

## Diseño de Biodigestores

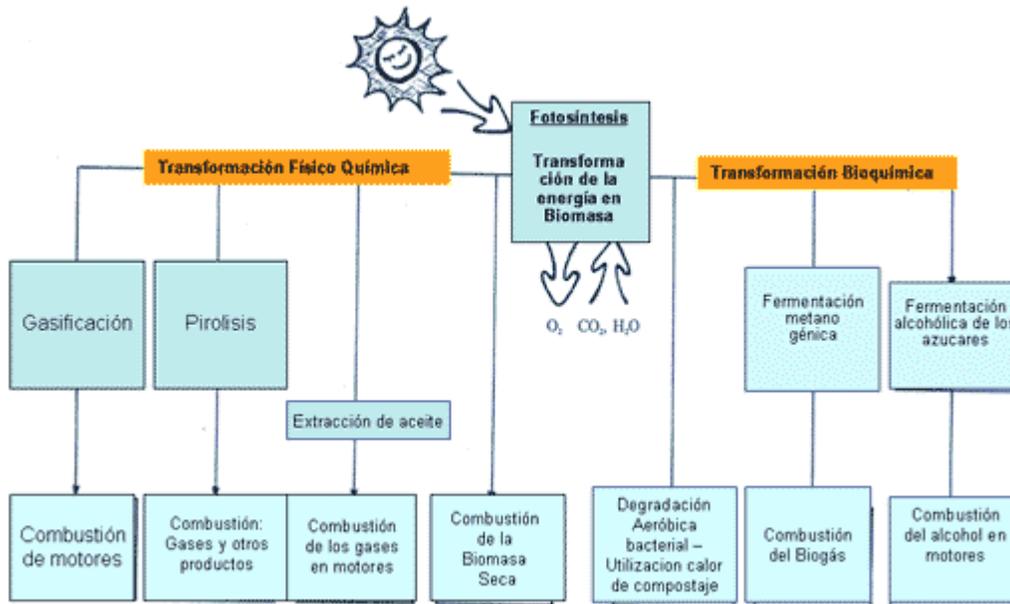
**Fuente :** Autor/es: Pablo Infantes Chávez- Publicado el: 29/09/2006- Extraído de Engormix Porcicultura(<http://www.engormix.com/>)

### ESQUEMA DE LA PRESENTACIÓN

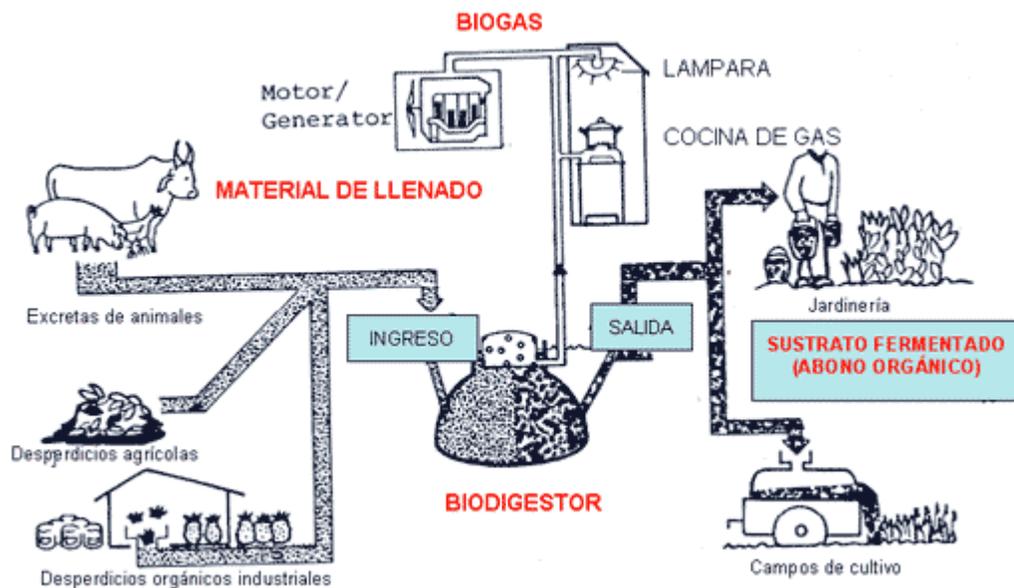
- **Introducción**
  - Importancia de la Biomasa en la generación de energía
  - Desarrollo histórico de los Biodigestores (Marco Internacional y Nacional)
  
