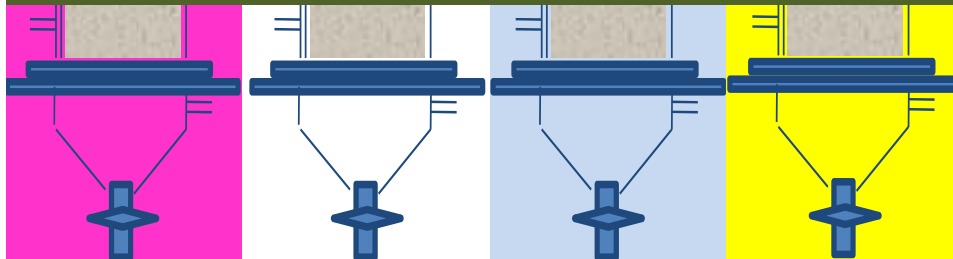


LNEG

*Unidade de Bioenergia*

## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça



**Isabel Paula Marques**

Laboratório Nacional de Energia e Geologia I.P., Lisboa

Projeto MEDOLITO . Tratamento e Valorização de Resíduos e Subprodutos de Lagares de Azeite  
II Feira da Dieta Mediterrânica . Estação Agrária, Tavira . 5 Setembro 2014

## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

### alterações climáticas & desenvolvimento sustentável - palavras chave -

energia



**2030**

Necessidades energéticas-Mundo: > 50%  
Emissões CO<sub>2</sub> (sector energia): > 27%

resíduos



Gerados em elevadas quantidades  
Valor económico por explorar

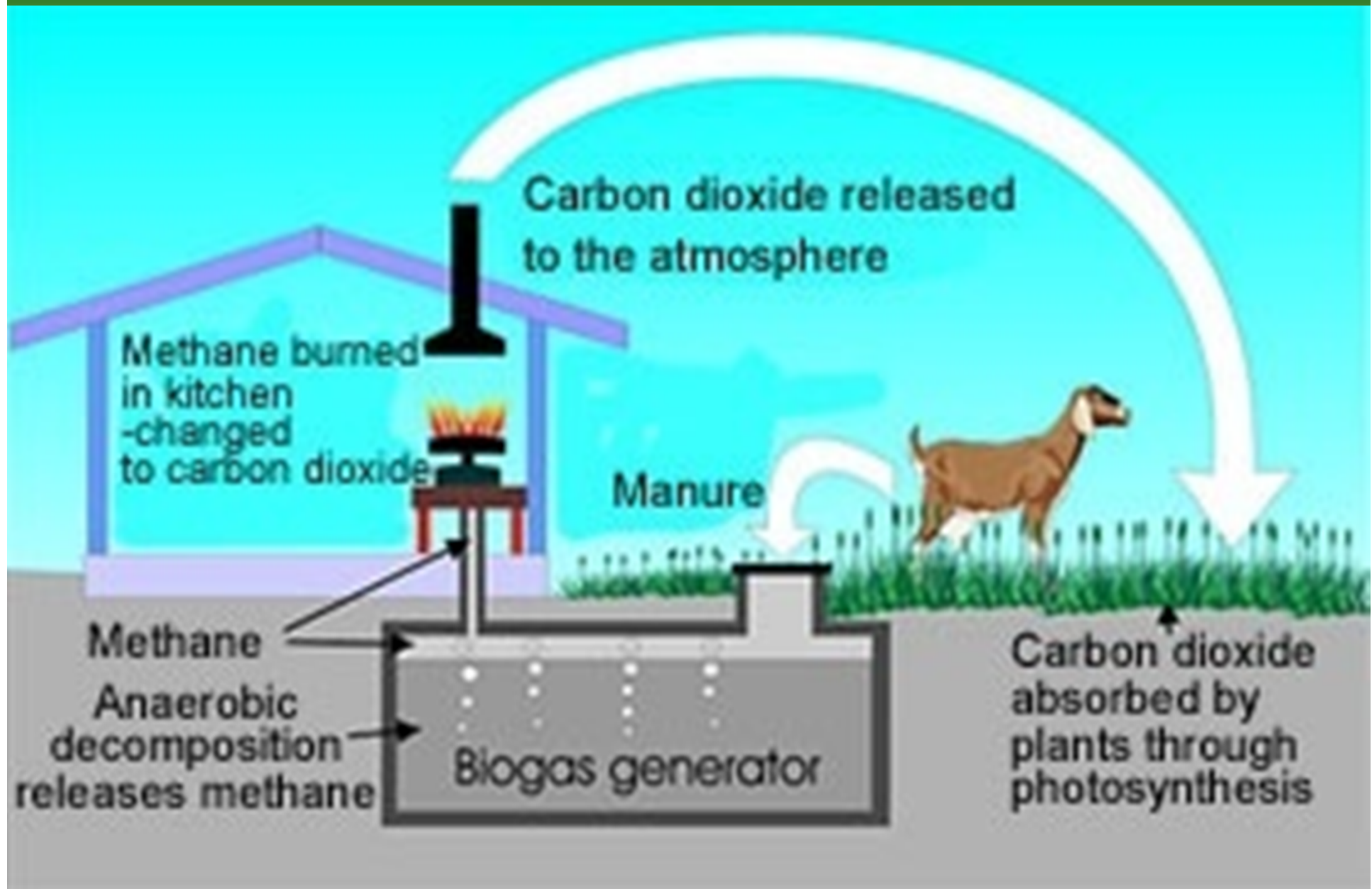
[Santos, F. D. e Miranda, P. *Alterações climáticas em Portugal cenários, impactos e medidas de adaptação.. Projecto SIAM II, Gradiva, 2006*]

