

# Digestión anaerobia de la fracción líquida obtenida de la carbonización hidrotermal de lodos de EDAR

M<sup>a</sup> Ángeles de la Rubia

Sección de Ingeniería Química. Universidad Autónoma de Madrid

## Alternativas de gestión fase líquida de CHT

### Características FLCHT

Tiempo

Temperatura

≤ 15-20% C inicial:

- AGV, azúcares, etc
- Compuestos recalcitrantes

Valor elevado de DQO:

- 60 g/L FORU
- 40-50 g/L res. agrícolas
- 25-50 g/L lodos (1<sup>ro</sup>, mixto, digerido)

# Introducción

## Alternativas de gestión fase líquida de CHT

Características FLCHT

Alternativas de gestión de la fase líquida de la carbonización hidrotérmica de residuos orgánicos

Mat. prima para prod. químicos

Reciclado en CHT consecutiva

Oxidación por vía húmeda

Estabilización biológica

Degradación aerobia

Degradación anaerobia

Poco estudiado

# Objetivo general

Evaluar la digestión anaerobia como tecnología para valorizar la fracción líquida de la carbonización hidrotérmal de lodo secundario de EDAR

**1** Efecto de: origen y concentración de inóculo (CI), relación inóculo/sustrato (RIS) (discontinuo)

**2** Digestión de fango primario con la FLCHT de lodo secundario. Efecto del % de mezcla de cada sustrato (discontinuo y semicontinuo)

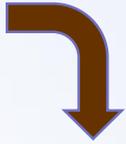
**3** Digestión anaerobia de FLCHT de lodo secundario mediante reactor UASB