- **Factores determinantes en el proceso de generación del biogás**
  - Reacciones bioquímicas en la formación del biogás
  - Sustrato
  - Proceso
  - Biodigestor
  
- **Características del Biogas**
- **Presentación de caso (Biodigestor Industrial granja avícola)**
- **Análisis porcentual de costos de inversión**

### I. INTRODUCCION

**Posibilidades de obtención de energía a través del uso de la BIOMASA**



## El ciclo de la BIOMASA en el BIODIGESTOR



## BIODIGESTORES: Desarrollo histórico internacional.



1776	Volta descubre el metano (CH <sub>4</sub> ) en el gas de los pantanos
1869	Por primera vez se utiliza el Biogas (metano) en un hospital de Bombay - India
ASIA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 120,000 pequeños biodigestores sin calefacción en la India</li> <li>• Más de 7 millones de biodigestores sin calefacción en la China</li> <li>• Número considerable de biodigestores en otros países asiáticos</li> </ul>
EUROPA	<p>Alemania:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequeño boom entre 1973 y 1985 como resultado de la crisis energética</li> <li>• Propósito principal: generación de energía y protección del medio ambiente</li> </ul> <p>Antigua RDA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pocas plantas pero con capacidades muy grandes (16,000 m<sup>3</sup> de fermentador)</li> </ul>

Fuente: UNI. Hohenheim

## LOS BIODIGESTORES EN EL PERÚ

Número de Biodigestores Instalados en el Perú

- Piura .....3
- Lambayeque.....2
- Cajamarca.....47
- Amazonas.....1
- Ancash.....2
- Lima.....7
- Arequipa.....18
- Junin.....1
- Cuzco .....1
- Madre de Dios.....2
- Huanuco.....3
- Pucallpa.....1
- Tacna.....14
- Moquegua.....2
- Puno.....2

**Total =106**

Predominio de Artesanales Chinos

(Excepto Biodigestor De Electro Perú- Huacho 250 m<sup>3</sup>)

Fuente: Seminario Internacional “Las Energías renovables y el desarrollo de

resgiones rurales”. Universidad nacional San Antonio Abad – Cusco / U. de  
Lima

Razones de Éxito o fracaso de los Biodigestores en el país

## II.

### FACTORES DETERMINANTES EN EL PROCESO DE GENERACIÓN DE BIOGÁS

#### Reacciones bioquímicas en la formación del BIOGAS

	<b>Componentes orgánicos</b>
	↓
<b>FASE HIDROLITICA</b>	<b>Moléculas Macro</b> Carbohidratos- Grasas -Proteínas
	<b>Moléculas Micro</b> Azucares simples, ácidos grasos, aminoácidos
	↓
	<b>Ácidos carbónico, Orgánicos, Alcoholes, Dióxido de carbono</b>
	↓
<b>FASE METANOGENICA</b>	<b>Ácido Acético, Hidrogeno, Dióxido de carbono, Metanol</b>
	↓

<b>FASE DE FORMACION DE METANO</b>	<b>BIO GAS</b> (Metano, Dióxido de carbono)
------------------------------------	--

Fuente: Hohlfeld/ SASSE - 1986

### Factores Determinantes

SUSTRATO	PROCESO	DIGESTOR
<input type="checkbox"/> Composición <input type="checkbox"/> Relación C/N <input type="checkbox"/> Existencia de bacterias formadoras de metano	<input type="checkbox"/> Temperatura <input type="checkbox"/> Concentración <input type="checkbox"/> Tiempo de permanencia del sustrato en el Biodigestor <input type="checkbox"/> Valor de pH <input type="checkbox"/> Mezclado e intensidad del agitado	<input type="checkbox"/> Condiciones <input type="checkbox"/> Anaeróbicas <input type="checkbox"/> Dimensionamiento Diseño
↓	↓	↓
<b>BACTERIAS - PROCESO DE FERMENTACION</b>		
↓		↓
<b>CANTIDAD DE BIOGAS</b>		<b>CALIDAD DE BIOGAS</b>

