



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
**COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA**

Acreditados
en **ALTA CALIDAD**
RESOLUCIÓN 013165 DE 2020



Alcaldía de Medellín

A group of approximately 12 people are gathered outdoors in a rural setting, likely a farm or agricultural field. In the foreground, a man wearing a green shirt and a grey cap is holding a smartphone, taking a photo of a large, rectangular, light-colored structure that appears to be a biodigester. The structure is partially covered with a dark material. Behind him, a group of people, including men and women of various ages, are standing and observing. Some are looking at the structure, while others are looking towards the camera. The background shows a lush landscape with banana plants and other vegetation, with rolling hills and mountains visible in the distance under a clear sky. The overall scene suggests a practical training session or a field visit.

Curso Teórico Práctico: Diseño e Instalación de Biodigestores



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
**COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA**



SICA
Semillero de Investigación



Terrazonet
Tecnologías Apropriadas + Aliados Expertos



RedBioCol
Red Colombiana de Energía de la Biomasa



Programación

Abril 08

- Presentación 8:00 – 8:15 AM.
- Modulo 1: Principios (8:15 a 9:15)
- Modulo 2: Bioles (9:15 a 10:00 AM)
- Intermedio: 10:00 a 10:30 AM
- Modulo 3: Diseño (10:30 a 11:45 AM)
- Evaluación y cierre. 11:45 a 12:00



Principios de la digestión anaerobia

Andrea Tamayo Londoño

Ingeniera Biológica

Msc Medio Ambiente y Desarrollo

Docente Ingeniería Ambiental

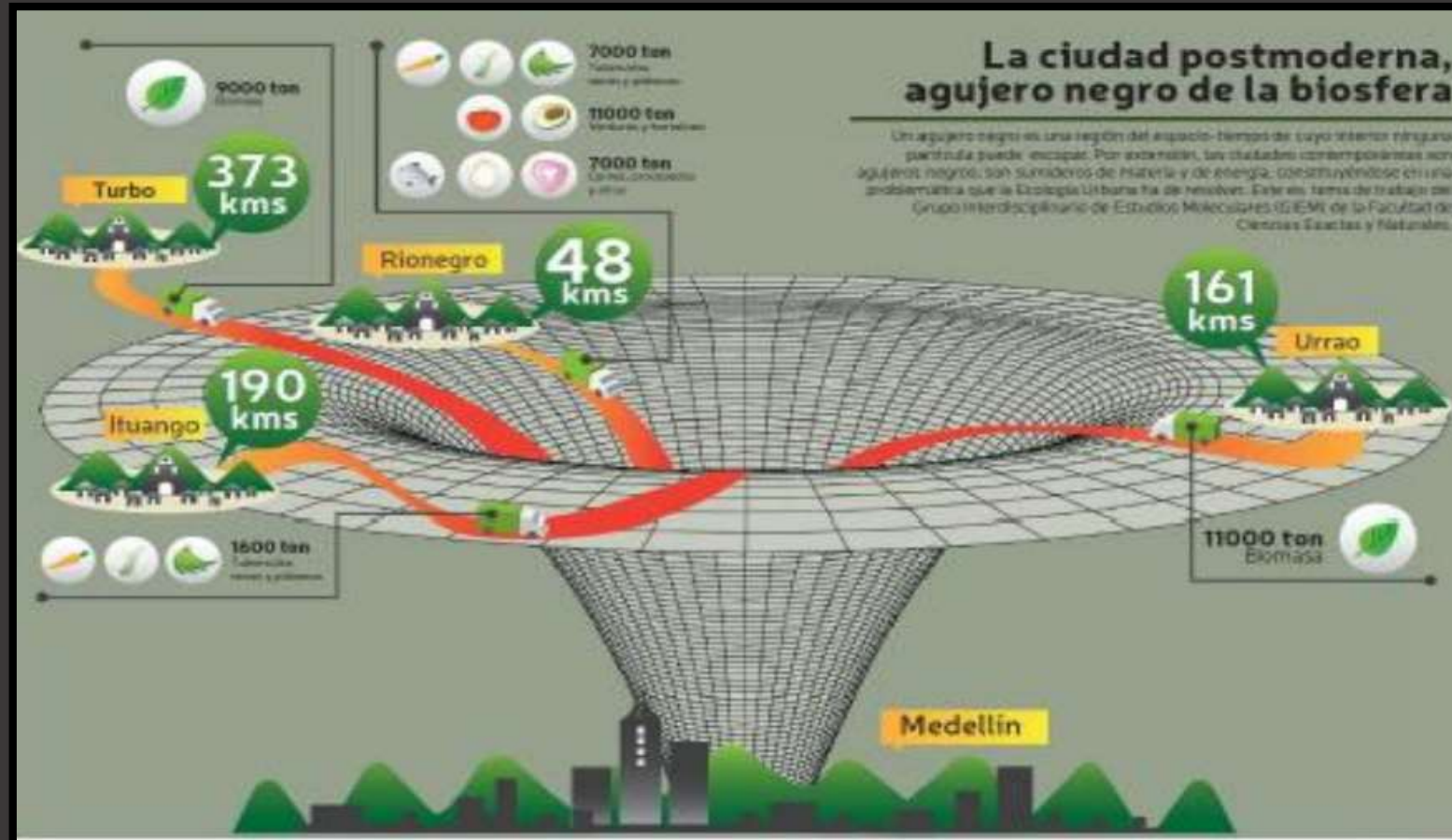
andrea.tamayo@colmayor.edu.co

**Línea de residuos y eficiencia energética –
Diagnostico y control de la contaminación**



AMBIENTE,
Hábitat y Sostenibilidad
Grupo de Investigación

Introducción

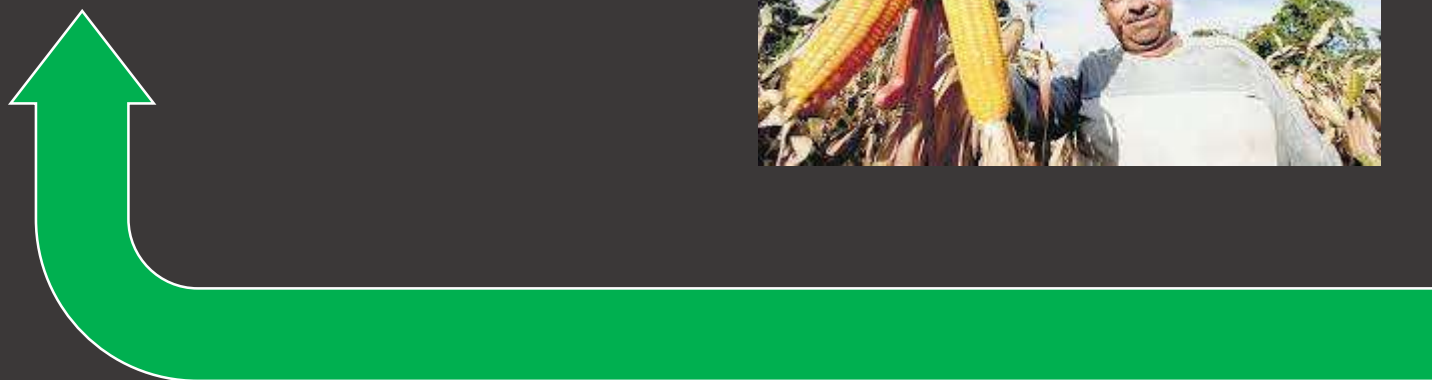
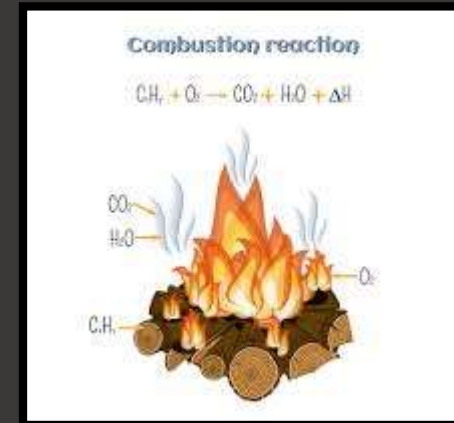


Residuos Orgánicos

Energía



Fotosíntesis



Aprovechamiento material de la Biomasa

Compostaje

Pacas digestoras

Aprovechamiento energético de la Biomasa



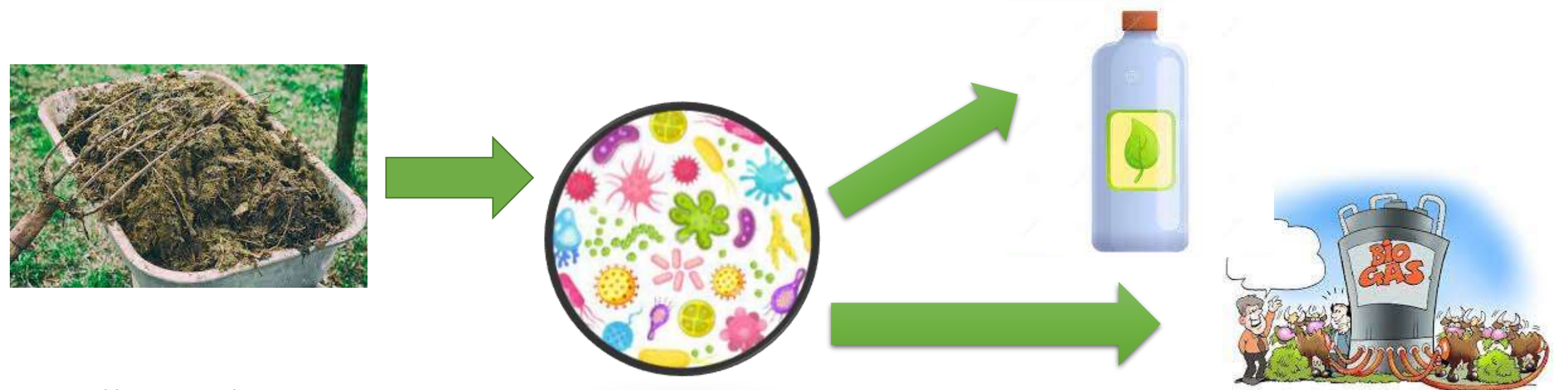
Biomasa con bajo contenido de humedad



Biomasa con alto contenido de humedad



Digestión anaerobia



<https://youtu.be/FwUvIXbBOfo>

¿Qué es un biodigestor?

ALIMENTO



DIGESTION

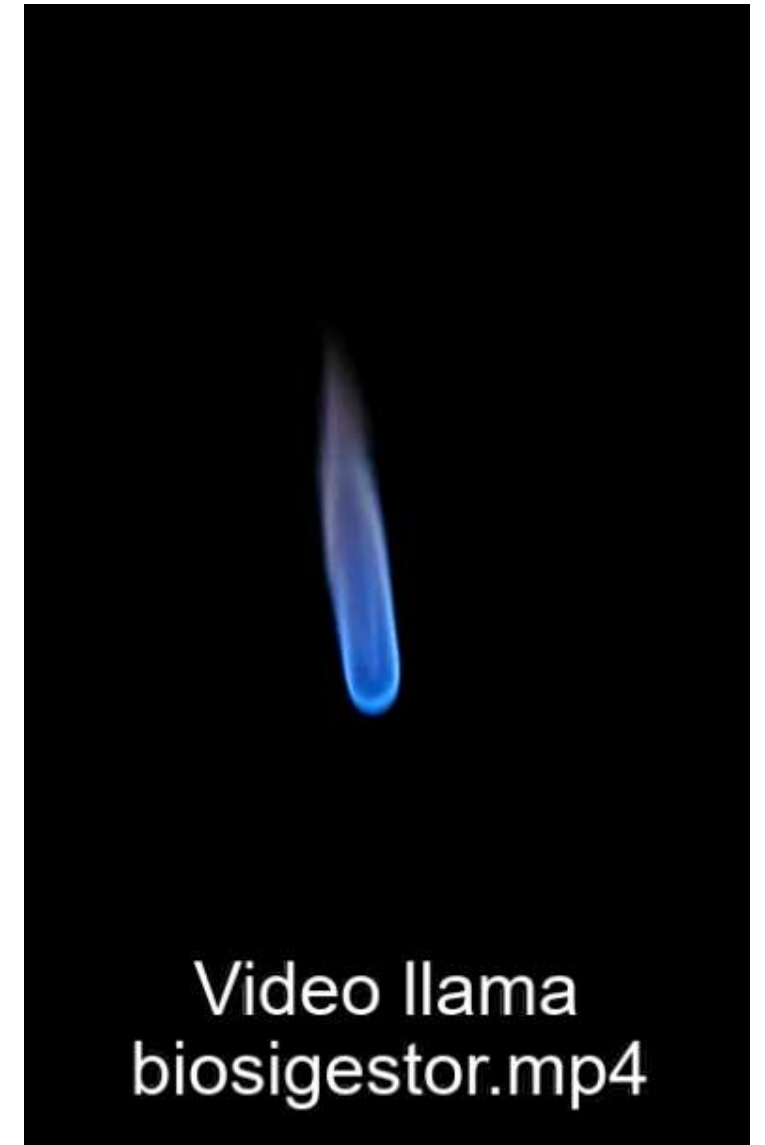


ESTIERCOL

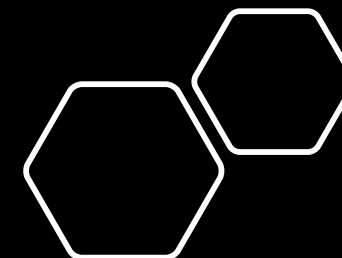


Biogás

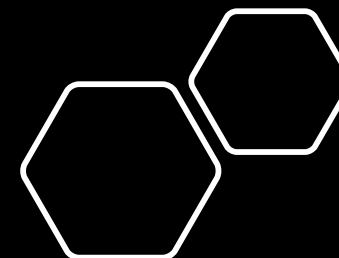
- El uso más eficiente es aprovecharlo como combustible en la cocina.
- El biogás está compuesto por **metano** (CH_4) y otros componentes como dióxido de carbono (**CO_2**), **agua** (H_2O), **ácido sulfhídrico** (que es el que corroe los motores y causa un olor a huevo podrido), para este es importante poner un filtro con una "esponjilla".



