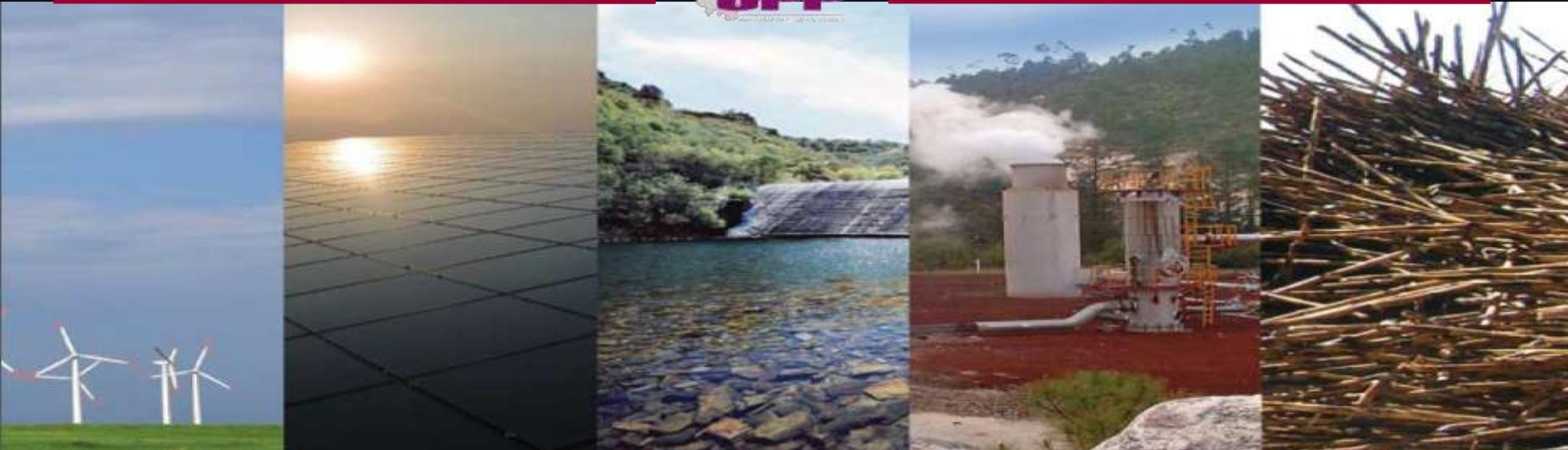


Producción de biocombustibles a partir de residuos orgánicos: **América Latina** y su potencial en el desarrollo de energías renovables



- Energía renovable: Se refiere en general a la electricidad suministrada a partir de fuentes de energías renovables, como la eólica, geotérmica, hidroeléctrica y las diversas formas de biomasa.

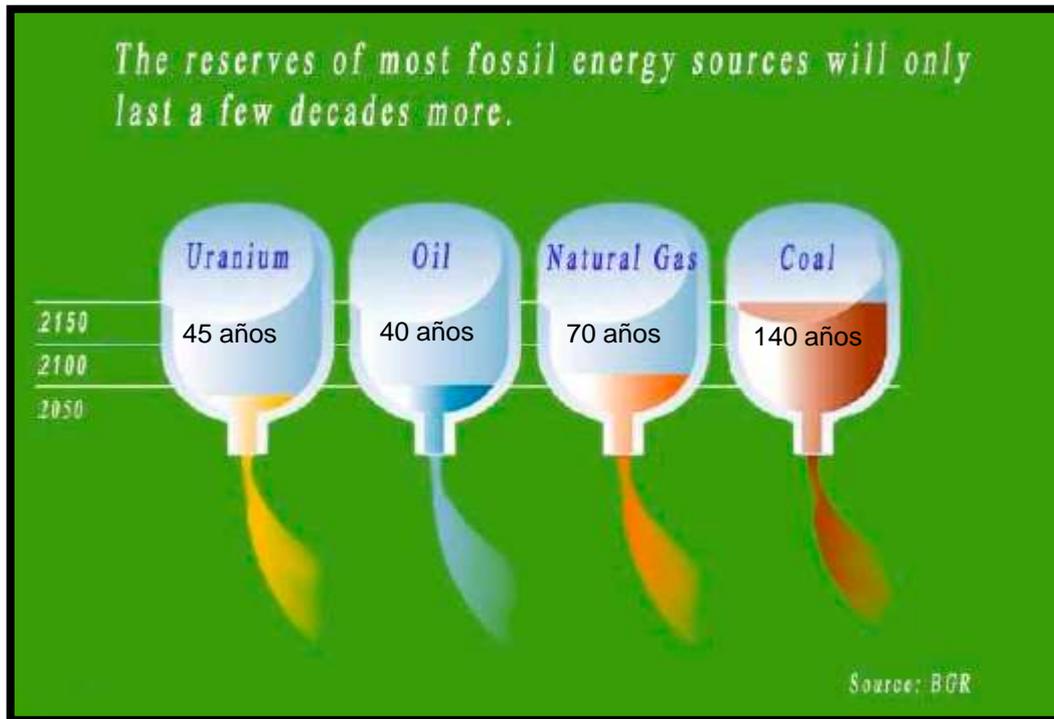
¿Porqué es importante generar energía renovable?



América Latina y su potencial en el desarrollo de energías renovables



- Contrarrestar las crecientes concentraciones de gases de efecto invernadero (CH_4 , CO_2 , NO_2).
- Los recursos no renovables de energía que utilizamos son limitados:



América Latina y su potencial en el desarrollo de energías renovables

- En los últimos 20 años se ha redescubierto la energía del sol, viento, agua, geotérmica y **biomasa**.
- Con la ayuda de tecnologías modernas estos recursos se transforman en **energía eléctrica, calor y combustibles**.
- **La energía de la biomasa** es aquella que se obtiene de productos y residuos animales y vegetales (Leña, cultivos energéticos, carbón vegetal, residuos agrícolas, residuos urbanos y el estiércol).
- La biomasa se puede aprovechar de dos maneras: **quemándola para producir calor o transformarla en combustible** (sólido, líquido o gaseoso) para su transporte y/ o almacenamiento.