Fuente: Lipp GMBH

## Primer Factor: SUSTRATOS

### TIPOS DE SUSTRATOS

(RESIDUOS Y EFLUENTES) A TRATAR EN UN BIODIGESTOR



- Efluentes municipales
- Efluentes agrícolas/pecuarios/pesqueros
- Efluentes industriales
  
- Residuos
  - Líquidos
  - Semi-sólidos
  - Sólidos

## Importancia de la Relación carbono Nitrógeno en los sustratos:

### RELACION CARBONO NITRÓGENO (C/N) DE DIVERSOS SUSTRATOS

SUSTRATO	RELACION C/N
Orina	0.8
Excreta de vacuno	10 - 20
Excreta de Porcino	9 - 13
Excreta de Gallina	5 - 8
Excreta de caprino / ovino	30
Excreta de Humanos	8
Paja de cereales	80 - 140
Paja de maíz	30 - 65
Gras fresco	12
Desperdicios de verduras	35
Fuente: BARNETT	

### VALORES DE GENERACIÓN DE BIOGÁS

#### SEGÚN DIFERENTES SUSTRATOS

SUSTRATO	GENERACION DE GAS (L/Kg. Biomasa seca)	PROMEDIO (L/Kg. Biomasa seca)

Excreta de Porcino	340 - 550	450
Excreta de vacuno	150 - 350	250
Excreta de Aves	310 - 620	460
Guano de caballo	200 - 350	250
Guano de oveja	100 - 310	200
Guano de establo	175 - 320	225
Paja de cereales	180 - 320	250
Paja de maíz	350 - 480	410
Paja de arroz	170 - 280	220
Gras fresco	280 - 550	410
Gras de elefante	330 - 560	415
Bagazo	140 - 190	160
Desperdicios de verduras	300 - 400	350
Jacintos	300 - 350	325
Algas	380 - 550	460
Lodos de aguas servidas	310 - 640	450

Fuente: OEKOTOP

## Segundo Factor: PROCESO

### Sistemas industriales

- Pré-tratamiento del sustrato
- Generacion de Biogas
- Recuperación y almacenamiento del biogás

### Rangos de Temperatura y Tiempo de fermentación Anaeróbica

FERMENTACION	MINIMO	OPTIMO	MAXIMO	TIEMPO DE FERMENTACION
Psychrophilica	4-10 °C	15-18°C	25-30°C	Arriba de 100 días
Mesophilica	15-20 °C	28-33°C	35-45°C	30-60 días
Thermophilica	25-45°C	50-60°C	75-80°C	10-15 días

Fuente: OEKOTOP

### Rango de valores de pH en la generación de BIOGAS

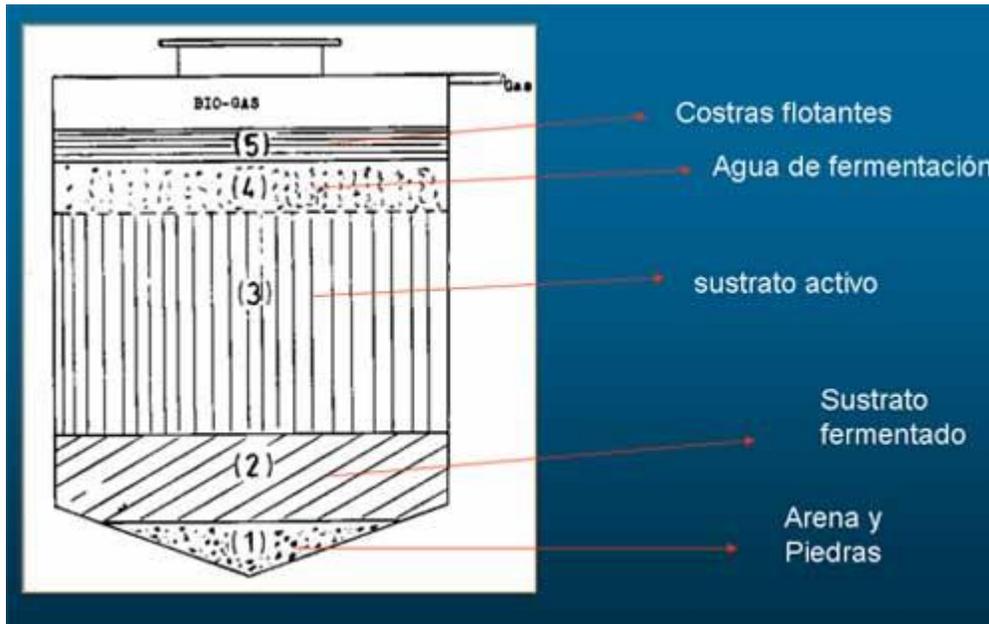
Valor pH	Característica
7 – 7.2	OPTIMO
Menor de 6.2	Retardo por acidos
Mayor a 7.6	Retardo por amonios