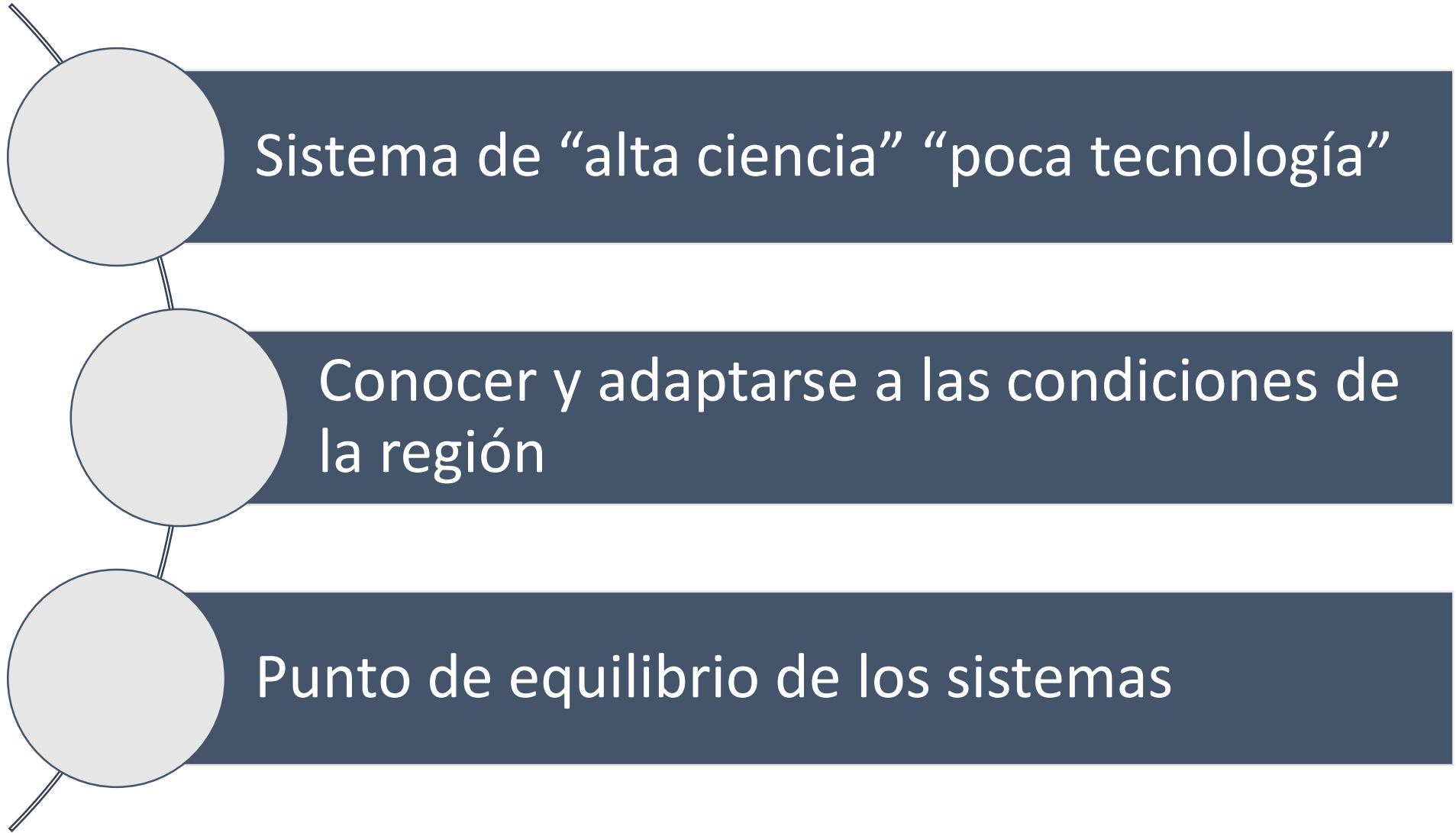
1000 litros (1m³) de biogás equivalen a:	
5647 kcal	Energía (65% CH ₄)
6,56 kWh	Energía (65% CH ₄)
1.6 kg	Madera
1.2 kg	Bosta seca
1.1 litros	Alcohol
0.75 litros	Gasolina
0.65 litros	Gas-oil
0.76 m³	Gas natural
0.7 kg	Carbón
3.3 kWh _t	Calor útil (65% CH ₄ ; rendimiento 50%)
2 kWh _e	Electricidad útil (65% CH ₄ ; rendimiento 30%)



Uso biogás	Consumo de biogás por hora (l/h)
Cocina doméstica	300
Cocina industrial	450
Calefactor lechones	300
Lámpara (equivalente a 60W)	120
Olla arrocera (2l)	140
Calefón de agua (14 kW)	2500
Calefón de agua (26 kW)	5000
Refrigeradora (100L)	30 (en zona fría)
	75 (en zona caliente)
Motor < 5hp (por cada 1hp)	400
Motor > 5hp (por cada 1hp)	250
Ordeñadora (15hp)	2500
Generador (1.2 kW)	600
Generador (3 kW)	2100
1kWh eléctrico (5 - 20 kW)	1600



Retos





INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
**COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA**

Acreditados
en **ALTA CALIDAD**
RESOLUCIÓN 013165 DE 2020

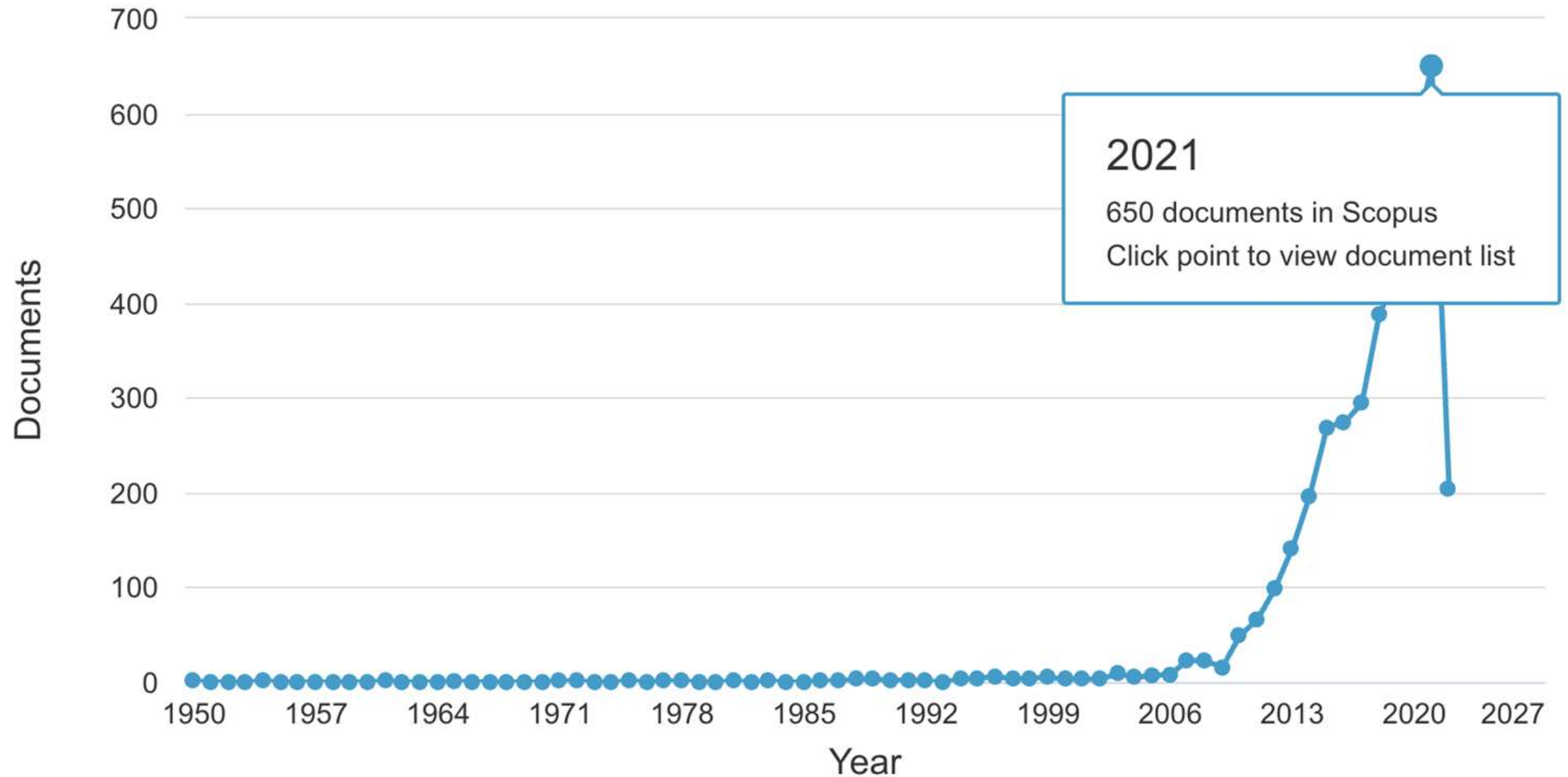


Alcaldía de Medellín

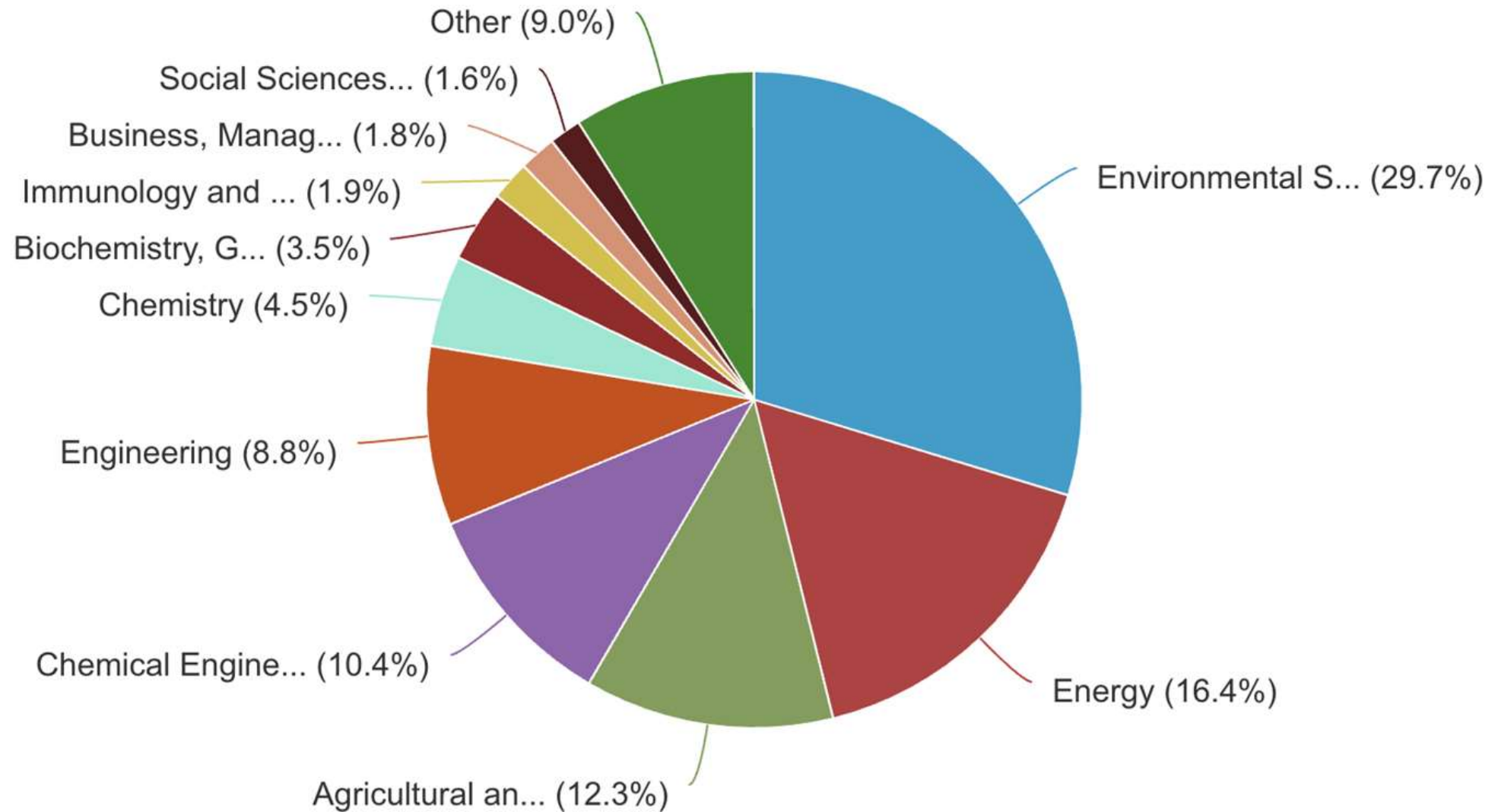
Aprovechamiento de Bioles

Laura Osorno Bedoya
Ing Biológica, M.Sc. En ciencias del suelo. Ph.D. En Biotecnología
Docente ocasional IUCMA
Laura.Osorno@colmayor.edu.co

Documents by year



Documents by subject area



Biodigestor

- Sitio donde se produce una reacción anaeróbica, donde se degrada la materia orgánica disuelta en un medio acuoso.

