

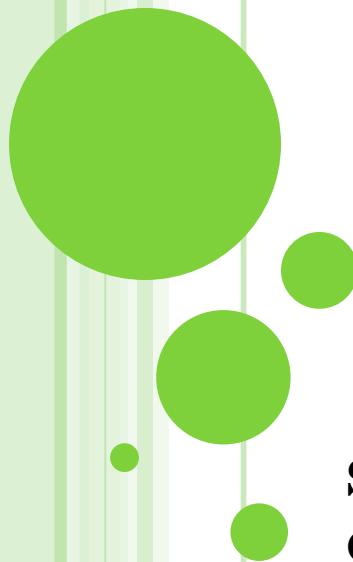


Universidad Autónoma
de Madrid



FACULTAD DE
CIENCIAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

CARACTERIZACIÓN Y TRATAMIENTO ANAEROBIO DE LAS AGUAS DE PROCESO DE LA CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL



M^a de los Ángeles de la Rubia

Departamento de Ingeniería Química

Universidad Autónoma de Madrid

Seminario Técnico: Tratamiento de Aguas Industriales
Oviedo, julio 2019

meta

1. INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA ACTUAL EN GESTIÓN DE RESIDUOS

Europa: ~10 millones t/año (b.s.)

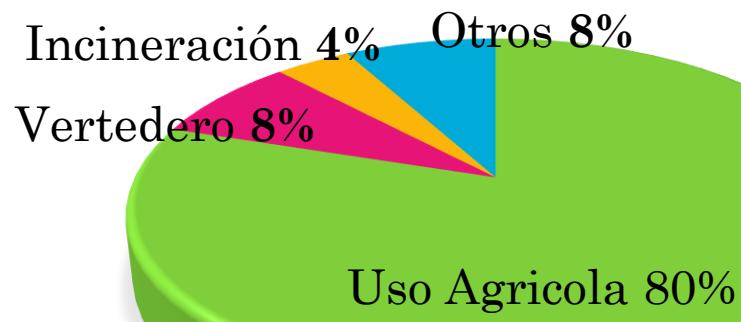


LODOS DE EDAR

España: ~1,4 millones t/año (b.s)

Tratamiento:

- Compostaje
- Digestión aerobia
- Digestión anaerobia



Destino Final

1. INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA ACTUAL EN GESTIÓN DE RESIDUOS

España: 50 millones t/año (porcino)

DEYECCIONES EN GANADERÍA

Utilización agronómica



Compostaje



Almacenamiento



RD 261/1996, de 16 de febrero, 170 kg N/ Ha · año

1. INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA ACTUAL EN GESTIÓN DE RESIDUOS

BIOMASA MICROALGAL



**Concentración
de la biomasa**



Lípidos y
ácidos grasos

Carbohidratos

Proteinas

Biodiesel

Bioetanol

Biogas

Lagunas de
microalgas



1. INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA ACTUAL EN GESTIÓN DE RESIDUOS

Vías alternativas

Valorización Energética

	Pirólisis	Gasificación	Carbonización hidrotermal (CHT)	
Temperatura (°C)	400 - 800	600 - 900	180 - 300	
Tiempo	5 min - 24 h	10 - 20 s	min - 24 h	
Rendimiento (%)	Sólido Líquido Gas	25 - 35 20 - 30 25 - 35	<10 < 5 > 85	45 - 70 5 - 25 5 - 25

Proceso en medio acuoso

Emisiones de CO₂ menores que en vertedero o compostaje.

No emisiones de olores.

Adeuada gestión de la fase acuosa.



1. INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA ACTUAL EN GESTIÓN DE RESIDUOS

Alternativas de gestión de las aguas de proceso de CHT

Características APCHT

Tiempo

Temperatura

- $\leq 15\text{-}20\%$ C inicial:
- AGV, azúcares, etc.
 - Compuestos recalcitrantes
 - Nutrientes

Valor elevado de DQO:

- 90 g/L lodo secundario
- 62 g/L lodo digerido
- 22 g/L biomasa microalgal
- 19 g/L estiércol vacuno

1. INTRODUCCIÓN

PROBLEMÁTICA ACTUAL EN GESTIÓN DE RESIDUOS

Alternativas de gestión de las aguas de proceso de CHT

Características APCHT

Alternativas de gestión de las aguas de proceso de la carbonización hidrotermal de residuos orgánicos

Degradación aerobia

Degradación anaerobia

Recuperación de comp. VA

Reciclado en CHT consecutiva

Oxidación por vía húmeda

Estabilización biológica



2. CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL



Lodo 2^{rio} de EDAR



Digestato de EDAR



Biomasa microalgal



Estiércol vacuno

CHT

Productos

Gas (CO_2)



