

## Digestión Anaeróbica

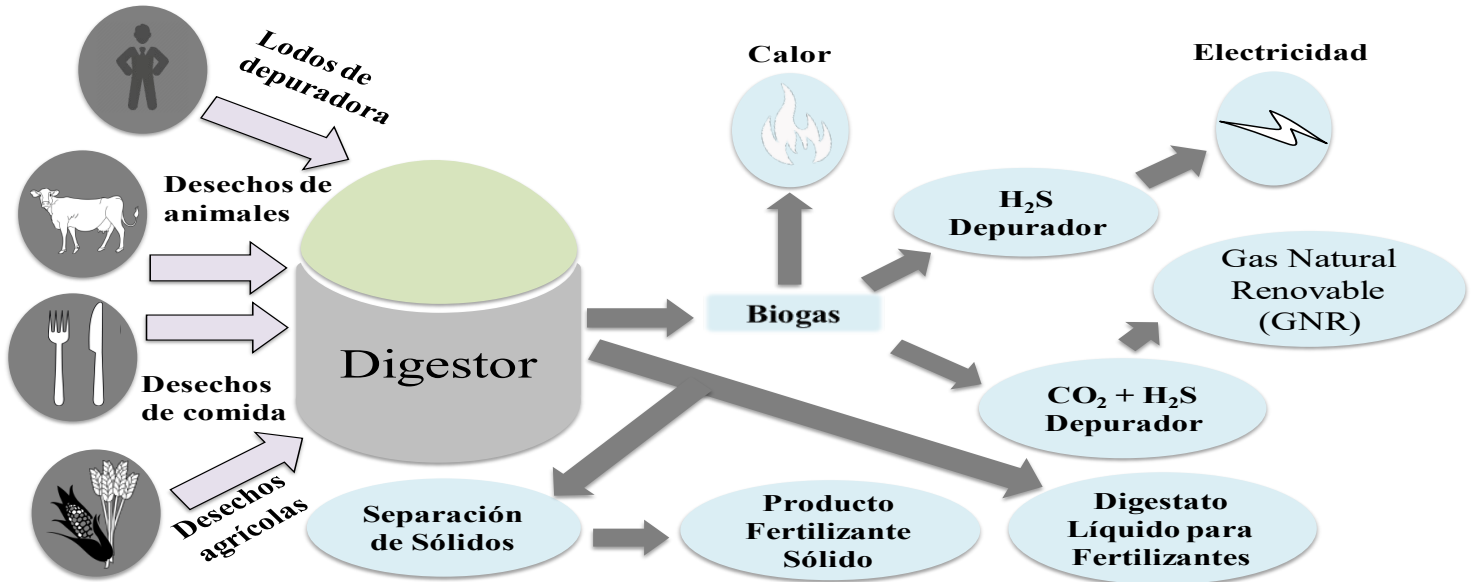


Diagrama de las entradas y salidas de un sistema de producción de bioenergía por digestión anaeróbica.

### Antecedentes de la Digestión Anaeróbica

La **digestión anaerobia (DA)** es una tecnología que transforma los residuos en energía renovable a la vez que reduce las emisiones de gases de efecto invernadero. Durante la digestión anaeróbica, *el biogás* se produce por microbios naturales que descomponen el material biodegradable dentro de un reactor sellado y libre de oxígeno llamado digestor. DA puede procesar una amplia gama de materias primas, como restos de comida, estiércol, residuos de cultivos, o lodos de depuradora. Con la creciente preocupación por los olores y las emisiones de efecto invernadero del estiércol y los residuos de alimentos, el uso del procesamiento de DA permite a los agricultores reducir o eliminar en gran medida estos olores y emisiones de gases de efecto invernadero. Además, el proceso DA produce bioenergía renovable y un fertilizante libre de olores y patógenos, lo que permite que los valiosos nutrientes y la materia orgánica de los residuos se utilicen para cultivar y compensar el uso de fertilizantes químicos.

La digestión anaeróbica implica tres pasos biológicos:

**1. Hidrólisis:** Bacterias convierten materiales complejos en hidratos de carbono solubles, grasas y proteínas.

- 2. Acidogénesis:** Las bacterias convierten los compuestos solubles en ácidos orgánicos de cadena corta.
- 3. Metanogénesis:** Las bacterias (llamadas metanógenos) utilizan los ácidos orgánicos para producir biogás, que tiene un >50% de metano.

El proceso es similar a la digestión dentro del estómago de una persona, donde las bacterias metabolizan nuestros alimentos. El proceso de digestión anaeróbica es sensible a varias variables, como el pH, la concentración de oxígeno y temperatura del digestor. La temperatura del digestor suele ser mesófila (35-38 °C o 95-100 °F) o termófila (55-60 °C o 130-140 °F), el reactor está libre de oxígeno y el pH está entre 6.8 y 8.