**4** Co-digestión de FLCHT de lodo secundario con FORU (discontinuo: mesofílico y termofílico)

# Sustratos utilizados



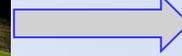
**Lodo 2<sup>rio</sup>  
EDAR**



**Carbonización  
Hidrotérmica**



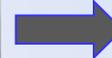
**Fracción  
Líquida CHT**



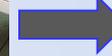
**Fango  
Primario**



**FORU sin  
pretratar**



**Trituradora**

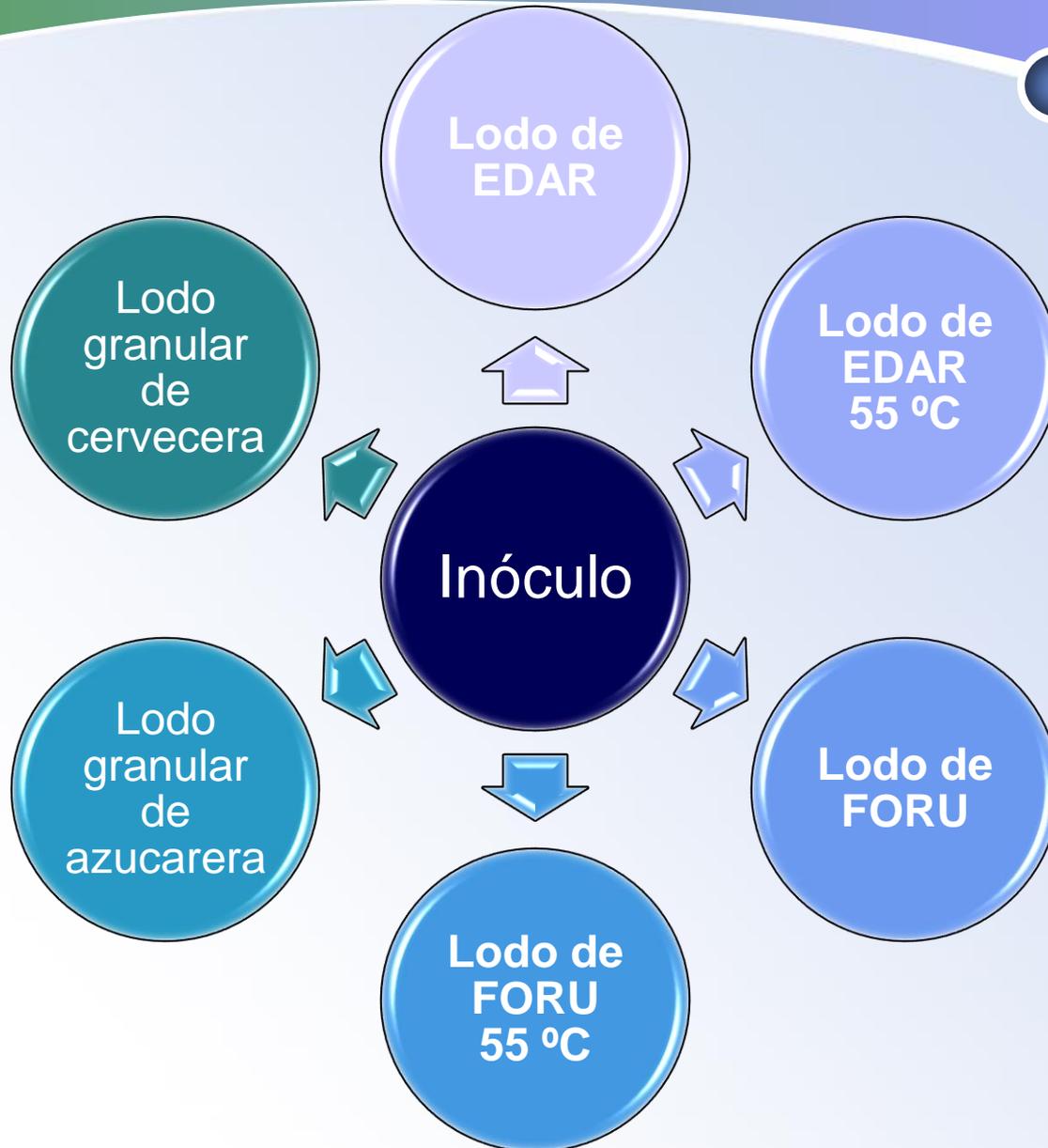


**Tamiz 20 mm**



**FORU a  
digerir**

# Inóculos utilizados



# 1 Efecto de: origen y concentración de inóculo, relación inóculo/sustrato (discontinuo)

pH, Alcalinidad, AGV, NHx-NTK, DQO

Biogas

3 inóculos:  
MS, BW, SB

2 Relaciones inóculo  
sustrato: 2 y 1

2 concentraciones de  
inóculo: 10 y 25 g DQO/L

12  
Ensayos



- $V_{\text{reactor}} = 120 \text{ mL}$
- $V_{\text{trabajo}} = 60 \text{ mL}$
- $T = 35 \text{ }^{\circ}\text{C}$

1

## Efecto de: origen y concentración de inóculo, relación inóculo/sustrato (discontinuo)

En general se observaron valores adecuados de:

**pH: 7,5-8**

**Alcalinidad: 1900-6000 mg CaCO<sub>3</sub>/L**

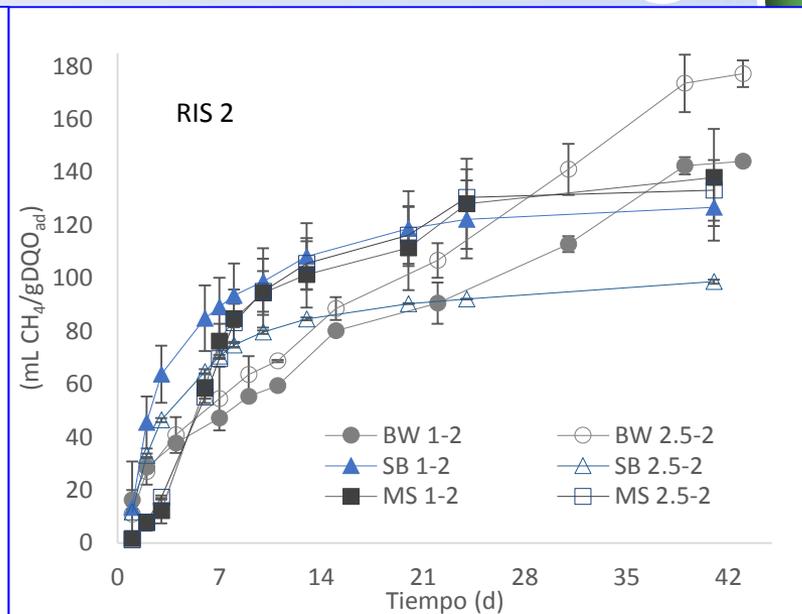
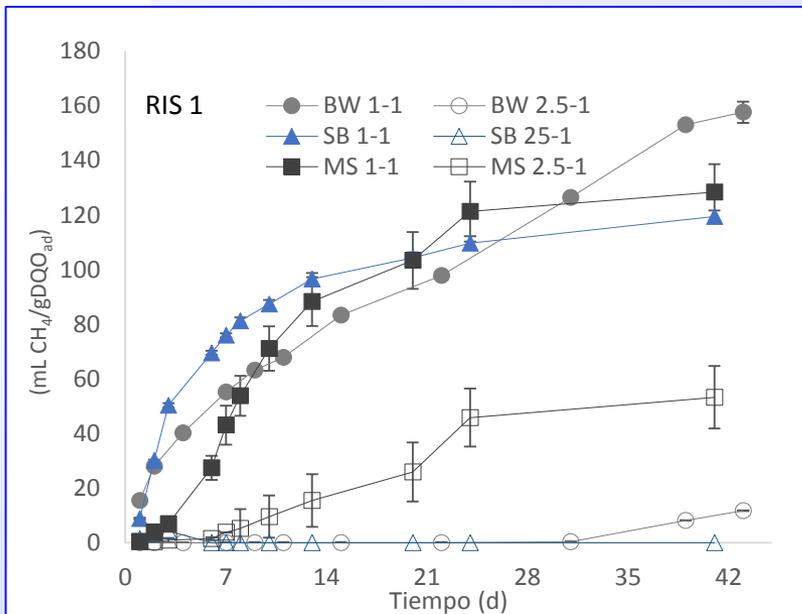
**Nitrógeno amoniacal: < 1000 mg N/L, ≈2000 (CI=1, RIS=1)**

**AGV ≈ 0, excepto (CI=1, RIS=1)**

**DQO remanente compuestos recalcitrantes**

Villamil, J.A., Mohedano, A.F., Rodriguez, J.J., de la Rubia M.A. 2017. Valorisation of the liquid fraction from hydrothermal carbonisation of sewage sludge by anaerobic digestion. J. Chem. Technol. Biotechnol. In press

# 1 Efecto de: origen y concentración de inóculo, relación inóculo/sustrato (discontinuo)



**Lodo de EDAR (MS)**

**127±13 mL CH<sub>4</sub>/g DQO (1-2)**

**Lodo granular azucarera (SB)**

**138±18 mL CH<sub>4</sub>/g DQO (1-2)**

**Lodo granular cervecera (BW)**

**177±5 mL CH<sub>4</sub>/g DQO (2,5-2)**

- Origen y tipo de inóculo. Un inóculo bien granulado (BW) > rendimiento de CH<sub>4</sub>.
- Considerar diferentes RIS (2) y CI.

De la Rubia, M.A., et al., 2017. Effect of inoculum source on the anaerobic digestion of the liquid fraction from hydrothermal carbonisation of sewage sludge. Waste Manage. Under review