Masa \approx 1,5 kg
Temperatura: 170-240 °C
Tiempo: 0,5-3 h
Vel. Calentamiento: 3 °C/min



Hidrochar



Aguas de proceso

2. CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS DE PROCESO

Lodo secundario de EDAR

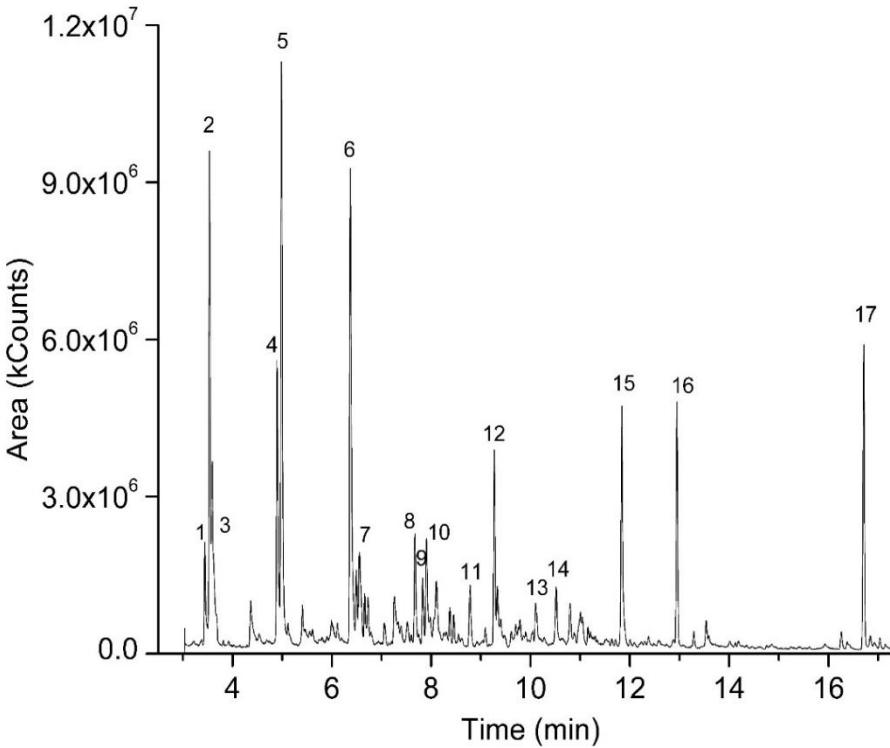
Aguas de proceso (208 °C, 1 h)	
pH	5,1 ± 0,1
DQO (g O ₂ /L)	95,5 ± 0,4
DBO ₅ (g/L)	25,6 ± 1,1
COT (g/L)	42,6 ± 0,9
ST (g L)	51,9 ± 0,5
SV (g/L)	46,2 ± 0,5
NTK (g N/L)	8,7 ± 0,1
Ácido fórmico (mg/L)	1420 ± 20
Ácido acético (mg/L)	2269 ± 33
Ácido iso-butírico (mg/L)	930 ± 11
Ácido butírico (mg/L)	94 ± 4



2. CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS DE PROCESO

Lodo secundario de EDAR



Compound	Peak number	Total peak area (%)
Aldehydes		
4-Methoxycinnamaldehyde	16	6.5
Nitrogenated compounds		
4-Pentyloxyaniline	2	5.1
1-methyl-1H-Pyrrole-2-carboxaldehyde,	3	5.2
2-ethyl-5-methyl-Pyrazine	4	3.6
3-methoxy-Benzenamine	5	11.8
4,5-Dimethyl-ortho-phenylenediamine	6	10.8
2,3-Diethylpyrazine	7	1.5
2,5-dimethyl-3-propyl-Pyrazine	11	5.2
2(1H)-Quinoxalinone	13	0.9
1-Butanamine	14	1.2
Oxygenated aromatics		
2,5-dimethyl-Furan	1	1.4
1,2,4,5-tetramethyl-Benzene	8	2.0
2,3,5,6-tetramethyl-Phenol	9	0.9
4-formyl-Benzoic acid,	10	2.1
2-methyl-6-(2-propenyl)-Phenol	12	4.4
2-methyl-5-(1-methylethyl)-Phenol,	15	5.4
Benzophenone	17	4.2



2. CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS DE PROCESO

Lodo digerido de EDAR

Aguas de proceso (210 °C, 1 h)	
pH	7,4
DQO (g O ₂ /L)	61,5 ± 3,0
COT (g/L)	28,3 ± 0,2
ST (g L)	46,3 ± 0,2
SV (g/L)	44,6 ± 0,3
Ácido acético (mg/L)	640,2 ± 6,0
Ácido propiónico (mg/L)	93,2 ± 3,6
Ácido butírico (mg/L)	18 ± 0,5
Ácido isovalérico (mg/L)	84,4 ± 10,5



2. CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS DE PROCESO

Lodo digerido de EDAR

Compuesto	Área de pico (%)
Compuestos nitrogenados	
1,2-Benzenediamine	7.5
4,5-dimethyl-ortho-phenylenediamine	6.1
4-methyl-Pyrimidine	4.9
5-Methyl-7-amino-s-triazolo(1,5-a) pyrimidine	9.2
4,6-dimethyl-Pyrimidine	2.1
2,5-dimethyl-Pyrazine	4.1
2-ethyl-3-methyl-Pyrazine	28.1
2,3-Diethylpyrazine	24.3
Aromáticos	
dichloromethyl-benzene	4.3
2,3,5,6-tetramethyl-phenol	9.5



2. CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS DE PROCESO

Biomasa microalgal

Aguas de proceso (210 °C, 1 h)	
pH	6,1 ± 0,1
DQO (g O ₂ /L)	22,3 ± 0,1
COT (g/L)	11,5 ± 0,1
ST (g/ L)	26,5 ± 0,6
SV (g/L)	24,5 ± 0,6
Ácido acético (mg/L)	3142 ± 218
Ácido propiónico (mg/L)	357 ± 44
Ácido butírico (mg/L)	172 ± 37
Ácido isovalérico (mg/L)	209 ± 14



2. CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS DE PROCESO

Estiércol de vacuno

Aguas de proceso (Estiércol 10%, 200 °C, 1h)	
pH	6,3 ± 0,1
DQO (g O ₂ /L)	18,36 ± 0,1
COT (g/L)	12,0 ± 0,1
ST (g L)	28,6 ± 0,5
SV (g/L)	20,3 ± 0,3
Ácido acético (mg/L)	2503 ± 256
Ácido propiónico (mg/L)	225 ± 1
Ácido butírico (mg/L)	90 ± 3
Ácido isovalérico (mg/L)	422 ± 53



2. CARBONIZACIÓN HIDROTERMAL

CARACTERIZACIÓN DE LAS AGUAS DE PROCESO

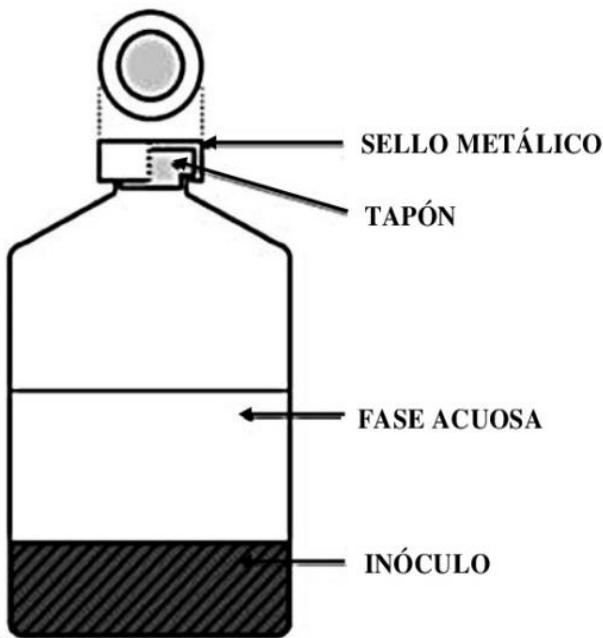
Estiércol de vacuno

Compuesto	Área de pico (%)
Aldehydes	
2,3,6-Trichlorobenzaldehyde	27.4
Compuestos nitrogenados	
1,4-Benzenediamine	12.9
2-ethyl-3-ethyl-Pyrazine	22.6
Compuestos orgánicos	
2-(trimethylsilyl)-ethanol	10.4
Acid hydroxypropanoic	1.1
5-methyl-2-Hexanone	2.9
Butane	8.7
Acid Propanoic	2.3
Acid 11-Bromoundecanoic	2.1
N-Acetylcolchinol methyl ether	5.6
2-(trimethylsilyl)-ethanol	1.0