## Digestão anaeróbia

Projeto MEDOLITO . Tratamento e Valorização de Resíduos e Subprodutos de Lagares de Azeite  
II Feira da Dieta Mediterrânica . Estação Agrária, Tavira . 5 Setembro 2014

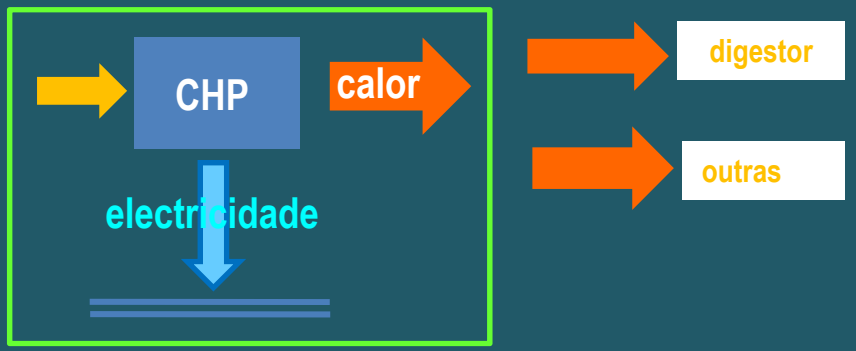


## Digestor anaeróbico híbrido e a valorização da água ruça

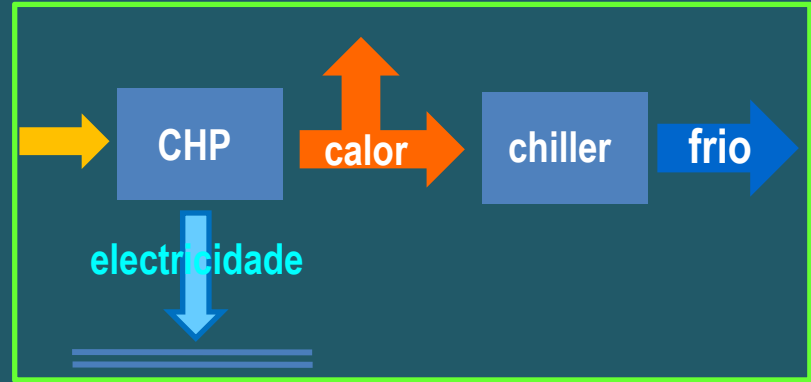




### Co-geração



### Tri-geração



### Exportação



# Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça



desinfecção

Bio-fertilizante  
(irrigação)



desidratação

Fuel

compostagem

biofertilizante/  
estruturante



# Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

## Digestão anaeróbica – água ruça



Oliveira



azeitona

azeite

água-ruça

Projeto MEDOLITO . Tratamento e Valorização de Resíduos e Subprodutos de Lagares de Azeite  
II Feira da Dieta Mediterrânica . Estação Agrária, Tavira . 5 Setembro 2014

## água-ruça: efluente agro-industrial



- gerada em elevadas quantidades
- período curto, 3-4 meses/ano
- muito poluente > 200 kg CQO m<sup>3</sup>