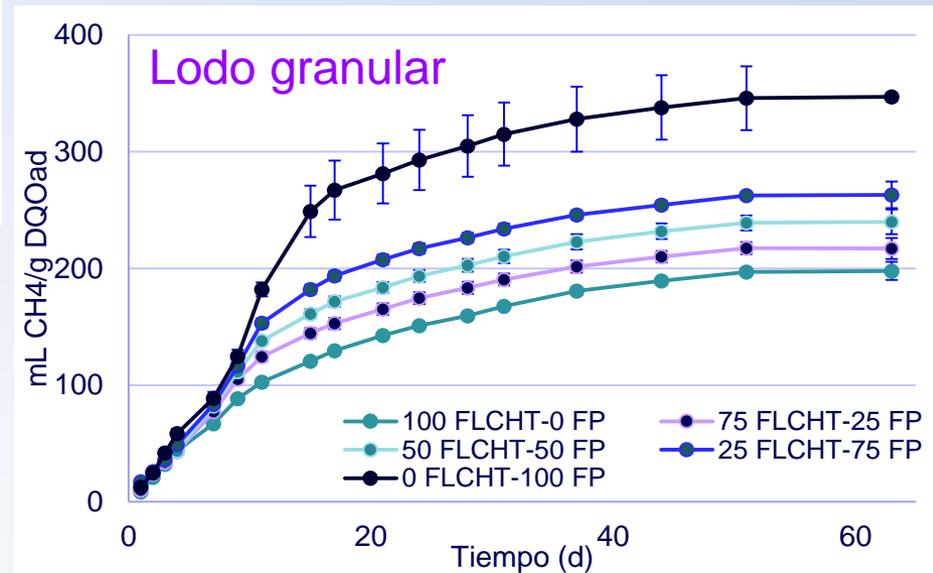
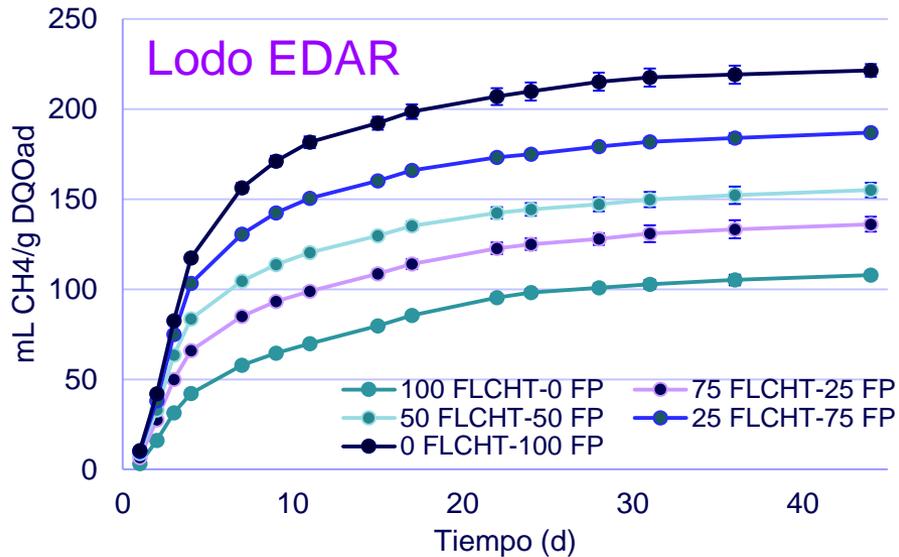
2A

Digestión de fango primario con la FLCHT de lodo secundario.  
Efecto del % de mezcla de cada sustrato (discontinuo)



2A

# Digestión de fango primario con la FLCHT de lodo secundario. Efecto del % de mezcla de cada sustrato (discontinuo)



- Cinética más lenta con LG, pero mayor rendimiento en metano.
- Altos % FLCHT, disminuyen la producción de metano.
- Mejor relación: 25% de FLCHT y 75% de FP.
- No se han detectado AGV al final de la experimentación

## 2B

# Digestión de fango primario con la FLCHT de lodo secundario. Efecto del % de mezcla de cada sustrato (semicontinuo)



- $V_{\text{reactor}} = 2,4 \text{ L}$
- $V_{\text{trabajo}} = 2 \text{ L}$
- $T = 35 \text{ y } 55 \text{ }^\circ\text{C}$

