundidad de la fosa. Esta deberá tener forma de talud, con una pendiente del 15% en lo ancho y 25% en lo largo, de esta manera se reducen 60 cm. en lo ancho de la base (30 cm a cada lado) y 100 cm. a lo largo (50cm. a cada lado), con el objetivo de evitar que se derrumben los bordes</p>		

de la fosa. Esto es mucho más importante si la fosa no se construye de concreto.

Una vez dada la forma a la fosa, se construirá el brocal de la siguiente manera, en la parte superior se deben colocar dos hiladas de bloques a manera de arranque, deberá sacarse un "bocado" del tamaño de un bloque a los bordes, de esta manera quedara una hilada enterrada y la otra superficial; entre las hiladas se ubicarán 14 pines de hierro de 1/8 de diámetro y 15 cm. de largo, para sostener el marco del plástico. Los pines se colocan cada 45 cm. a partir de las esquinas. Deben dejarse 5 cm. de los pines salidos de los bloques hacia dentro de la fosa.

### **Impermeabilización de la fosa**

Es indispensable impermeabilizar las paredes de la fosa, con el siguiente embarro: 7 sacos de estiércol fresco (preferiblemente de caballo ó de vaca), 100 libras de ceniza o cal y 100 libras de cemento mezclados con agua, el cual una vez mezclado uniformemente tiene una apariencia similar a la que se utiliza en el campo para embarrar el piso de las cocinas. Esta mezcla o embarro se utiliza en paredes y piso, con el fin de evitar la filtración de agua o el desmoronamiento de tierra, este repello permite que la mezcla de cemento y arena que se le pone después agarre mejor, ya que el cemento que lleva le sirve como base. El embarro se deja secar por uno o dos días para continuar con el repello y el fino normal (en suelos arcillosos o arenosos se recomienda forrarlo internamente con un plástico, a fin de protegerlo de filtraciones o agrietamientos en las paredes, el fino se deja secar por tres días para proceder al llenado de la fosa con estiércol.

### **Ceniceros**

En la superficie de la fosa se colocaran dos cajitas o ceniceros, uno para la alimentación con estiércol diluido en agua y el otro para la expulsión del efluente. Antes de la ubicación de ambos se debe de colocar un cuartón sobre la fosa o pila de manera que permita ver si hay desnivel, si es así, se debe colocar la caja de alimentación en la parte más alta y la de expulsión en la parte más baja, si no hay desnivel los ceniceros se colocarán de la manera que convenga a la familia. Las cajitas o ceniceros son hechos de bloque y repellados con cemento y arena. Ambos ceniceros deben protegerse con una tapadera de zinc para evitar el olor, la introducción de agua lluvia, la degradación del bio fertilizante y la mala impresión del estiércol al aire libre.

El cenicero de alimentación debe tener amplitud de espacio para facilitar la alimentación del biodigestor. Sus medidas deben ser de 60 cm. de largo x 40 cm. de ancho x 60 cm. de altura, su parte interna debe medir 20 cm. de profundidad. En su interior contiene un tubo PVC de 4 pulgadas de ancho x 1 m. de largo, con una inclinación de 75 grados, que lo une a la fosa; el tubo debe salir en el fondo del cenicero, a 4 pulgadas de la pared que divide la fosa del cenicero, procurando que la profundidad del tubo no sobrepase los 40 cm. o sea, debajo de la primera hilada de bloque, con el fin de no entorpecer la entrada y batida del estiércol.

En el otro extremo del biodigestor se coloca el cenicero de expulsión, el que medirá 40 cm. de largo x 40 cm. de ancho x 40 cm. de profundidad, pero no lleva tubo, en cambio, en la pared que pega con la fosa lleva un canal de 1 pulgada de ancho por 1/2 pulgada de hondo en la parte que pega con la fosa y de 1 pulgada de hondo en la parte que pega con el cenicero de expulsión. En esa pileta cae el liquido sobrante de la fermentación, conocido como efluente del biodigestor , el cual es realmente un bioabono rico en nutrientes, que la familia puede aprovechar en sus cultivos.

