

VALORALGAE

Evaluación del proceso de digestión anaerobia de algas de arribazón

30/11/2021



Fondo Europeo Marítimo y de Pesca (FEMP)



ÍNDICE



1. Objetivo
2. Parámetros operacionales
3. Ensayos en digestor CSTR
4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión
5. Conclusiones

ÍNDICE



1. Objetivo

2. Parámetros operacionales

3. Ensayos en digestor CSTR

4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión

5. Conclusiones

1. Objetivo



- Evaluar la producción de biogás de las algas en modo continuo (CSTR)
 - Mono-sustrato
 - Mezcla de co-digestión

ÍNDICE



1. Objetivo

2. Parámetros operacionales

3. Ensayos en digestor CSTR

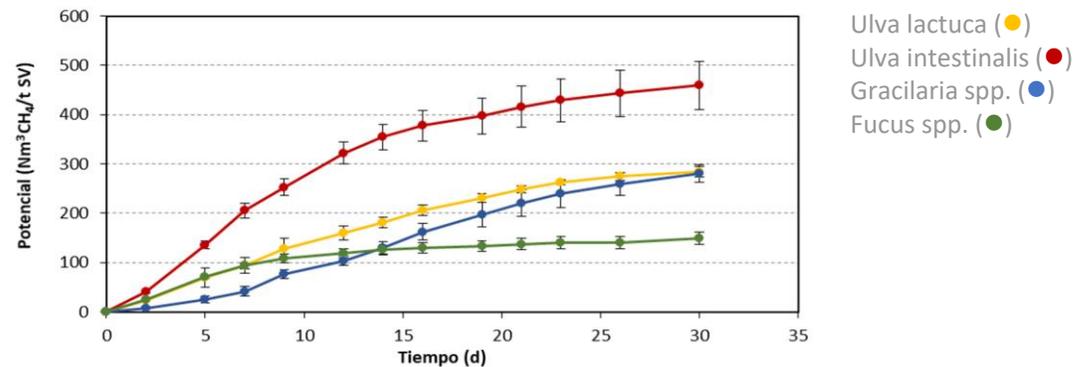
4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión

5. Conclusiones



2. Parámetros operacionales

2.1 Ensayos discontinuos



Muestra	Potencial (Nm³ CH₄/t SV)	Potencial (Nm³ CH₄/t)	Biodegradabilidad (%)
<i>Ulva lactuca</i>	300,1	23,5	50,1



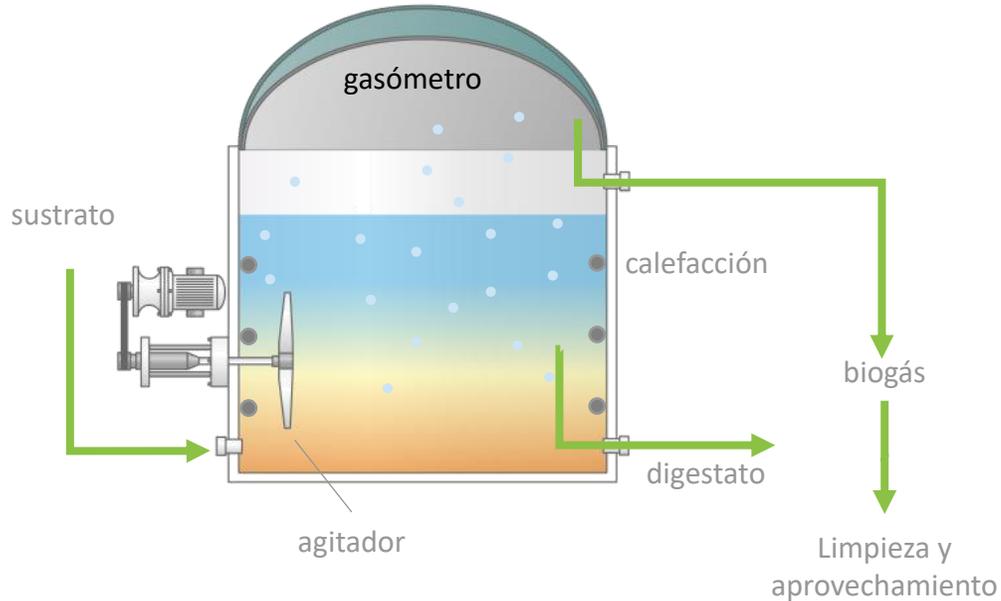
Ensayo de corta duración
Condiciones óptimas

La operación en continuo simula la operación "real" de un digestor.



2. Parámetros operacionales

2.2 Ensayos en continuo



Reactor CSTR: Consiste en un reactor en el que se mantiene una distribución uniforme de concentraciones, tanto de sustrato como de microorganismos mediante un sistema de agitación.

Esta tipología de reactor es el más utilizado para residuos.

Objetivo: encontrar la **carga de alimentación óptima** que genere la máxima producción de gas.

$$VCO = \frac{Q \cdot [SV]}{V} = \frac{[SV]}{TRH} \quad (\text{Kg SV/m}^3 \cdot \text{d})$$

Altas cargas orgánicas proporcionan **altas producciones** volumétricas de biogás aunque también aumenta el riesgo de sobrecargas puntuales que conllevan a la acidificación del reactor.