Fuente: OEKOTOP

## Tercer Factor: BIODIGESTORES

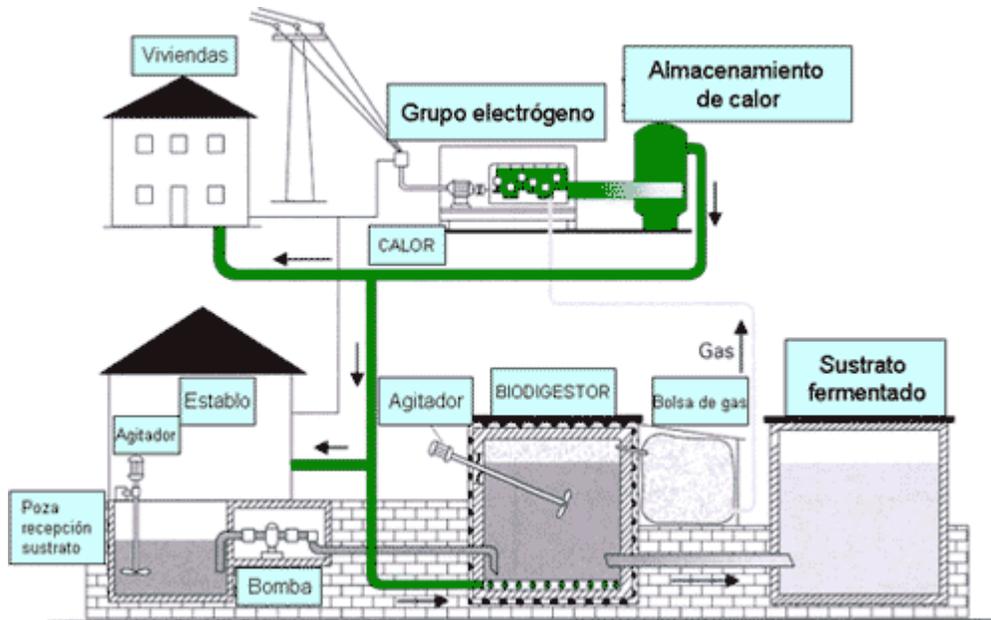
### BIODIGESTOR SIN HOMOGENIZADOR

(Modelo Artesanal)



### MODELO CLASICO DE UN BIODIGESTOR EUROPEO

(tecnología actual)



Autor: Peter Cremer - Alemania

### III.

#### CARACTERISTICAS DEL BIOGAS

##### CARACTERÍSTICAS DEL BIOGÁS

El BIOGAS está compuesto en un 50 a 70% de METANO y un 30 a 50% de dióxido de carbono, además de contener hidrógeno sulfurado y otros gases de menor importancia.

##### PRODUCCION Y COMPOSICION TEORICA DEL BIOGAS

SUBSTRATO	PRODUCCION DE GAS (L/Kg. de materia	CONTENIDO DE METANO (CH <sub>4</sub> ) %	CONTENIDO DE CO <sub>2</sub> %

	<b>seca)</b>		
Carbohidratos	800	50	50
Proteínas	700	70	30
Grasas	1,200	67	33

### ENERGÍA EQUIVALENTE (en Volumen) BIOGAS vs. OTRAS FUENTES

**1 m<sup>3</sup> biogás**

Corresponde a 6.5 kW / h de energía. Si lo convertimos en corriente eléctrica obtenemos entre 1.8 y 2.5 kW/ h de energía eléctrica, y el resto se traduce en calor

0,66 L diesel  
0,25 m<sup>3</sup> gas propano  
0,2 m<sup>3</sup> gas butano  
0,85 kg carbón