- pH ácido
- C/N desfavorável
- substâncias tóxicas

*compostos  
lipídicos  
fenólicos*

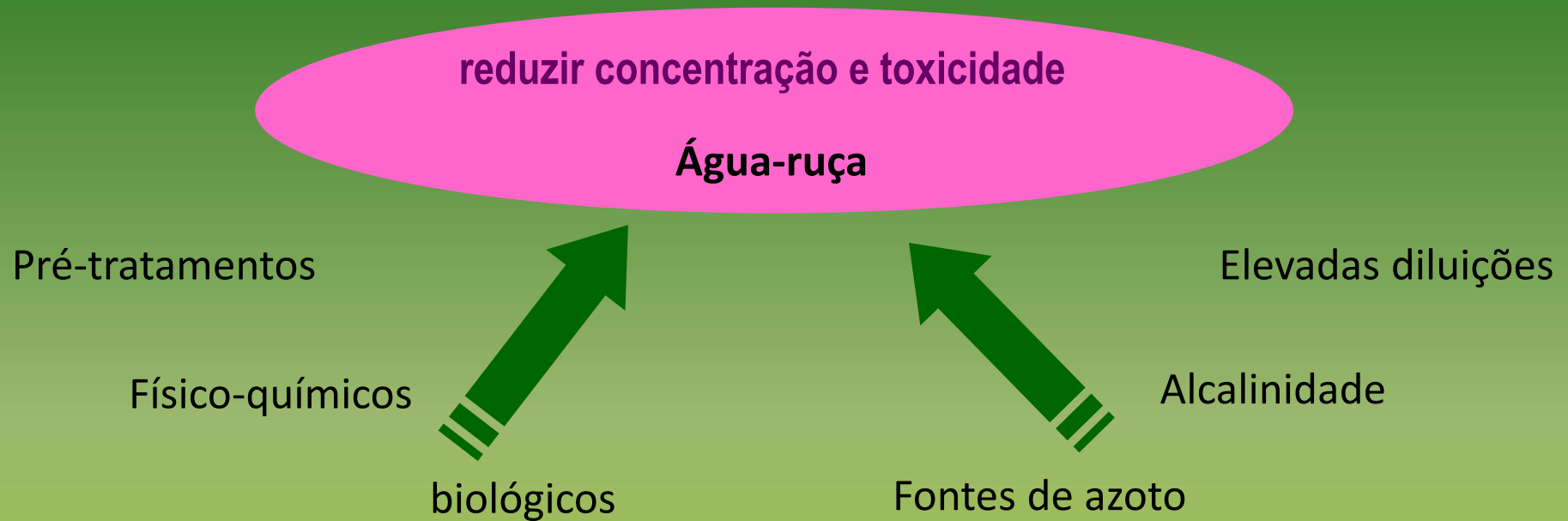


**elevado potencial energético**  
(Biogas/methane)



**água-ruça inapropriada para**  
tratamento anaeróbio

## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça



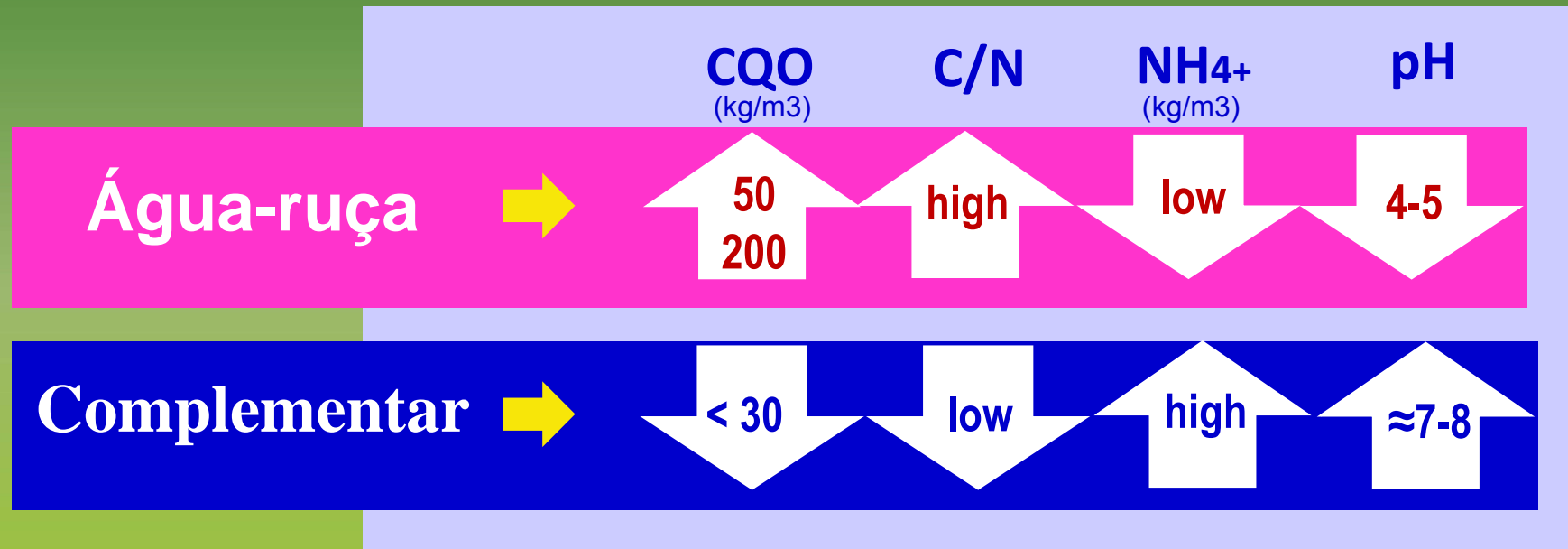
**Estratégia** - solução simples e de baixo custo