ÍNDICE



1. Objetivo

2. Parámetros operacionales

3. Ensayos en digestor CSTR

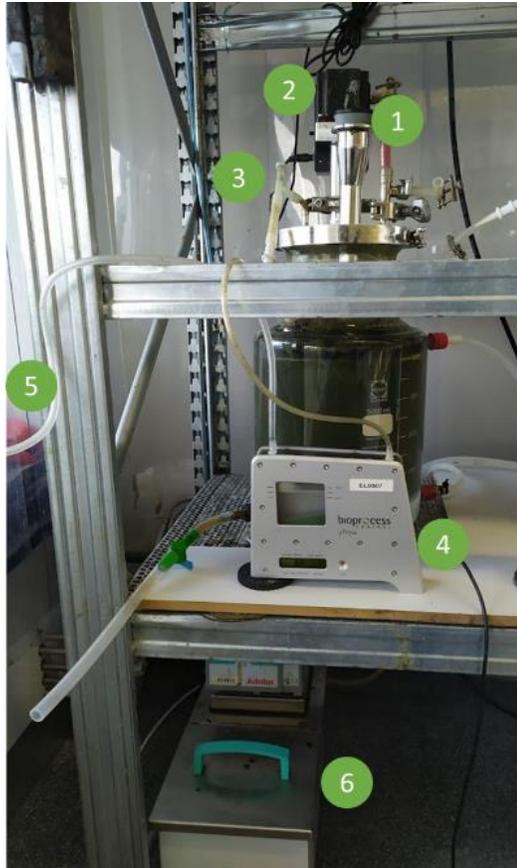
4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión

5. Conclusiones

3. Ensayos en digestor CSTR



3.1 Digestor CSTR (4,3 L)



1. Sistema de inyección de alimentación
2. Agitador mecánico
3. Puerto de muestreo de gas
4. Caudalímetro de biogás
5. Almacenamiento de biogás
6. Sistema de calentamiento

Alimentación triturada



Operación CSTR

Temperatura: rango mesofílico (36 °C)

Agitación: continua

Concentración de sólidos: vía húmeda (ST: 9-12 % y SV: 6-8 %)

Tiempo de retención: 30 días

Alimentación: 140 - 150 g/d

Velocidad de carga: 2,0 - 2,7 kgSV/m³·d



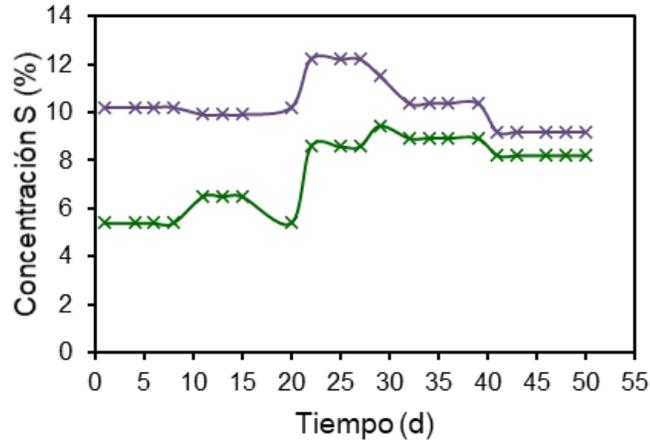
3. Ensayos en digestor CSTR

3.2 Resultados

Entrada

ST (x)

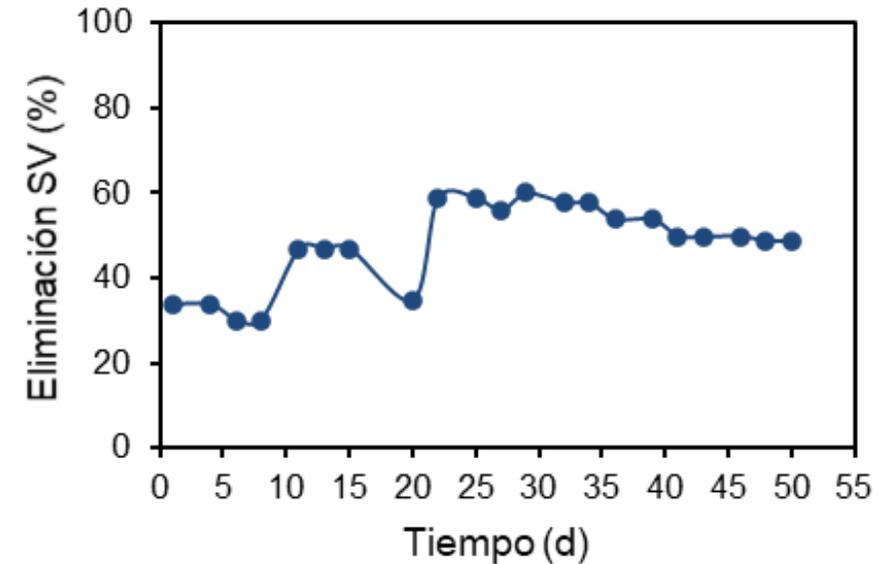
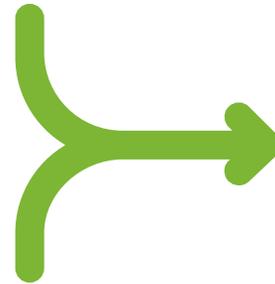
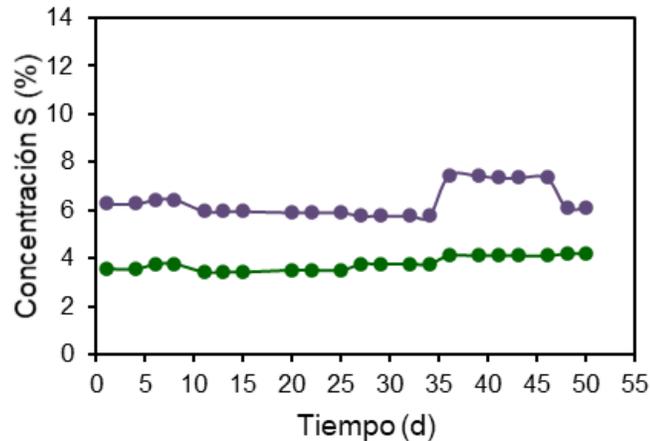
SV (x)