Beneficios de la biodigestión

- Manejo de residuos animales o agrícolas
- Uso de como combustible, energía térmica y eléctrica (Estufas, iluminación, calefacción): energía renovable: BIOGAS
- Requiere baja inversión (materiales comunes y fáciles de conseguir)
- Reciclaje de los desechos a bajo costo Se reduce el volumen de desecho generados
- Disminuye o elimina la contaminación de aguas superficiales con estiércoles o desechos orgánicos.
- Sistema integrado

Beneficios de la biodigestión

- Función ecología
- Economía circular
- Agricultura orgánica
- Sistema integrado
- Soberanía y seguridad alimentaria

Usos del biol o biodigestato

- Fertilizante o abono orgánico (Líquido)
- Control de patógenos
- Control de olores
- Alimento para lombricultivos
- Vehículo líquido para formulaciones

BIOL

- Biol: efluente líquido proveniente de la descomposición en condiciones anaeróbicas de la materia orgánica, que se realiza en depósitos cerrados o biodigestores
- Abono orgánico: Todo material que se obtiene directa o indirectamente de las plantas y/o animales durante su proceso de descomposición
 - Importancia:
 - Aporte de nutrientes, materia orgánica, de agua, fitohormonas, compuestos enzimáticos, proteicos
 - Mejora condiciones físico, químicas y biológicas del suelo
 - Insumo de bajo costo
 - Elaboración sencilla
 - Fácil de utilizar
 - No contamina
 - Mitiga la contaminación de lixiviación de nitratos a cuerpos de agua
 - Son inocuos para la salud y medio ambiente
 - Aumenta el rendimiento agronómico
 - Puedes sustituir la fertilización química

Composición del biol

- Nutrientes: Materia orgánica, P, N, K
- Fitohormonas
- Microorganismos benéficos

Componente	Unidad	
Sólidos totales	%	5.6
Materia orgánica	%	38
Fibra	%	20
Nitrógeno	%	1.6
Fósforo	%	0.2
Potasio	%	1.5
Calcio	%	0.2
Azufre	%	0.2
Acido Indol Acético	ng/g	12
Giberelinas	ng/g	9.7
Purinas	ng/g	9.3
Tiamina (B1)	ng/g	187.5
Riboflavina (B2)	ng/g	83.3
Piridoxina (B6)	ng/g	33.1
Acido nicotínico	ng/g	10.8
Acido fólico	ng/g	14.2
Cisteina	ng/g	9.2
Triptofano	ng/g	56.6

***ng/g: nanogramo/gramo**

Fuente: Suquilanda, 1995



Composición del biol

- Materia orgánica: 8,5%
- P: 1,5%
- N:2,6%
- K: 1.0%
- pH: 7,5.

Análisis de biol. Bioagricultura Casablanca. Pachacamac 1999.

Biol	Unidad	
Conductividad Eléctrica	dS/m	14.7
pH		7.3
Sólidos en suspensión	gr/litro	13.5
Materia Orgánica	gr/litro	4.7
Nitrógeno	mg/litro	920.0
Fósforo	mg/litro	92.2
Potasio	mg/litro	2297.5
Calcio	mg/litro	230.6
Magnesio	mg/litro	151.2
Sodio	mg/litro	667.5

COMPOSICION BIOQUIMICA DEL BIOL

COMPONENTE	Unidades	BIOL de estiércol	BIOL de estiércol + alfalfa
•Materia Orgánica	%	38.0	41.1
•Fibra	%	20.0	26.2
•Nitrógeno	%	1.6	2.7
•Fósforo	%	0.2	0.3
•Potasio	%	1.5	2,1
•Calcio	%	0.2	0.4
•Azufre	%	0.2	0.2
•Acido idol-acético	ng/g	12.0	67.1
•Giberelinas	ng/g	9.7	20.5
•Purina	ng/g	9.3	24.4
•Tiamina (B1)	ng/g	187.5	302.6
•Riboflavina (B2)	ng/g	83.3	210.1
•Piridoxina (B6)	ng/g	31.1	110.7
•Acido nicotínico	ng/g	10.8	35.8
•Acido fólico	ng/g	14.2	45.6
•Cisteina	ng/g	9.9	27.4
•Triptofano	ng/g	56.6	127.1

Fuente: <https://slideplayer.es/slide/18017/>



Fertilizante líquido

- Abono orgánico, origen biológico
- Proporciona humedad al suelo, cultivo
- Proporciona nutrientes
- Estimula crecimiento vegetal:
 - Estimula crecimiento radicular
 - Mejora la floración
 - Mejora el rendimiento de las cosechas
- Bajo costo del producto
- No deja residuos tóxicos en el suelo
- Aplicación
 - Suelo
 - Semillas
 - Foliar
 - Se puede aplicar en sistemas de riego
 - Se puede mezclar con otros agroquímicos

Promoción de crecimiento

Biodigestor	Parámetro	Planta/suelo	Referencia
Estiércol de cerdo	Altura, clorofila y número de hojas	Lechuga, tomate	Chang, R., Guo, Q., Pandey, P., Li, Y., Chen, Q., & Sun, Y. (2021). Pretreatment by composting increased the utilization proportion of pig manure biogas digestate and improved the seedling substrate quality. <i>Waste Management</i> , 129, 47-53.
	Nitrógeno lixiviado	pasto	Tsachidou, B., Scheuren, M., Gennen, J., Debbaut, V., Toussaint, B., Hissler, C., ... & Delfosse, P. (2019). Biogas residues in substitution for chemical fertilizers: A comparative study on a grassland in the Walloon Region. <i>Science of the total environment</i> , 666, 212-225.
Estiércol de ganado	Contenido de P, N y K	suelo	Bartóg, P., Hlisnikovský, L., & Kunzová, E. (2020). Effect of digestate on soil organic carbon and plant-available nutrient content compared to cattle slurry and mineral fertilization. <i>Agronomy</i> , 10(3), 379
Suero de queso y residuos vegetales	Fertilizantes organominerales NPKCa	Guisante	Ivanchenko, A., Yelatontsev, D., & Savenkov, A. (2021). Anaerobic co-digestion of agro-industrial waste with cheese whey: Impact of centrifuge comminution on biogas release and digestate agrochemical properties. <i>Biomass and Bioenergy</i> , 147, 106010.
	Promoción de producción		
Estiércol humano	Aumento de la fertilidad	Suelo	Piccoli, I., Francioso, O., Camarotto, C., Delle Vedove, G., Lazzaro, B., Giandon, P., & Morari, F. (2022). Assessment of the Short-Term Impact of Anaerobic Digestate on Soil C Stock and CO2 Emissions in Shallow Water Table Conditions. <i>Agronomy</i> , 12(2), 504.

Promoción de crecimiento

VIGILADO Por el Ministerio de Educación Nacional

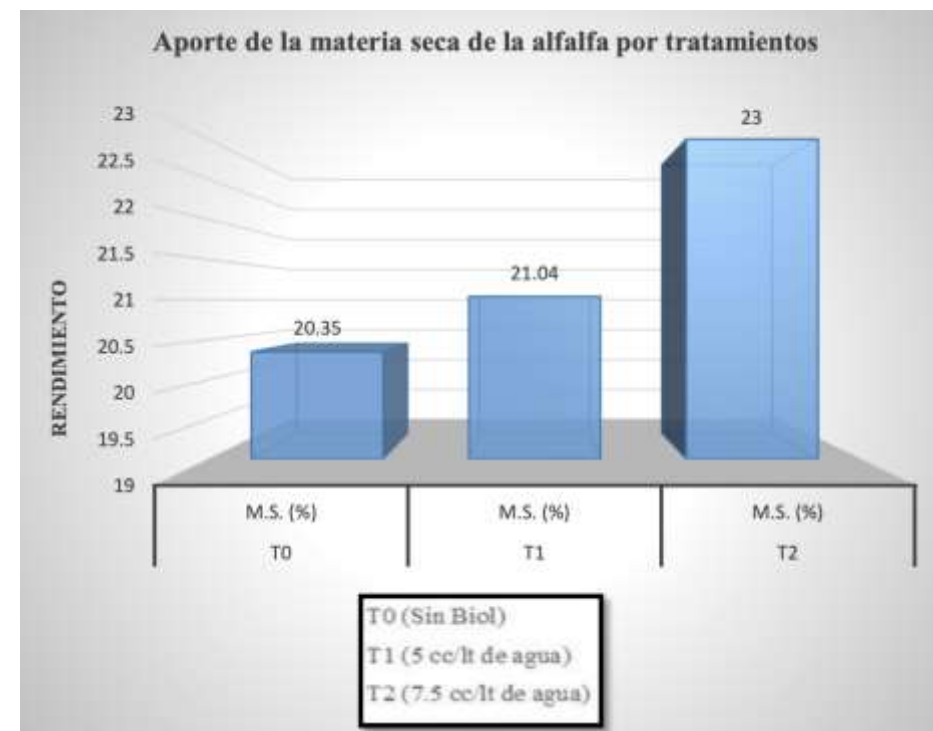
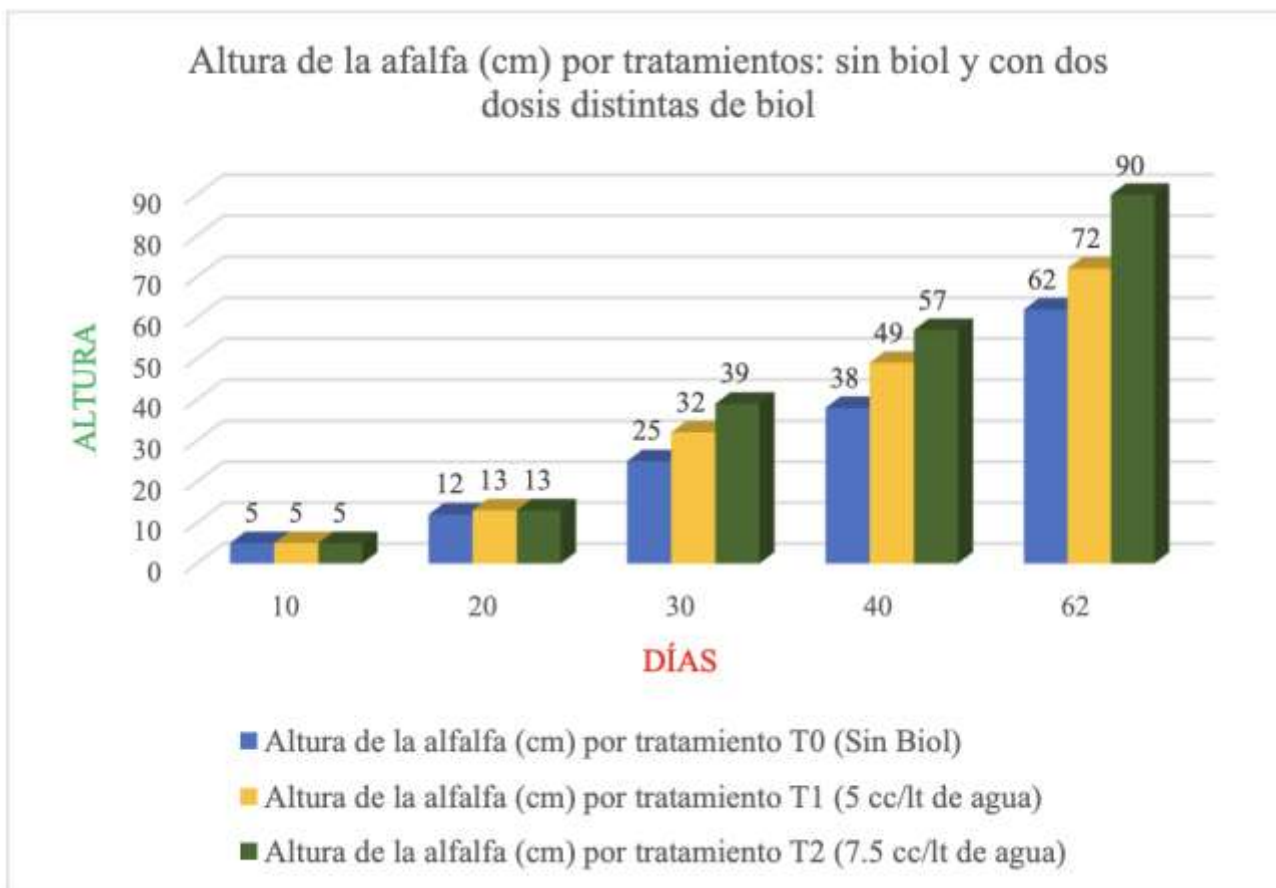
Biodigestor	Parámetro	Planta/ suelo	Referencia
Estiércol bovino, melaza	Altura, diámetro, P y K	Maíz	Chontal, M. A. H., Collado, C. J. L., Orozco, N. R., Velasco, J. V., Gabriel, A. L., & Romero, G. L. (2019). Nutrient content of fermented fertilizers and its efficacy in combination with hydrogel in Zea mays L. <i>International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture</i> , 8(3), 309-315.
Estiércol bovino y gallinaza	Repelente de insectos: Spodoptera frugiperda, Agrotis sp., Heliotis sp. y Diatraea sp.	Maíz	Garcés, A. (2021). Efecto insecticida de plantas aromáticas en combinación con dos tipos de biol en algunas plagas del cultivo de maíz. <i>Manglar</i> , 18(4), 381-388.
Estiércol de vaca, de cerdo	Repelente de insectos	Zucchini	Segura, P. V. L., García, L. A., & Izaguirre, G. G. (2019). Elaboración artesanal de un biol y su efecto repelente sobre insectos plagas en Zucchini (Cucurbita pepo L.) variedad Simone F1. <i>Desarrollo local sostenible</i> , (34).
Estiércol de vaca, de cerdo	Biomasa	Acelga	OBA, M. M. S. (2015). Evaluación económica del cultivo de acelga (Beta Vulgarisvar. Cicla) usando biol como fertilizante orgánico.