2 inóculos: meso-  
y termofílico

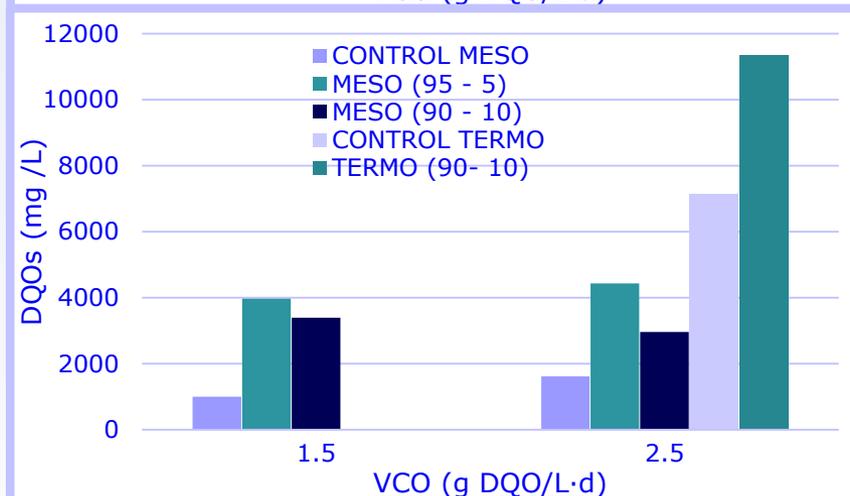
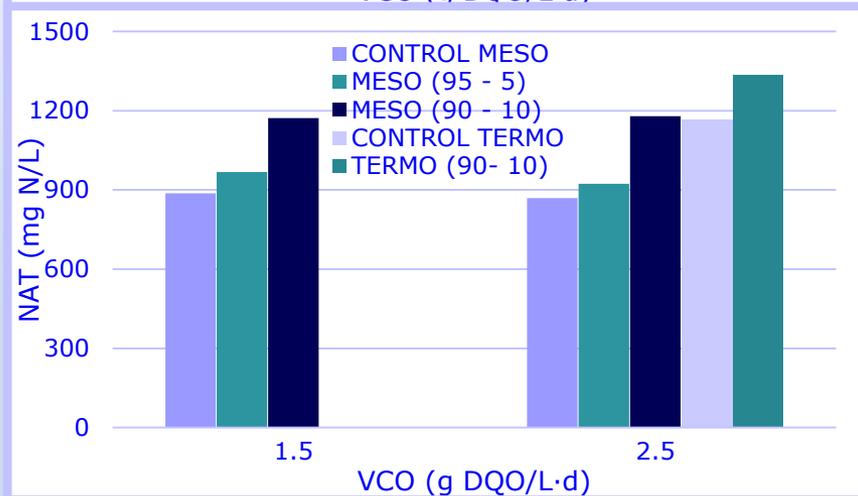
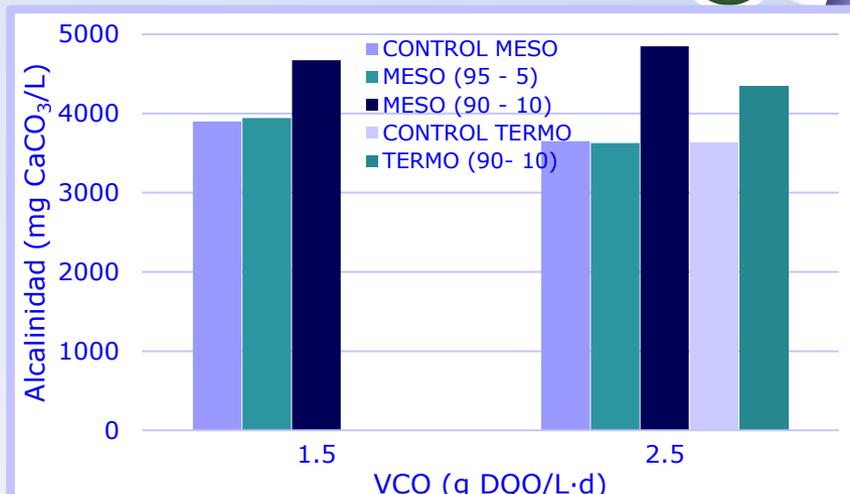
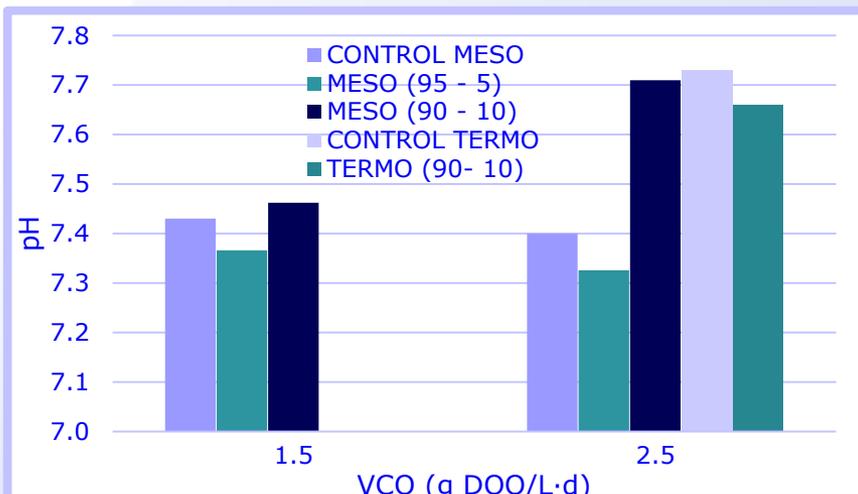
4 mezclas FP-FLCHT: 100,  
75-25, 90-10 y 95-5%