Transformación de la biomasa en energía

- **Procesos físicos** (triturado, astillado, compactado e incluso secado).
- **Procesos Químicos o digestión química** (hidrólisis, pirolisis y/ o gasificación).
- **Termoquímicos** (alta temperatura 200-1500 C).
- **Biológicos** (Acción directa de los microorganismos o de sus enzimas, generalmente llamado fermentación)



Estado actual del desarrollo de energías renovables en el mundo



Hydropower (2005)	
1	China
2	U.S.
3	Canada
4	Brazil
5	Russia

Geothermal (2006)	
1	U.S.
2	Philippines
3	Mexico
4	Indonesia / Italy

Wind (2006)	
1	Germany
2	U.S.
3	Spain
4	India
5	Denmark

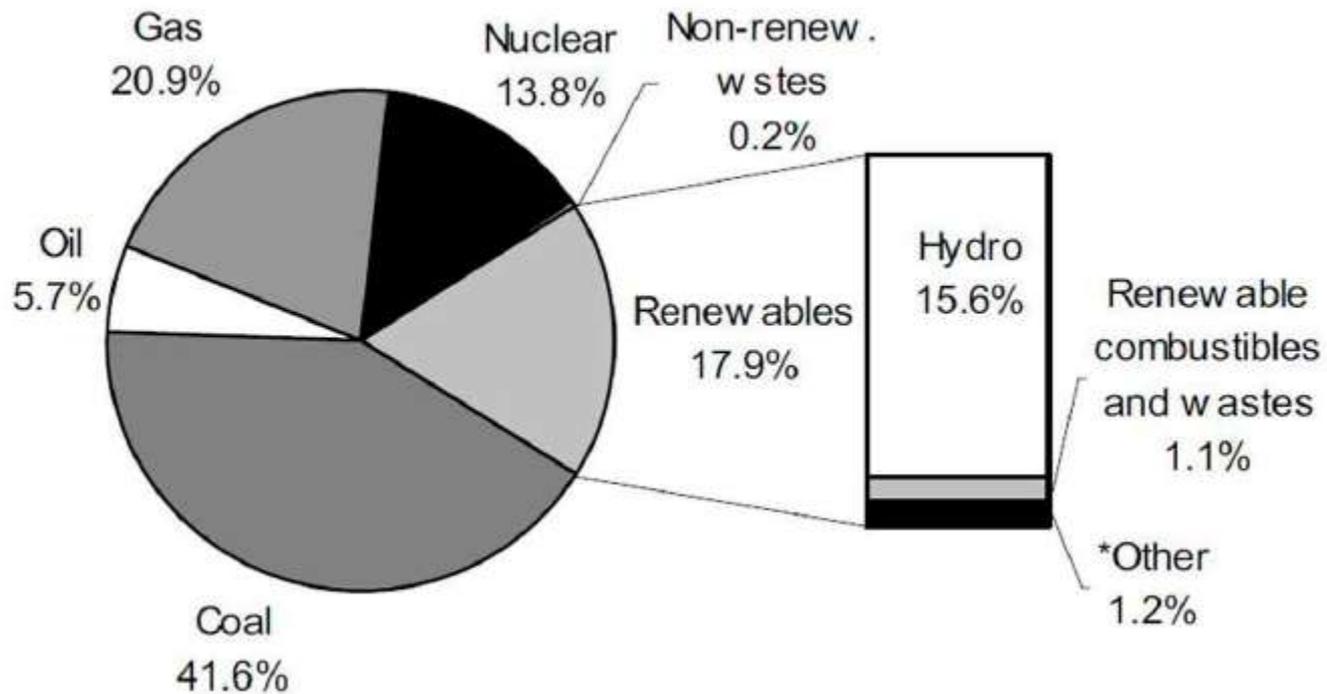
Solar PV (2006)*	
1	Germany
2	Japan
3	U.S.
4	Spain
5	Italy / Netherlands