### **Encampanado de plástico reforzado**

La campana o balón es construido con un plástico especial. Primero se arma el marco con tubos PVC de 1/2 pulgada de diámetro con el que se formará la campana que cubrirá la superficie de la fosa y servirá como almacén de gas una vez que se inicie su producción. Cada tubo del marco se corta con 10 centímetros menos de la medida de cada lado de la fosa, o sea que se tienen que cortar dos tubos de 1.60 m. y dos de 2.60 m. de largo (asumiendo que las medidas de la fosa serán las indicadas en este documento), dicha diferencia servirá para empalmar los cuatros tubos con los codos y además para dejar cierta flexibilidad para la entrada y salida del marco. El plástico reforzado que se vende en el mercado mide 4.5 metros de largo por 2.8 metros de ancho. La diferencia entre la medida del plástico y la fosa es la que servirá para hacer la bastilla o ruedo y que forme una campana donde se acumulará el gas.

Para colocar el plástico dentro del marco, se limpia el lugar donde se realizará el trabajo, de manera que no queden arena, piedras o cualquier partícula que pueda dañar la superficie del plástico por donde puedan darse fugas del gas. Se tiende el plástico y se limpian las orillas, se mide el plástico y se marca el centro, se monta el

marco sobre el plástico, de modo que permita trabajar en los las dos caras del plástico, se forma una bastilla o ruedo de 15 cm. de ancho, la que se pega en las orillas de manera que el tubo quede dentro y desahogado, como si fuera una cortina de baño, cada parte que se va pegando, se va recogiendo hacia una esquina del marco, hasta que se le dé vuelta a todo el plástico alrededor del marco, de manera que todo el plástico queda recogido alrededor del tubo.

La campana o balón de plástico se deberá amarrar con mecates que la mantengan colgada y que no se hunda en la fosa mientras ésta se llena de gas. El toldo con su marco se fija a la fosa, enganchando el marco debajo de los pines en pequeños orificios que se hacen al plástico por encima del tubo, pero dentro de la bastilla, la parte recogida debe distribuirse a lo largo de todo el tubo de manera que permita un levantado parejo del plástico.

#### **Conexión de la tubería de gas**

Para conectar el biodigestor a la tubería por donde circulará el gas, en el centro del plástico que ya se tiene marcado, se le hace un agujero de 1/2 cm. de diámetro, sobre este se colocan por las dos cara del plástico dos parches del mismo material con un hueco en el centro, para reforzar el centro del plástico. Posteriormente, se coloca una arandela de acero imantada en el adaptador macho, que se introduce en el hueco del centro del plástico, de adentro hacia fuera, sobre la parte de este adaptador que sale del plástico se coloca la otra arandela del mismo tipo, enroscándosele luego el adaptador hembra. En el adaptador hembra se conecta un pedazo de tubo PVC de 1/2 pulgada, la altura de este tubo depende de la que tenga el espacio por donde entrará la tubería de gas a la casa.

A través de un codo se podrá dicho tubo en dirección a la cocina, A una distancia de metro y medio del codo se coloca sobre el tubo una "T" de PVC, a la cual va conectado un tubo de 1/2 pulgada de diámetro x 20 cm. de largo que conecta la tubería del gas con un galón (sostenido en un horcón) que contiene agua hasta la mitas, este pequeño tubo penetra en el agua, a fin de que se descargue el gas que se produce en exceso, así se evitan explosiones que podrían darse por sobre abundancia de carga de gas.

Las llaves de paso se colocarán, la primera a unos 30 c-50 cm. después de la "T", las otras en el tubo que se encuentra en la parte superior de la cocina, más o menos a 1 m. de cada hornilla. El tubo por medio del cual circula el gas debe estar inclinado, siendo la parte más alta la que entra a la casa.

#### **Letrina conectada al biodigestor**

En caso de complementar el sistema con una letrina, ésta debe colocarse en uno de los costados de la fosa del biodigestor, por lo menos a 2 metros de distancia, para ello no se necesita la excavación profunda del suelo. La letrina se coloca sobre una especie de tambo, ya que la fosa es la que sirve como sumidero, de manera que no permite la existencia de malos olores ni de insectos. El tubo que conecta la letrina con la fosa debe ubicarse a 40 cm. por debajo de la corona o sea abajo de la primera hilada de bloques y con una inclinación de 70 grados, de manera que no perjudique la entrada de los excrementos, antes de colocar la taza se debe de realizar un trabajo de reducción del área del fondo esto se logra formando una especie de cono o embudo para que las heces caigan en el tubo y se deslicen fácilmente.

#### **Medidas de protección y seguridad del biodigestor**

Para evitar el deterioro del balón o campana de plástico, es necesario construir una caseta que lo proteja de los rayos del sol, de la lluvia y de la basura acarreada por el viento. El plástico está proyectado para una duración de diez años, pero esto no será posible si lo dejamos a la intemperie.