**Conceito**

**“complementaridade de substratos”**

## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

“complementaridade de substratos”



[Marques et al, 1997; Marques et al. 1998; Marques, 2000; Marques, 2001, Marques and Freitas, 2007]

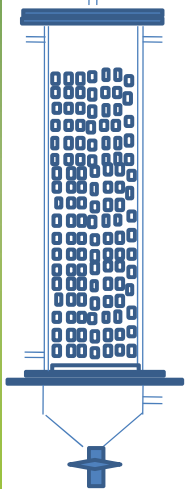
# Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

## Digestor anaeróbio: *vantagens e inconvenientes*

### Híbrido

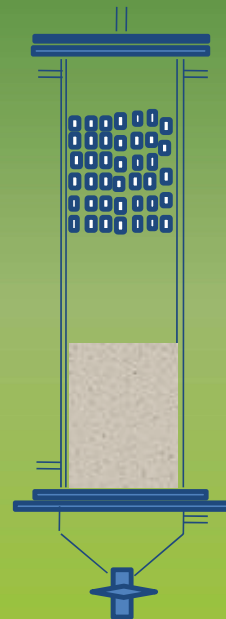
#### Filtro Anaeróbico

Coluna - meio de enchimento  
Biomassa suspensa



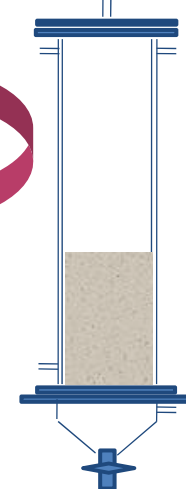
- ✓ sub. concentrados
- ✓ pouco controlo
- ✓ resiste overdoses

- caminhos preferenciais
- custo do meio



#### UASB

Não - meio de enchimento  
Biomassa em grânulos



- ✓ sub. diluídos
- ✓ controlo
- ✓ sensível overdoses

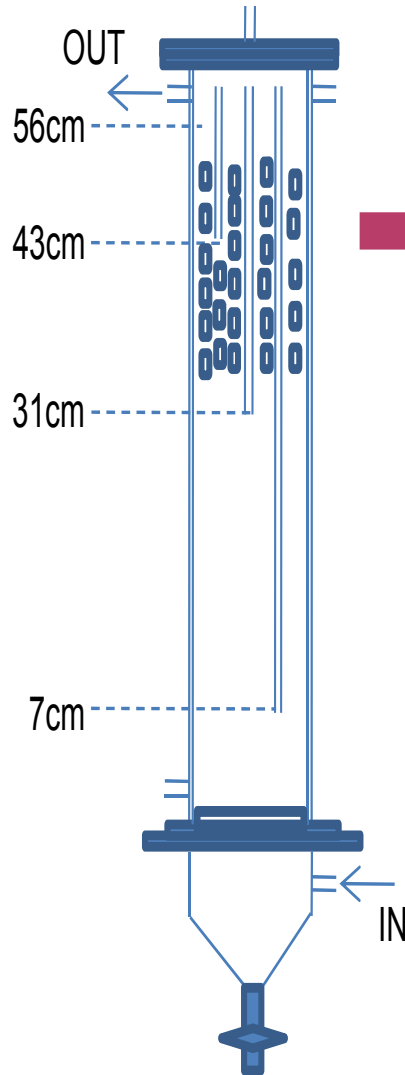
- saída biomassa
- custo dos separadores