2. DIGESTIÓN ANAEROBIA

PROCEDIMIENTO



- $V_{reactor} = 120 \text{ mL}$
- $V_{trabajo} = 60 \text{ mL}$

$T = 35 \pm 1 \text{ }^{\circ}\text{C}$



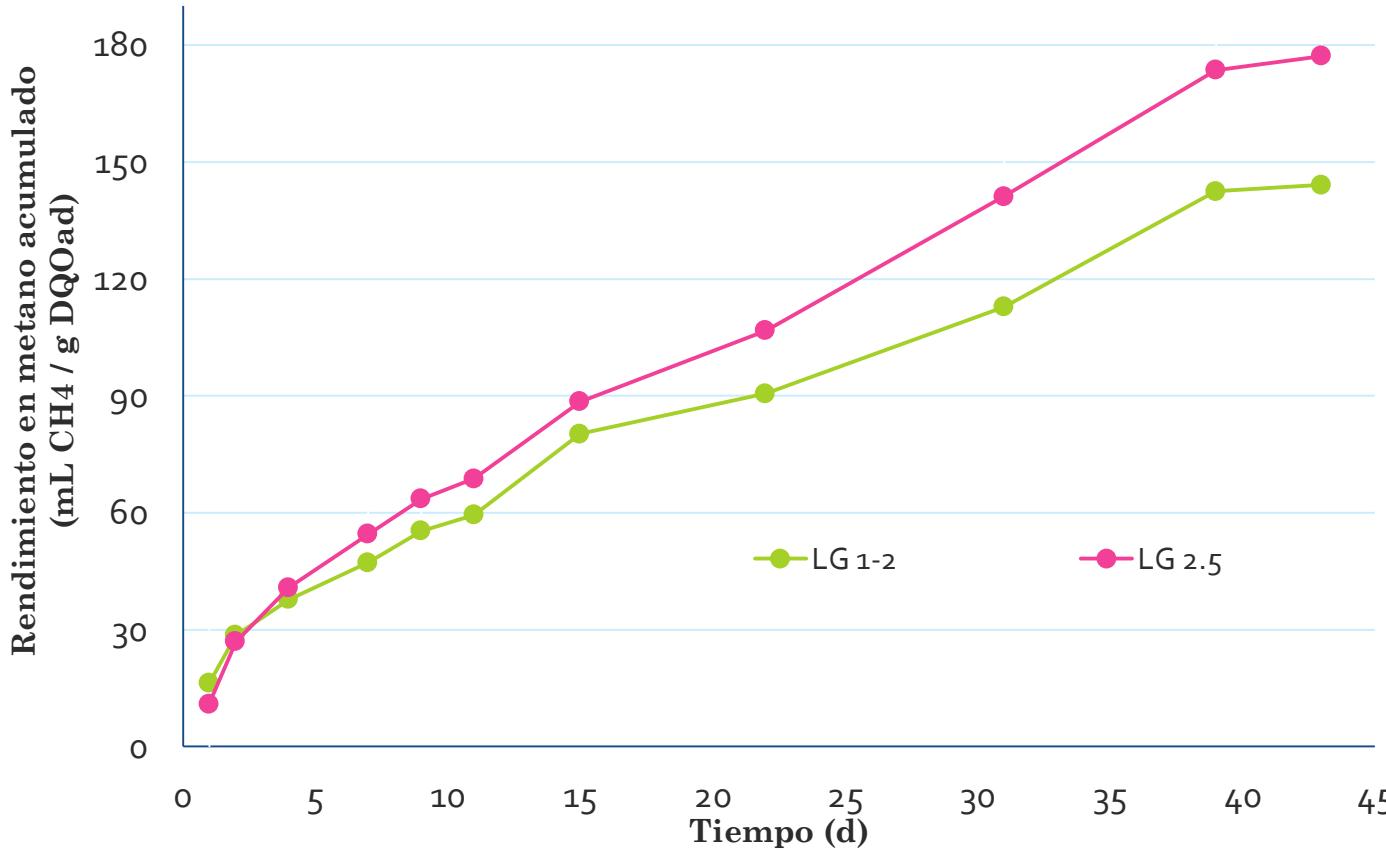
Lodo Granular (inóculo)

ST (%)	$4,6 \pm 0,1$
SV (%)	$87,5 \pm 0,1$
pH	7,2
DQOt (g O ₂ /L)	$49,6 \pm 7,6$
NTK (g N/L)	$5,1 \pm 0,1$