CSP (2006)	
1	U.S.
2	Spain

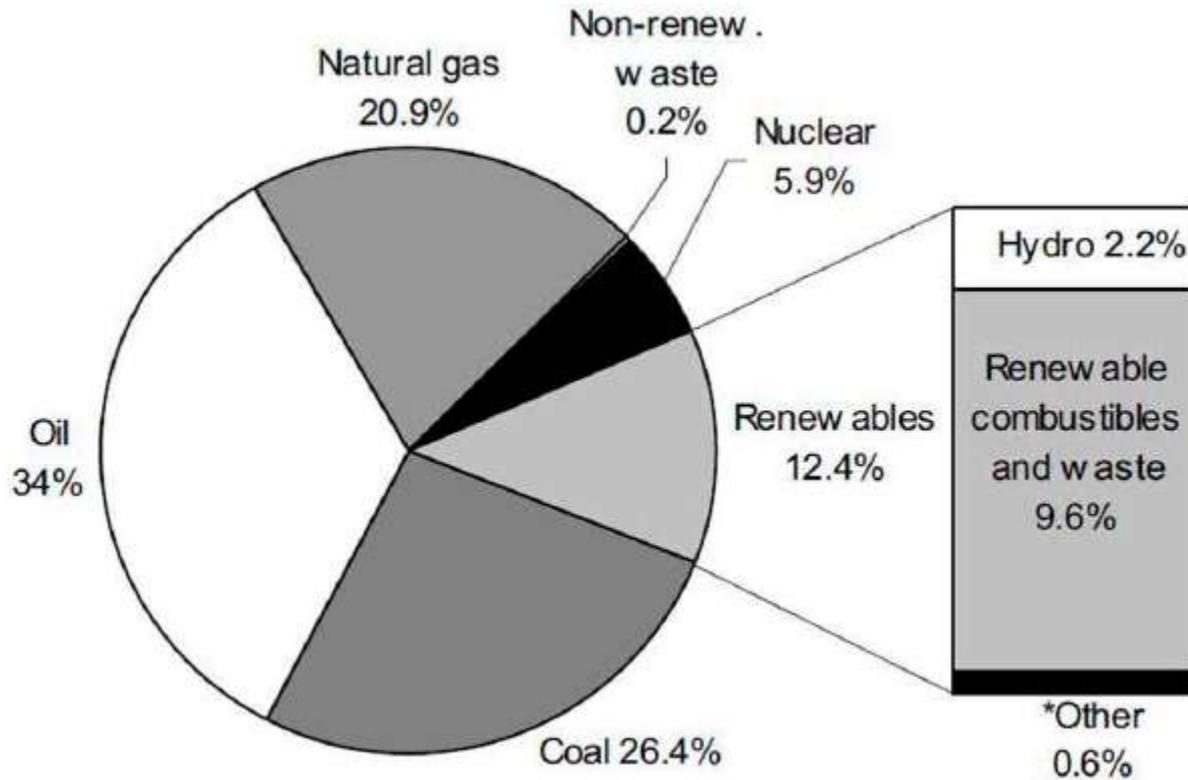
* Grid connected

Biomass (2006)	
1	U.S.
2	Brazil
3	Philippines
4	Germany / Sweden / Finland

Producción de energía en el mundo



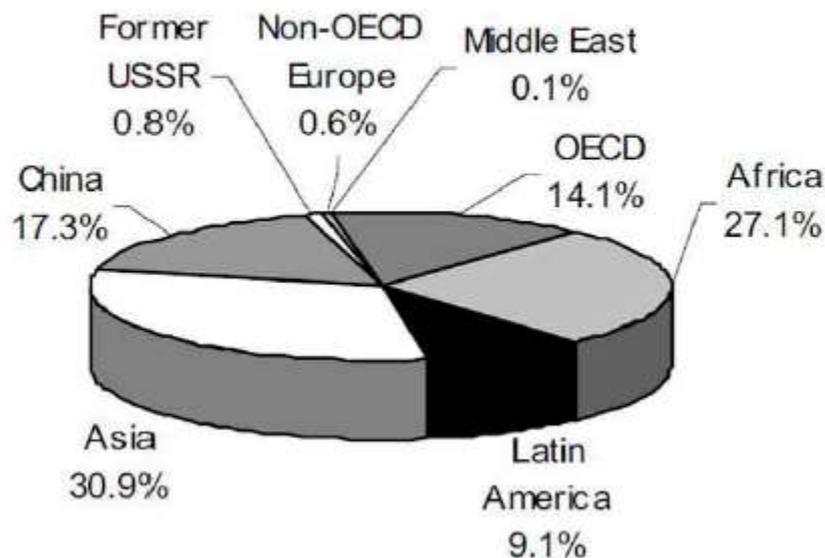
Utilización de energía primaria mundial (2007)



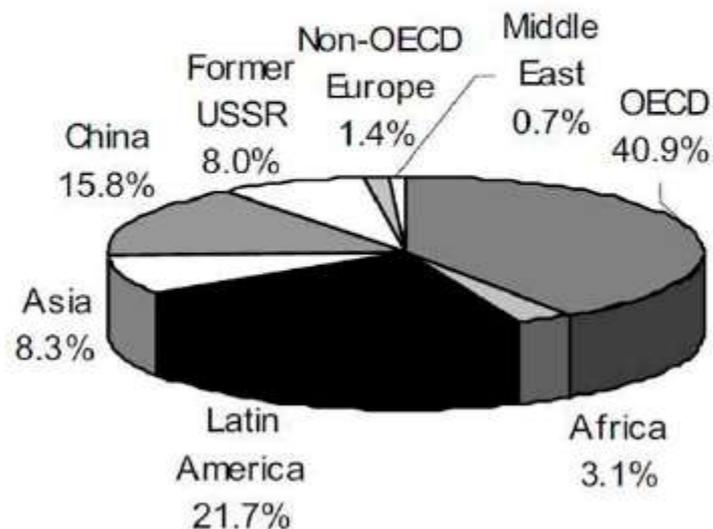
Tasa del crecimiento anual del suministro mundial de energías renovables (1997-2007)