Salida

ST (●)

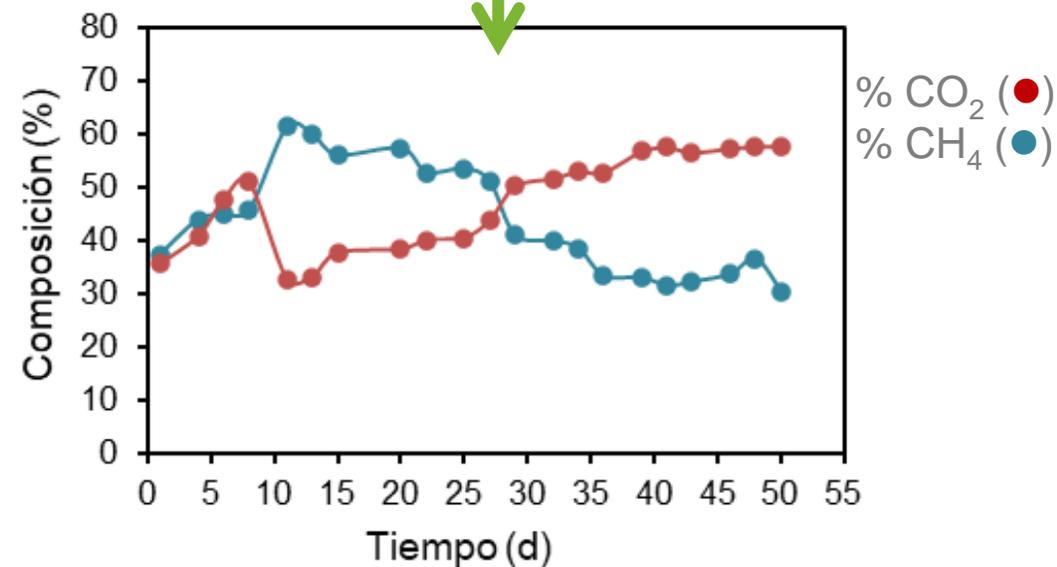
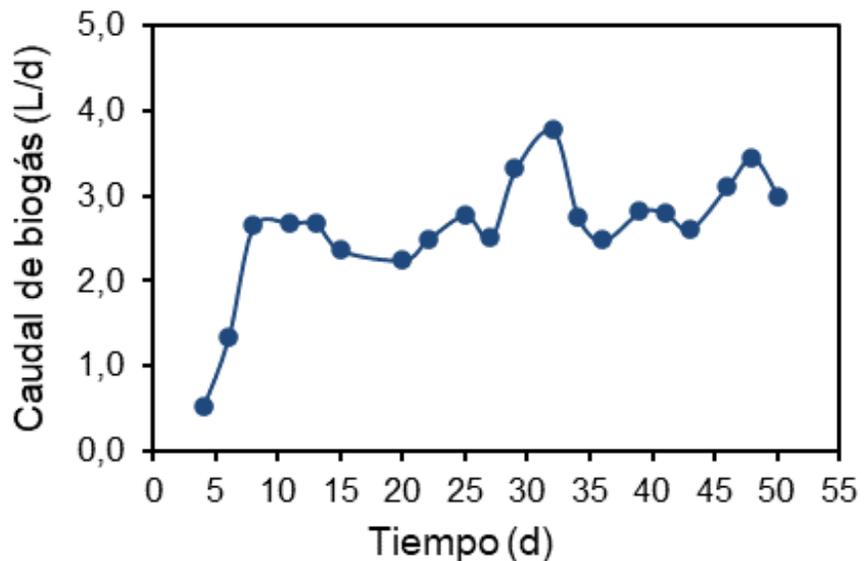
SV (●)