colmata as desvantagens

H laboratório: reduzir o meio para diminuir custos

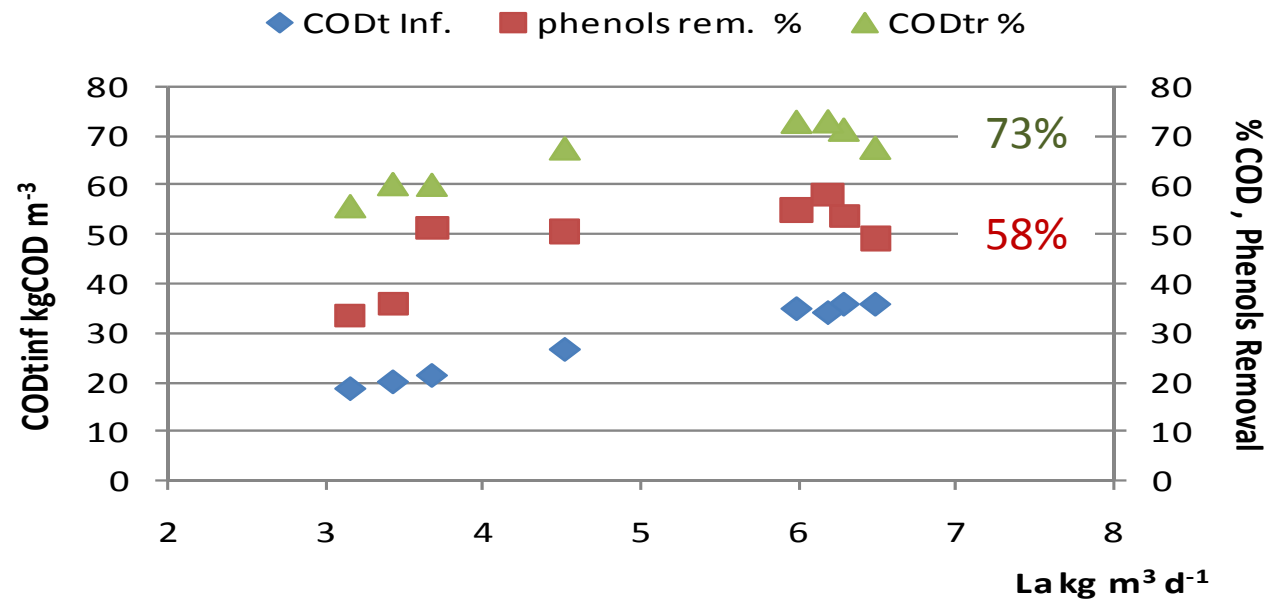
# Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

## Conditions Operationais [AR – ES]

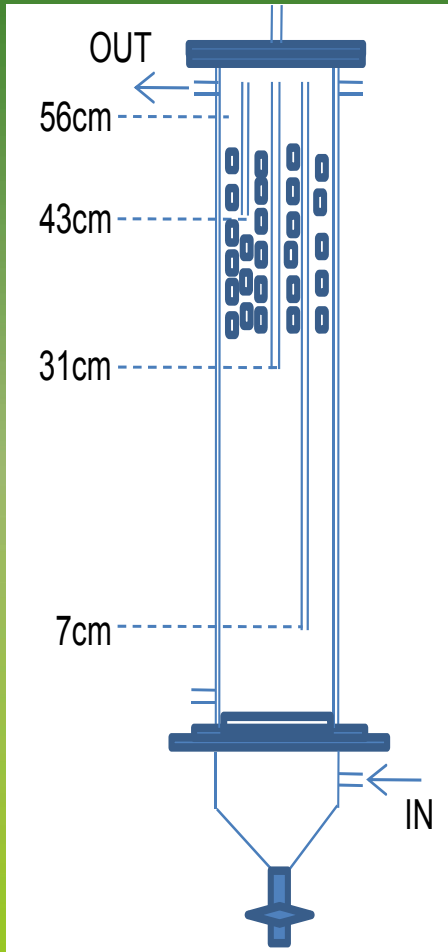


AR (% v/v)	Tempo (d)	La (kg CQO m <sup>-3</sup> d <sup>-1</sup> )
12	75-84	3.2-3.4
27	124-138	3.7-4.5
69	226-264	6.0-6.3