Biomass



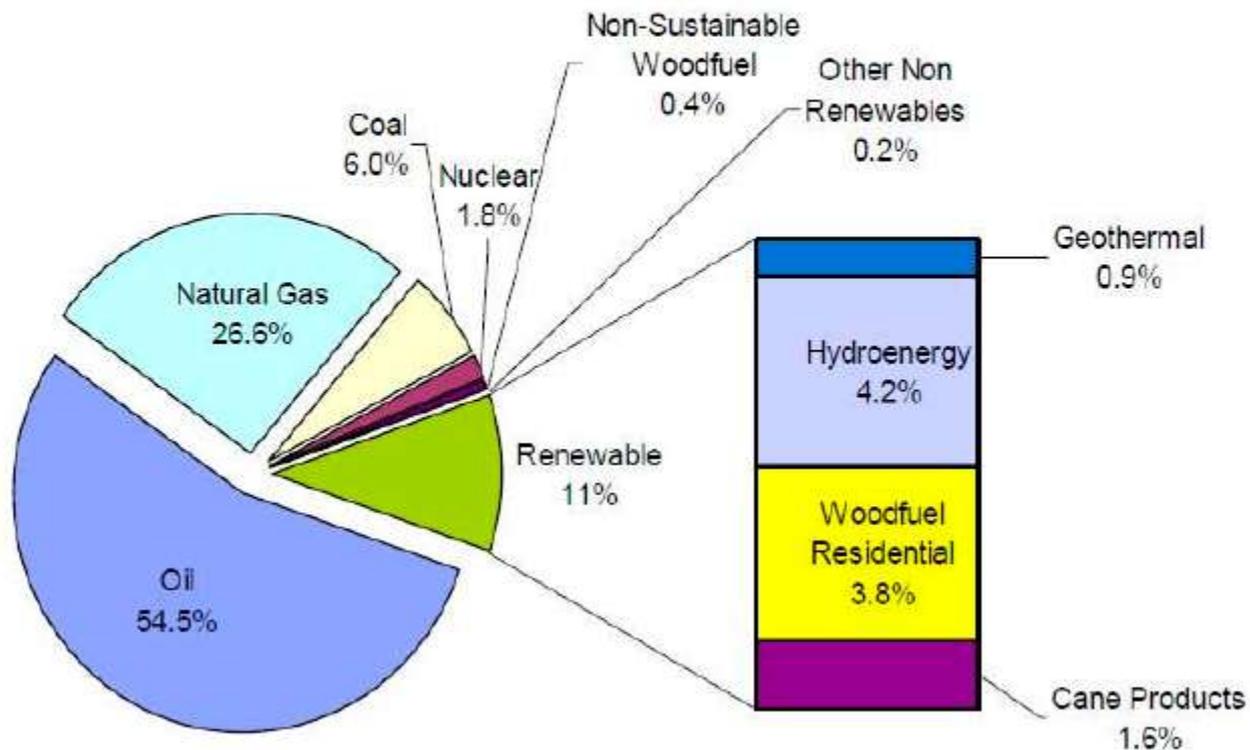
Hydro **



Tasa del crecimiento anual del suministro mundial de energías renovables (1997-2007)



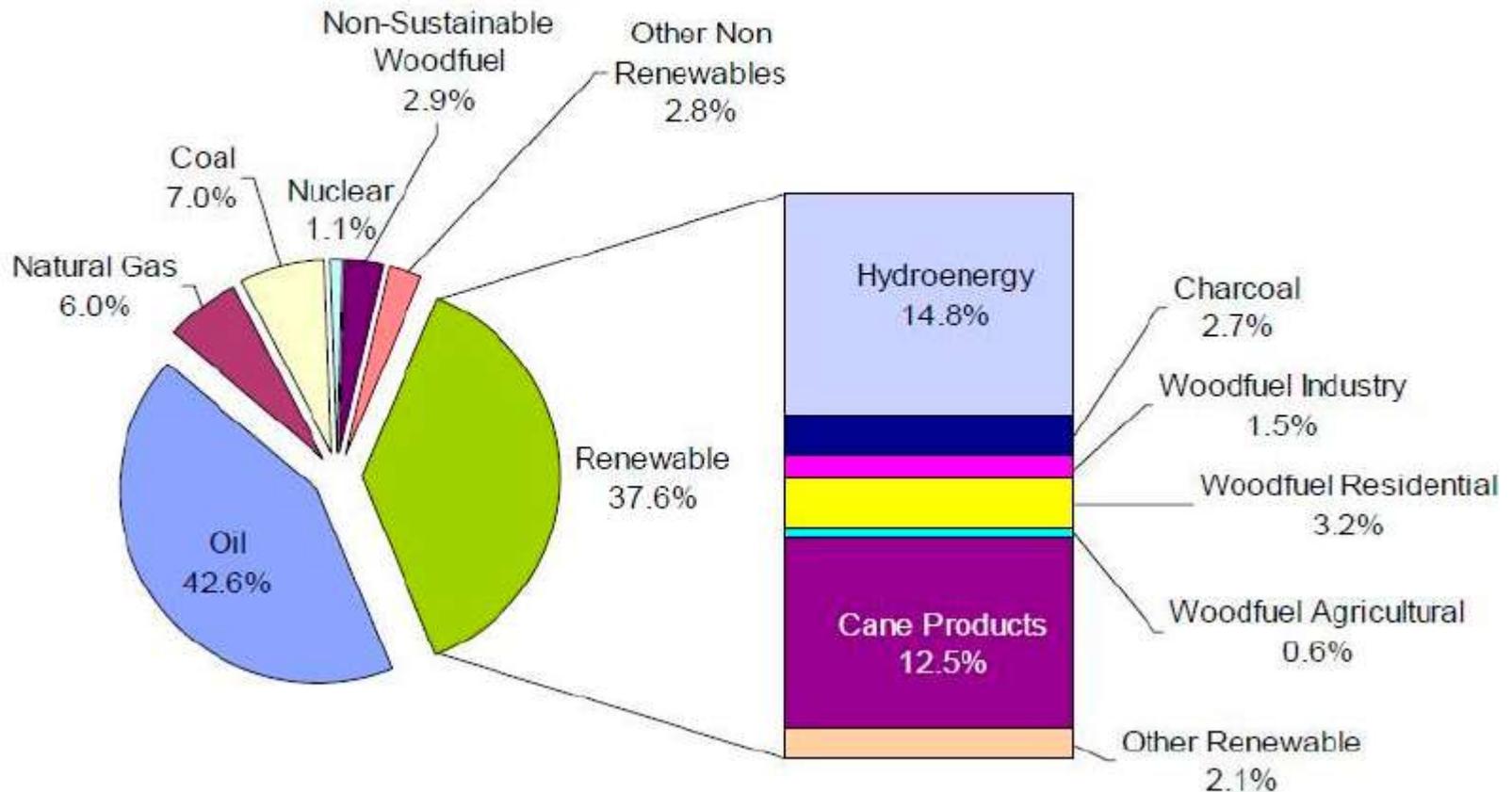
MEXICO - 2002 - TOTAL ENERGY SUPPLY



Brasil y el suministro total de energía (2002)