### Definición de Biogás

Uno de los productos valiosos de la DA es el biogás. El biogás es la mezcla de gases producidos por la descomposición microbiana de los residuos orgánicos en sistemas de digestión anaeróbica. Está compuesto por 50-75% de metano (CH<sub>4</sub>), 25-50% de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), 3-4% de vapor de agua y (<1%) de gases traza



*Digestor anaeróbico vertical en una granja lechera en Stuttgart, Alemania. Foto: Stephanie Lansing*

que pueden incluir hidrógeno ( $H_2$ ), amoníaco ( $NH_3$ ), sulfuro de hidrógeno ( $H_2S$ ) y monóxido de carbono ( $CO$ ).

El metano es el principal componente energético del biogás, y el contenido energético está relacionado con la cantidad de metano que contiene. El biogás se puede utilizar directamente para calentar y producción de electricidad (después de eliminar el  $H_2S$  utilizando la tecnología de depuración de  $H_2S$  para proteger la parrilla o generador de corrosión). El biogás también puede ser mejorado al gas natural renovable (GNR) con  $>99\%$  de  $CH_4$  mediante la adición de tecnologías de depuración más avanzadas que eliminan todos los demás gases presentes en el biogás.

## Diferencias entre el Gas Natural y el Biogás

### Origen y Renovabilidad:

- ▶ **El gas natural** es un combustible fósil compuesto extraídos de reservas subterráneas de combustibles fósiles. Al tratarse de un recurso finito, las reservas subterráneas donde se extrae acabarán agotándose. Es una fuente de energía no renovable producida a lo largo de millones de años.
- ▶ **El biogás** se produce durante la DA a partir de la descomposición de materiales de desecho orgánicos por microbios en un lapso de tiempo de horas o días. El procesamiento de DA puede producir biogás de forma continua, lo que lo convierte en una fuente de energía renovable a partir de materias primas de biomasa. El biogás se compone principalmente de  $CH_4$  ( $>50\%$ ) y se produce a partir de materias primas renovables, como residuos agrícolas, restos de comida, residuos animales y lodos de depuradora, que pueden regenerarse en un corto período de tiempo.

### Huella de carbono:

- ▶ **El gas natural** se extrae, transportado y quemado para obtener energía. El metano es un potente gas de efecto invernadero que puede fugarse durante la extracción y el transporte de gas natural. Cuando se quema para calefacción o electricidad, el  $CH_4$  del gas natural se transforma en  $CO_2$  atmosférico que contribuye al calentamiento global.
- ▶ **El biogás** también se quema para la producción de calor o electricidad, y el  $CH_4$  se transforma en  $CO_2$  mediante el proceso de combustión. Cuando las materias primas renovables, como los residuos de alimentos y el estiércol, se utilizan en digestión anaeróbica, este  $CO_2$  no es  $CO_2$  adicional, sino que representa la liberación de  $CO_2$  previamente secuestrado durante la fotosíntesis. Las emisiones de  $CH_4$  evitadas se producen cuando el estiércol y los restos de comida se procesan en digestores anaeróbicos. El  $CH_4$  que de otro modo se habría formado naturalmente y liberado en lagunas abiertas o almacenamiento en vertederos, se genera energía renovable y se reduce significativamente el potencial de calentamiento global.

## Usos del Biogás Producido por la Digestión Anaeróbica (DA)

- ▶ **La electricidad** se genera cuando el biogás se quema para alimentar un generador o un sistema combinado de calor y energía (CCE), donde el calor capturado también se puede utilizar para calentar el digestor anaeróbico y satisfacer otras necesidades de calefacción cercanas.
- ▶ **El calor** se genera quemando directamente el biogás. Se puede utilizar para cocinar, procesos industriales o para generar vapor.
- ▶ **El gas natural renovable (GNR)** se crea cuando el biogás es mejorado al  $>99\%$  de  $CH_4$ , donde el GNR puede inyectarse en un gasoducto de gas natural o utilizarse en cualquier instalación de gas natural.
- ▶ **El combustible para vehículos** se forma cuando el biogás es comprimido y mejorado (en la granja o en una ubicación central) utilizando tecnología avanzada de depuración de  $CO_2$  hasta al menos un  $80\%$  de  $CH_4$ . Si el biogás contiene entre un  $80 - 95\%$  de  $CH_4$ , un vehículo fabricado necesitará para funcionar biogás mejorado y comprimido. Si el biogás se actualiza a  $>99\%$   $CH_4$ , también conocido como GNR, se puede utilizar cualquier vehículo diseñado para funcionar con gas natural comprimido.