3. Ensayos en digestor CSTR



3.2 Resultados

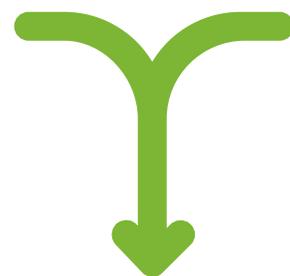
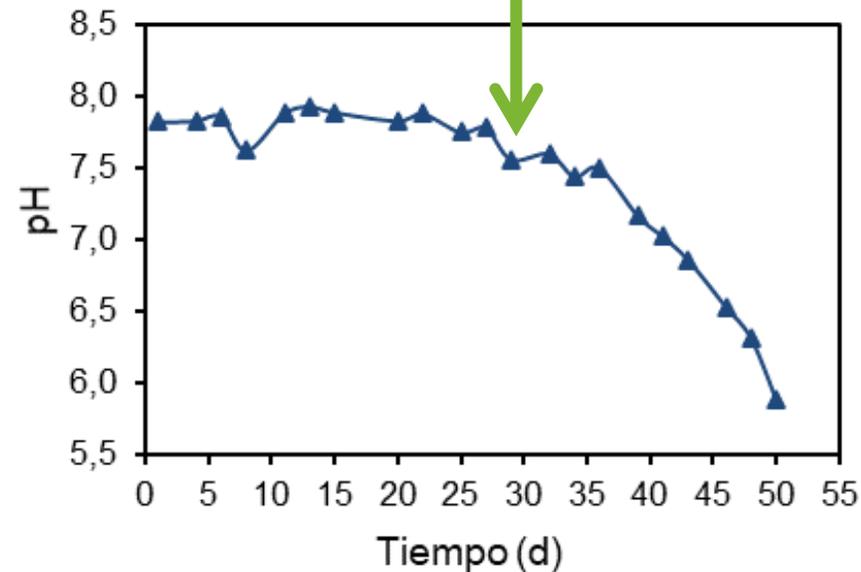
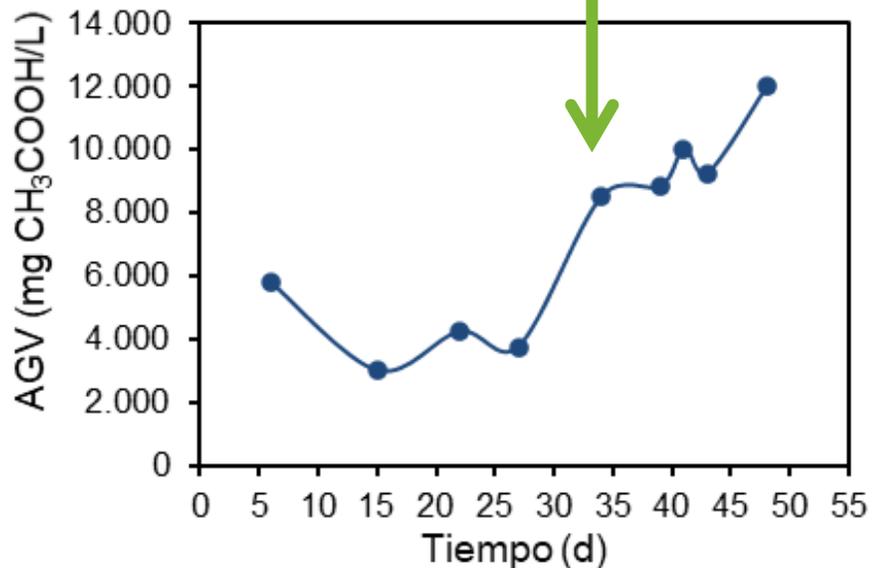


Producción de biogás en continuo: 21 m³ biogás/t
Disminución de la concentración de CH₄

3. Ensayos en digestor CSTR



3.2 Resultados



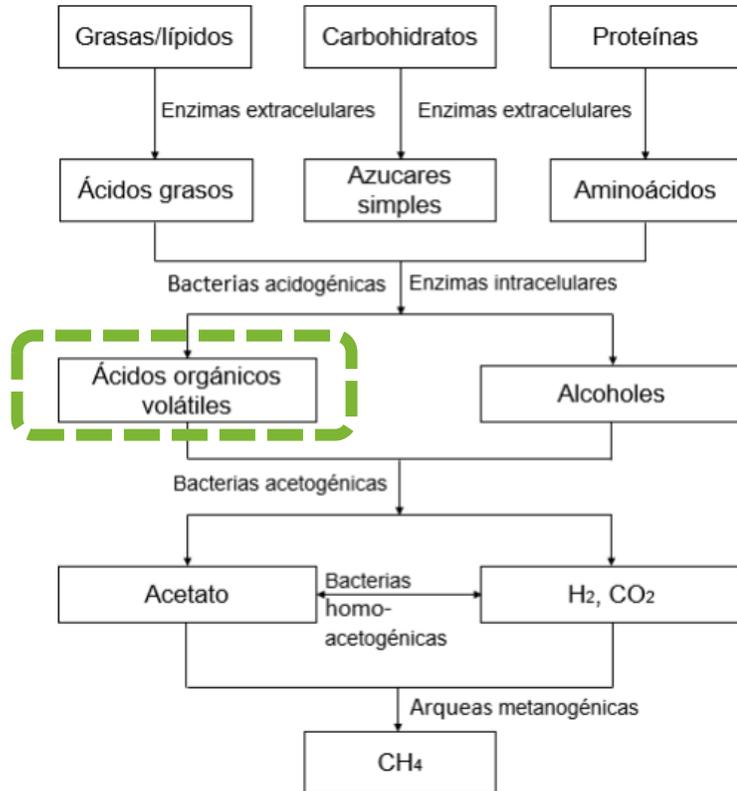
Acumulación de AGVs y caída del pH

Inestabilidad del reactor



3. Ensayos en digestor CSTR

3.3 Análisis de causas



➤ Limitaciones asociadas a:

- Relación C:N
- Presencia elevada de compuestos de azufre
- Presencia de metales pesados
- Estructura y pared celular compleja
- Liberación de polisacáridos complejos
- Presencia de polifenoles
- Presencia de toxinas