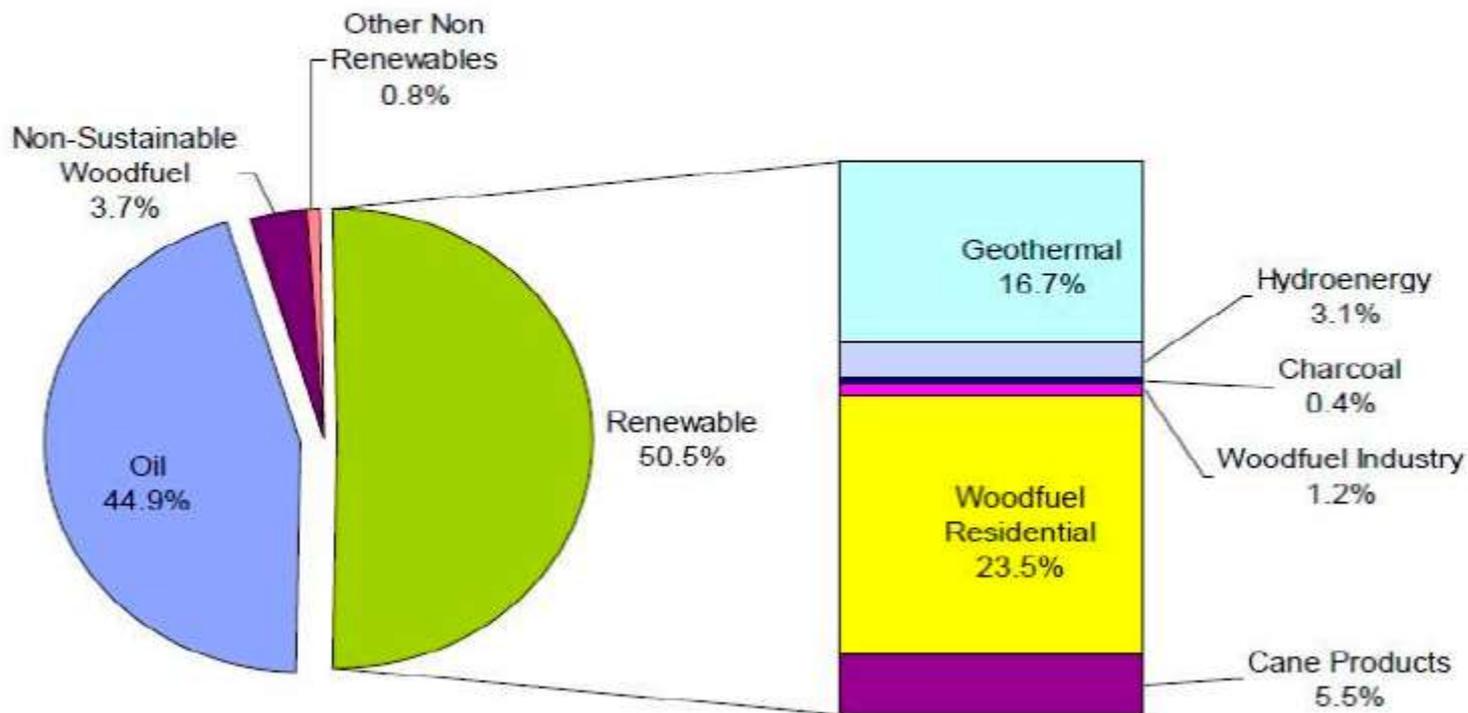
BRASIL - 2002 - TOTAL ENERGY SUPPLY



Salvador y el suministro total de energía (2002)



EL SALVADOR - 2002 - OFERTA ENERGÍA





**PRODUCCIÓN DE BIOCOMBUSTIBLES A
PARTIR DE RESIDUOS ORGÁNICOS**

Dr. Carlos A. Lucho Constantino
Universidad Politécnica de Pachuca
lucho@upp.edu.mx



Fuente de residuos orgánicos

- En una finca se encuentran desperdicios procedentes de:
 - Desechos alimenticios
 - Excreta animal y humana
 - Residuos de cosecha

El reciclaje en el sistema de producción agropecuario



- Las excretas de diferentes especies difieren en sus características.
- Hay que escoger el camino de reciclaje más apropiado de acuerdo con las características de cada desperdicio.
- Manejo de excreta de los animales en los biodigestores  alternativa.





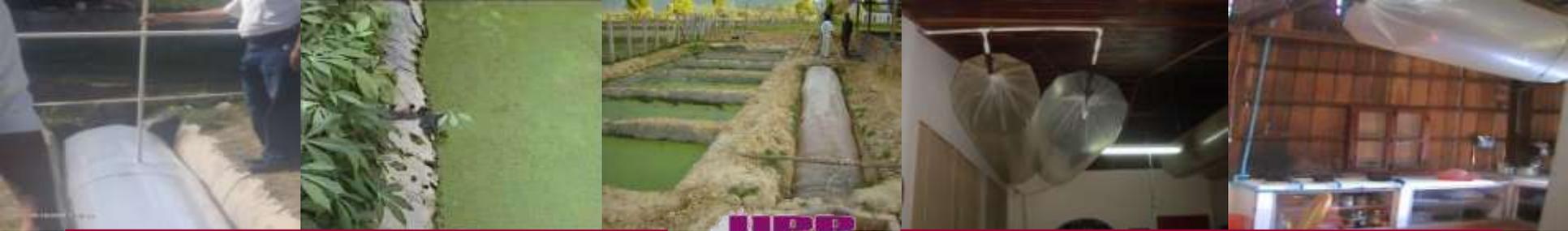
ANTECEDENTES

Tecnología para el tratamiento de desechos

Tratamiento biológico (biodigestores)

Digestión anaerobia

- Estabilización de residuos
- Producción de energía



Biodigestores, el sistema agropecuario y desarrollo rural

- ✓ **Fuente de combustible para cocinar**
- ✓ **Aguas tratada y el fertilizante para:**
 - ✓ **Cultivos**
 - ✓ **Plantas acuáticas**
 - ✓ **Estanques de peces**
- ✓ **Medio para procesar los desperdicios ricos en materia orgánica**

¿Qué es biogás?

Gas combustible que se genera por reacciones de biodegradación de materia orgánica, mediante la acción de microorganismos en ambiente anaeróbico.

Principales componentes

- CH_4 40-70%
- CO_2 30-60%
- H_2S 0-3%
- H_2 0-1%



Biodigestor de estructura flexible tipo FAO



Operación. Biodigestores provenientes de Taiwán que son contruidos de polietileno, PVC y de materiales reciclables como cámaras de llanta, botellas de plástico e instalados enterrados en la tierra.

Tiempo de retención. 15 a 60 d.



Botero y Preston 1987

Diseño de biodigestores tipo FAO



Son tres los límites básicos para el diseño de los biodigestores:

- i) Disponibilidad del agua para hacer una mezcla con el estiércol que será introducida en el biodigestor,
- ii) Cantidad de ganado que posea la familia (tres vacas son suficientes) (mínimo 21 kg de estiércol fresco/d) y
- iii) La apropiación de la tecnología por parte de la familia (Martí, 2008).