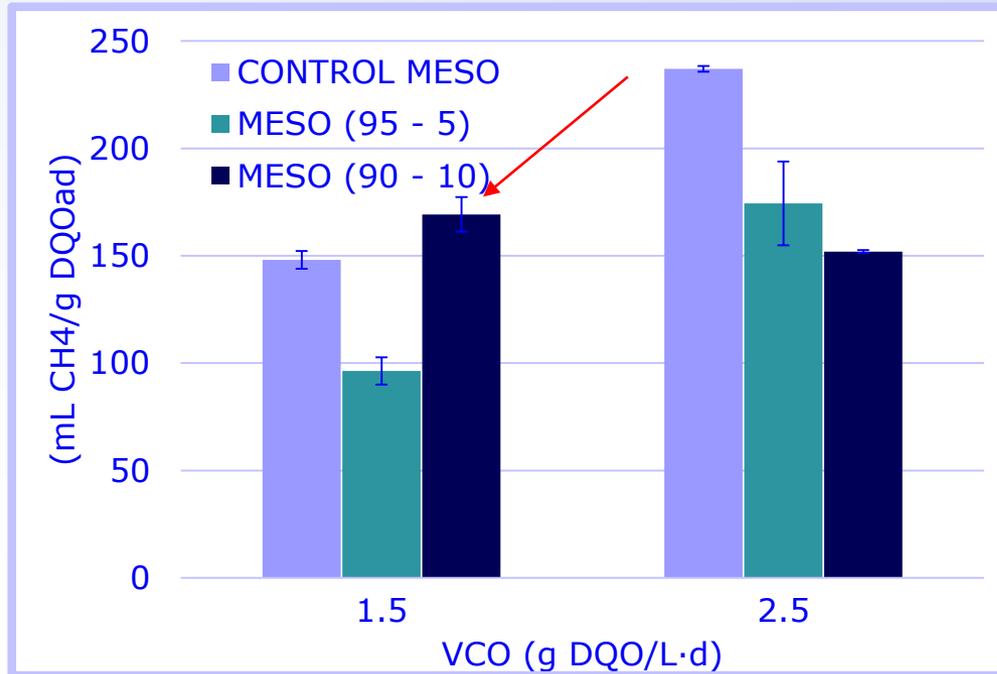
2 temperaturas:  
(35, 55°C)

2 VCO: 1,5 y 2,5  
g DQO/L-d

12  
Ensayos

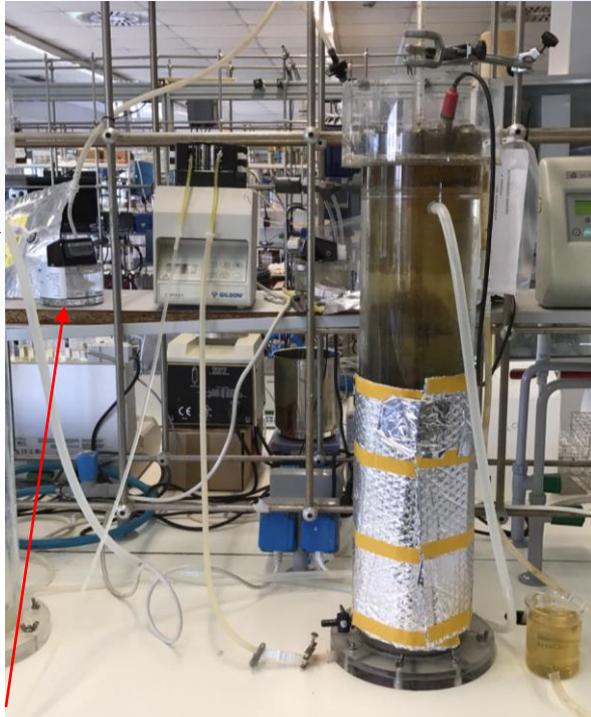
## Digestión de fango primario con la FLCHT de lodo secundario. Efecto del % de mezcla de cada sustrato (semicontinuo)





