BIODIGESTOR

Nicté Y. Luna Medina, J. Antonio del Río Portilla
y Gabriela Ruiz Rendón

UNAM

EDITORIAL TERRACOTA ET

colección **sello de arena**
¡Hazlo tú!

Contenido

5 Introducción

10 ¿Qué es el biogás?

12 Historia del biogás

14 ¿Qué es un biodigestor?

19 Desarrollo de biodigestores

21 Ley de los gases ideales anaeróbicos

23 Robert Boyle

25 Patente

27 ¡Hazlo tú!

31 Bibliografía

¿Qué es el biogás?

Si alguna vez has estado en una granja de pollos o en un rancho de vacas, te habrás percatado del desagradable olor que despiden las heces de estos animales, o habrás notado que cuando la basura se empieza a descomponer tiene ese olor particular. Esta materia orgánica no olerá bien, pero es ese gas que emiten el que conocemos como biogás.

El biogás es una mezcla de distintos compuestos: metano, dióxido de carbono, ácido sulfhídrico, nitratos, azufre y vapor de agua, pero el metano es el más importante; cuanto más contenido de este gas haya mejor será la calidad del biogás como energético.

La producción de metano depende de las condiciones en las que se propicia la digestión anaerobia de la biomasa, que son la temperatura al interior del reactor y en el ambiente, el tiempo de fermentación o retención, los niveles de pH (unidad de medida que determina la acidez de las sustancias acuosas), la razón de carbono-nitrógeno que contiene la biomasa, el volumen de esta, así como de los materiales e insumos utilizados. Algunos reportes de investigación científica señalan que la temperatura ideal para llevar a cabo el proceso de digestión anaerobia se encuentra entre 30 y 40 °C con un pH de 6.5 a 8.

Historia del biogás

Jan Baptist van Helmont
(1580-1644).

Alessandro Volta
(1745-1827)

En el siglo XVII, Jan Baptist van Helmont fue el primero en comprender que hay distintos tipos de gases en el aire atmosférico y es a quien se le atribuye la palabra "gas". Él observó que durante el proceso de descomposición de la materia orgánica se producen gases inflamables.

En 1776, el físico Alessandro Volta colectó gas que salía del Lago de Como, ubicado en la región de Lombardía, Italia; luego de examinarlo, desmostró que la formación de dicho gas dependía del proceso de fermentación y que el gas podía formar una mezcla explosiva con el aire. En ese año también descubrió que había una relación directa entre la cantidad de gas que se producía de la descomposición y la cantidad de materia orgánica utilizada.

Entre 1804 y 1808, John Dalton y Humphrey Davy establecieron que ese gas era metano, pero la estructura química final del metano fue elucidada por Amedeo Avogadro en 1821.

El estudio del biogás, a lo largo de la historia, está estrechamente relacionado con la comprensión del proceso de fermentación en aguas residuales. Durante la segunda mitad del siglo XIX, en Francia, se iniciaron investigaciones más profundas para com-

¿Qué es un biodigestor?

Desechos orgánicos.

El biodigestor consiste en un contenedor cerrado, hermético e impermeable, llamado reactor, dentro del cual se deposita la biomasa (excremento de vaca o cerdo y residuos orgánicos, por ejemplo). Ahí se lleva a cabo la fermentación anaerobia, en ausencia de oxígeno, por acción de microorganismos que degradan la biomasa para obtener biogás y bioabono, subproducto que puede utilizarse como fertilizante.

En su forma simple, solo cuenta con una entrada para introducir la materia orgánica y una salida de gas regulada que conduce el biogás generado a su almacenamiento o uso final.

Una instalación más sofisticada de este sistema puede incluir una cámara de carga y nivelación del agua residual antes del reactor, un dispositivo para captar y almacenar el biogás, cámaras de hidrogeneración y postratamiento (filtro de algas y piedras de secado, entre otros) a la salida del reactor.

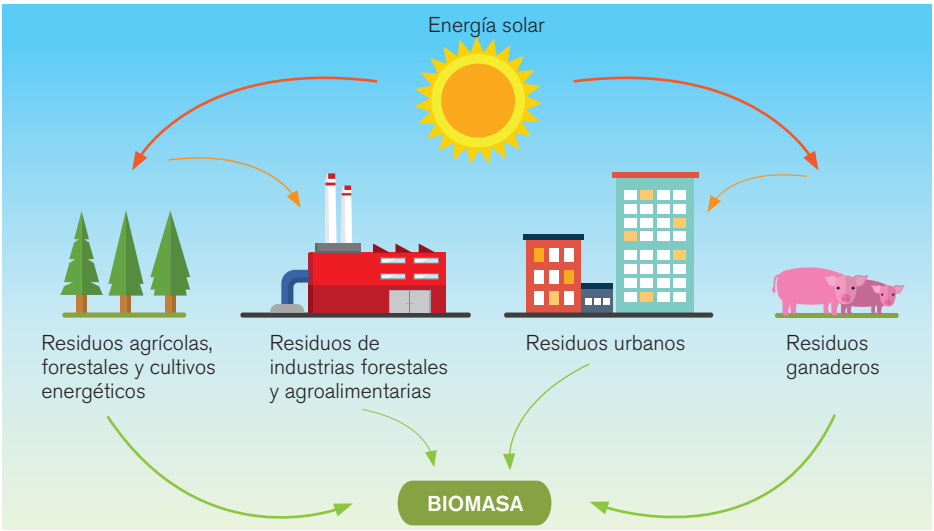
En el proceso de digestión anaerobia de la biomasa ocurren varias reacciones bioquímicas en las que participan distintos microorganismos, estas reacciones ocurren en cuatro etapas de forma simultánea: hidrólisis, acidogénesis, acetogénesis y metanogénesis.