Digestor anaeróbico de laguna cubierta en Kilby Farm en el condado de Cecil, MD. Foto: Amro Hassanein

## Generación de Ingresos por la Digestión Anaeróbica (DA)

- ▶ **Las ventas de electricidad, calor, GNR y combustible para vehículos** pueden generar ingresos basados en el uso directo o la venta. El precio de venta de la electricidad puede depender de si la energía se utiliza en el lugar para compensar el uso de energía o se vende a una compañía eléctrica o de gas natural, con las tarifas negociadas entre la compañía eléctrica y el operador basadas en la ley estatal.
- ▶ **Los fertilizantes** de DA incluyen el efluente que se puede utilizar directamente como fertilizante líquido. Los sólidos también se pueden separar del fertilizante líquido y venderse como un producto de fertilizante sólido, con beneficios nutricionales y de acondicionamiento del suelo similares al compost. Los líquidos separados se pueden usar directamente en los campos como fertilizante o los nutrientes se pueden extraer de los líquidos a través de un procesamiento avanzado y se venden por separado.
- ▶ Los agricultores y/o los operadores de DA pueden recibir **créditos fiscales** de fuentes federales, estatales o locales de electricidad renovable o gas natural renovable producido por DA, con tarifas que dependen de las políticas federales, estatales y locales pertinentes.
- ▶ **El Estándar de Combustible Renovable (ECR) y los Créditos de Energía Renovable (CER)** se utilizan en ciertos programas estatales de comercio de energía. Los valores de ECR y CER se basan en los valores de los números de identificación renovables (NIR) dados,

que tienen en cuenta las emisiones de los gases de efecto invernadero reducidas en función con el tipo de materia prima de biomasa digerida.

- ▶ Los operadores de DA pueden recibir **tarifas de propina** de manufacturas, empresas o entidades que generan desechos orgánicos y pagan a los operadores de DA para recibir los desechos orgánicos y procesarlos mediante la digestión.
- ▶ Los operadores de DA pueden recibir **créditos de compensación de carbono**, ya que el procesamiento de DA disminuye las emisiones de gases de efecto invernadero al reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>. Los sistemas DA disminuyen las emisiones de CH<sub>4</sub> al capturar y procesar el estiércol o los desechos de alimentos y reducen el CO<sub>2</sub> adicional emisiones a través de la producción de energía renovable que compensa el uso de energía de combustibles fósiles. Los operadores de DA pueden vender los créditos de compensación de carbono a través de transacciones privadas o agregadores de crédito.

## Conclusión

La digestión anaeróbica es una tecnología que transforma la biomasa en energía renovable y fertilizante beneficioso a la vez que reduce los olores y las emisiones de gases de efecto invernadero. Durante la digestión anaeróbica, el biogás se produce a partir de microbios naturales que degradan la biomasa dentro de un reactor sellado y libre de oxígeno, llamado digestor anaeróbico. Los digestores anaeróbicos pueden procesar una amplia gama de residuos, como restos de comida, estiércol, residuos de cultivos o lodos de aguas residuales. Los productos pueden proporcionar fuentes de ingresos adicionales a las granjas a través de la venta de electricidad o RNG, tarifas de propina y / o créditos fiscales.

## Información de Contacto

Para obtener más información sobre la serie de hojas informativas sobre la Tecnología de Residuos Animales y la Evaluación de la Tecnología de Residuos Animales de Maryland presentado por el Departamento de Agricultura de Maryland ir a <https://go.umd.edu/AWTF>

## Financiación

Este material se basa en el trabajo apoyado por el Departamento de Agricultura de Maryland bajo la Subvención # MDA-2072-FY22.

AMRO  
HASSANEIN

STEPHANIE  
LANSING  
[slansing@umd.edu](mailto:slansing@umd.edu)

DANIELLE  
DELP

Esta publicación, *Digestión Anaeróbica* (EBR-2023-0686), es parte de una colección producida por la Extensión de la Universidad de Maryland dentro el Colegio de Agricultura y Recursos Naturales.

La información presentada cumplió con los estándares de revisión por compañeros de la UME, incluido la revisión técnica interna y externa. Para obtener ayuda para acceder esta o cualquier publicación de la UME, póngase en contacto con: [itaccessibility@umd.edu](mailto:itaccessibility@umd.edu)

Para obtener más información sobre este y otros temas, visite el sitio web de la Extensión de la Universidad de Maryland: [extension.umd.edu](http://extension.umd.edu)

*Los programas, actividades e instalaciones universitarias están disponibles para todos, sin distinción de raza, color, sexo, identidad de género o expresión, orientación sexual, estado civil, edad, origen nacional, afiliación política, discapacidad física o mental, religión, estado de veterano protegido, información genética, apariencia personal o cualquier otra clase protegida legalmente.*

**Al citar esta publicación, utilice el formato sugerido a continuación:**

Hassanein, A., Lansing, S., & Delp, D. (2024). *Digestión Anaeróbica* (EBR-2023-0686). Extensión de la Universidad de Maryland. [go.umd.edu/EBR-2023-0686](http://go.umd.edu/EBR-2023-0686).