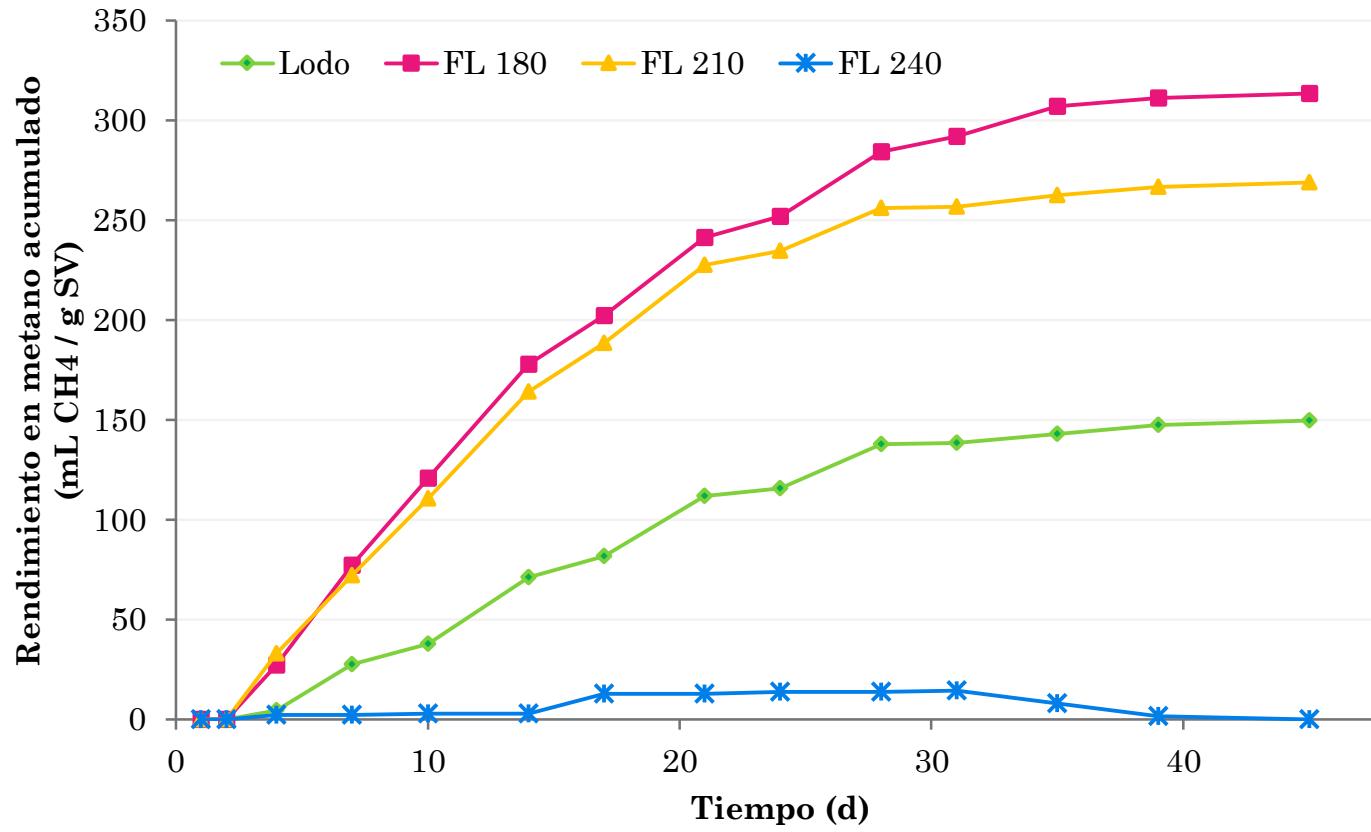
3. RESULTADOS

Lodo secundario de EDAR



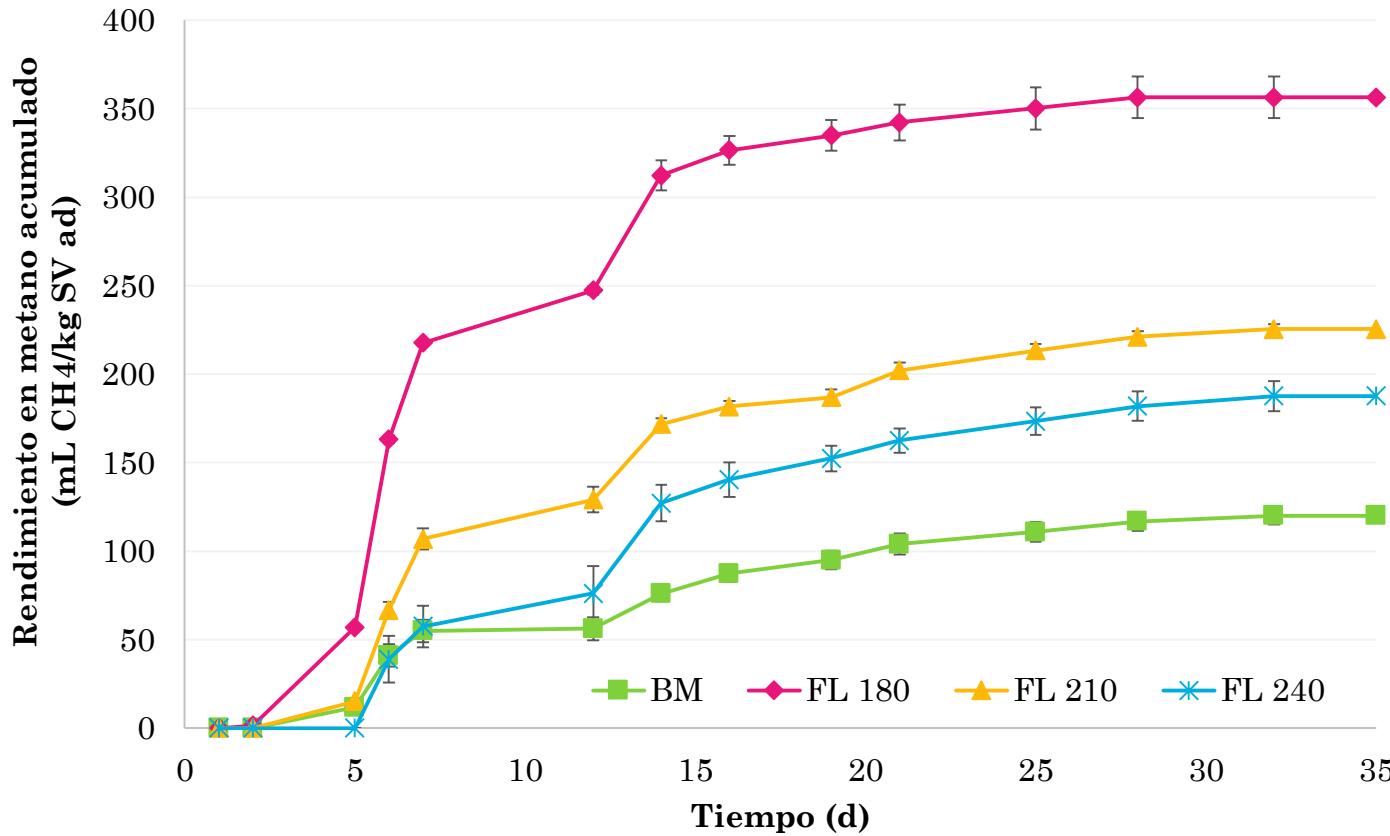