En la etapa de hidrólisis, los componentes químicos de los residuos se descomponen en presencia del agua, con esto, las moléculas complejas, como las proteínas, carbohidratos y lípidos contenidos en los desechos orgánicos se transforman en compuestos solubles más sencillos para ser metabolizados por las bacterias acidogénicas; esto da a lugar a ácidos grasos de cadena corta, alcoholes, hidrógeno, dióxido de carbono y otros productos intermedios. Por su parte los microorganismos acetogénicos transforman una parte de estos productos (etanol, ácidos grasos volátiles y algunos compuestos aromáticos) en acetato e hidrógeno. Por último, los microorganismos metanogénicos producen metano a partir del ácido acético, hidrógeno y otros productos resultantes de las etapas anteriores.

Dependiendo de las condiciones ambientales y de la reacción, alguna etapa va a predominar durante el proceso, y esto se verá reflejado en el pH. En las diferentes etapas de la biodigestión se pueden obtener al mismo tiempo, alcoholes, como etanol y metanol; además, algunos compuestos minerales, que pueden utilizarse como fertilizantes para cultivos una vez fi-

pH: Mide el grado de acidez o basicidad en una solución. El pH neutro es 7, mayor pH indica que es una base y menor, que se trata de un ácido.

Formación de la biomasa.

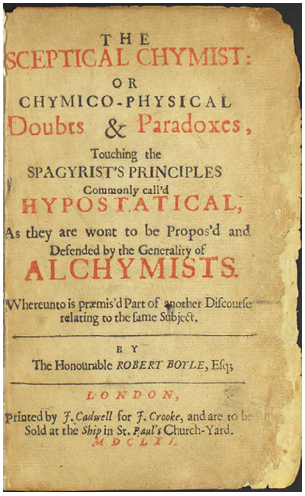


Robert Boyle

Robert Boyle, conocido por ser uno de los primeros químicos modernos, nació en un castillo de Lismore, Irlanda, en una familia adinerada, en 1627. A la edad de 14 años conoció a Galileo Galilei en Florencia, donde trabajó con problemas de la luminosidad del cielo en la noche. Después se dedicó al estudio de máquinas neumáticas y fue en esta parte de su vida cuando, junto con Robert Hooke, al ver que los gases se comportaban como resortes al comprimirlos o expandirlos, dedujo la ley que lleva su nombre.

Para ver este comportamiento consigue una jeringa desechable, jala el émbolo hasta la mitad de su camino y pon un poco de pegamento en lugar de la aguja; observa que si comprimes el émbolo, este tiende a regresar al punto medio y que lo mismo pasa si jalas el émbolo. Este comportamiento, como de resorte, fue lo que condujo a Boyle y Hooke a enunciar la ley.

Más tarde Boyle se dedicó a la química y fundó el Colegio Invisible (Invisible College), donde criticó severamente la alquimia de su época. En 1661 publicó su libro *El químico escéptico*, en el que presenta estas críticas y una incipiente teoría atómica que


THE
SCEPTICAL CHYMIST:
OR
CHYMICO-PHYSICAL
Doubts & Paradoxes,
Touching the
SPAGYRIST'S PRINCIPLES
Commonly call'd
HYPOSTATICAL,
As they are wont to be Propos'd and
Defended by the Generality of
ALCHYMISTS.
Whereunto is præmis'd Part of another Discourse
relating to the same Subject.
BY
The Honourable ROBERT BOYLE, Esq;
LONDON,
Printed by J. Cadwell for J. Crooke, and are to be
Sold at the Ship in St. Paul's Church-Yard.
MDCLXI.

Portada de la primera edición de *The Sceptical Chymist*, 1661.

Globo aerostático moderno.

retoma las ideas de los griegos sobre el átomo como unidad de la materia. En 1663 el Colegio Invisible se convirtió en la Real Sociedad de Londres para el Avance del Conocimiento Natural (The Royal Society of London for Improving Natural Knowledge). A partir de 1669 su salud se vio severamente afectada y murió en 1691.

Mientras Robert Boyle se dedicó fundamentalmente a la ciencia experimental, Jacques Charles era un verdadero fanático de los vuelos en globos y fue él, junto con Anne-Jean y Nicholas-Louis Robert, dos hermanos, quien hizo los primeros vuelos en globos en 1783. Para ello llenaron con hidrógeno los globos.

Jacques Charles

Jacques Charles nació en 1746 y casi un siglo después que Boyle realizó los experimentos para establecer la relación entre los volúmenes y las temperaturas de los gases a presión constante. Sus ascensos lograron alturas de alrededor de 500 metros sobre el nivel del suelo. Fue profesor de física en la Academia de Ciencias francesa y desarrolló instrumentos ópticos y mecánicos, como el densímetro. Murió en 1823, en París.

Como vemos, estos descubrimientos científicos datan de hace varios siglos, pero los desarrollos tecnológicos tienen menor antigüedad y esto lo podemos constatar al revisar las patentes asociadas a los digestores anaeróbicos. Si bien el proceso de digestión anaeróbica es natural en lo esencial, conseguir un mejor desempeño para obtener un beneficio económico comparable con el costo del gas natural o licuado requirió mayor desarrollo tecnológico. Desde el punto de vista de la sustentabilidad, el biogás es mucho mejor.