También debe estar protegido del daño que puedan ocasionarle ratones, cerdos, vacas, gallinas u otros animales, debe evitarse daños que los niños jueguen cerca para evitarle pinchaduras, pedradas, garrotazos o cualquier otro daño. Sería ideal construir a su alrededor una barrera de cedazo fino de 1m. de altura, con puerta de acceso del mismo material, la cual debe mantenerse cerrada, para que entren sólo las personas que le dan el mantenimiento.

#### **Mantenimiento, uso y manejo del biodigestor**

Para alimentar al biodigestor por primera vez, se requieren de 30 a 35 sacos de estiércol y de 50 a 55 barriles de agua. Para evitar fisuras o grietas en el fondo de la fosa que provocarían fugas del material, se recomienda llenarla hasta la mitad con agua y luego agregar el estiércol batido con el resto del agua.

<p>Una vez que está funcionando el biodigestor, se debe disponer diariamente de 10 libras de estiércol de vaca diluidas en 20 litros de agua, si la familia decide hacer la alimentación cada tres días, tendría que multiplicar esas cantidades por tres, aunque en definitiva el gasto de gas les indicará si se requiere una mayor cantidad de estiércol. Se estima que una familia puede contar con la cantidad requerida por el biodigestor, con el estiércol producido diariamente por una vaca parida, un par de cerdos y los restos de la letrina.</p> <p>Después que se ha usado el gas, es necesario introducir varias veces en el tubo del cenicero de alimentación una vara delgada pero fuerte, hasta que el material que contiene la fosa quede bien agitado, esto que se conoce como baqueteo posibilita que el biodigestor se cargue nuevamente de gas.</p> <p>Los sólidos quemados que se depositan a la orilla del plástico, deberán limpiarse a diario con ello se evitan daños por ratones. Cada año y medio deben retirarse los sólidos quemados del interior de la fosa, lo cual debe reponerse con unos 10-15 sacos de estiércol fresco para seguir funcionando hasta por diez años o mas de acuerdo al cuidado que se le de al plástico.</p> <p>El nivel del agua de la fosa deberá quedar hasta un poco menos de una pulgada de la superficie, para evitar fugas de gas por las orillas, es imprescindible reponer la cantidad de agua que disminuya.</p>	
<p><b>Condiciones ecológicas requeridas:</b> Es una tecnología apropiada para zonas rurales, a partir de su implementación se mejoran las condiciones ecológicas de las comunidades, por consiguiente, se puede implementar en todas las condiciones, aunque es más urgente hacerlo en aquellas zonas donde se ha dado deforestación, o bien donde es de gran interés preservar los árboles, donde hay alta producción de residuos vegetales y estiércol animal o donde hay contaminación por desechos animales.</p>	
<p><b>Ventajas:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Facilita la preparación de los alimentos,</li> <li>• Reduce la contaminación medio ambiental,</li> <li>• Reduce el despale,</li> <li>• Mejora la economía familiar,</li> <li>• Facilita la incorporación de los hombres en los oficios domésticos</li> </ul>	<p><b>Restricciones:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• El costo de la fosa, el plástico, etc., cuando no hay proyecto que lo financie,</li> <li>• El llenado de la fosa por primera vez, en lugares donde no hay mucho estiércol y las fuentes de agua son muy pobres.</li> </ul>
<p><b>Costo actual de la tecnología:</b> Los costos varían de acuerdo a la zona, al tipo de construcción, a las condiciones del terreno, a la participación de las familias en la construcción y a la disponibilidad de estiércol y de agua.</p>	
<p><b>Impacto económico esperado:</b> Reducción en un 35% del consumo de leña de las familias campesinas, Ahorro de 35% de gastos en las familias que compran leña, ahorro por compra de bioabono.</p>	
<p><b>Impacto social (beneficios para las familias campesinas):</b> Reducción de enfermedades respiratorias, disminución del tiempo de preparación de los alimentos, disminución del tiempo destinado a recoger leña. Prestigio por disponer de una tecnología nueva y de alto provecho.</p>	
<p><b>Impacto ambiental:</b> Reducción del despale, disminución de humo en las viviendas, descenso de focos de contaminación por desechos orgánicos, menor consumo de fertilizantes químicos.</p>	
<p><b>SopORTE técnico:</b> Tecnología validada por CIPRES en comunidades rurales de León, Chinandega, Estelí, Managua, Matagalpa y Jinotega.</p>	
<p>Autores/Responsable/Colaboradores: CIPRES: Orlando Núñez, Rider Villanueva, Irma Ortega</p>	