Criterios para el diseño de biodigestores tipo FAO



- a. Disponibilidad de biomasa (estiércol), conocida también como criterio límite de estiércol disponible,
 - Producción de biogás,
 - Producción de fertilizante natural,
- b. Construcción de un biodigestor como sistema de tratamiento de aguas residuales (sustituto de fosa séptica) y
- c. Necesidades medioambientales (cuando se desea tratar todo el estiércol o biomasa generada)

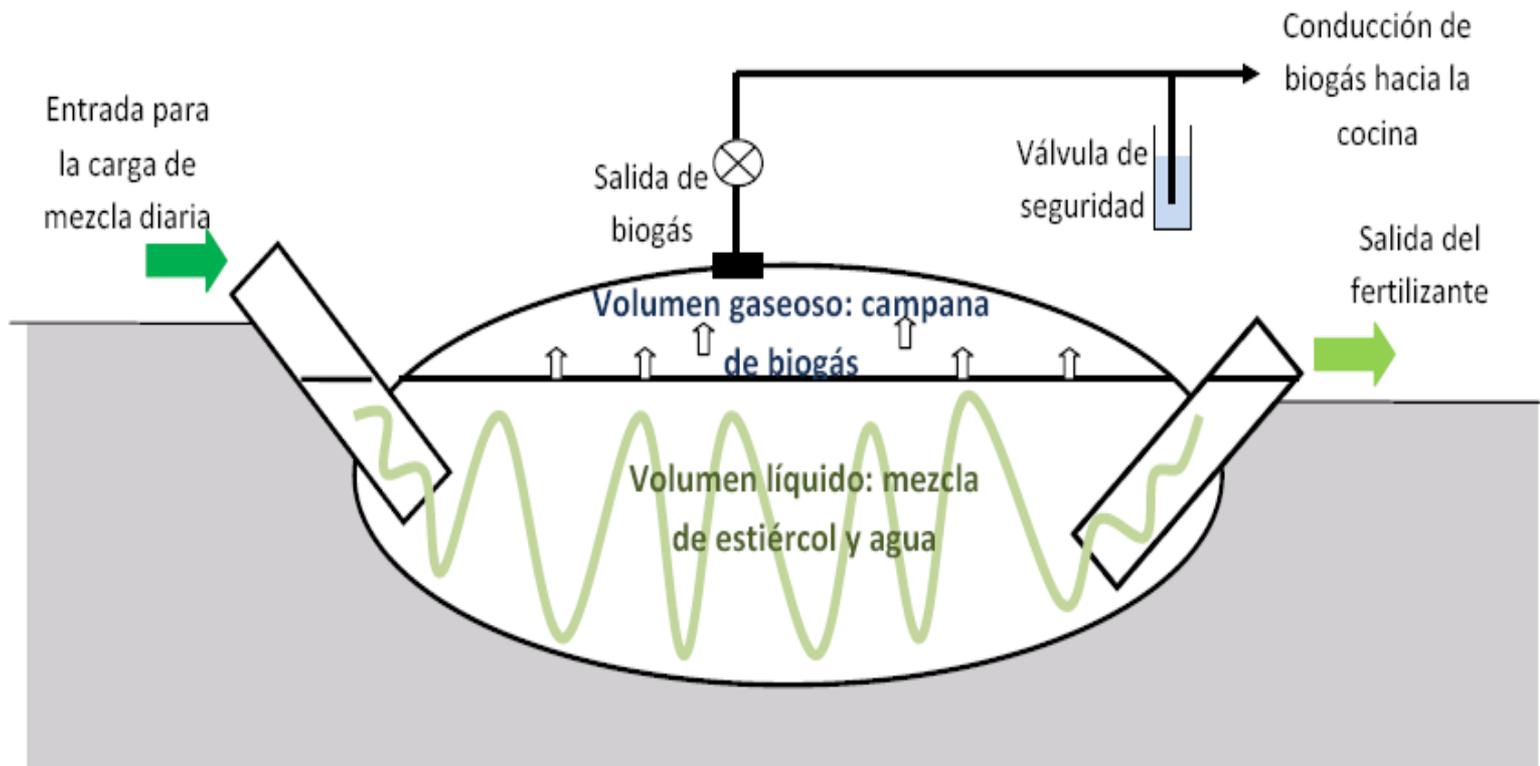
Temperatura vs Tiempo de retención



El sustrato tiene un efecto importante en el tiempo de retención en los biodigestores (GTZ, 2000a):

- excreta líquida de vaca: 20-30 d
- excreta líquida de cerdo: 15-25 d
- excreta líquida de pollo: 20-40 d
- excreta de animal mezclado con material vegetal: 50-80 d.

Esquema básico de biodigestor tipo FAO: Relación del VL y VG



Adecuación de la zanja



¿Cómo se construye un biodigestor?



- Es un recipiente cerrado donde no entra el aire, en lo cual se encuentra dos elementos:
 - el estiércol mezclado con agua
 - el gas que se produce
- Entrada (para el estiércol)
- Salida:
 - Efluente
 - Biogás



Materiales y presupuesto para la construcción de biodigestores tipo FAO (2010)

Material	Unidades por biodigestor	Precio Unitario \$	Total \$
Polietileno calibre 800 de 1.5 m de ancho	2 piezas de 12 m	43 (Kg)	605.00
Tubos de PVC de 6"	2 piezas (3 m)	109.44 (m)	656.76
Tubos de PVC de 1/2"	2 piezas (3 m)	8.65 (m)	51.90
Adaptador hembra 1/2"	1 pieza	5.20	5.20
Adaptador macho 1/2"	1 pieza	3.70	3.70
Codo de 90° de 1/2"	3 pieza	4	12
T de 1/2"	2 pieza	5.80	11.6
Cámara de llanta (reciclable)	1 pieza	7	7
Llave de bola	1 pieza	42	42
Botellas de plástico (reciclable)	2 pieza	0	0
		Total \$1,395.16	

Preparación del plástico



Materiales





Biodigestor (llenado de aire)



Almacén del biogás (Tan grande como sea necesario)



Casa TOSOLY, Colombia

Fam. Preston

Aprovechamiento del biogás



Transferencia de tecnología en Hidalgo

Municipio de Agua Blanca, Hidalgo



Granja porcina (52 vientres) junio 2009

Condiciones ambientales de la granja porcina



Cálculos básicos para el diseño y construcción de biodigestores tipo FAO para la producción de biogás a partir de estiércol de cerdo en una granja porcina del municipio de Agua Blanca, Hgo.