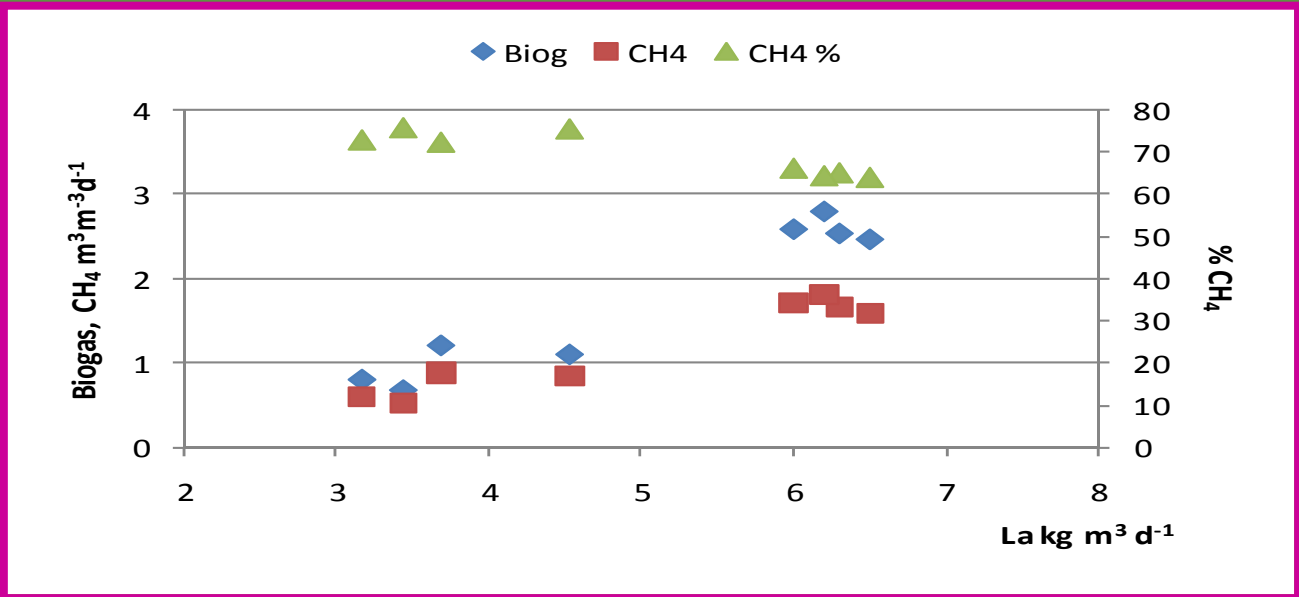
↑ [influyente] ... ↑ capacidade rem.



# Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça



↑ Biogás & CH<sub>4</sub> ----- ↑ carga orgânica



**Biogás**  
 0.69-0.81 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> (12% AR)  
 1.11-1.22 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> (27% AR)  
 2.47-2.80 m<sup>3</sup> m<sup>-3</sup> d<sup>-1</sup> (69% AR)

