

CO-DIGESTIÓN DE LODOS DE DEPURADORA CON SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA.



meta

Seminario Técnico
LODOS: PRODUCCIÓN Y
APROVECHAMIENTO



OBJETIVOS

Analizar la posibilidad de utilizar los digestores de las EDARs, para digerir los fangos generados en la EDARs, conjuntamente con diferentes residuos, analizando:

- I. El aumento de Producción de Biogás.
- II. La estabilidad del procesos y cantidades máximas admisibles de los co-sustratos.
- III. Posibles efecto negativos de la codigestión.
- IV. Búsqueda de la sostenibilidad Energética.

INTRODUCCIÓN

INTRODUCCIÓN.

El término **co-digestión** se utiliza para denominar la digestión anaerobia conjunta de dos o más sustratos de diferente origen.

La **co-digestión** no es un concepto nuevo, ya que desde finales de los años 70, se pueden encontrar referencias bibliográficas acerca de la **co-digestión** de varios sustratos.

El ejemplo práctico más claro se encuentra en Dinamarca, donde este concepto se convirtió en un éxito y la **co-digestión** de estiércol y residuos orgánicos fue implantada en todas las plantas danesas (Asociación Danesa del Biogás)

	Lodos EDAR	Residuos ganaderos	FORSU	Residuos industria alimentaria
Micro y macronutrientes	↑	↑	↓	↓
Relación C/N	↑↓	↓	↑	↑
Capacidad tampón (alcalinidad)	-	↑	↓	↓
Materia orgánica biodegradable	↑↓	↓	↑	↑

METODOLOGÍA

- ✓ Digestor de 1 litro de capacidad
- ✓ Fango del digestor de una EDAR como **inoculo inicial**
- ✓ Alimentación compuesta
 - Mezclado con diferentes cantidades de co-sustrato
 - Fango mixto de EDAR.

Reator	ml/día				
	Fango	Lactosuero	Melaza	Sangre	Fruta
1	33	0	0	0	0
2	33	0,5	0,5	0,25	2
3	33	1	1	0,5	5
4	33	2	2	1	10
5	33	4	4	2	20

Esquema de los digestores



Reactores

Agitadores magnéticos

Borboteadores

Medidores de gas

RESULTADOS

ENSAYOS CON LACTOSUERO

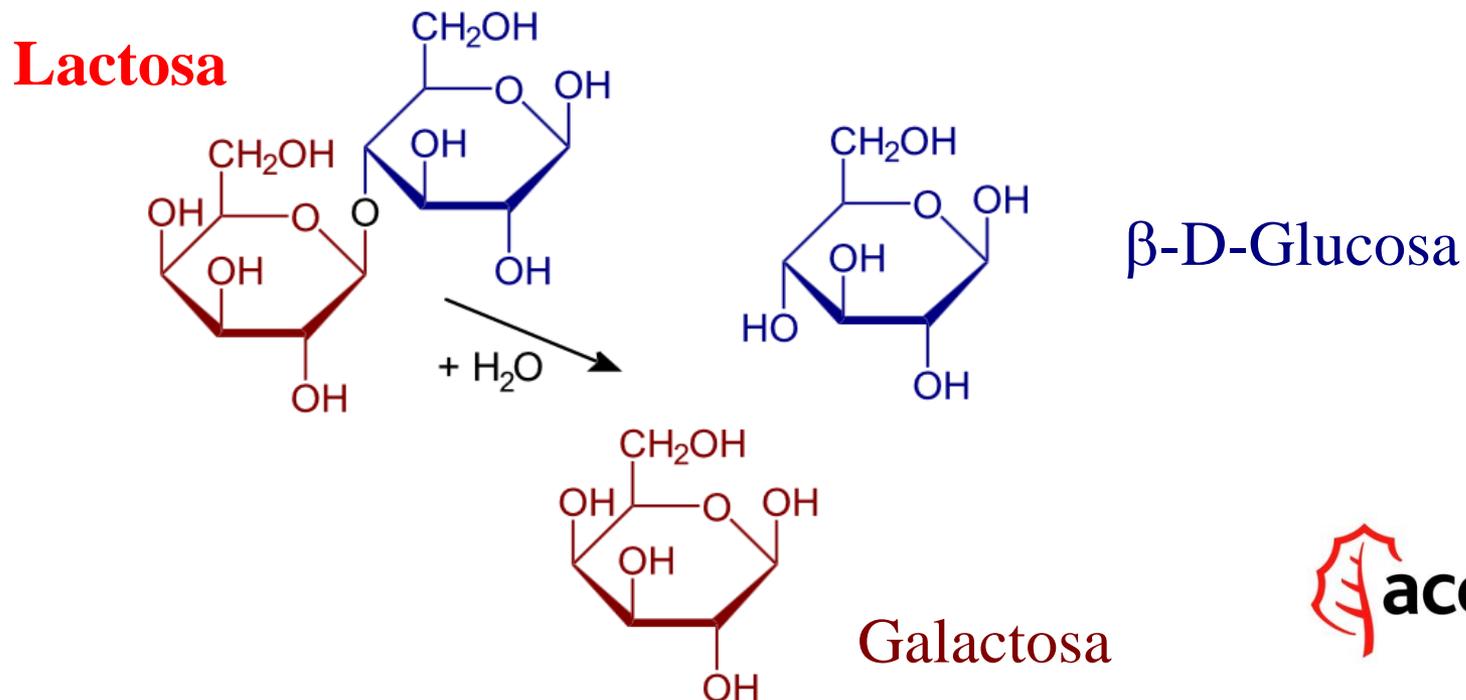
Características del lactosuero utilizado

Muestra	SST (%)	SSV (%)	Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)	Acidez (mg/l CH ₃ -COOH)	Amonio (mg/l)	DQO (mg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)
Fango alimentación	2,88	80,9	1801	508	508	47500	684	37,6
Lactosuero	1,01	88,81	2845	356	677	97570	1080	225

Compuestos	Valor (g/100g)
Carbohidratos totales	1,84
Proteína	1,1
Lípido	0,16
Glucosa	0,44
Carbono Orgánico Total	1,82
Nitrógeno total	0,14
pH	3,67
Conductividad (mS/cm)	9,69

RESULTADOS. A.- Lactosuero:

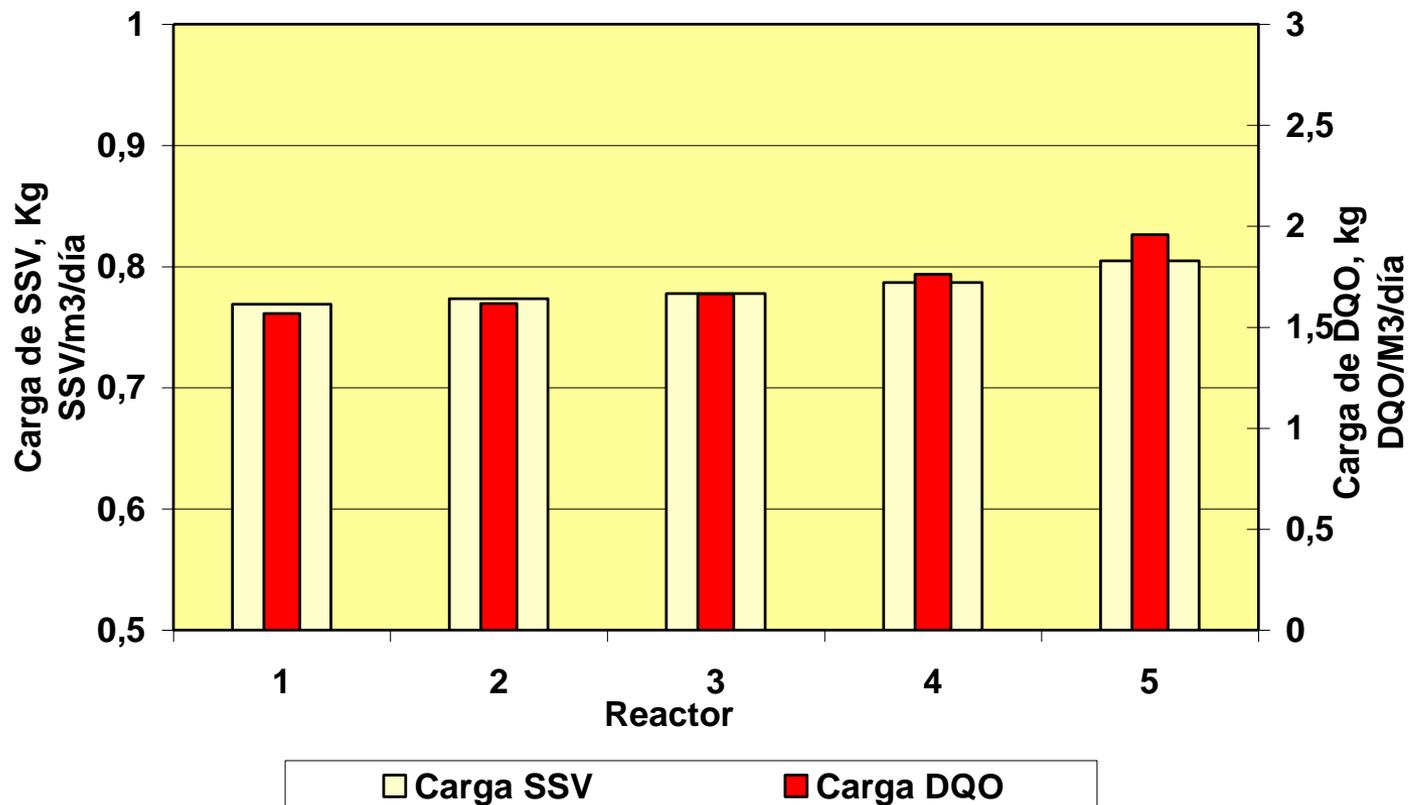
El componente mayoritario del lactosuero, son los carbohidratos, principalmente **lactosa**. La lactosa es un dímero formado por **glucosa y galactosa**, que debe ser degradada por los microorganismos que presenten el enzima lactasa, estos azúcares simples, podrán ser fermentadas por los microorganismos para dar lugar a metano y dióxido de carbono en la ultima fase del proceso de digestión anaerobia



RESULTADOS. A.- Lactosuero:

Condiciones de Operación

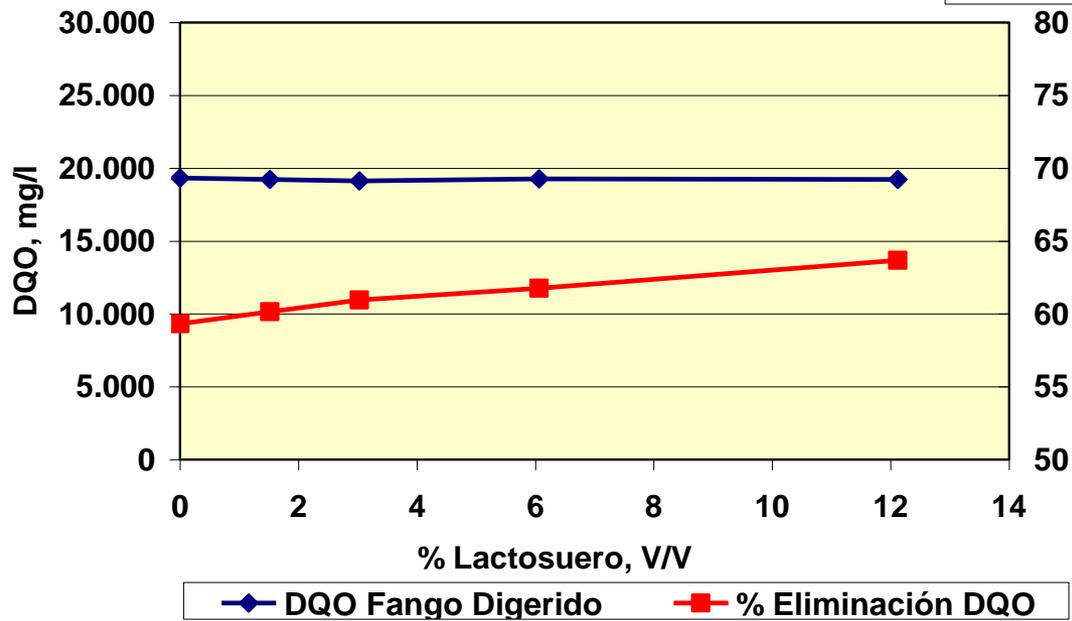
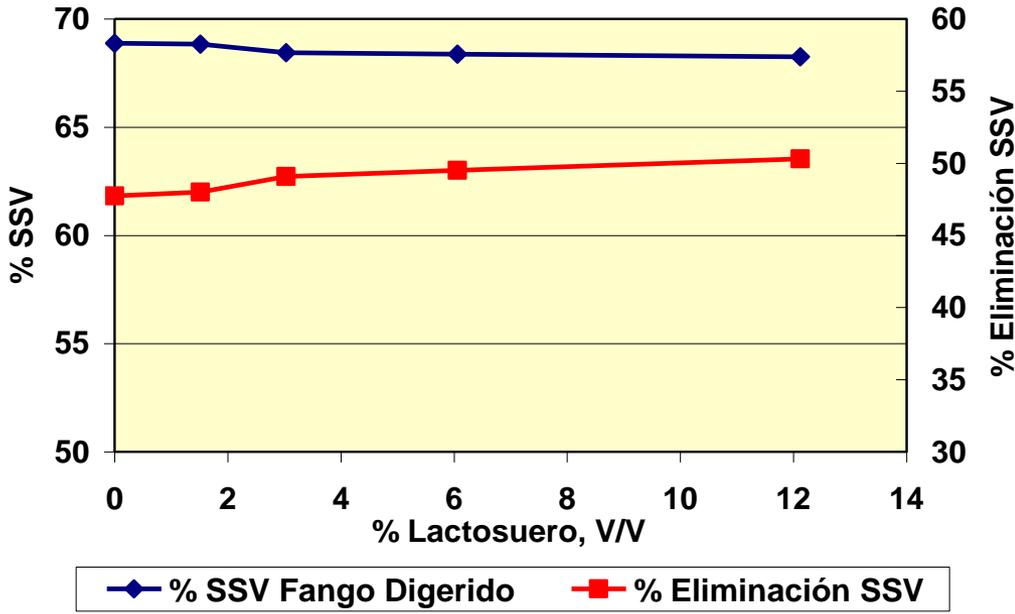
Reactor	ml/día			Relacion	HRT
	Fango	Lactosuero	TOTAL	% V Lactosuero/V Lodo	días
1	33	0	33	0	30,3
2	33	0,5	33,5	1,52	29,9
3	33	1	34	3,03	29,4
4	33	2	35	6,06	28,6
5	33	4	37	12,12	27



RESULTADOS. A.- Lactosuero:

Proceso

Rendimiento de eliminación SSV



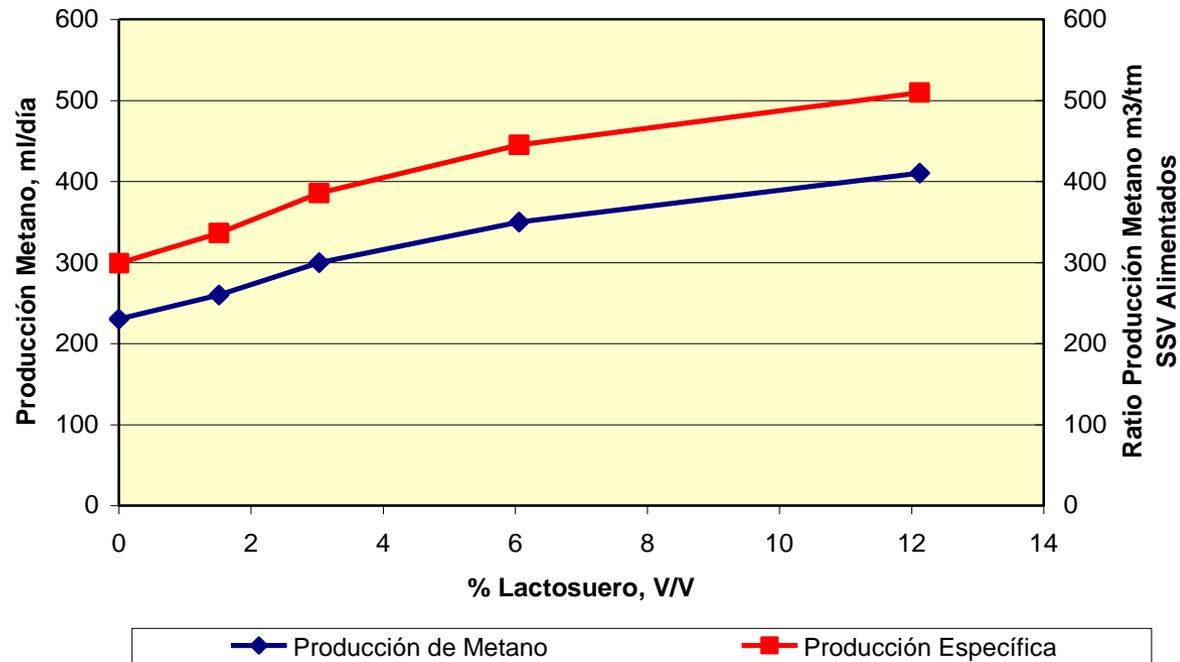
Rendimiento de eliminación de DQO



RESULTADOS. A.- Lactosuero:

Proceso

Producción de metano



Hasta una relación de volúmenes de hasta **el 12% de Lactosuero** existe una relación lineal entre la cantidad de **Lactosuero** adicionado y el volumen de metano generado, llegando a **aumentar la producción** de metano al añadir un 12% de lactosuero **un 80%**.

ENSAYOS CON MELAZAS

RESULTADOS.

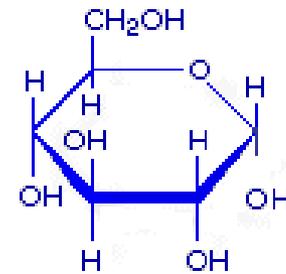
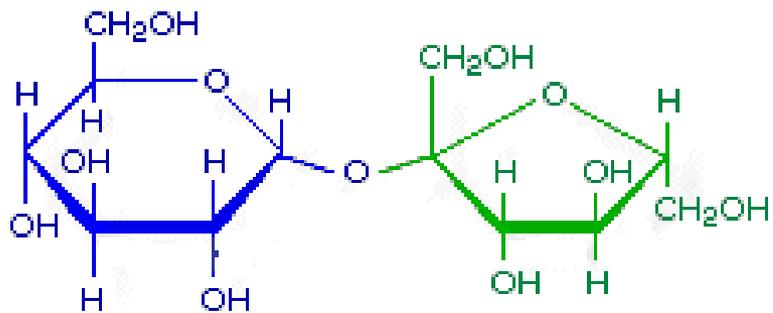
B.- Melazas:

La melaza de caña normalmente tiene un contenido en agua del 15-25%, en **azúcares** en torno al **45-50%**, destacando glucosa, fructosa y **sacarosa** (**35%**), y un 2-5% de polisacáridos.

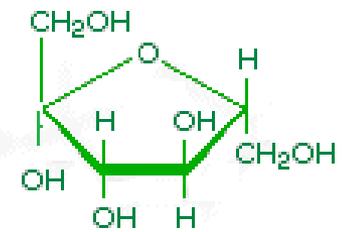
Este azúcar es fermentable únicamente por aquellos microorganismos que presenten el enzima **sacarasa**, que se encargará de romper el enlace **glucosídico** existente entre los monosacáridos.

Hidrólisis de la sacarosa por el enzima sacarasa

Sacarosa



α-D- glucosa



Fructosa

RESULTADOS. B.- Melazas.

Caracterización de las melazas

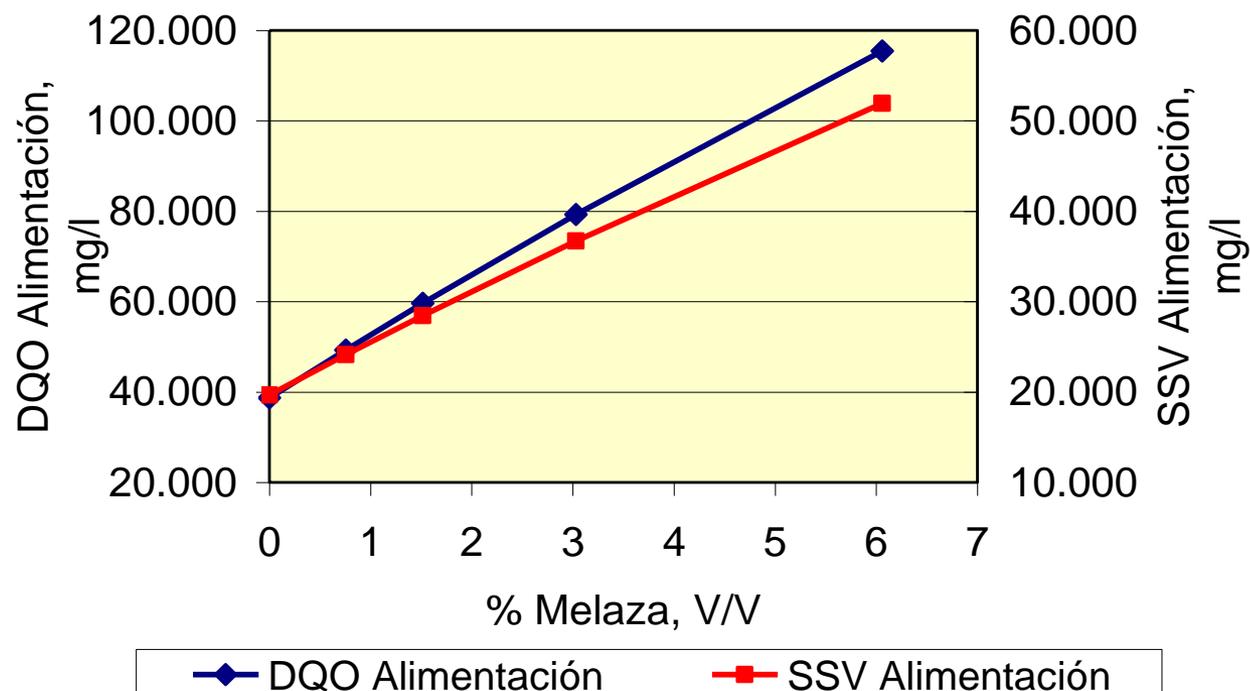
Muestra	SST (%)	SSV (%)	pH	Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)	Acidez (mg/l CH ₃ -COOH)	Amonio (mg/l)	DQO (mg/l)	Pt (mg/l)
Fango alimentación	2,11	75,8	6,34	1500	570	304	33220	142
Melaza	44,82	70,1	4,12	1980	1360	1500	762100	830

Compuestos	Valor (g/100g)
Carbohidratos totales	33,63
Proteína	1,2
Lípido	1,51
Glucosa	18,44
Carbono Orgánico Total	21,05
Nitrógeno total	0,19
Conductividad (mS/cm)	8,3
Calcio total (mg/kg)	2000,57
Sodio total (mg/kg)	0,993
Potasio total (mg/kg)	793,74

RESULTADOS. B.- Melazas.