Propuesta para la construcción de 2 biodigestores tipo FAO en paralelo, en una granja porcina donde se alojan 50 vientres en estado de gestación, la nave tiene dos líneas de producción (con 25 vientres) y una producción de 75 kg/d de estiércol por línea. La temperatura promedio es de 23.5 °C.

Variable	Cálculo	Resultado
Tiempo de retención	$110 - 6.25 \cdot (23.5) + 0.10(23.5)^2$	18.35 d
Producción de estiércol	25 vientres * 3 kg/d de estiércol	75 l/d de estiércol
Carga de mezcla diaria a la entrada (F)	1 kg de estiércol + 2.5 l de líquidos	3.5
Volumen total líquido	$75 \text{ l/d} \cdot 3.5 \cdot 18.35 \text{ d}$	4,515 l
Volumen total del biodigestor	Fase líquida 75 % + Fase gaseosa 25%	6, 020 l
Dimensiones de la zanja	<p>Base mayor (B) = $0.955 \cdot 0.75$ (Porcentaje de volumen líquido)</p> <p>Base menor (b)= $0.71\text{m} - 0.2 \text{ m}$</p> <p>Altura (h)= $0.71 + 0.1 \text{ m}$</p> <p>Longitud de la zanja = $6.020 \text{ m}^3 / (3.1416 \cdot (0.477^2))$</p>	<p>0.71 m</p> <p>0.51 m</p> <p>0.81 m</p> <p>8.42 m</p>
Producción de biogás estimado	$\text{Kg biogás/m}^3 \cdot \text{Volumen líquido del biodigestor}$	3, 821 l/d

Diagrama de flujo para la construcción del biodigestor



Ubicación de lugar



Corte de la bolsa



Emparejamiento



Acomodamiento en la zanja



Inflado de la bolsa



Amarre de los tubos d PVC



Instalación de la tubería de salida de biogás



Arranque de biogás



Producción de biogás

Biodigestores instalados en el municipio de Agua Blanca, Hgo





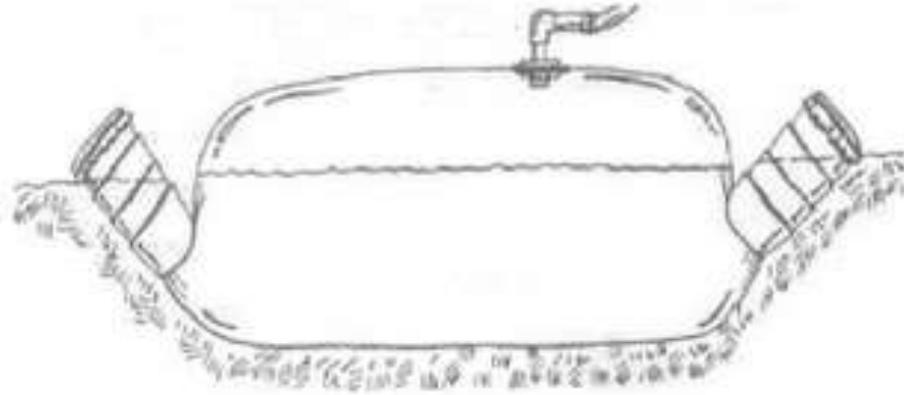
Combustión del biogás en la granja porcina, Agua Blanca, Hgo.

• RESULTADOS EN LA GRANJA PORCINA

- La transferencia de tecnología de los biodigestores tipo FAO en las granjas porcinas es factible si se cuenta con la infraestructura adecuada para la conducción de los residuos y/o la adecuación de esta a los sistemas de tratamiento.
- La remoción de la materia orgánica en ambos biodigestores como $DQO > 50\%$, $SST > 40\%$, $SSV > 26\%$.
- La producción media de biogás fue 60% menor que la producción teórica calculada en los biodigestores instalados.

¿Qué paso con el diseño?

Carga de mezcla diaria de entrada
ES UN PARÁMETRO
DETERMINANTE EN EL DISEÑO DE
BIODIGESTORES TIPO FAO



Otros autores como Preston (1995) y Thy et al., 2005 reportan que la concentración de sólidos del 4 -5%, es la adecuada para producir biogás en estos sistemas. Sin embargo no reportan la eficiencia del sistema en la remoción de la materia orgánica (DQO), ni de otros parámetros como los Sólidos suspendidos totales (SST), sólidos suspendidos volátiles, pH, etc; que permitan EVALUAR LA EFICIENCIA DEL SISTEMA EN LA PRODUCCIÓN DE BIOGÁS Y LA EFICIENCIA DEL SISTEMA EN LA REMOCIÓN DE MATERIA ORGÁNICA.

El diseño de un biodigestor depende directamente de:

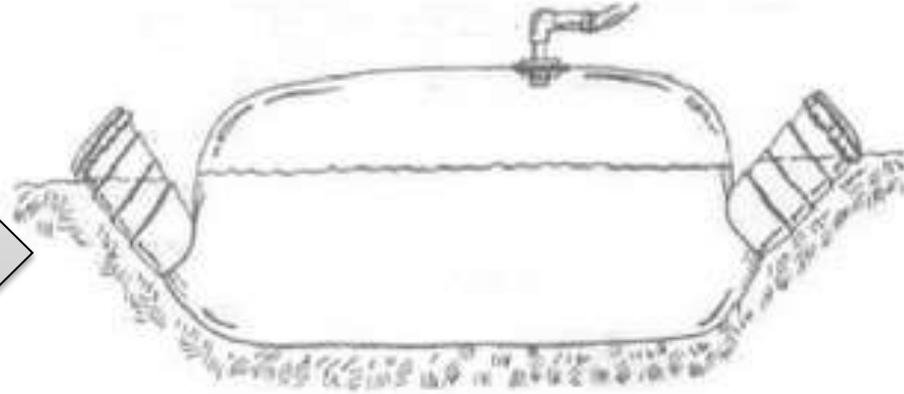
- a) Temperatura ambiente media del lugar donde se vaya a instalar (temperatura marca el tiempo de retención).
- b) Tiempo de retención
- c) La carga de mezcla diaria de estiércol determinará la cantidad de biogás producido por día.