Promoción de crecimiento

VIGILADO Por el Ministerio de Educación Nacional

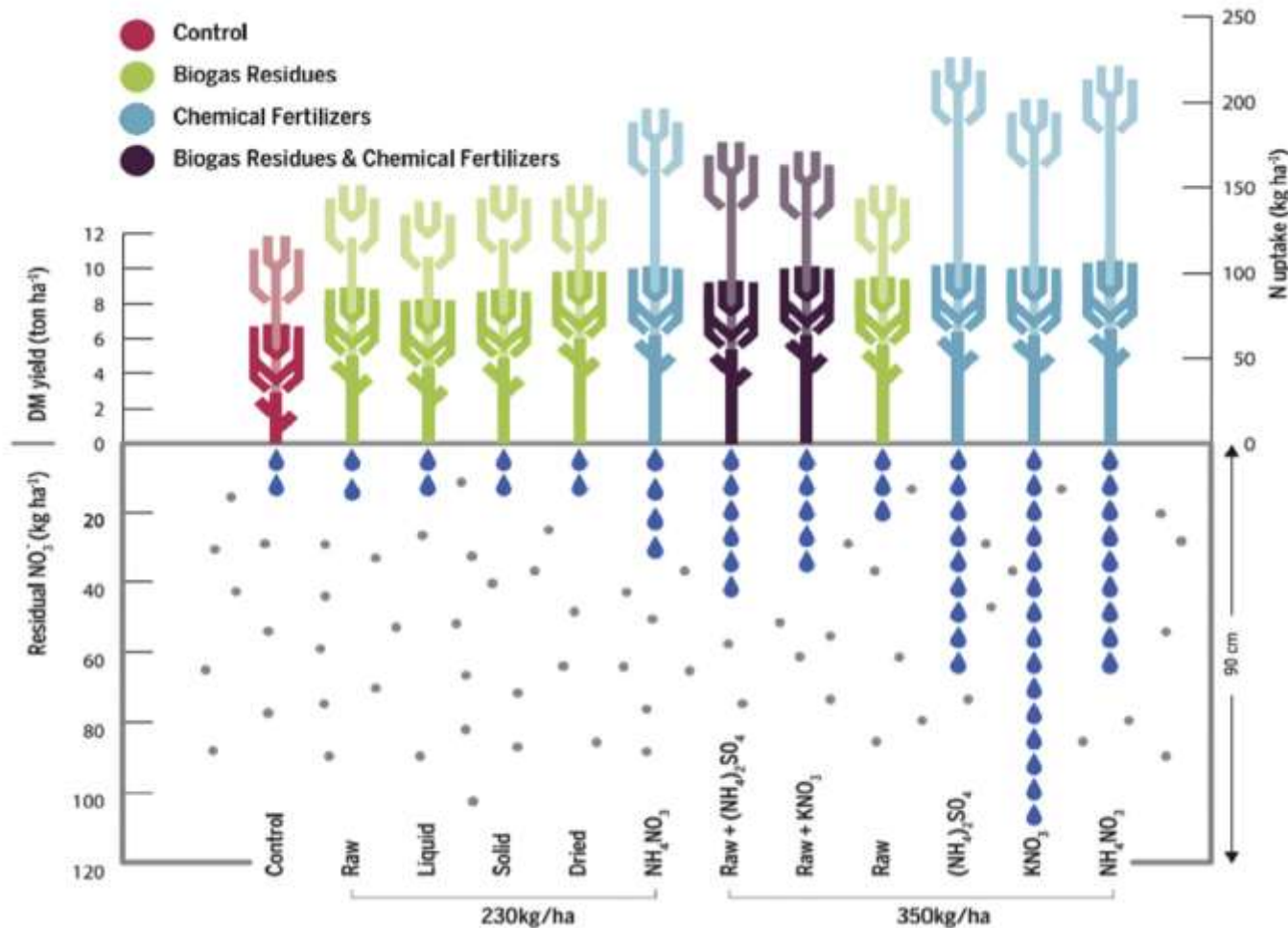
Biodigestor	Parámetro	Planta/suelo	Referencia
Estiércol de vacuno y suero de leche	Altura y biomasa	Alfalfa	Díaz Plasencia, S. L. (2017). Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (Medicago sativa v. vicius) en Cajamarca.
Material orgánico	Severidad de virus, crecimiento, número de hojas	Calabaza	Alvarez, R., Espinoza, L., Ruiz, O., & Peralta, E. L. (2011). Efecto de los biofertilizantes líquidos de producción local “bioles”, sobre el desarrollo de síntomas causados por el virus del mosaico de la calabaza (sqmv) en el cultivo de melón (cucumis melo l.) var. edisto en condiciones de invernadero.

Promoción de crecimiento



Díaz Plasencia, S. L. (2017). Elaboración de abono orgánico (biol) para su utilización en la producción de alfalfa (*Medicago sativa* v. *vicus*) en Cajamarca

Disminuye contaminación por nitratos de los fertilizantes químicos



Tsachidou, B., Scheuren, M., Gennen, J., Debbaut, V., Toussaint, B., Hissler, C., ... & Delfosse, P. (2019). Biogas residues in substitution for chemical fertilizers: A comparative study on a grassland in the Walloon Region. *Science of the total environment*, 666, 212-225.



INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA

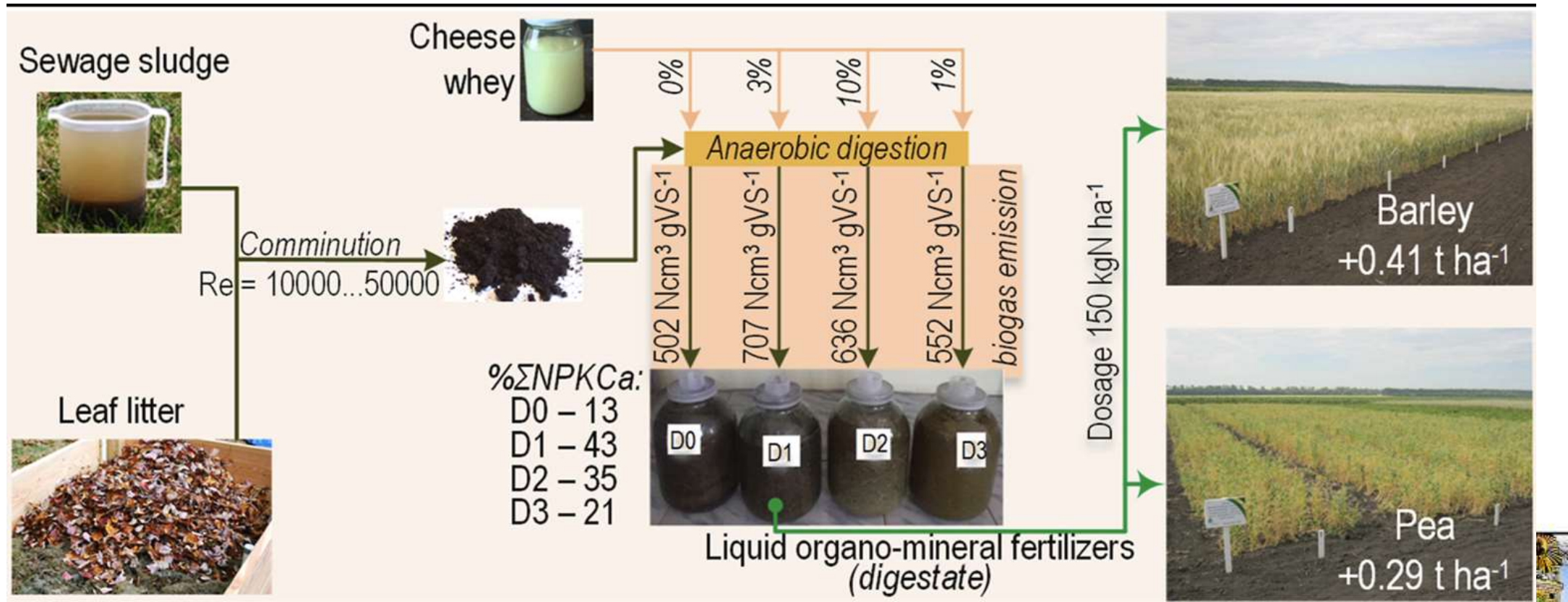
Acreditados
en ALTA CALIDAD



Alcaldía de Medellín

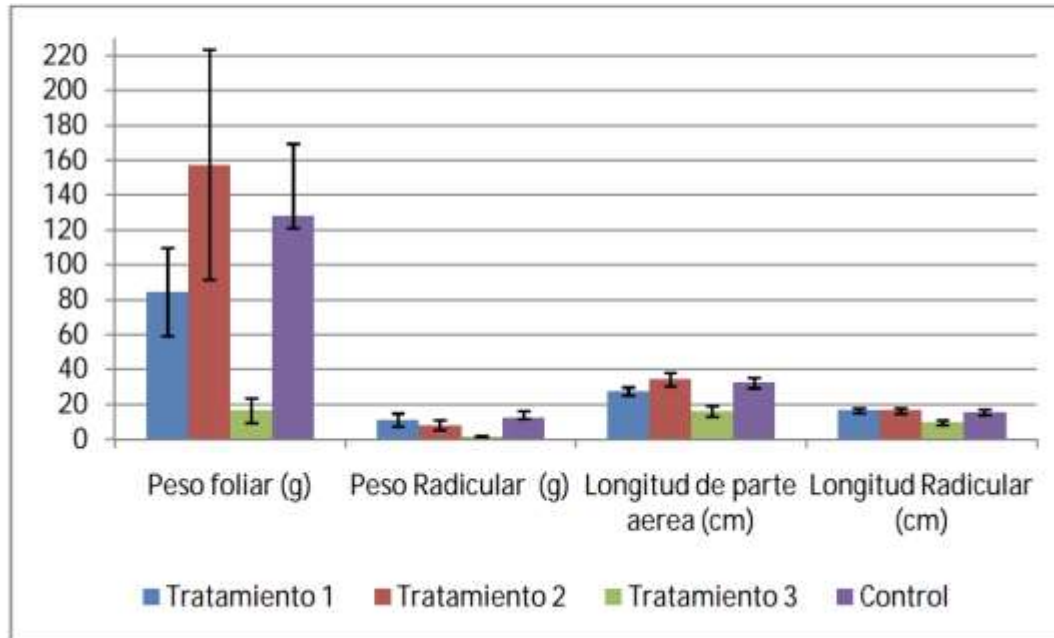
Promoción producción

Ivanchenko, A., Yelatontsev, D., & Savenkov, A. (2021).