Condiciones de Operación

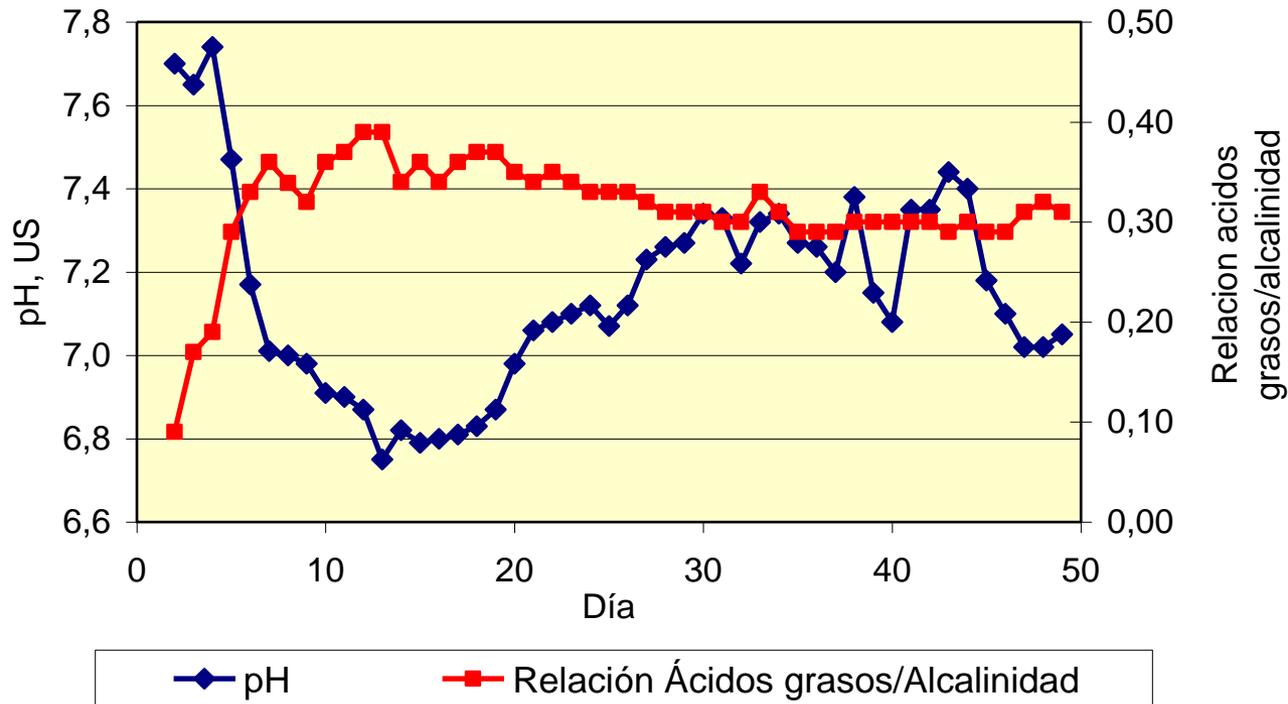
Reactor	ml/día			Relacion	HRT
	Fango	Melaza	TOTAL	% V Melaza/V Lodo	días
1	33	0	33	0	30,3
2	33	0,5	33,5	1,52	29,9
3	33	1	34	3,03	29,4
4	33	2	35	6,06	28,6
5	33	4	37	12,12	27



RESULTADOS. B.- Melazas.

Proceso

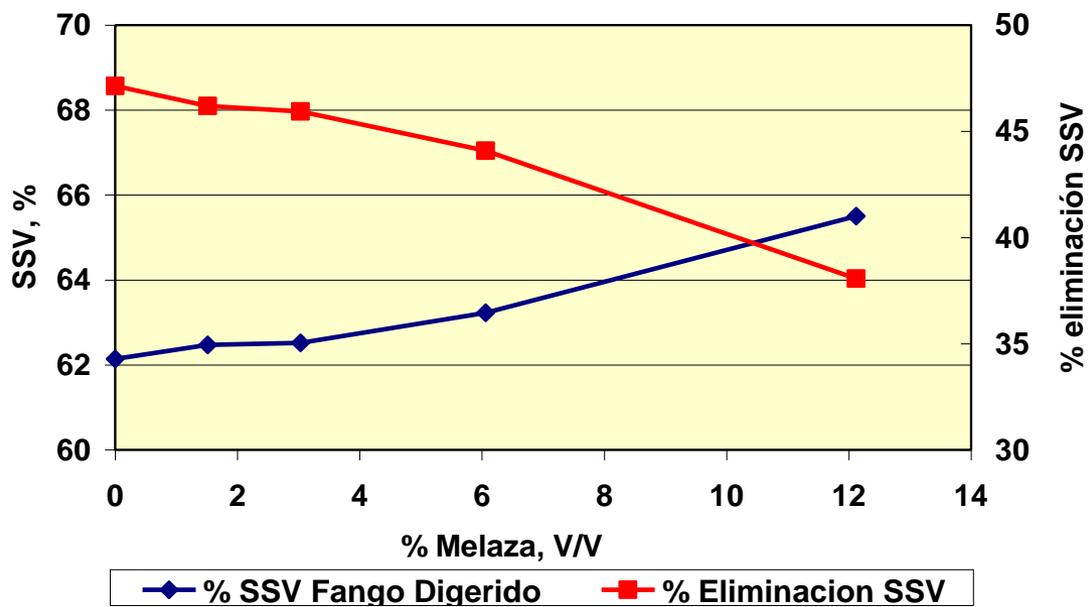
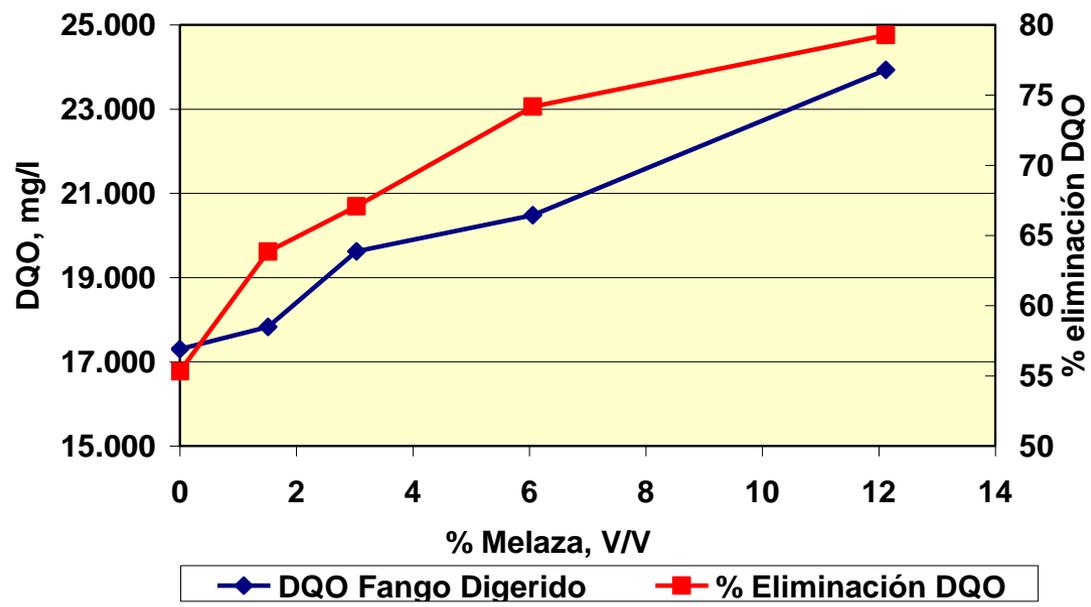
Los niveles de pH, ácidos grasos y alcalinidad permanecieron en valores adecuados para el correcto funcionamiento de los digestores, salvo en el reactor N° 5.



RESULTADOS. B.- Melazas.