Relación C:N óptima → 20:1 g/g

Relación C:N Ulva → 35:1 g/g



ÍNDICE



1. Objetivo

2. Parámetros operacionales

3. Ensayos en digestor CSTR

4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión

5. Conclusiones

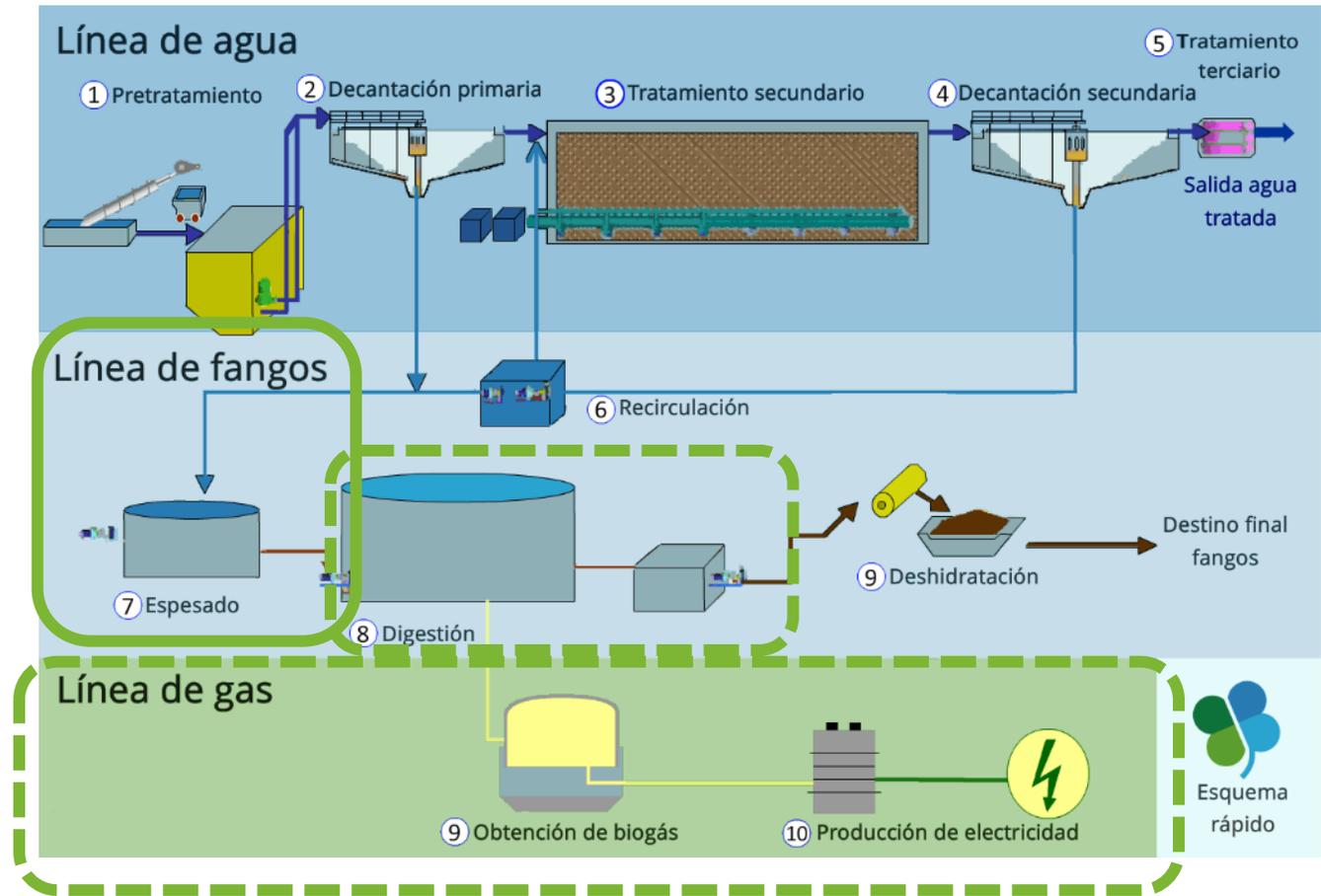
4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión



4.1 Co-sustratos



Esquema de una EDAR (A Coruña)



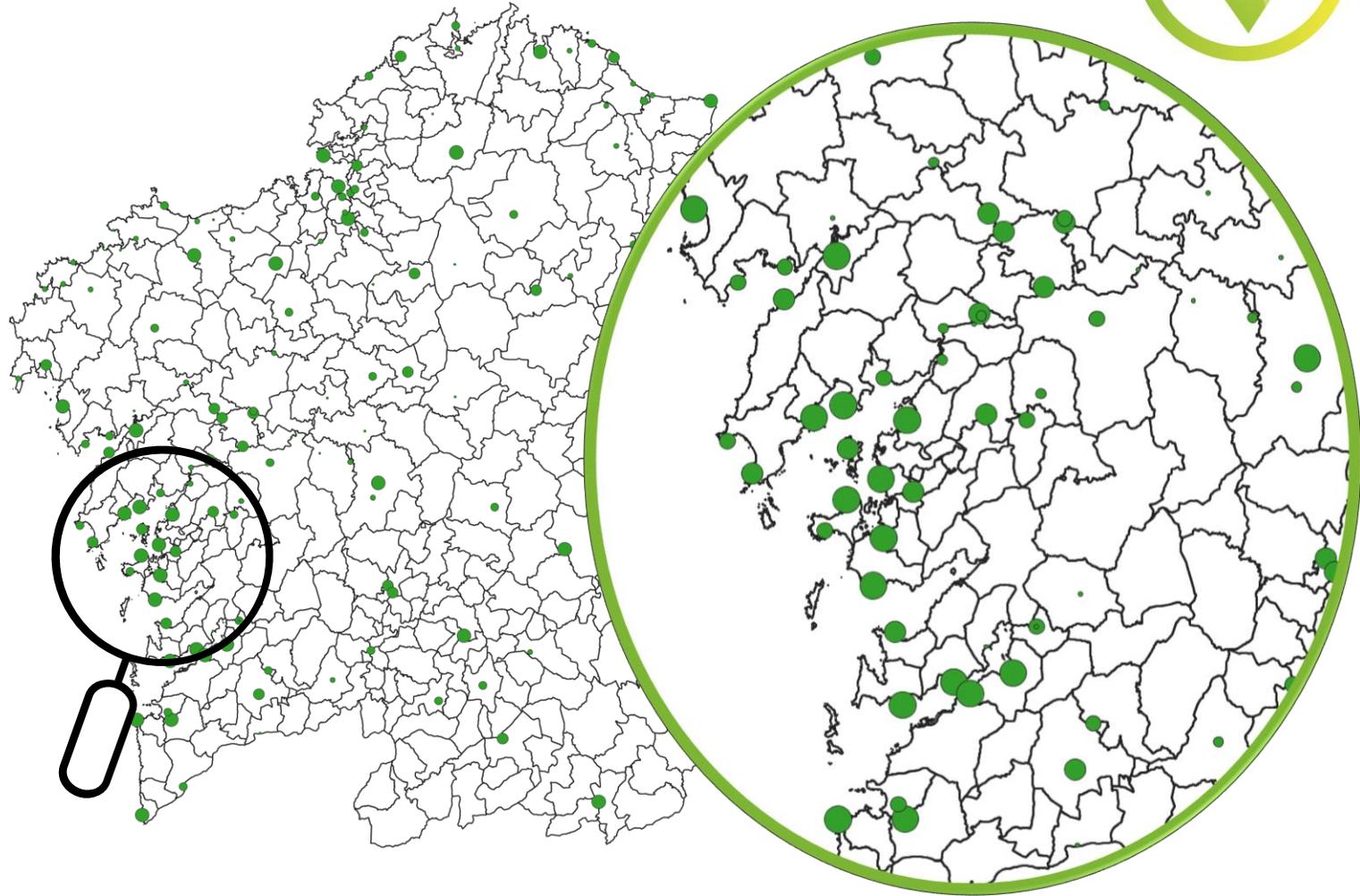
4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión



4.1 Co-sustratos



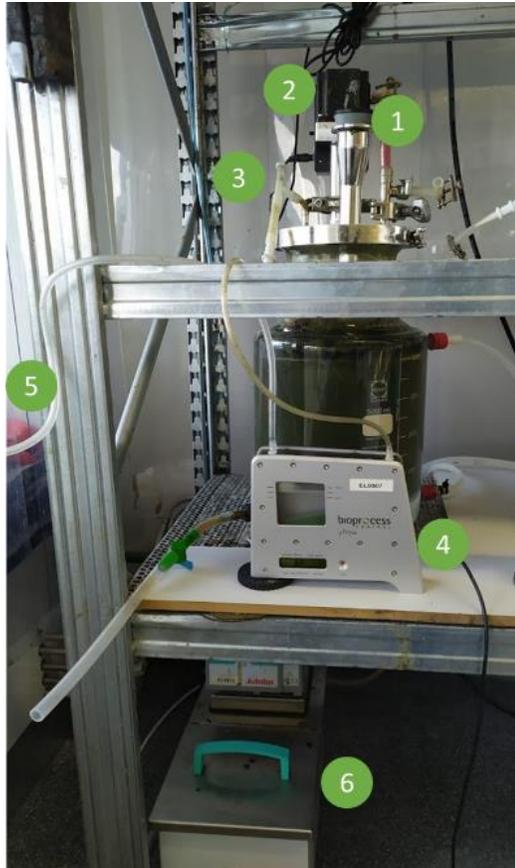
Otros usos



4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión



4.2 Digestor CSTR (4,3 L)



Ulva:

ST: 10,0 – 11,5 %

SV: 6,5 – 8,5 %

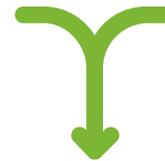
C:N Ulva: 35 g/g

Fango espesado:

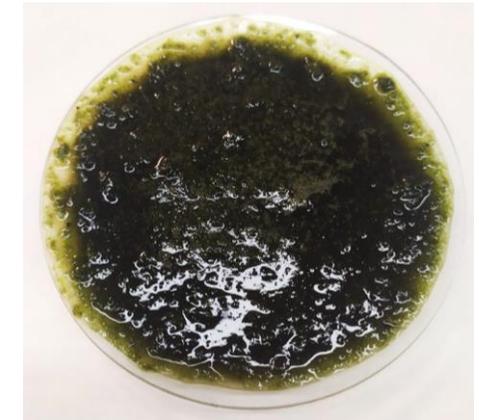
ST: 4,0 – 4,3 %

SV: 3,4 – 3,6 %

C:N fango: 6,5 g/g



Alimentación triturada
50 % alga + 50 % fango espesado



Operación CSTR

Concentración de sólidos: vía húmeda (ST: 4-6 % y SV: 4-5 %)

Tiempo de retención: 30 días

Alimentación: 140 - 150 g/d

Velocidad de carga: 1,5 – 2,0 kgSV/m³·d

4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión

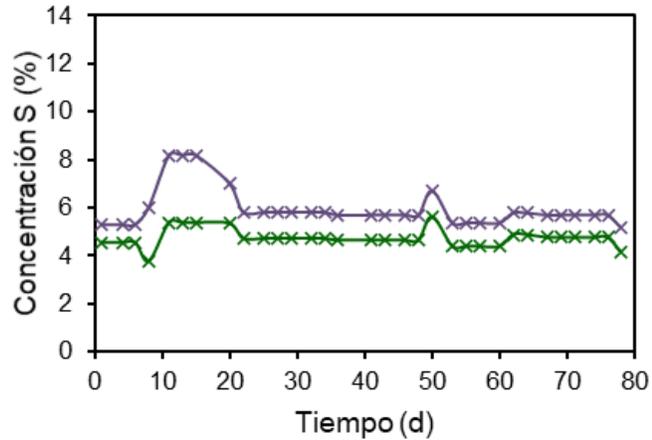


4.3 Resultados

Entrada

ST (x)