- La mezcla 90 FP-10 FLCHT supera al control
- El proceso termofílico se inhibe

### 3 Digestión anaerobia de FLCHT de lodo secundario mediante reactor UASB



Bolsa tedlar

Contador de biogas

- $V_{\text{reactor}} = 5,4 \text{ L}$
- $T = 35 \text{ }^\circ\text{C}$

1 inóculo:  
lodo granular

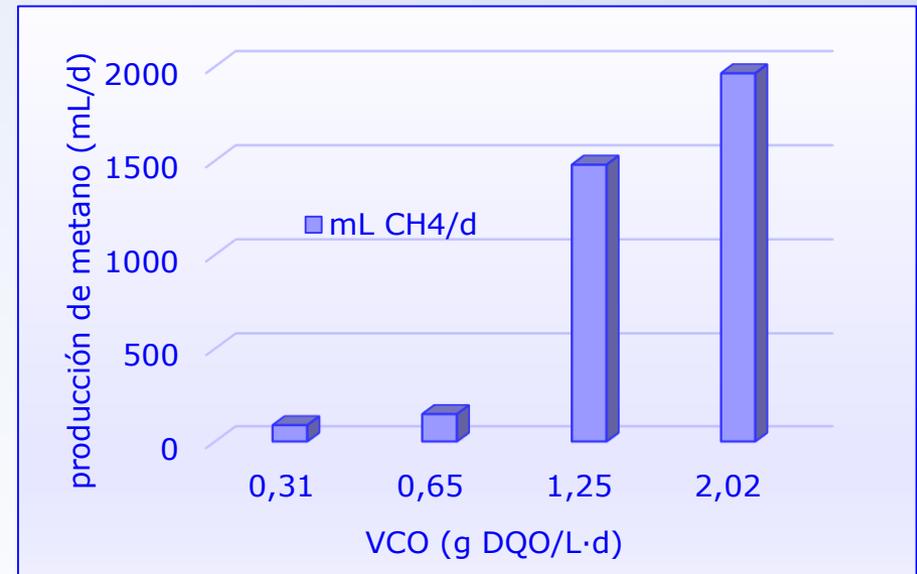
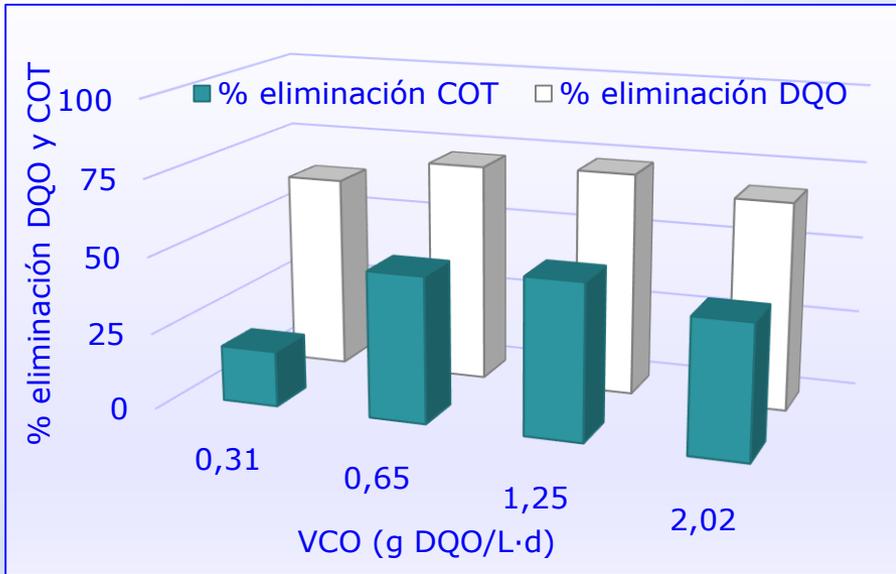
Mezcla 50-50  
glucosa-FLCHT

Temperatura:  
(35 °C)

5 VCO: 0,3-4  
g DQO/L·d

5  
Ensayos

# 3 Digestión anaerobia de FLCHT de lodo secundario mediante reactor UASB





- $V_{\text{reactor}} = 1 \text{ L}$
- $V_{\text{trabajo}} = 0,5 \text{ L}$
- $T = 35 \text{ y } 55 \text{ }^\circ\text{C}$