Proceso

DQO



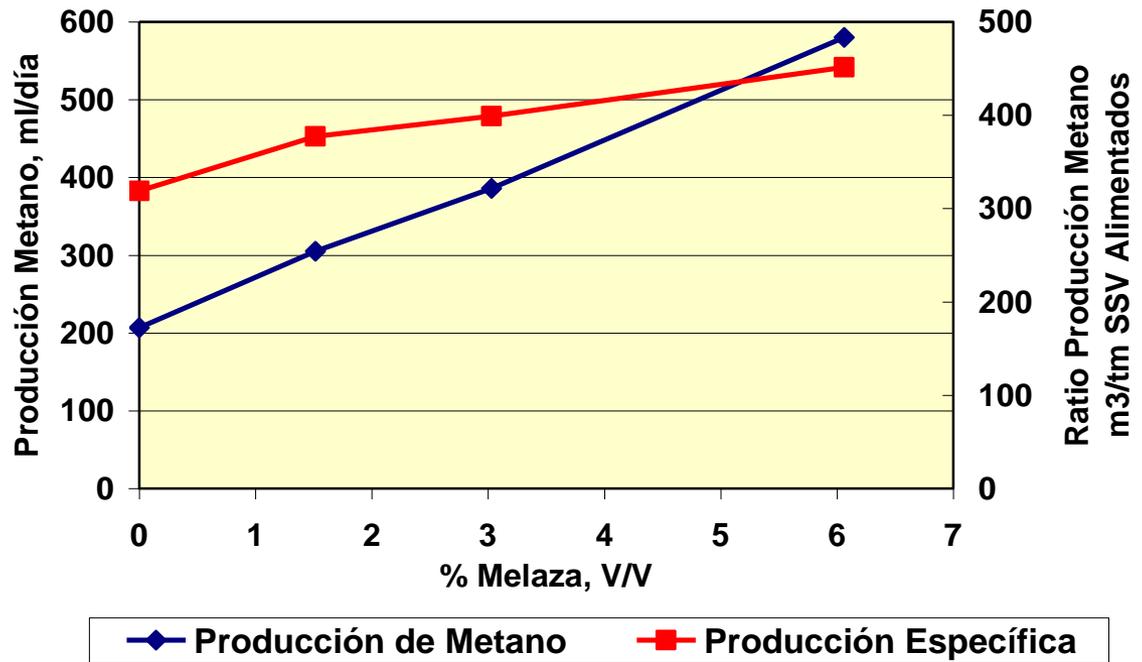
SSV



RESULTADOS. B.- Melazas.

Proceso

Producción de metano

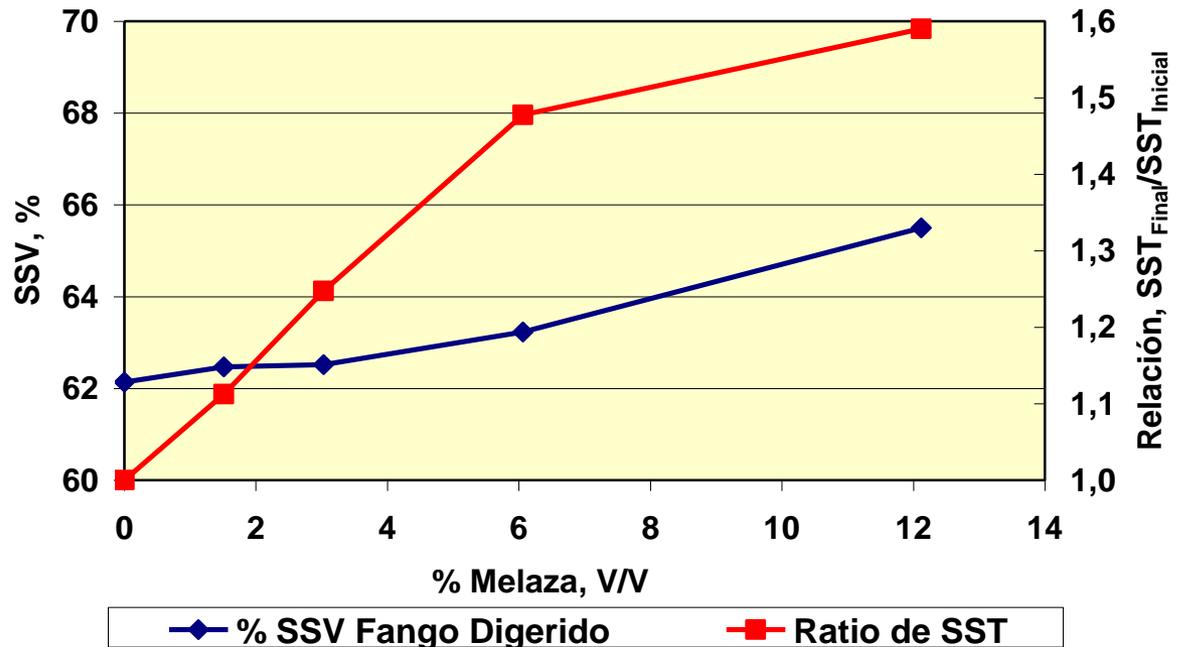


Hasta una relación de volúmenes de hasta **el 6% de melaza** existe una relación lineal entre la cantidad de melaza adicionada y el volumen de metano generado, llegando a **triplicar la producción** de metano al añadir un 6% de melaza. **Es decir, podemos producir la energía consumida en la planta.**

RESULTADOS. B.- Melazas.

Desventajas

Aumento Generación de Residuos



La **DQO** del fango digeridos desde 17.300 mg/l hasta 20.480 mg/l (**18% de aumento**). Por último en el reactor que operaba con un 12% de melaza, la DQO del fango subió hasta valores de 23.930 mg/l.

Aumento de producción de residuos (60%) con el consiguiente aumento de la costes de tratamiento y gestión de residuos.

Aumento de los retornos de nitrógeno y fósforo de un 20-30%.

ENSAYOS CON SANGRE DE CERDO COCIDA

RESULTADOS. C.- Sangre de cerdo cocida:

C.- Sangre de cerdo cocida:

La sangre de cerdo se separa de los restos de los residuos mediante un proceso de cocción



proceso de trituración
para adquirir una
consistencia líquida



RESULTADOS. C.- Sangre de cerdo cocida:

C.- Sangre de cerdo cocida:

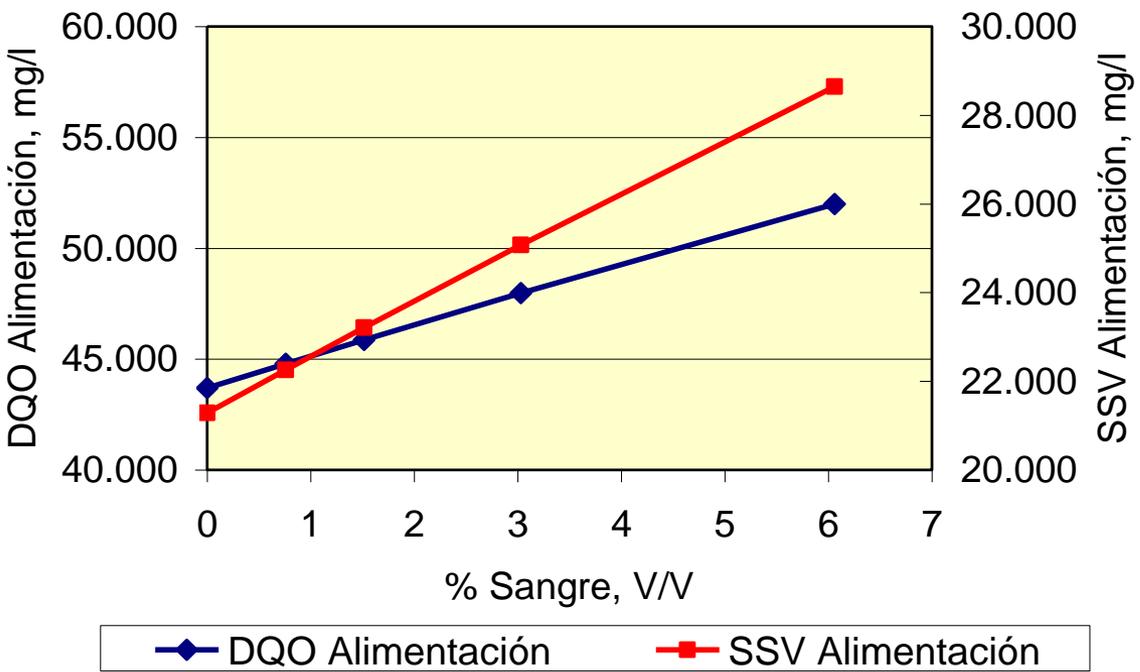
Muestra	SST (%)	SSV (%)	pH	Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)	Acidez (mg/l CH ₃ -COOH)	Amonio (mg/l)	DQO (mg/l)	Nt (mg/l)	Pt (mg/l)
Fango alimentación	2,73	77,96	6,31	1074	248	388	43.700	590	38,7
Sangre de cerdo	16,99	88,38	7,79	3850	1335	789	188.840	1.250	60,3