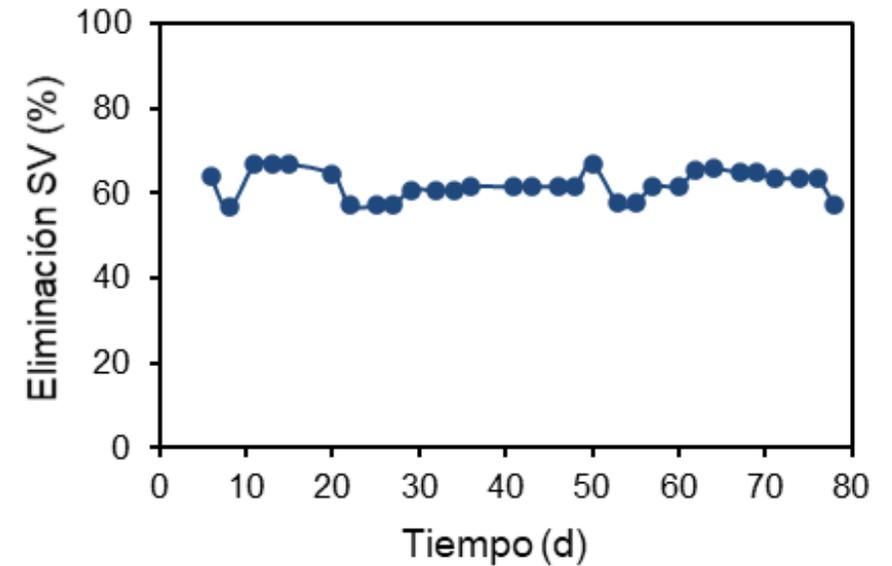
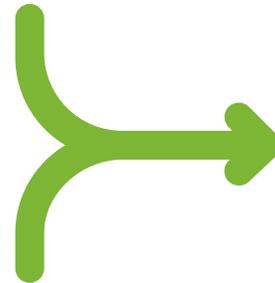
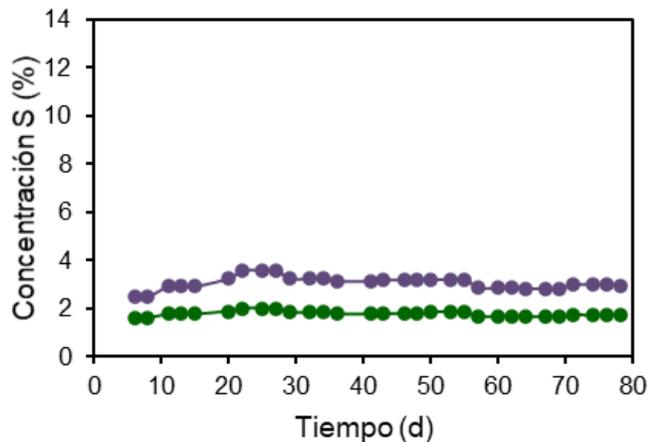
SV (x)



Salida

ST (●)

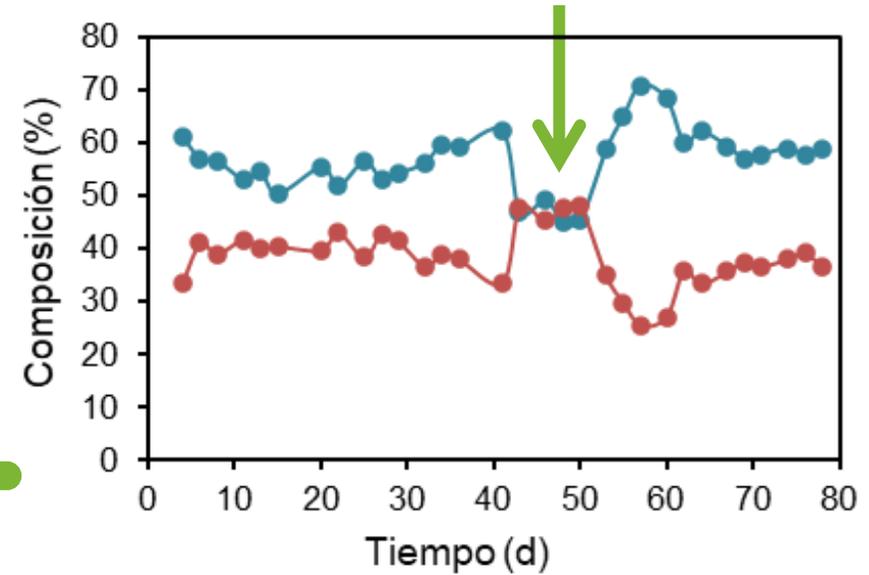
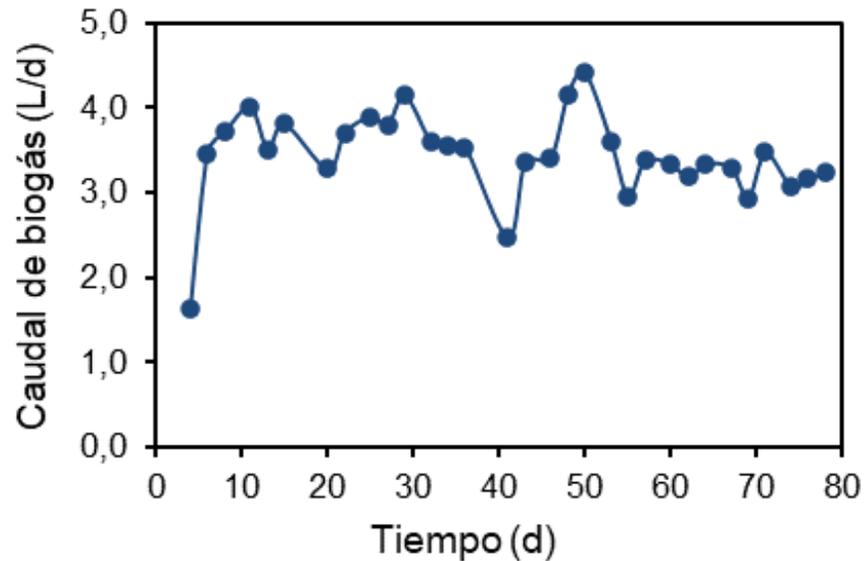
SV (●)