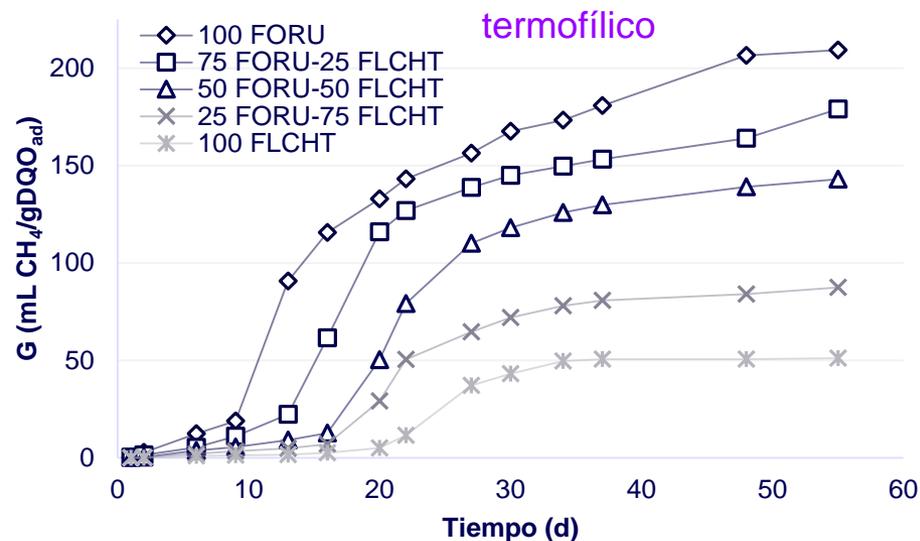
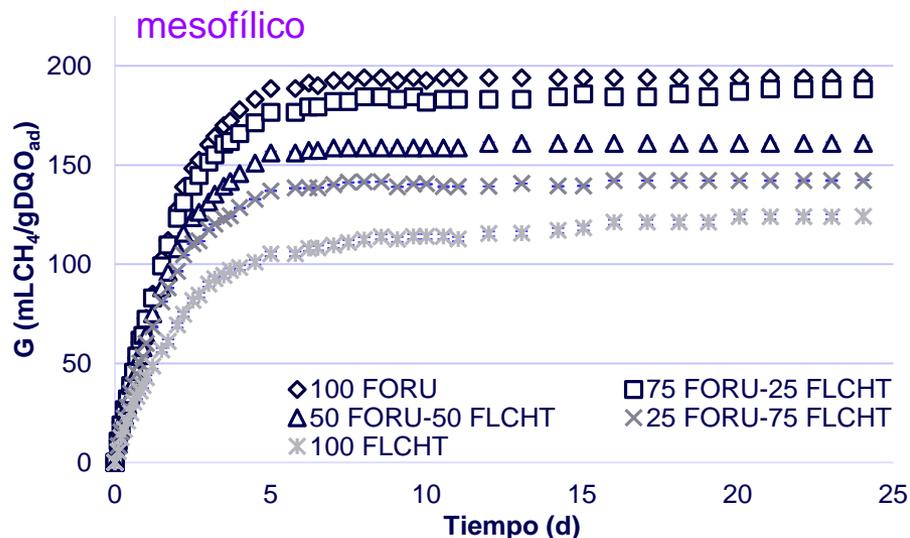
2 inóculo: lodo de FORU (35, 55 °C)

5% mezclas FLCHT-FORU

2 temperaturas:  
(35, 55 °C)

1 CI, 1 RIS

10  
Ensayos



- Altos % FLCHT, disminuyen la producción de metano
- La co-digestión 25 FLCHT-75 FORU a 35 °C alternativa de tratamiento.

De la Rubia, M.A., et al., 2017. Mesophilic anaerobic co-digestion of OFMSW with the liquid fraction from hydrothermal carbonization of sewage sludge. Waste Manage. Submitted

Gracias!!

RYC-2013-12549



Nuevos adsorbentes y catalizadores obtenidos por carbonización hidrotérmica y activación de residuos biomásicos para tratamiento de aguas. CTM2016-76564-R.

Valorización de residuos sólidos orgánicos mediante carbonización hidrotérmica y digestión anaerobia. CEAL-AL/2015-29

