

Producción de Biogás: Construcción y Operación de un Digestor Anaeróbico Casero

Autor: EA4IPV

Fecha: 23/03/2026

Categoría: Seguridad Perimetral

Etiquetas: Sin etiquetas

Producción de Biogás: Construcción y Operación de un Digestor Anaeróbico Casero

El biogás es una mezcla de metano (CH_4 , 50-70%) y dióxido de carbono (CO_2 , 30-50%) producida por la descomposición anaeróbica de materia orgánica mediante bacterias metanogénicas. Un digestor casero de 1 m^3 alimentado con estiércol de vaca puede generar entre 0,5 y 1 m^3 de biogás diario, suficiente para cocinar durante 2-3 horas. Esta tecnología, ampliamente utilizada en India, China y zonas rurales de Latinoamérica, permite transformar residuos orgánicos (estiércol, restos vegetales, aguas residuales) en combustible limpio y fertilizante líquido rico en nitrógeno, fósforo y potasio.

Fundamento bioquímico de la digestión anaeróbica

La producción de biogás ocurre en cuatro fases secuenciales llevadas a cabo por consorcios bacterianos diferentes. La primera es la hidrólisis, donde bacterias facultativas rompen polímeros complejos (celulosa, proteínas, lípidos) en monómeros solubles (azúcares simples, aminoácidos, ácidos grasos). La segunda fase es la acidogénesis: bacterias fermentativas convierten estos monómeros en ácidos grasos volátiles (acético, propiónico, butírico), alcoholes, CO_2 e hidrógeno. En la tercera fase, la acetogénesis, bacterias acetogénicas transforman los ácidos de cadena larga en ácido acético, H_2 y CO_2 . Finalmente, en la metanogénesis, arqueas metanogénicas (*Methanobacterium*, *Methanosarcina*) producen metano por dos vías: la acetoclástica ($\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{CH}_4 + \text{CO}_2$) y la hidrogenotrófica ($4\text{H}_2 + \text{CO}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + 2\text{H}_2\text{O}$). El equilibrio entre estas poblaciones es crítico: una acidificación excesiva (pH

Fase

Microorganismos

Producto principal

pH óptimo

Hidrólisis

Clostridium, *Bacteroides*

Azúcares, aminoácidos

5,5 – 7,0

Acidogénesis

Lactobacillus, *Streptococcus*

Ácidos grasos volátiles

5,0 – 6,5

Acetogénesis

Syntrophomonas, *Syntrophobacter*

Ácido acético, H₂

6,0 – 7,0

Metanogénesis

Methanobacterium, Methanosarcina

CH₄, CO₂

6,8 – 7,5

Diseño y construcción del digestor tipo bolsa (taiwanés)

El modelo más accesible para uso doméstico es el digestor de bolsa tubular, desarrollado originalmente en Taiwán. Consiste en un tubo de polietileno de calibre 8 (200 micras) o geomembrana de PVC, con diámetro de 1-1,5 metros y longitud de 3-5 metros, instalado en una zanja poco profunda. Se necesitan dos tuberías de PVC de 4 pulgadas (entrada y salida) y una salida de gas en la parte superior con tubería de ½ pulgada.

Materiales básicos: Tubo de polietileno negro (6 m × 1,5 m de circunferencia), 2 tubos PVC de 4" × 50 cm, adaptadores, manguera de gas de ½", válvula de bola, abrazaderas de acero inoxidable y silicona.

Zanja de soporte: Excavar 40 cm de profundidad × 1 m de ancho × 4 m de largo con pendiente del 2% hacia la salida. Revestir con arena fina para evitar punzonamientos en la bolsa.

Sellado de extremos: Enrollar el polietileno sobre los tubos de PVC y asegurar con 3-4 vueltas de alambre galvanizado y abrazaderas. Aplicar silicona en las juntas. Probar estanqueidad llenando con agua antes del primer uso.

Línea de gas: Instalar una T en la parte superior con válvula de seguridad (botella invertida con agua a 10-15 cm como sello hidráulico) y línea hacia el punto de consumo con válvula de corte.

Capacidad recomendada: Para una familia de 4-5 personas, un digestor de 4 m³ de volumen total (2,5-3 m³ de líquido, 1-1,5 m³ de almacenamiento de gas) alimentado con 20-30 kg de estiércol fresco diario mezclado con agua 1:1.

Alimentación, operación y rendimiento

La materia prima se mezcla con agua en proporción 1:1 (en peso) hasta obtener una suspensión con 6-10% de sólidos totales. El estiércol de vaca es el sustrato ideal por su contenido equilibrado de carbono y nitrógeno (relación C:N de 25:1), pero se puede complementar con restos de cocina, hierba cortada o estiércol de cerdo. Evitar cítricos, cebolla y ajo (antibacterianos), aceites en gran cantidad y cualquier producto con antibióticos, cloro o desinfectantes.

Sustrato

Relación C:N

Biogás (m³/kg SV)

Tiempo de retención

Estiércol de vaca

25:1

0,20 – 0,30

20-30 días

Estiércol de cerdo

14:1

0,25 – 0,50

15-25 días

Estiércol de gallina

10:1

0,30 – 0,60

20-30 días

Restos vegetales cocina

20-30:1

0,30 – 0,40

30-40 días

Hierba fresca

12-15:1

0,40 – 0,55

25-35 días

Temperatura crítica: La producción de biogás se reduce drásticamente por debajo de 15°C y se detiene bajo 10°C. En climas fríos, enterrar el digestor a mayor profundidad, aislarlo con paja o plástico de burbujas, o precalentar el agua de mezcla a 35-40°C. La temperatura mesofílica óptima es 35-37°C.

Seguridad y uso del biogás

El biogás es inflamable y el metano forma mezclas explosivas con el aire entre el 5% y el 15% de concentración. Nunca almacenar biogás en espacios cerrados habitados. La línea de conducción debe ser de manguera resistente a gas (nunca manguera de jardín) con válvula de corte accesible. El sello hidráulico actúa como válvula de seguridad: si la presión supera los 10-15 cm de columna de agua, el gas burbujea y se libera al exterior.

Quemadores: Un quemador de cocina estándar de gas natural funciona con biogás sin modificaciones. La llama será algo más amarillenta por el contenido de CO₂. Para mayor eficiencia, filtrar el H₂S pasando el gas por limaduras de hierro o lana de acero.

Eliminación de H₂S: El ácido sulfhídrico (H₂S) corroe metales y es tóxico. Pasar el biogás por un recipiente con virutas de hierro oxidadas (Fe₂O₃) que reaccionan: $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2\text{S} \rightarrow \text{Fe}_2\text{S}_3 + 3\text{H}_2\text{O}$. Renovar el filtro cuando se sature (color negro uniforme).

Digestato como fertilizante: El efluente líquido del digestor es un fertilizante orgánico de alta calidad con N, P, K biodisponibles. Diluir 1:3 con agua y aplicar directamente al suelo. Rico en ácidos húmicos, mejora la estructura del suelo y la retención de agua.

Peligro de asfixia y explosión: El metano desplaza el oxígeno en espacios confinados y el H₂S es letal a concentraciones superiores a 100 ppm. Nunca entrar en un digestor vacío sin ventilación forzada previa. Nunca acercar llama abierta a la bolsa del digestor. Mantener siempre una distancia mínima de 5 metros entre el digestor y cualquier fuente de ignición.

 **Advertencia:** Esta información es orientativa y educativa. En situaciones de emergencia real, consulte a profesionales cualificados siempre que sea posible. No ponga en riesgo su vida ni la de otros sin la formación adecuada.