3. RESULTADOS

Lodo digerido de EDAR



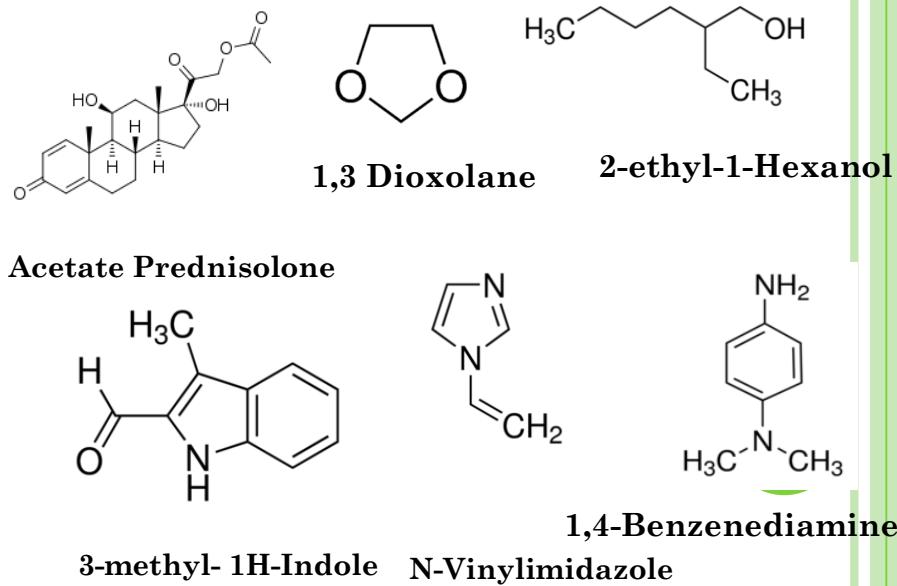
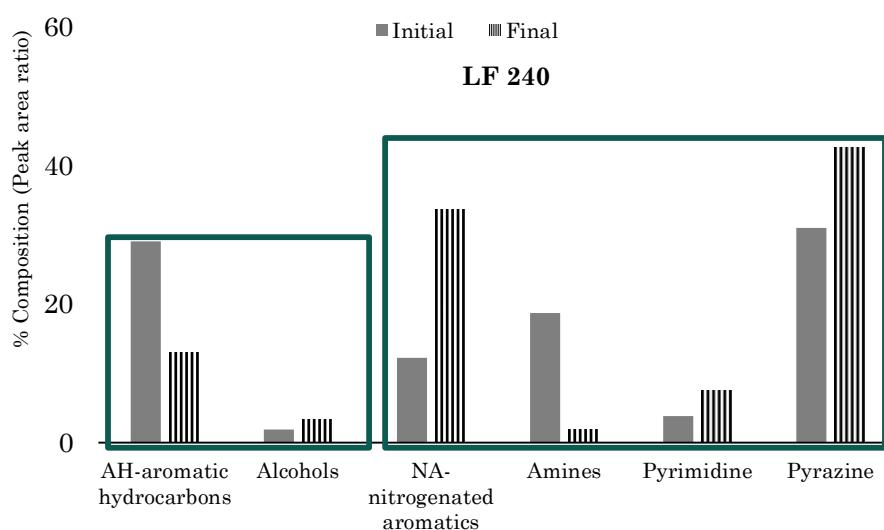