Promoción de crecimiento

Se observa (figura 3) que con el biol obtenido de la digestión del estiércol de cerdo (Tratamiento 2) se obtuvo el mayor peso y la longitud promedio de la parte aérea, seguida por las plantas del control, después las plantas donde se aplicó el biol de la digestión anaeróbica de estiércol de vaca (Tratamiento 1) y el menor peso y longitud aéreas promedio se obtuvieron con el concentrado de fitohormonas (Tratamiento 3). En el caso de las raíces no se observa diferencia entre el tamaño y el peso de la raíz promedio comparando la aplicación de los dos bioles y el control, pero sí con el tratamiento 3 donde tuvieron el menor desarrollo.



OBA, M. M. S. (2015). Evaluación económica del cultivo de acelga (*Beta Vulgaris* var. Cicla) usando biol como fertilizante orgánico.

Figura 3. Distribución de la biomasa de las plantas con cada uno de los tres tratamientos y el control

Efecto en la severidad de un virus

Tabla 5. Efecto del biol sobre el crecimiento de las plantas de melón infectadas con SqMV.

Tratamiento ⁱ	Longitud (cm) ⁱⁱ	Número de hojas ⁱⁱⁱ
T4. Biol 25%	47.85 [†] ± 0.5	a ^{vi} 10.27 [†] ± 0.23
T3. Biol 15%	41.37 ± 0.52	b 9.47 ± 0.18
T2. Biol 10 %	40.91 ± 0.47	b 8.23 ± 0.17
T1. Biol 5%	40.95 ± 0.59	b 7.87 ± 0.16
Testigo enfermo ^{iv}	39 ± 0.54	b 7.67 ± 0.15
Testigo sano ^v	47.99 ± 0.47	a 11.20 ± 0.2
CV (%)	19.07	11.7
Modelo		
<i>F test</i>	7.56 **	28.56 **
Valor p	<0.0001	<0.0001



Figura 2. Intensidad de síntomas observados en plantas de melón infectadas con SqMV y tratadas con distintas dosis de biol, 35 ddi. A. Testigo Sano (Plantas sin inocular y sin aplicación de biol; B. Testigo Enfermo (Plantas inoculadas sin aplicación de bioles); C, D, E y F: plantas infectadas con aplicaciones foliares de bioles a diferentes dosis: C: 5% (Tratamiento 1); D: 10% (Tratamiento 2); E: 15% (Tratamiento 3) y F: 25% (Tratamiento 4).

Alvarez, R., Espinoza, L., Ruiz, O., & Peralta, E. L. (2011). Efecto de los biofertilizantes líquidos de producción local “bioles”, sobre el desarrollo de síntomas causados por el virus del mosaico de la calabaza (sqmv) en el cultivo de melón (cucumis melo l.) var. edisto en condiciones de invernadero.

GRACIAS







INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA
**COLEGIO MAYOR
DE ANTIOQUIA®**

Acreditados
en **ALTA CALIDAD**
RESOLUCIÓN 013165 DE 2020

GC-FR-010
Fecha Publicación: 24-Octubre-2012

BIODIGESTORES: Diseño

JUAN DAVID CORREA ESTRADA

Ingeniero Ambiental - M.Sc Ingeniería Urbana

E-mail: juan.correa@colmayor.edu.co

Canal en youtube: EDUCACION LIBRE

https://www.youtube.com/channel/UCxfrjd4_-2CC82aZTx63BRQ

BIODIGESTORES ANAEROBIOS

Explicación rápida de un tanque séptico – FAFA.

<https://www.youtube.com/watch?v=89HGSIDOIWc&list=PLewwYUegVT0mETQLc17eWN7PZDhtHGP3L&index=3>

Funcionamiento tanque séptico FAFA rural.

<https://www.youtube.com/watch?v=qEKGHmyvm14&list=PLewwYUegVT0mETQLc17eWN7PZDhtHGP3L&index=12>

Biodigestores de Bajo Costo – TvAgro.

<https://www.youtube.com/watch?v=1gmNnYbVLVs&feature=youtu.be>

Implementación de Digestores anaerobios en fincas TV AGRO. <https://youtu.be/8daURXyJOb4>

Construcción y características de biodigestores TV AGRO.

<https://www.youtube.com/watch?v=2LgyAwbLXIs>

Fabrica tu propio biodigestor tipo taiwanés - TV AGRO. <https://www.youtube.com/watch?v=FiilvEwMDOw>

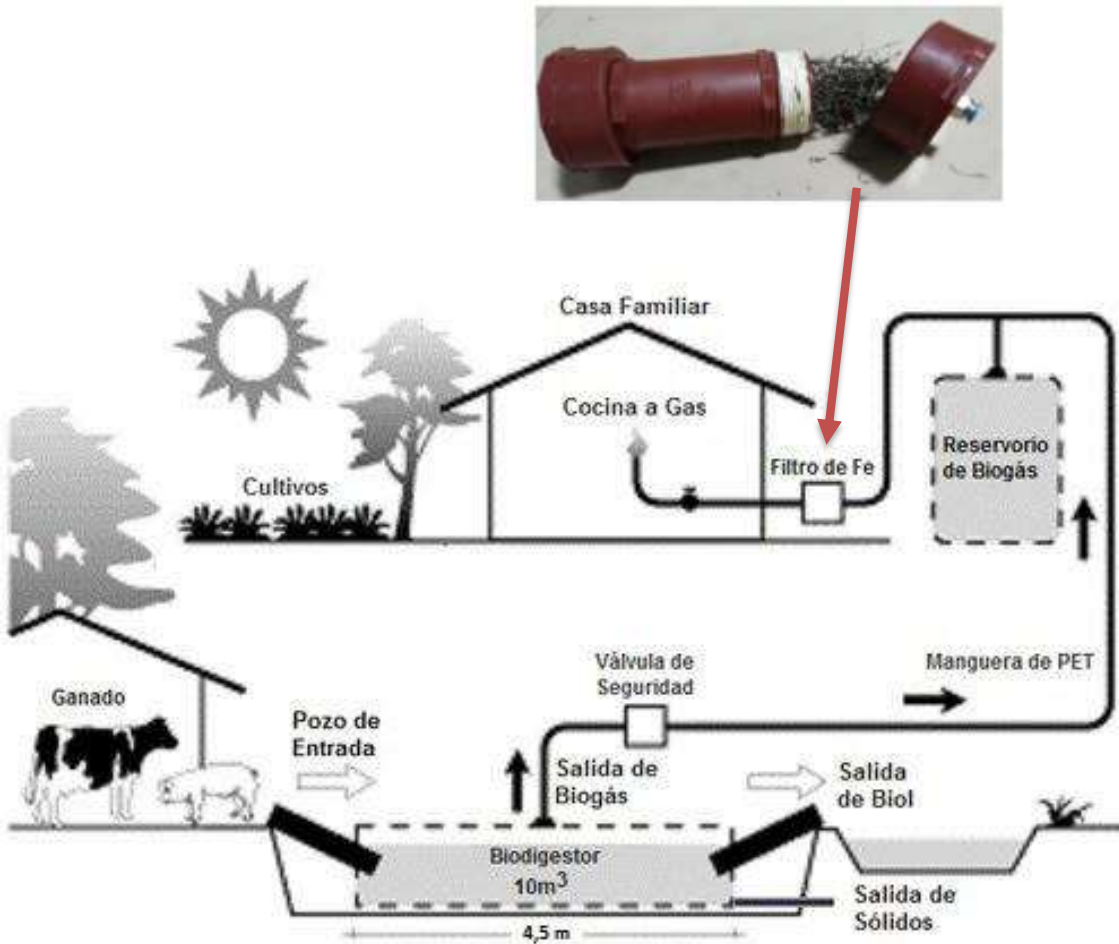
Complemento: Construcción de biodigestor para familias rurales.

<https://www.youtube.com/watch?v=QbQIc-csNww>

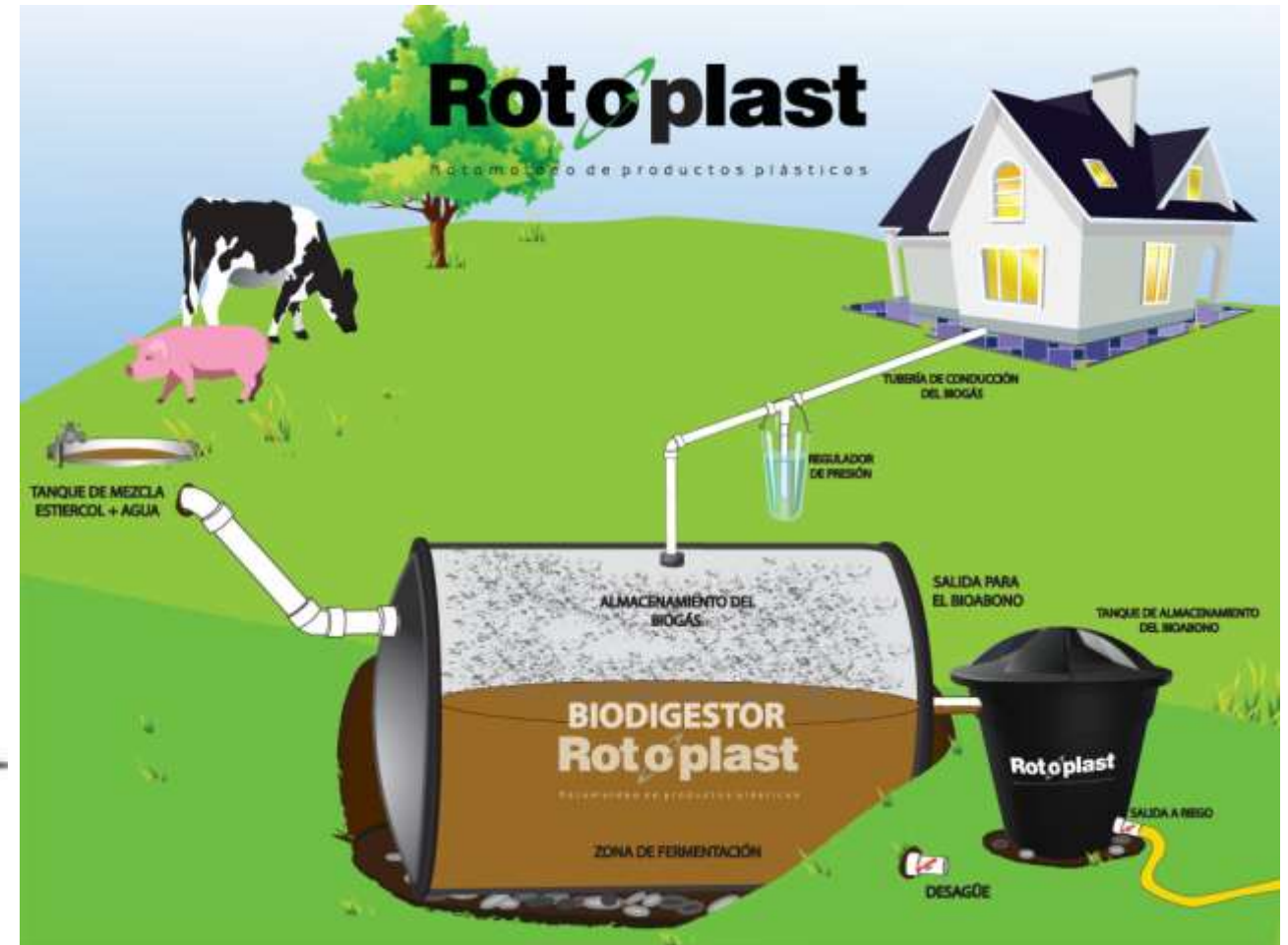
BIODIGESTORES ANAEROBIOS



BIODIGESTORES ANAEROBIOS



Fuente: <http://altertec.com/que-es-un-biodigestor/>



Fuente: rotoplast.com.co/biodigestor/

BIODIGESTORES ANAEROBIOS

Tipo tubular

Figura 7. Esquema biodigestor chino



Fuente: WORDPRESS. Energía casera. 2009. [Blog]. [Consulta: el 7 de octubre de 2018]. Disponible en: <https://energiascasera.wordpress.com/2009/09/17/clasificacion-de-biodigestores/>



Fuente:
<http://fcyt.uader.edu.ar/web/system/files/Gu%C3%ADa%20para%20proyectos%20de%20biodigesti%C3%B3n%20en%20Establecimientos%20Agropecuarios.pdf>

BIODIGESTORES ANAEROBIOS

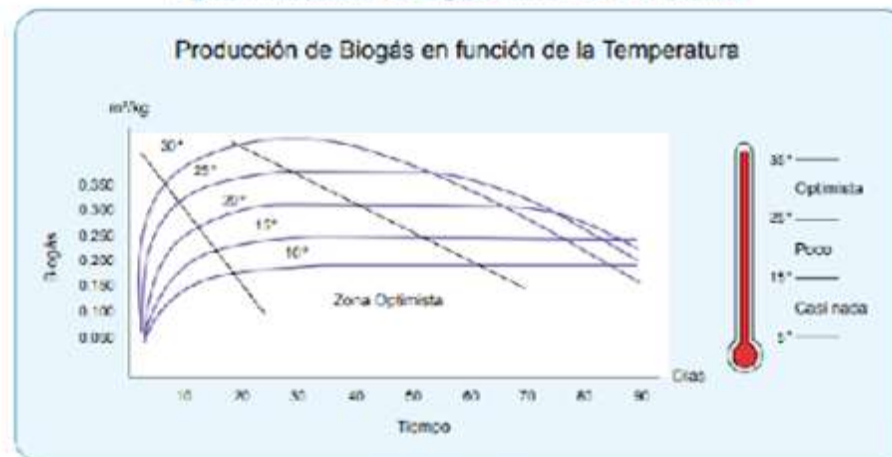
FACTORES



Factores que influyen en la digestión anaerobia:

- Tipo de Sustrato
- Tipo de inóculo
- Temperatura
- pH
- Sólidos totales
- Relación C/N
- Tiempo
- DBO/DQO

Figura 3.3. Producción de biogás en función de la temperatura.