Compuestos	Valor (g/100g)
Carbohidratos totales	0,41
Proteína	15,5
Lípido	7,15
Glucosa	0,40
Carbono Orgánico Total	10,56
Conductividad (mS/cm)	7,78

RESULTADOS. C.- Sangre de cerdo cocida:

Condiciones de Operación

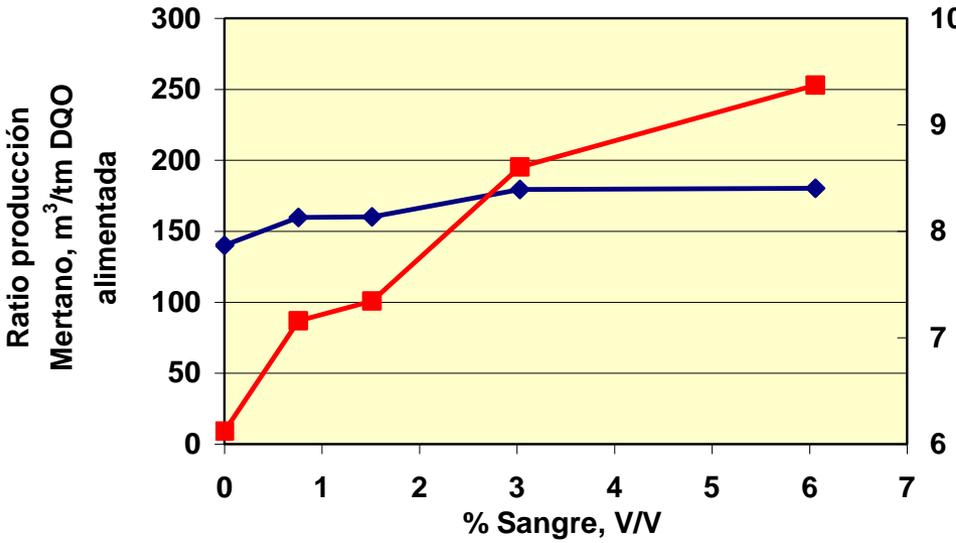
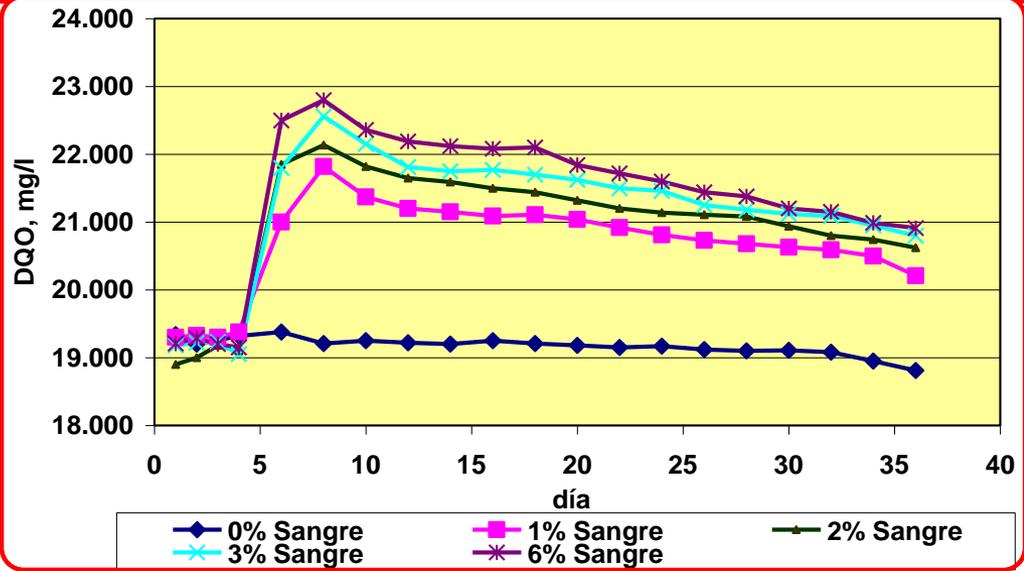
Reactor	ml/día			Relacion	HRT
	Fango	Sangre	TOTAL	% V Sangre/V Lodo	días
1	33	0	33	0	30,3
2	33	0,25	33,25	1	30,1
3	33	0,5	33,5	2	29,9
4	33	1	34	3	29,4
5	33	2	35	6	28,6



RESULTADOS. C.- Sangre de cerdo cocida:

Proceso

Evolución de la DQO



Producción de metano

Hasta un 53% de Aumento



◆ Producción CH4/DQO Alimentación
■ Producción CH4/ml Alimentación

ENSAYOS CON RESTOS DE FRUTAS Y HORTALIZAS

RESULTADOS.

D.- Restos de frutas y hortalizas:

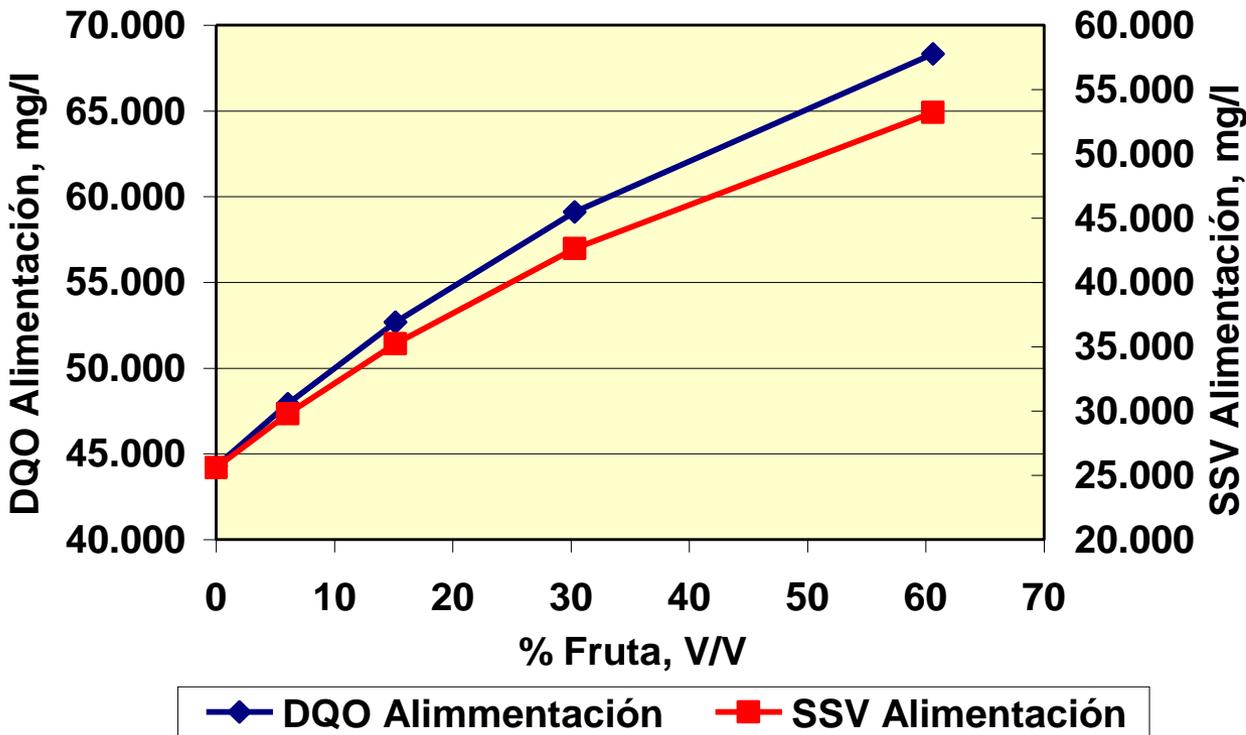
Muestra	SST (%)	SSV (%)	pH	Alcalinidad (mg/l CaCO ₃)	Acidez (mg/l CH ₃ -COOH)	Amonio (mg/l)	DQO (mg/l)	Pt (mg/l)
Fango alimentación	3,25	78,7	6,00	1515	830	298	44280	156
Resto frutas y hortalizas	10,60	93,24	4,37	2750	2220	1850	108000	450