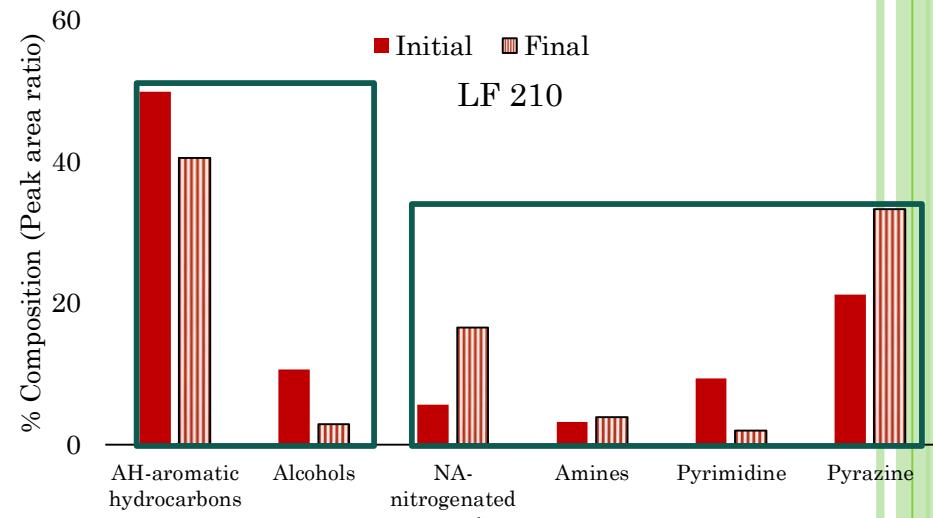
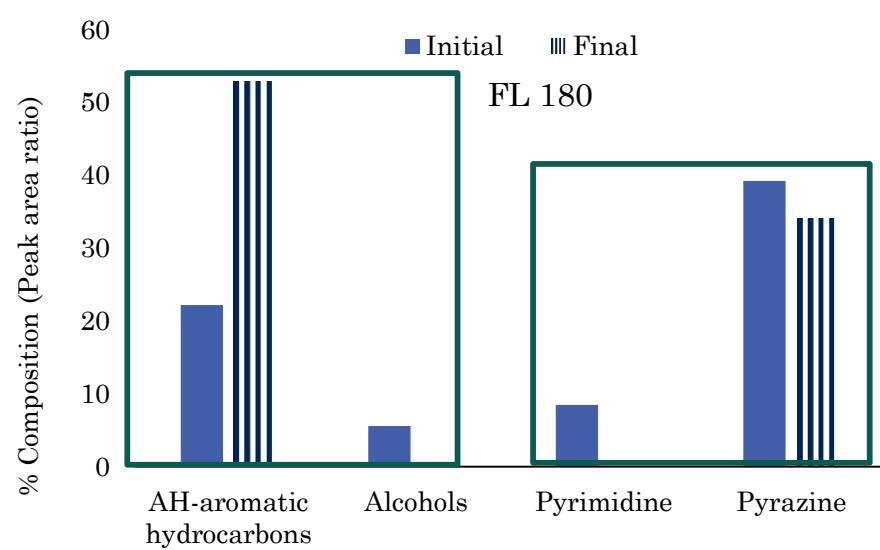
3. RESULTADOS