Fuente: Vinnero, 1991

Figura 3. Datos promedio sobre el contenido de sólidos totales de diversos residuos

Materias primas	% Sólidos totales
Residuos animales	
Bovinos	13.4 – 56.2
Porcinos	15.0 – 49.0
Aves	26.0 – 92.0
Caprinos	83.0 – 92.0
Ovejas	32.0 – 45.0
Conejos	34.7 – 90.8
Equinos	19.0 – 42.9
Excretas humanas	17.0
Residuos vegetales	
Hojas secas	50.0
Rastrojo maíz	77.0
Paja trigo	88.0 – 90.0
Paja arroz	88.8 – 92.6
Leguminosas (paja)	60.0 – 80.0
Tubérculos (hojas)	10.0 – 20.0
Hortalizas (hojas)	10.0 – 15.0
Aserrín	74.0 – 80.0

Fuente: MINISTERIO DE ENERGÍA. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA. GLOBAL ENVIRONMENT FACILITY. Manual del biogás. FAO. Santiago de Chile, 2011.

Ej: excretas bovinas con un 20% ST, se desean llevar a un 7% en concentración. O sea, debo agregar **3 litros agua/ excreta fresca**

BIODIGESTORES ANAEROBIOS

Características de sustratos (alimento)

Tabla 3.6. Producción de biogás por tipo de residuo animal.

Estiércol	Disponibilidad Kg/día*	Relación C/N	Volumen de biogás	
			m³/kg húmedo	m³/día/año
Bovino (500 kg)	10.00	25:1	0.04	0.400
Porcino (50 kg)	2.25	13:1	0.06	0.135
Aves (2 kg)	0.16	19:1	0.08	0.014
Ovino (32 kg)	1.50	35:1	0.05	0.075
Caprino (50 kg)	2.00	40:1	0.05	0.100
Equino (450 kg)	10.00	50:1	0.04	0.400
Conejo (3 kg)	0.35	13:1	0.06	0.021
Excretas humanas	0.40	3:1	0.06	0.025

Fuente: Varnero y Arellano, 1991.

* El dato se refiere a la cantidad estimada de estiércol que es posible recolectar de todo el producto.

Tabla 3.7. Producción de biogás a partir de residuos vegetales.

Residuos	Cantidad residuo Ton/ha	Relación C/N	Volumen de biogás	
			m³/Ton	m³/ha
Cereales (paja)				
Trigo	3.3	123:1	367	1200
Maíz	6.4	45:1	514	3300
Cebada	3.6	95:1	388	1400
Aroz	4.0	59:1	352	1400
Tubérculo (hojas)				
Papas	10.0	20:1	606	6000
Betarragas	12.0	23:1	501	6000
Leguminosas (paja)				
Porotos	3.2	38:1	518	1650
Habas	4.0	29:1	608	1400
Hortalizas (hojas)				
Tomate	5.5	12:1	603	3300
Cebolla	7.0	15:1	514	3600

Fuente: Varnero y Arellano, 1991.

Fuente: <https://www.fao.org/3/as400s/as400s.pdf>

BIODIGESTORES ANAEROBIOS

¿CÓMO DISEÑARLOS?



1. ¿Qué cantidad de animales o personas atiende el sistema?

Origen del estiércol	kg de estiércol fresco diario producido por cada 100 kg de peso del animal	Características cualitativas
Cerdo	4	Produce mucho biogás Biol muy ácido Digestión demora más que para el estiércol de vaca (9)
Vacuno	8	Estiércol equilibrado Cada animal produce mucho estiércol: más fácil recogerlo Proporción de CH ₄ en el biogás: 45-55% (10)
Caprino, ovino	4	
Conejo, cuy	3	Produce biogás con gran proporción de CH ₄ (60-70%) (10) Se recomienda preparar compost con el estiércol para que sea más fácil a utilizar
Equino	7	
Humano adulto	0.4 kg por adulto	Produce mucho biogás Biol muy ácido y con coliformes
Humano niño	0.2 kg por niño	Produce mucho biogás Biol muy ácido y con coliformes

2. Calcular la cantidad de estiércol diaria a producir

Tipo de estiércol	Catidad	Peso vivo (kg)	Producción / 100 kg de peso	Peso estiércol (kg)
Cerdo	15	70	4	42,0
Cerda gestante	1	120	4	4,8
			TOTAL ESTIERCOL (kg/d)	46,8

Para cada tipo de estiércol:

$$\text{Peso estiércol (kg)} = \frac{\text{Cantidad} * \text{peso} * \text{prodcción de estiércol cada 100kg}}{100}$$

Después, sumo las cantidades y obtengo un total de estiércol

2. Calcular la cantidad de estiércol diaria a producir

Para cada tipo de estiércol:

$$\text{Peso estiércol (kg)} = \frac{\text{Cantidad} * \text{peso} * \text{prodcción de estiércol cada 100kg}}{100}$$

Después, sumo las cantidades y obtengo un total de estiércol

3. Mezcla del estiércol con agua

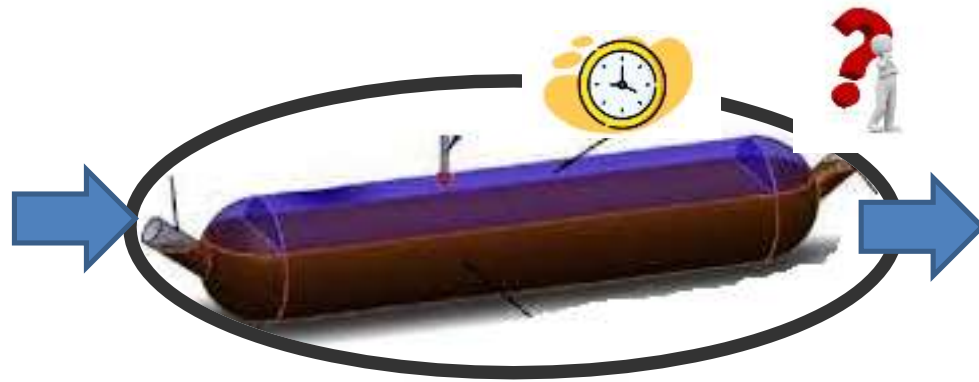


Ideal: Por cada 1 parte de ESTIERCOL (kg)
 3 partes de AGUA (L)



Para efectos de practicidad, se suman los
 kg de estiércol (62,4) con los litros de agua
 (187)

4. Características de la temperatura donde se realizará el biodigestor y tiempo de retención en el tanque



$$\text{Volumen de estiércol diario} \left(\frac{L}{d} \right) = 187 \frac{kg}{d} * 30 \text{ dias}$$

$$\text{Volumen de estiércol diario} \left(\frac{L}{d} \right) = 7500 L$$



Ellas trabajan
mejor a
temperaturas
altas (20 –
35°C)

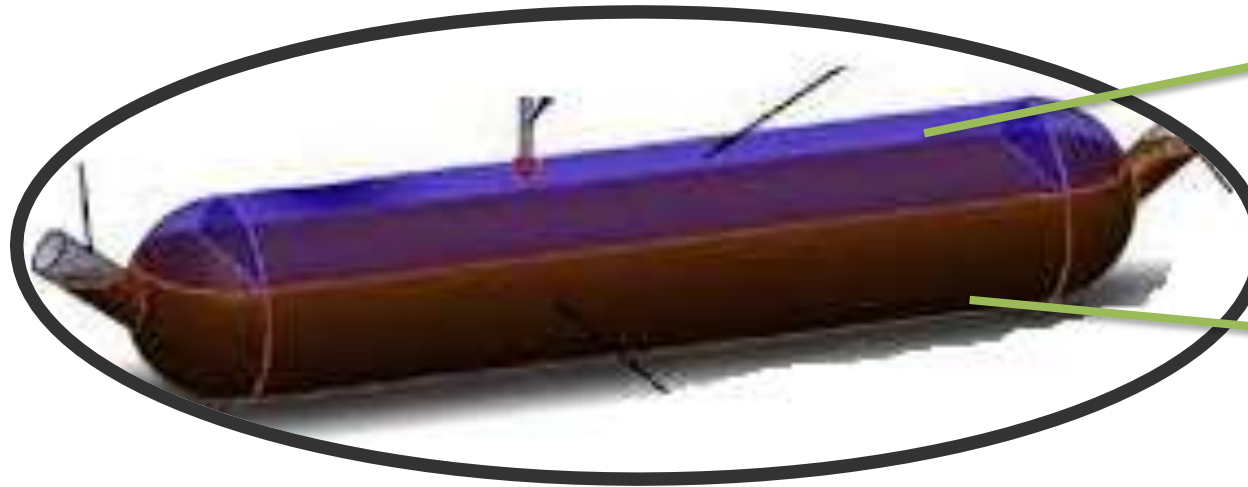
**SE DEMORAN
MENOS**

Tabla 3.11. Tiempo de retención hidráulica de estiércol de ganado en distintas regiones.

Tiempo de retención hidráulica	Características
30 – 40 días	Clima tropical con regiones planas. Ej. Indonesia, Venezuela, América Central.
40 – 60 días	Regiones cálidas con inviernos fríos cortos. Ej. India, Filipinas, Etiopía.
60 – 90 días	Clima templado con inviernos fríos. Ej. China, Corea, Turquía.

Fuente: Varnero, 1991

5. Volumen del biodigestor



Almacenamiento
biogás (20%)

Estiércol
(80%)

	20

$$\text{Volumen (L)} = \text{Volumen del estiércol} * 1,2$$

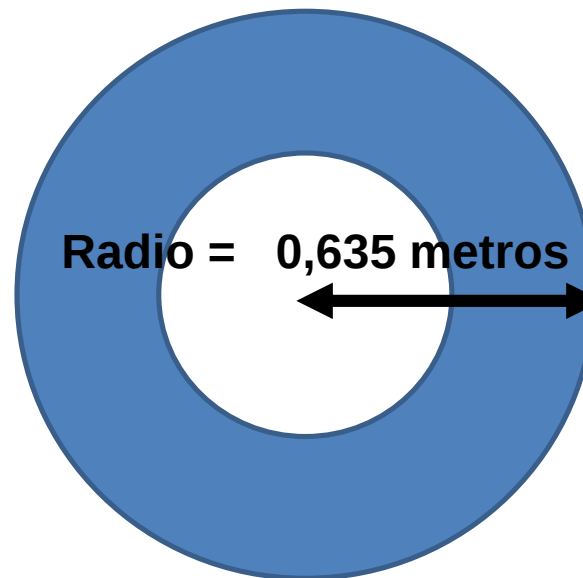
$$\text{Volumen biodigestor} \left(\frac{L}{d} \right) = 7500 L * 1,2 = 9000 L (\text{aprox})$$

6. Largo del biodigestor

Plástico tubular de 2 metros de ancho cal 8 (comercial)