La carga de mezcla diaria de estiércol y el tiempo de retención determinarán el volumen del biodigestor.

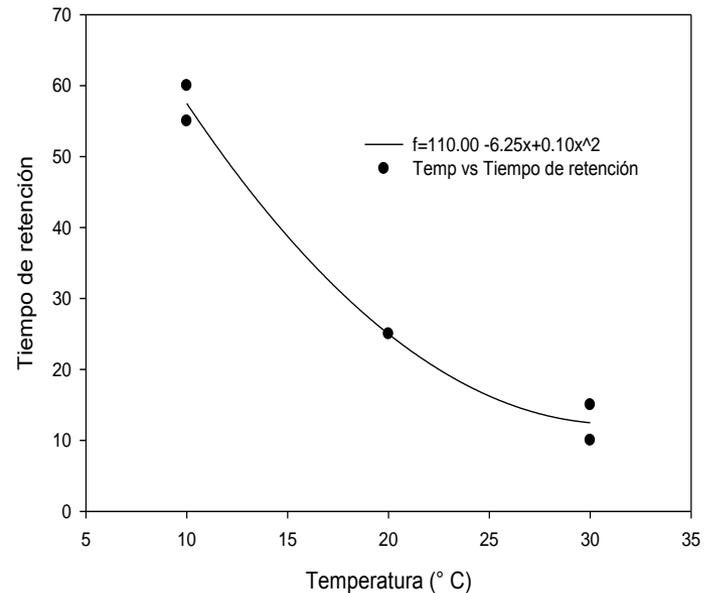


¿Qué paso con el diseño?

Carga de mezcla diaria de entrada?
BIODIGESTORES TIPO FAO

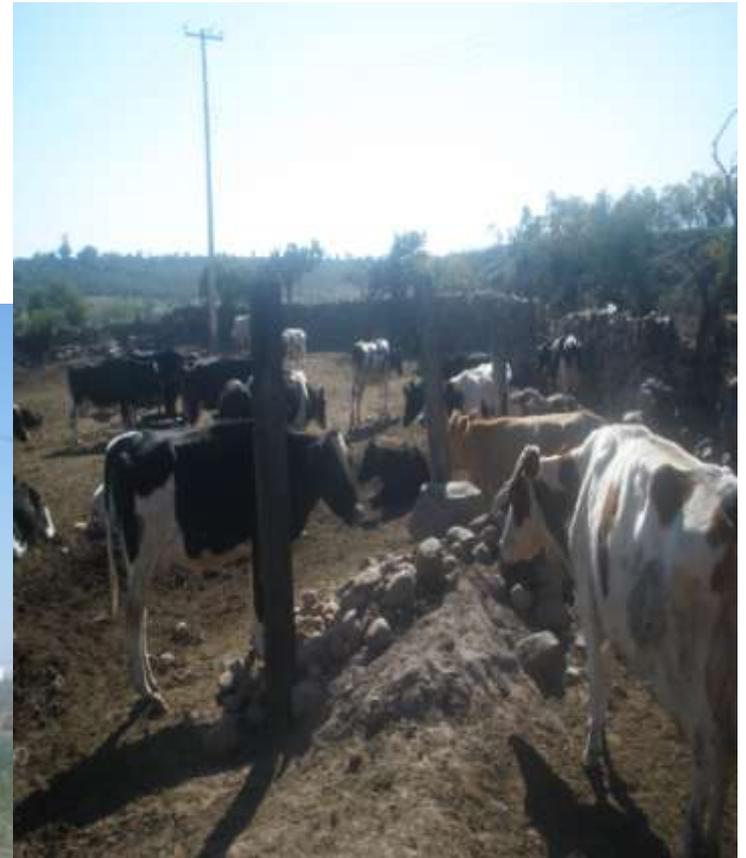


Tiempo de retención?
BIODIGESTORES TIPO FAO



Transferencia de tecnología en Jalisco

Municipio de San Diego de Alejandría



Marzo, 2010

Cálculos básicos para el diseño y construcción de
biodigestores tipo FAO para la producción de biogás a partir de
estiércol de vacuno en un rancho del municipio de San Diego
de Alejandría, Jalisco

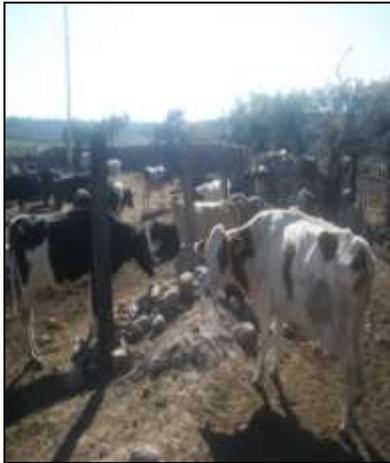


Dimensionamiento



Variables		San Diego de Alejandria, Jalisco
Tiempo de retención		16 días
Producción de estiércol		90 l/día de estiércol
Carga de mezcla diaria a la entrada		5
Volumen total líquido		7,313 l
Volumen total biodigestor		9,750 l
Dimensiones de la zanja	Base mayor	0.72 m
	Base menor	0.52 m
	Altura (h)	0.82 m
	Longitud de la zanja	10.2 m

Diagrama de flujo para la construcción del biodigestor (Marzo, 2010)



Biodigestor instalado en el municipio de San Diego de Alejandría, Jalisco (Mayo, 2010)





Gracias!!

a_lucho@yahoo.com.mx