5 m<sup>3</sup> de biogás = 1 galón gas propano



### USOS del Biogas en actividades productivas



### ENERGÍA EQUIVALENTE (valor energético)

### BIOGAS vs. OTRAS FUENTES

<b>VALORES</b>	<b>BIOGAS*</b>	<b>GAS NATURAL</b>	<b>GAS PROPANO</b>	<b>GAS METANO</b>	<b>HIDROG.</b>
Valor Calorífico (Kwh/ m3)	7.0	10	26	10	3
Densidad (Kg/m3)	1.08	0.7	2.01	0.72	0.09
Densidad con respecto al aire	0.81	0.54	1.51	0.55	0.07
Limite de explosión (% de gas en el aire)	6-12	5-15	2-10	5-15	4-80
Temperatura de encendido	687	650	470	650	585
Máxima velocidad de encendido en el aire (m/s)	0.31	0.39	0.42	0.47	0.43
Requerimiento teórico de aire (m3/m3)	6.6	9.5	23.9	9.5	2.4

Fuente: Lipp / GMBH

\* Biogas: 70% CH<sub>4</sub>, 28% CO<sub>2</sub> y “% otros gases

#### IV.

#### PRESENTACION DE CASO

## Biodigestores instalados actualmente



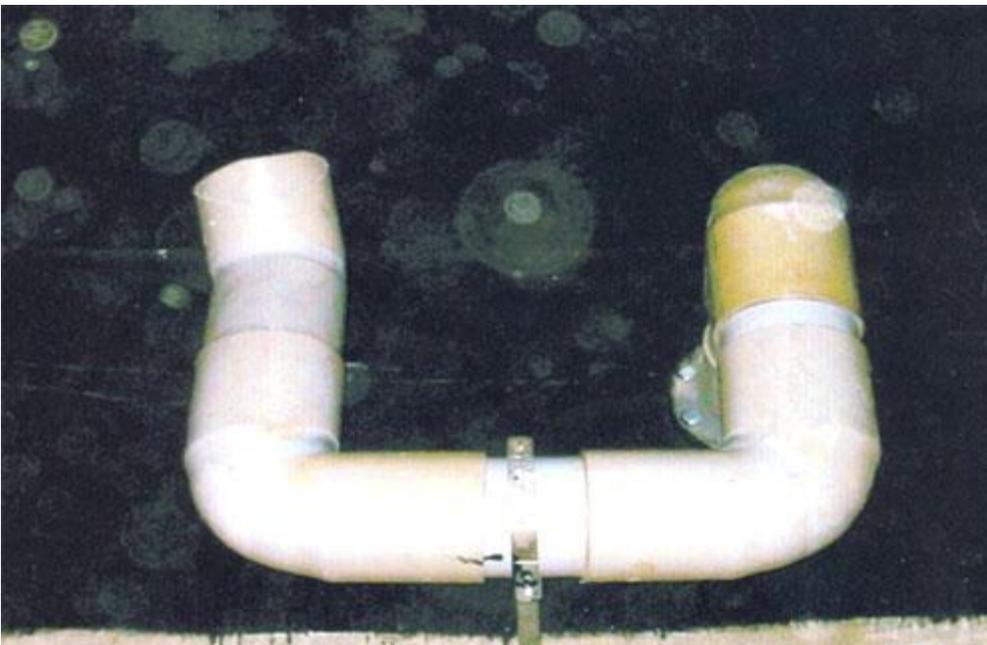
## Vista aérea del Biodigestor de concreto armado mostrando diversos componentes