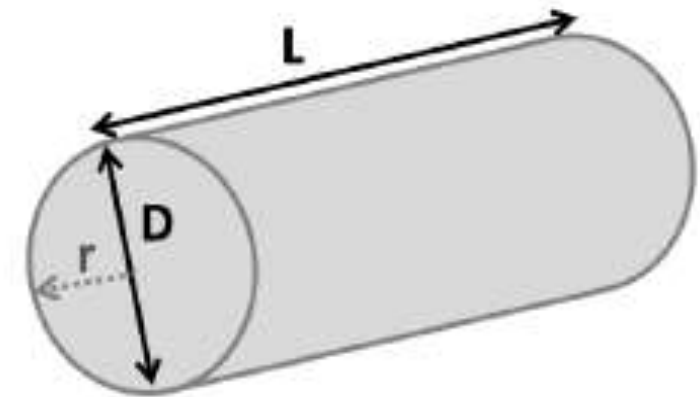


Ancho = 2 metros



Radio = 0,635 metros

Perímetro = 4 metros



$$Largo = \frac{Volumen}{\pi * radio^2}$$

Añadir de entrada y salida 2 metros
Total = 9 m

$$Largo = \frac{9000 L}{3,14 * 0,635^2} = 7 \text{ metros}$$



Circunferencia (m)	Ancho de rollo (m)	Radio (m)	Diámetro (m)	Longitud biodigestor tubular		
				mínima (m)	máxima (m)	óptima (m)
2	1	0.32	0.64	3.2	6.4	4.8
3	1.5	0.48	0.95	4.8	9.5	7.2
4	2	0.64	1.27	6.4	12.7	9.5
5	2.5	0.80	1.59	8.0	15.9	11.9
6	3	0.95	1.91	9.5	19.1	14.3
7	3.5	1.11	2.23	11.1	22.3	16.7
8	4	1.27	2.55	12.7	25.5	19.1
9	4.5	1.43	2.86	14.3	28.6	21.5
10	5	1.59	3.18	15.9	31.8	23.9
14	7	2.23	4.46	22.3	44.6	33.4

7. Zanjas

Las medidas de la zanja para plástico de 2 metros de ancho y 4 metros de circunferencia con un diámetro de 1,27 metros serían:

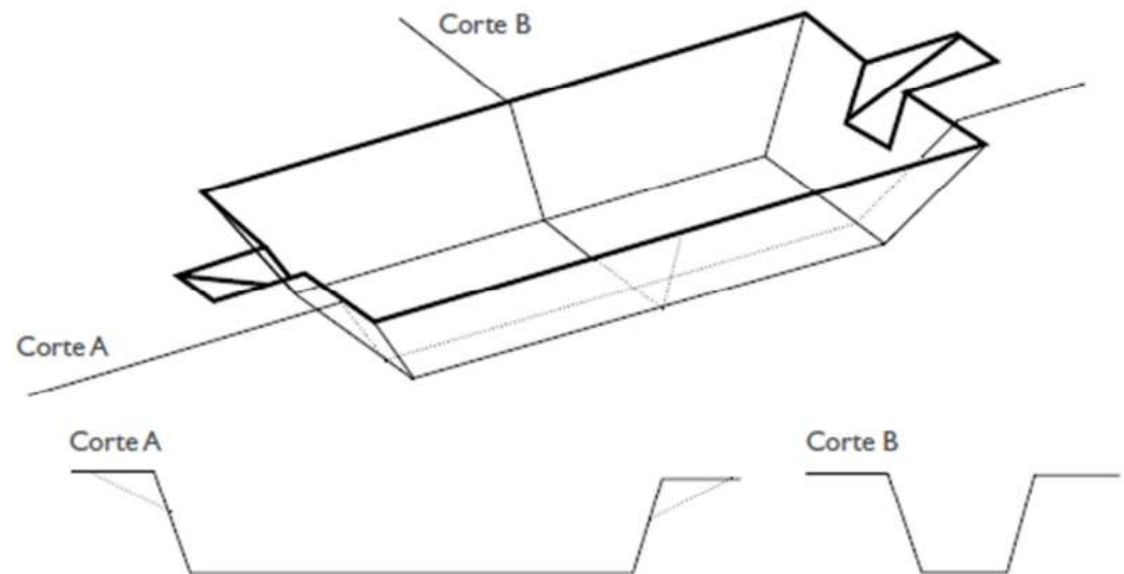
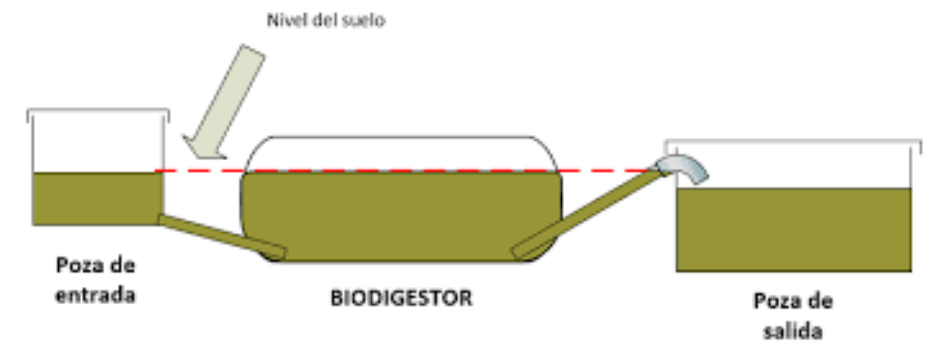
Ancho arriba: $1,27 \times 90\% = 1,10 \text{ m}$

Ancho abajo y profundidad: $1,27 \times 80\% = 1 \text{ m}$

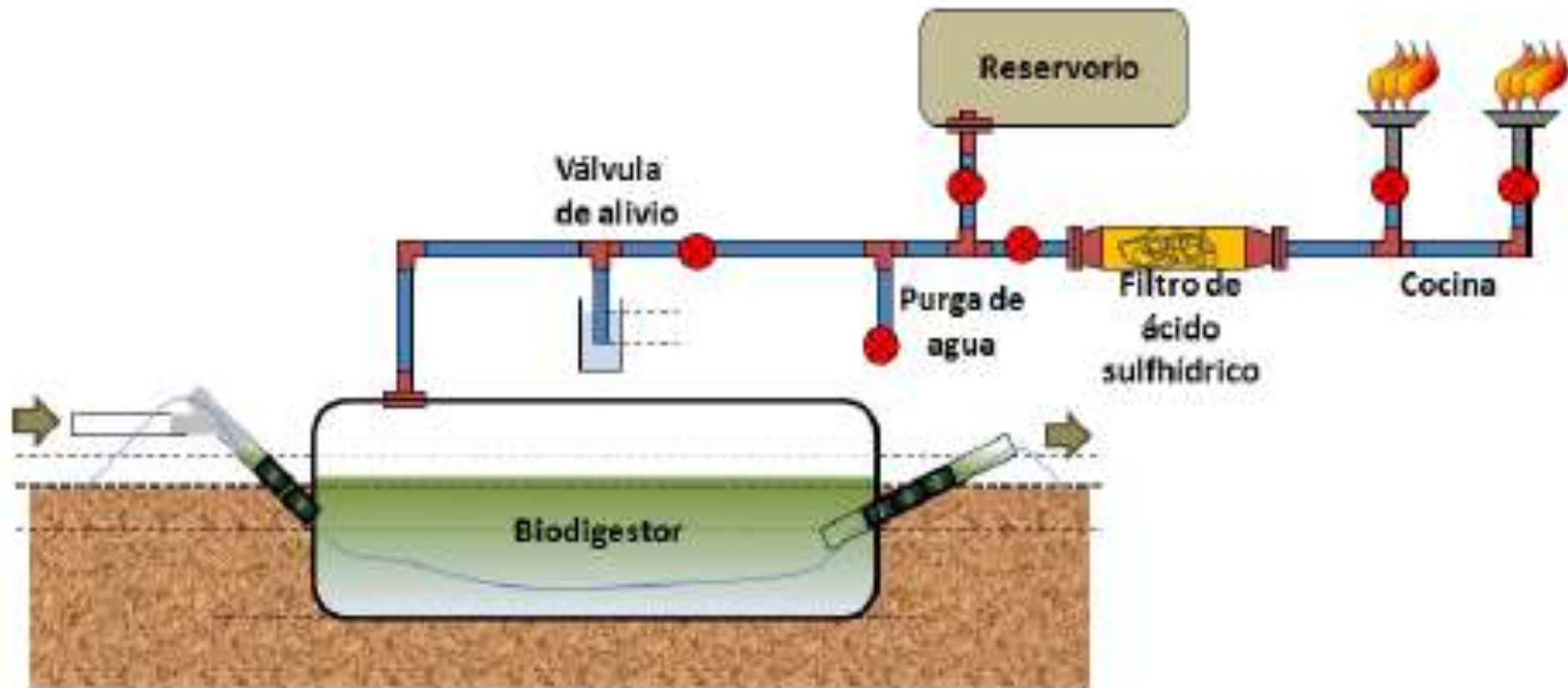
NOTA: La profundidad depende del nivel de la salida del biodigestor y las condiciones del suelo

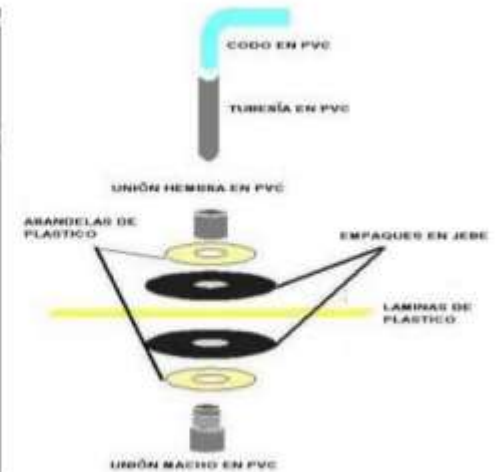
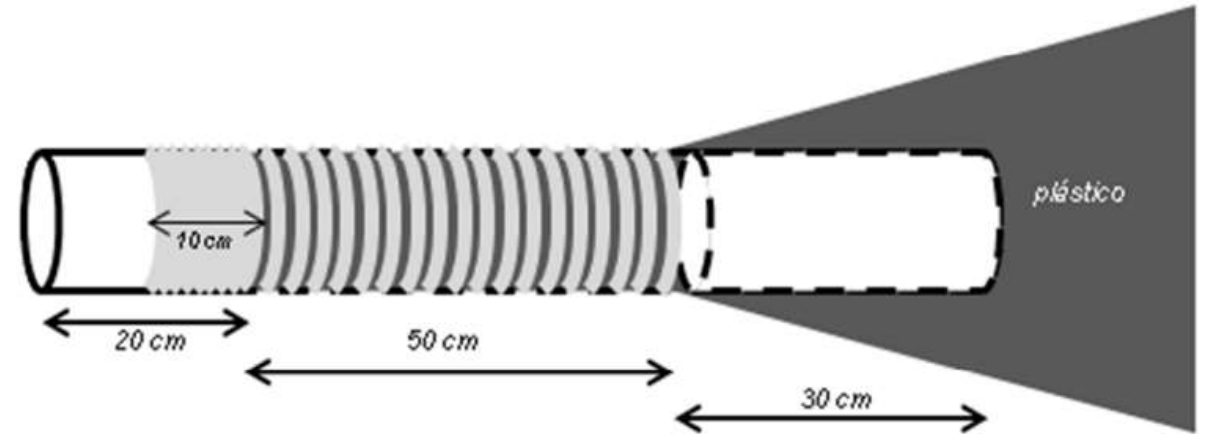
El fondo debe tener un desnivel del 1% hacia la salida del efluente

Paredes y fondo no deben tener ningún filo y/o raíces corto punzantes



8. Accesorios y partes





1. Para la entrada de la mezcla estiércol - agua, y la salida del biol:

Tira de neumático de ring 13 o 15 y cortarlo aproximadamente de 3 cm de ancho, lo suficientemente largo para cubrir por 75 cm el plástico alrededor del tubo de 4" en juntos extremos.



2. Tubo de PVC de 4" y aproximadamente 3 – 4 m de largo.

- 1 adaptador/acople hembra de ½ pulgada
- 1 adaptador/acople macho de ½ pulgada
- 1 codo de ½ pulgada
- 2 arandelas de plástico rígido de 10 cm de diámetro, el círculo central debe ser un poco menor a ½ pulgada para ajustar con los acoples y sellar correctamente
- 2 arandelas de neumático de 12 cm de diámetro, el círculo central menos a ½ pulgada
- 1 m de tubo PVC de ½ pulgada
- Un niple galvanizado de media pulgada por 20 cm. Se afila en uno de sus extremos con esmeril o lima para usarlo en perforar exactamente a la medida el plástico del biodigestor o las arandelas rígidas de pimpinas plásticas.