4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión



4.3 Resultados



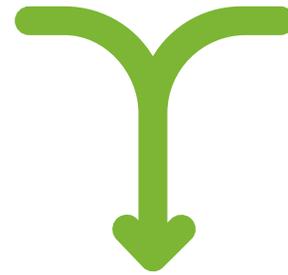
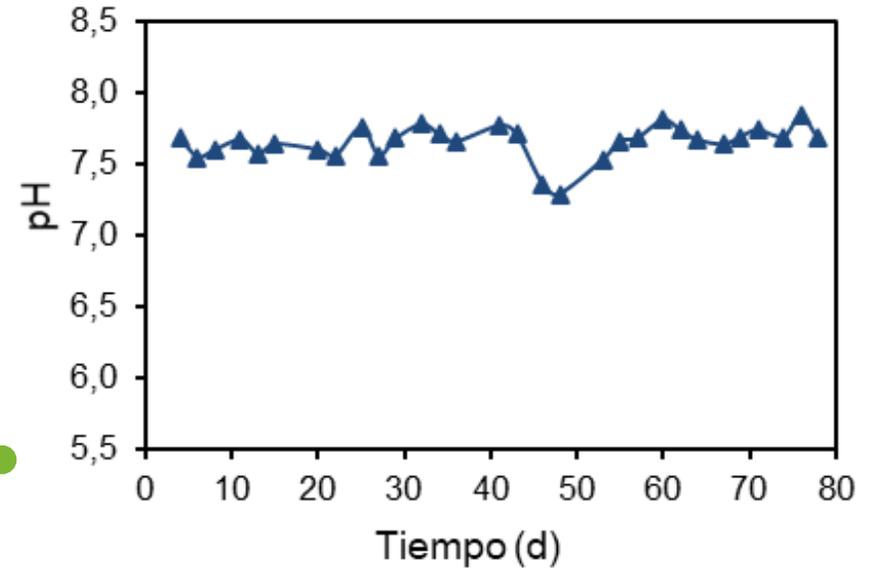
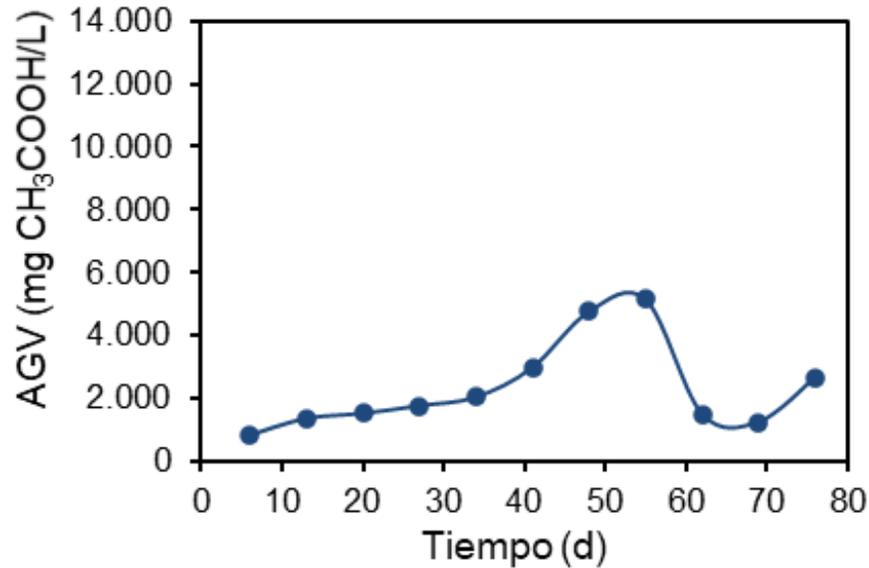
Composición en términos de CO₂ (●) y CH₄ (●)

Producción de biogás en continuo: **25 m³ biogás/t_{mezcla}**
Disminución puntual de la concentración de CH₄

4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión



4.3 Resultados



Acumulación de AGVs puntual y sin caída del pH

Estabilidad del reactor

ÍNDICE



1. Objetivo

2. Parámetros operacionales

3. Ensayos en digestor CSTR

4. Ensayos en digestor CSTR-codigestión

5. Conclusiones

5. Conclusiones



- La digestión anaerobia con mono-sustrato presentó problemas operacionales.
 - ✘ Las limitaciones pueden ser debidas a una baja relación C:N.
- Los fangos espesados de EDAR podría equilibrar parámetros
- La co-digestión anaerobia ha permitido mantener la estabilidad del sistema.
 - ✓ Trabajando con una VCS de $1,5 - 2 \text{ kgSV/m}^3 \cdot \text{d}$ se pueden obtener $25 \text{ Nm}^3_{\text{biogas}}/\text{t}_{\text{mezcla}}$.





Gracias por su atención

Mónica Figueroa Leiro
monica.figueroa@energylab.es

www.valoralgae.es/



VICEPRESIDENCIA
TERCERA DEL GOBIERNO
MINISTERIO
PARA LA TRANSICIÓN ECOLÓGICA
Y EL RETO DEMOGRÁFICO



Fundación Biodiversidad



Unión Europea

Fondo Europeo Marítimo y
de Pesca (FEMP)