Biomasa microalgal



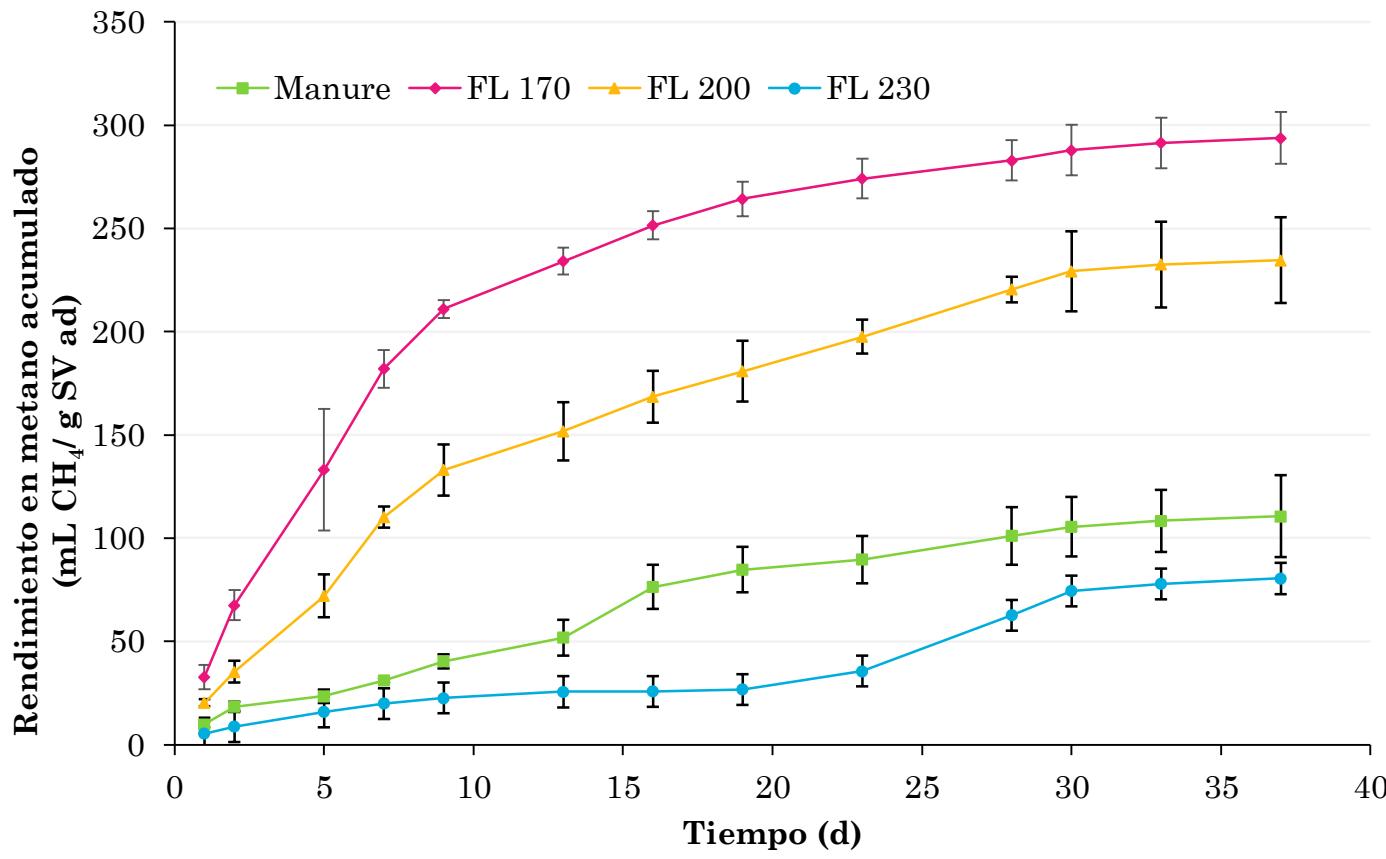
3. RESULTADOS

Análisis GC/MS al inicio y final de la digestión anaerobia de las APCHT de biomasa microalgal



3. RESULTADOS

Estiércol de vacuno (10%)





Universidad Autónoma
de Madrid



FACULTAD DE
CIENCIAS
UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE MADRID

¡GRACIAS POR SU ATENCIÓN!

- Tratamiento global de FORSU para la obtención de biocombustibles y mejoradores de suelos. RYC-2013-12549
- Valorización de residuos sólidos orgánicos mediante carbonización hidrotérmica y digestión anaerobia. CEAL-AL/2015-29.
- Nuevos adsorbentes y catalizadores obtenidos por carbonización hidrotérmica y activación de residuos biomásicos para tratamiento de aguas. CTM2016-76564-R.
- Valorización de semillas de uva y huesos de aceituna mediante procesos de carbonización hidrotermal y activación Química. 2017/EEUU/07.
- Bioeconomía urbana: transformación de biorresiduos en biocombustibles y bioproductos de interés industrial. P2018/EMT-4344.



CONSEJERÍA DE EDUCACIÓN
E INVESTIGACIÓN
Comunidad de Madrid