## PREPARACIÓN DEL SUSTRATO



## Trampa de Sustrato



## Homogenizadores con sistema de calefacción



## Agitador visto exteriormente



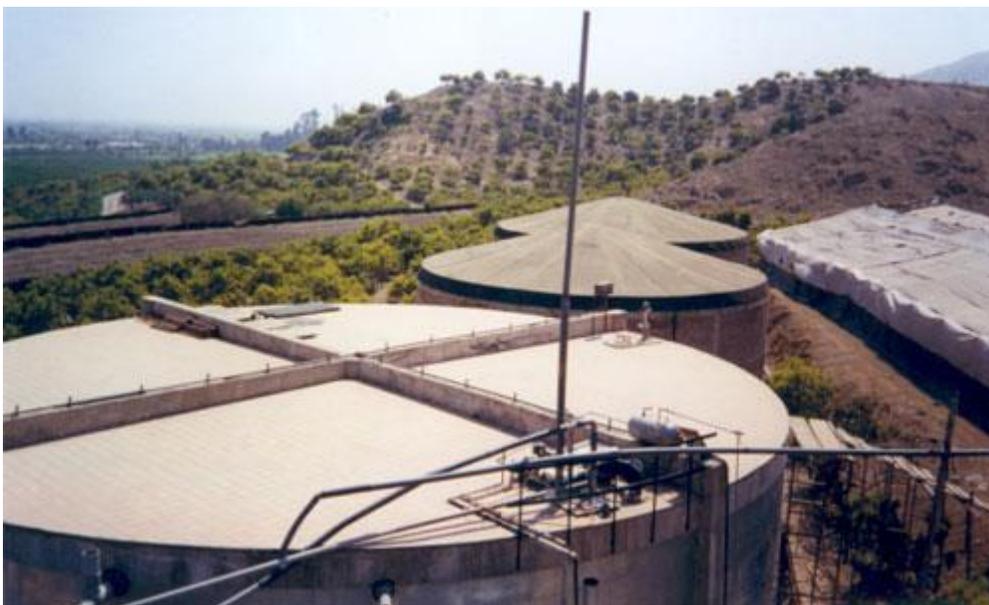
Válvulas de seguridad del Biodigestor y sistema de comando de la calefacción



## Sistema de desulfatado



## Vista aerea del biodigestor de concreto armado y dos silos de recepcion de gas



Vista interior de una bolsa de recepción de gas



Puerta del silo mostrando la bolsa de gas





Turbinas para el transporte del biogas a los lugares de consumo



Lámparas Criadoras



## V.

### **EVALUACION ECONOMICA**

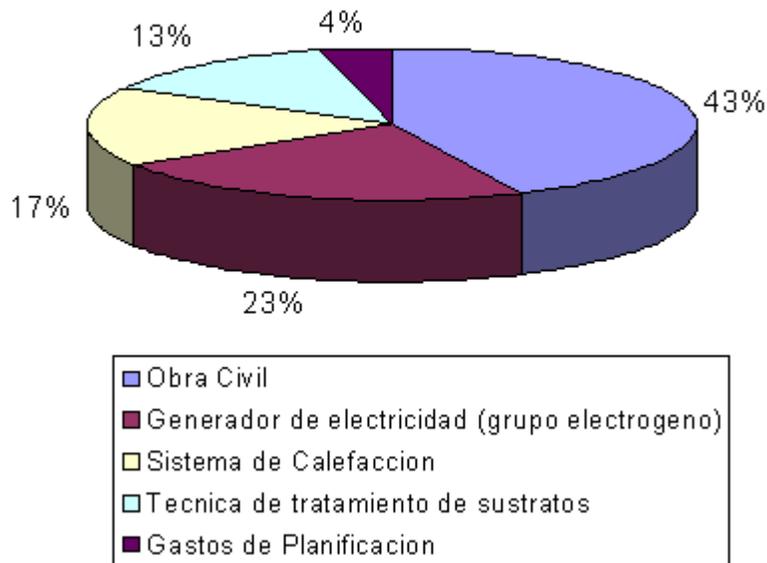
#### CONSIDERACIONES PREVIAS

- Los costos de inversión varían entre un biodigestor y otro
- Variables: Tipo de digestor, Tipo de sustrato, sistema de calefacción, sistemas de agitación, tratamiento de los afluentes, sistema de desulfatado, entre otros.
- Analizaremos un estudio estadístico efectuado en Alemania en el año 1997 por la Asociación de Biogás de dicho país, en función a 100 Biodigestores de diferente tamaño para determinar de manera porcentual el costo de inversión de sus diferentes elementos.

#### ANALISIS PORCENTUAL

## DE LA INVERSION

### Rubro de Gastos Inversion Construccion de un Biodigestor



Esperamos con esta experiencia, haber dado el primer paso .....ahora les toca a ustedes

MUCHAS GRACIAS POR SU ATENCION