Compuestos	Valor (g/100g)
Carbohidratos totales	7,95
Proteína	1,4
Lípido	0,39
Glucosa	2,93
Carbono Orgánico Total	5,66
Nitrógeno total	0,2
Conductividad (mS/cm)	7,06

RESULTADOS. D.- Restos de frutas y hortalizas

Condiciones de Operación

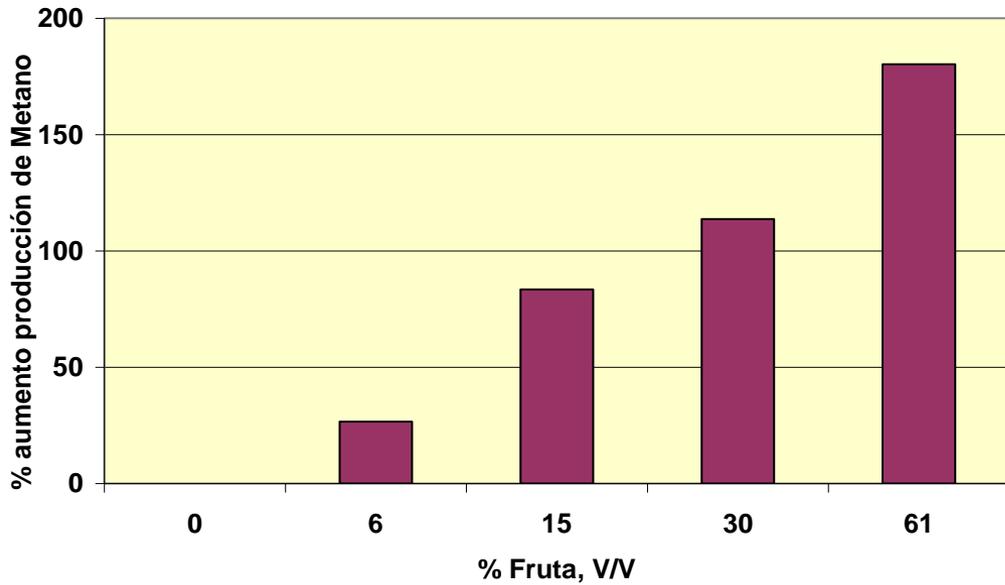
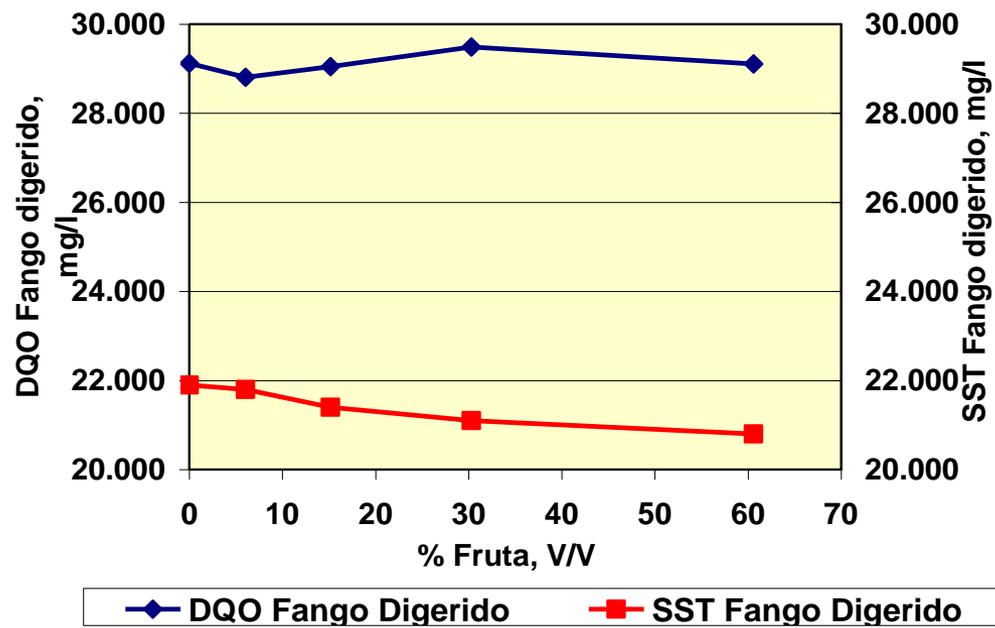
Reactor	ml/día			Relacion	HRT
	Fango	Frutas	TOTAL	% V Frutas/V Lodo	días
1	33	0	33	0	30,3
2	33	2	35	6	28,6
3	33	5	38	15	26,3
4	33	10	43	30	23,3
5	33	20	53	61	18,9



RESULTADOS. D.- Restos de frutas y hortalizas

Proceso

DQO y SST
Fango digerido

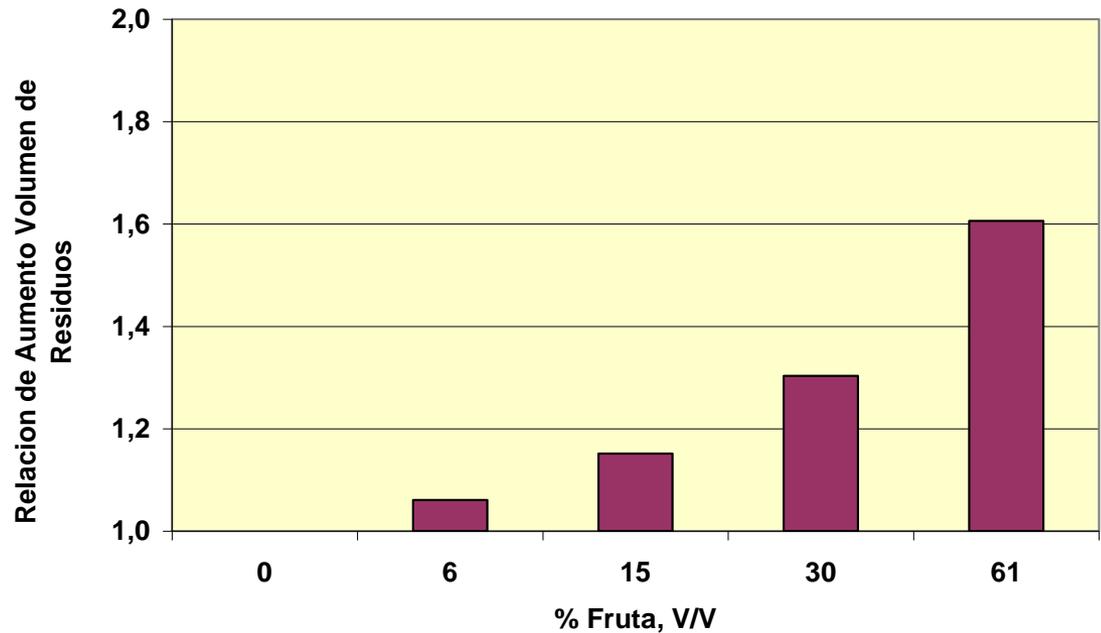


Hasta un 180% de Aumento



Desventajas

Aumento de Residuos



La **DQO** y **SST** del fango digeridos, permanece constante para todas las relaciones de volumen estudiadas.

Aumento del Volumen de producción de residuos (60%) con el consiguiente aumento de los costes de tratamiento y gestión de residuos.

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES.

- I.** Se constata la viabilidad técnica de realizar la **co-digestión** de los fangos mixtos de la EDAR de Alcantarilla **con melazas o sangre de cerdo**, en relaciones de volumen de hasta un **6%**.