3. Para la válvula de seguridad

- 1 te de $\frac{1}{2}$ "
- 1 llave de paso lisa de PVC de $\frac{1}{2}$ "
- 3 m de tubo de PVC de $\frac{1}{2}$ " (o más, esto depende de la distancia a instalar el reservorio y la estufa)
- 1 botella de 2 litros de gaseosa vacía
- 2 estacas delgadas de buena calidad con punta de 1.5 y una caña brava
- Alambre o fibra para amarrar

4. Para el mezclador/agitador

- Manila/lazo Nro. 8 plástica (el doble del lazo del biodigestor +2 metros) para el mezclador
- 2 tapas de cuñete de pituta de 20 litros para el mezclador

5. Para la estufa hecha en casa

La estufa a utilizar es con tubo de galvanizado de ½" para cada fogon requiere:

- Niple de 20 cm (el largo depende de la estufa a adaptar) de tubo galvanizado de media
- Codo de tubo galvanizado de media
- Niple de 3 – 4 cm de galvanizado de media
- 1 llave de paso de galvanizado de media o de pvc lisa (y dependiendo de esto los adaptadores correspondientes)

6. Para el reservorio de biogás

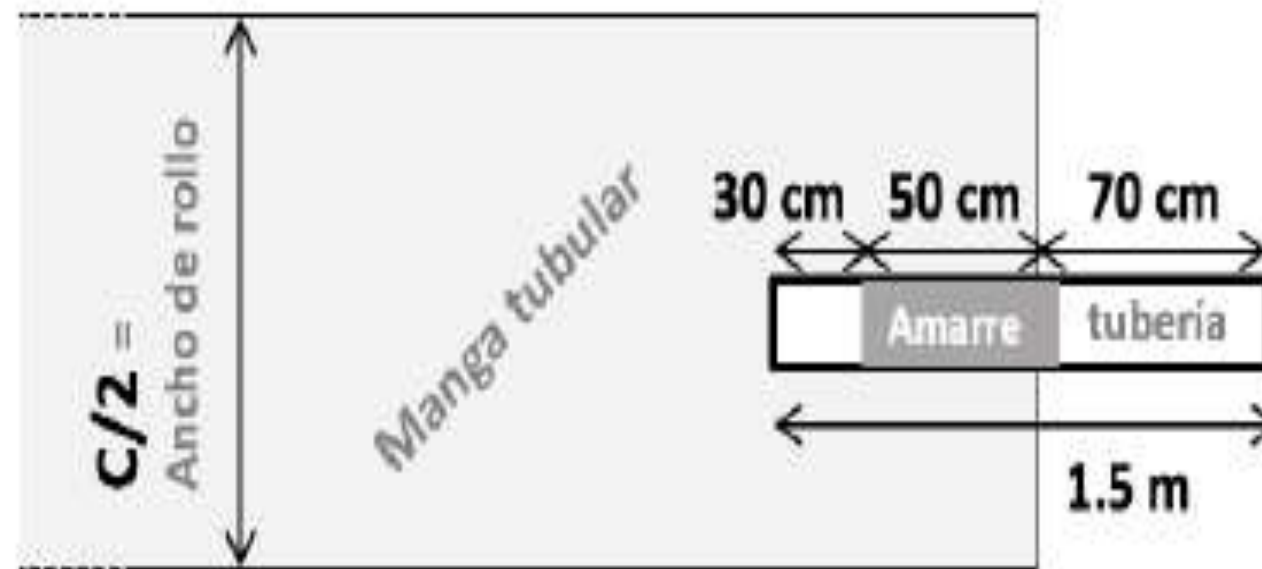
- 1 te de $\frac{1}{2}$ "
- 50 cm de tubo PVC $\frac{1}{2}$ "
- 4 metros de plástico calibre 8
- Tira de neumático de 2.5 cm de ancho
- El metraje necesario de tubería que conducirá el biogás desde el biodigestor al reservorio y desde el reservorio hasta la estufa
- Llave de paso de media pulgada que se pondrá justo antes (1 m) de entrar a la estufa de biogás, esto para poder solucionar cualquier problema en la estufa sin que se escape el gas

7. Varios (necesarios para los puntos anteriores y otros)

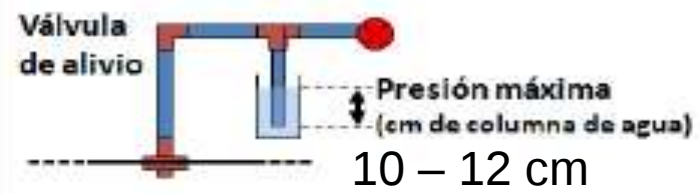
- Neumático de moto o bicicleta usado (3 – 4) o dos nuevos de carro pequeño
- Tarro de aceite de 2 T
- 4 estacas de 80 cm con punta
- 2 estacas de 35 cm muy bien pulidad, para los lazos del mezclador
- Alambre o fibra para amarrar
- Pegante de PVC
- Limpiador de PVC
- Pincel para aplicar pegante
- Trapo/tela para limpiar
- 4 bolsas plásticas negras de 10 kg aproximadamente para tapar tubos y una bolsa pequeña para tapar salidas del gas
- Pedazo de lija
- LONA para estirar el plástico en el momento de la instalación y sitio barrido y limpio
- Navaja/tijeras
- Pala cuadrada, azadón, palas, barras, alicates



Entradas y salidas

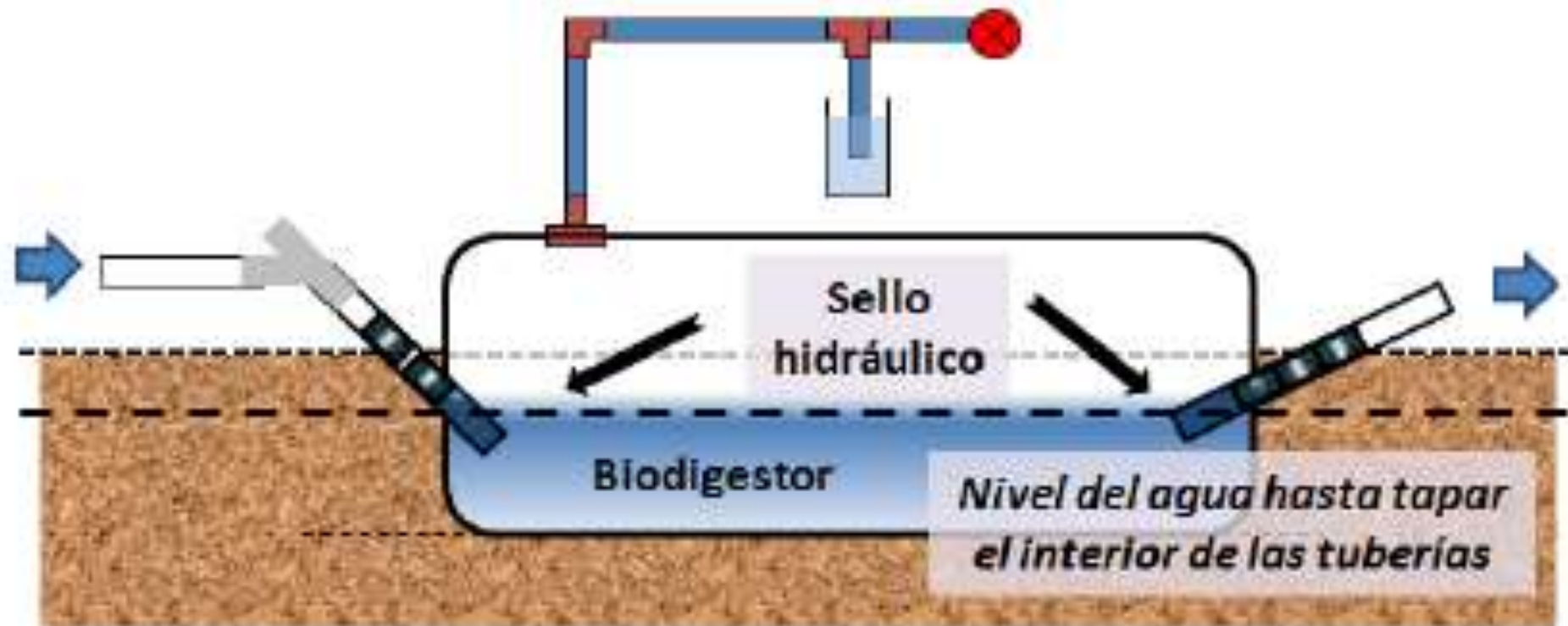


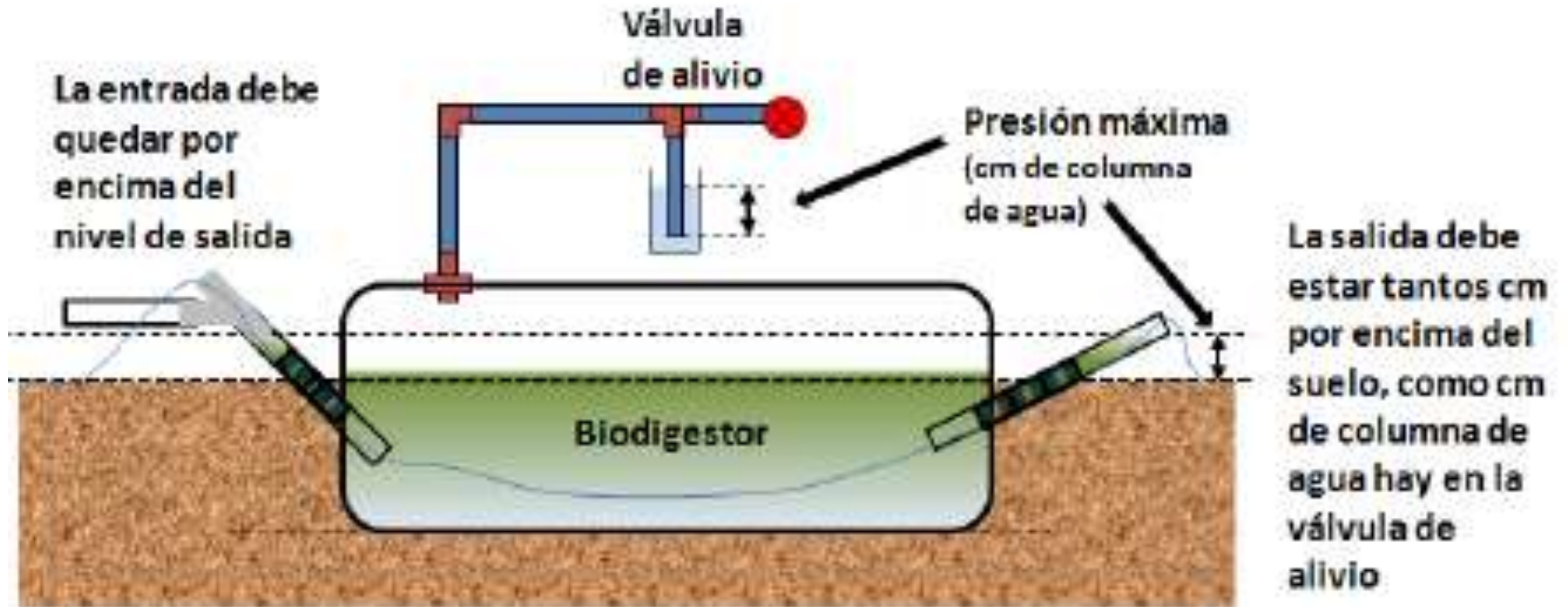
Válvula alivio de gas



Instalación







Cálculos biogás

Tabla 3.6. Producción de biogás por tipo de residuo animal.

Estiércol	Disponibilidad Kg/día*	Relación C/N	Volumen de biogás	
			m³/kg húmedo	m³/día/año
Bovino (500 kg)	10.00	25:1	0.04	0.400
Porcino (50 kg)	2.25	13:1	0.06	0.135
Aves (2 kg)	0.18	19:1	0.08	0.014
Ovino (32 kg)	1.50	35:1	0.05	0.075
Caprino (50 kg)	2.00	40:1	0.05	0.100
Equino (450 kg)	10.00	50:1	0.04	0.400
Conejo (3 kg)	0.35	13:1	0.06	0.021
Excretas humanas	0.40	3:1	0.06	0.025

Fuente: Varnero y Arellano, 1991.

* El dato se refiere a la cantidad estimada de estiércol que es posible recolectar de todo el producto.

$$\text{Generación de energía} = \eta_{\text{biogas}} \times \%CH_4 \times PC_{\text{metano}}$$

η_{biogas} = Rendimiento del biogás a partir de un sustrato

$\%CH_4$ = Porcentaje del metano en el biogás

PC_{metano} = Poder calorífico del metano

A partir de bovinaza:

$$\text{Generación de energía} = 0,04 \frac{m^3 \text{ biogas}}{kg \text{ bovinaza fresca}} \times 0,65 \frac{m^3 CH_4}{m^3 \text{ biogas}} \times 9,97 \frac{kWh}{m^3 CH_4} = 0,26 \frac{kWh}{kg \text{ Bovinaza}}$$

$$\text{Cantidad de energía generada: } 500 \frac{kg \text{ bovinaza}}{d} * 0,26 \frac{kWh}{kg \text{ Bovinaza}} = 129,6 \frac{kWh}{d}$$

1 vaca = 0,25 m³
biogás

Fuente: <https://www.revistaei.cl/reportajes/autoridad-prepara-normativa-tecnica-de-seguridad-para-plantas-de-biogas/#>



Figura 1: Usos del biogás

Fuente: Bueso, Samayoa y Viquez, 2012

**MUCHAS
GRACIAS**