- II.** Se determina también la viabilidad de la codigestión de los fangos mixtos con **residuos de frutas y hortalizas triturados**, en relaciones volumen de hasta **un 60%**, y con **Suero lácteo** en un hasta un **12%**.

- III.** En la co-digestión con **melazas** se produce un aumento de eficacia de eliminación de DQO desde un **55%** hasta un **80%**, sin embargo se produce como efecto negativo un **aumento** significativo de la **DQO del fango digerido**, a la vez que se produce **un aumento** de la concentración tanto de **sólidos** volátiles como sólidos totales en el fango digerido, **nitrógeno y fósforo**.

CONCLUSIONES.

- IV.** La co-digestion, utilizando como **co-sustrato restos de frutas y hortalizas trituradas**, no produce aumentos ni en la DQO ni en la concentración de sólidos en el fango digerido, a la vez que, permite aumentar tanto la eficacia de eliminación de DQO, como de sólidos volátiles del digestor, sin embargo, **provoca un aumento** muy significativo de los **caudales de fangos a tratar**.

- V.** La **co-digestión** tanto de **lactosuero** como de **sangre de cerdo** provoca un aumento significativo de la producción de metano, **sin afectar** significativamente a los **rendimientos de eliminación de DQO y SSV del digestor**.

- VI.** La **co-digestión** puede permitir aumentar la **producción de biogas en más de un 200%**, con lo que las EDARs podría llegar a ser **autosostenible**, enérgicamente hablando.

ENSAYOS A NIVEL DE PLANTA PILOTO



Co-digestión de lodos de depuradora con subproductos de la industria química.

EDAR COPERO SEVILLA

AUMENTO PRODUCCION 20%



- ✓ **Dificultad obtención de productos estables y metodología de dosificación precaria**
- ✓ **Posibles Problemas Medioambientales**
- ✓ **Autorización de la Consejería de Medio Ambiente**
- ✓ **Aumentos de las producciones fangos y caudales a deshidratar**

EDAR ARROYO CULEBRO CUENCA BAJA

ACCB

INSTALACIÓN POLIVALENTE PARA LA MEJORA DE LA ELIMINACIÓN DE NITRÓGENO Y FÓSFORO, ASÍ COMO PARA LA CODIGESTIÓN DE SUBPRODUCTOS

Instalación EDAR

- 6 Digestores anaerobios de 6.500 m³/ud
 - 400 m³/día de fango a digestión
- 4 Gasómetros de membrana de 2.500 m³/ud
- 3 Motogeneradores Guascor SFGLD 560
Potencia continua 952 kW_e
- Tratamiento biogás
- 12.000 kWh/día producidos de media



CODIGESTIÓN EDAR ACCB

INSTALACIÓN POLIVALENTE PARA LA MEJORA DE LA ELIMINACIÓN DE NITRÓGENO Y FÓSFORO, ASÍ COMO PARA LA CODIGESTIÓN DE SUBPRODUCTOS



Instalación Codigestión

- Depósito 80 m³
3 Diámetro
12 m altura cilíndrica
- Bombas de alimentación
- Bomba de recirculación
- Válvulas automáticas de alimentación y recirculación.
- Previsión 5 m³/día de dosificación

CODIGESTIÓN EDAR ACCB

Proyecto de construcción

Calculo estructural

Depósito

Conducciones y sistemas de bombeo

Proyecto APQ

ITC MIE **APQ-1** Almacenamiento de Productos líquidos inflamables y combustibles.

ITC MIE **APQ-6** Almacenamiento de líquidos corrosivos

ITC MIE **APQ-7** Almacenamiento de líquidos tóxicos

Proyecto eléctrico certificación ATEX

Certificación OCA y registro de la instalación en industria

Gestor de residuos

- Autorización de la Consejería de Medio Ambiente
- Registro de la actividad
- Identificación fiscal y tasas
- Descripción emplazamiento y actividad
- Plan autocontrol
- Documento sobre Protección ciudadana
- Modificación de Evaluación Ambiental de la instalación.

CODIGESTIÓN EDAR ACCB

CARACTERÍSTICAS CO-SUSTRATO

Fecha	Cantidad (kg)	DQO (mg/l)	pH	NT (mg/l)	PT (mg/l)
15/04/2015	24.740	1.227.500	8,06	34	55
17/04/2015	24.640	1.286.250	7,93	45	4
24/04/2015	24.020	698.750	5,53	34	16
29/04/2015	24.060	556.250	6,32	56	8
30/04/2015	25.420	453.750		58	67
07/05/2015	24.220	286.250	4,77	54	36
08/05/2015	23.360	883.750	4,86	23	34
12/05/2015	23.220	501.250	6,12	34	25
13/05/2015	14.960	1.377.500	7,36	56	23
18/05/2015	22.320	1.085.000	5,86	31	13
20/05/2015	23.540	885.000	4,50	33	15
22/05/2015	24.720	1.175.000	5,33	12	14
26/05/2015	23.620	1.385.000	5,24	9	13
09/06/2015	23.740	1.250.000	2,39	66	17
12/06/2015	25.020	1.150.000	5,31	69	60
18/06/2015	23.660	1.390.000	6,97	32	54

* **Importante Libre de compuestos de Azufre.**

* **Importante libre de sólidos inorgánicos.**

* **Importante no toxico y muy biodegradable.**

CO-DIGESTIÓN EDAR ACCB

Costes de inversión Construcción

164.800 €

Incremento en la producción

Relación	1,2	Kwh/Kg de DQO utilizada
Origen de cálculos (resto del año)	12.337	Kwh de media
Origen de cálculos (jul,ago,sep)	10.127	Kwh de media
Precio de venta del sustrato	25	Euros/Tn
Importe recibido por kwh	0,078	E/kwh

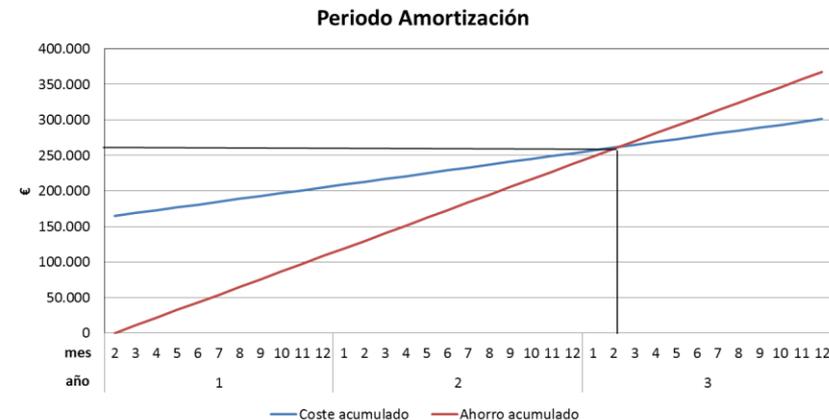
$$kWh_{generados} = kWh_{FangosMixos} + kWh_{Sustrato}$$

$$kWh_{Sustrato} = kgDQO_{sustrato} \times \frac{0,35m^3 \text{ metano} / kgDQO}{0,65m^3 \text{ metano} / m^3 \text{ biogás}} \times 2,3kWh / m^3$$

Periodo de Retorno Inversion

Coste final kWh	0,078 €
Media kWh en exceso	139.500
Ahorro por kW no consumidos a la red	10.800 €
Coste Aporte sustrato (mensual)	2.900 €
Incremento en mantenimientos (mensual)	1.100€

**Periodo de amortización
26 meses**



CODIGESTIÓN EDAR ACCB

SITUACION ACTUAL

PRODUCCION 24.000 kwh/día

AUMENTO PRODUCCION 100%

**PRODUCCION DEL HASTA UN 90%
DEL CONSUMON**

CO-DIGESTIÓN DE LODOS DE DEPURADORA CON SUBPRODUCTOS DE LA INDUSTRIA QUÍMICA.



meta

Seminario Técnico
LODOS: PRODUCCIÓN Y
APROVECHAMIENTO