**CH<sub>4</sub>**  
 72-76 % (12% AR)  
 64-66% (69% AR)

# AR (% v/v)

## A

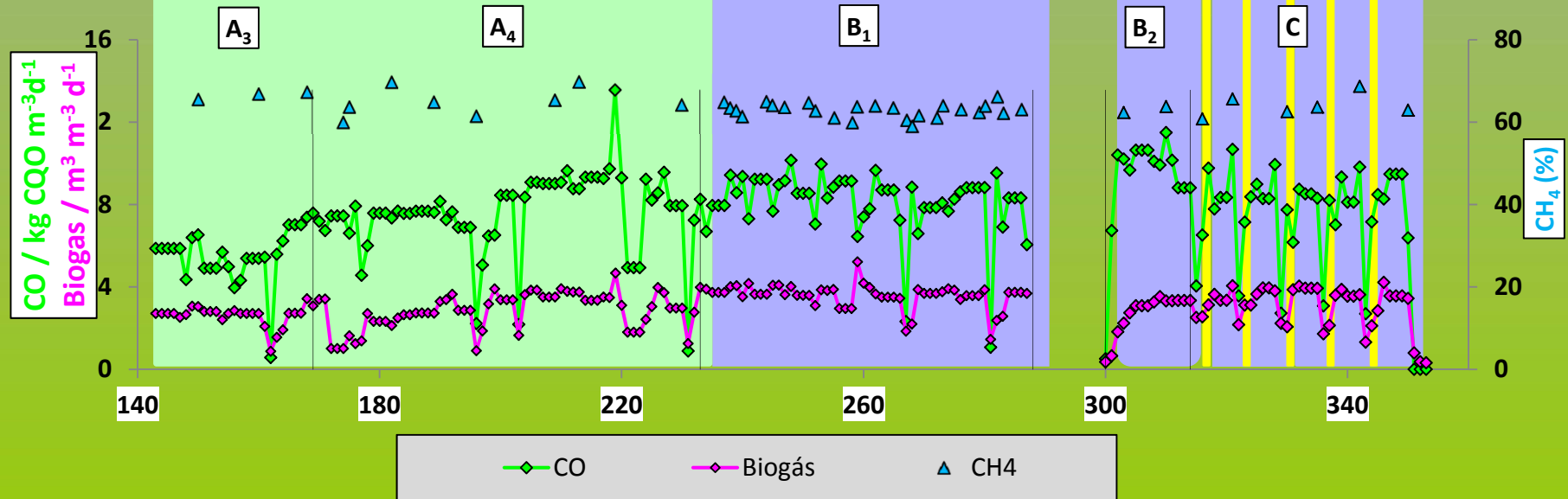
0, 53, 69, 83

## B

100

## C

100/0



# AR (% v/v)

## A

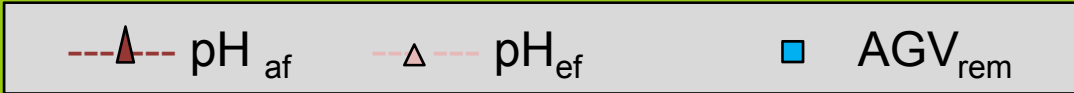
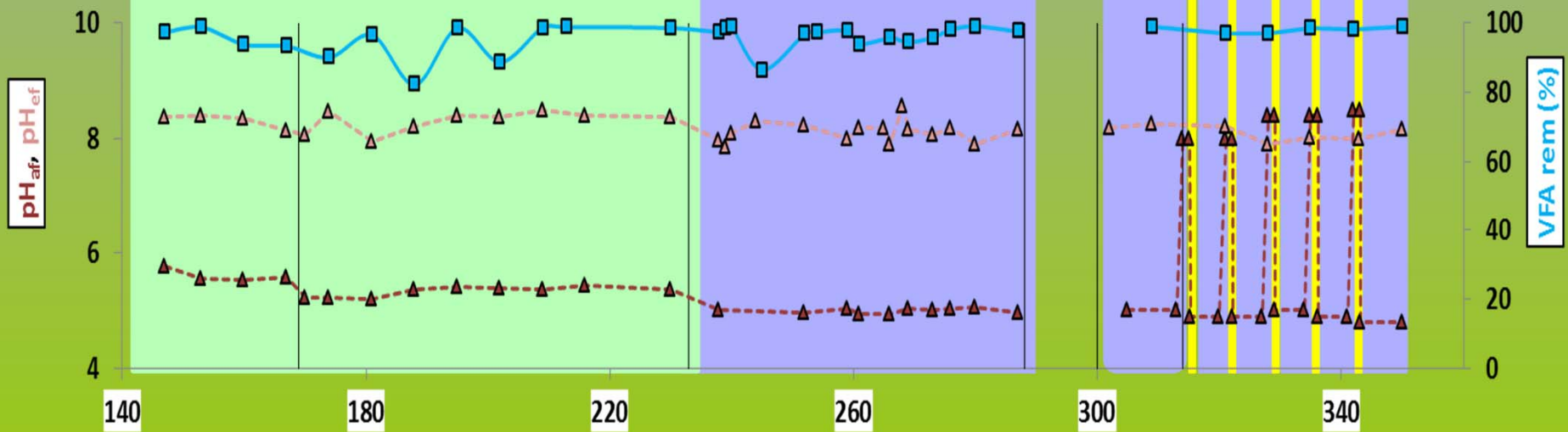
0, 53, 69, 83

## B

100

## C

100/0



## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

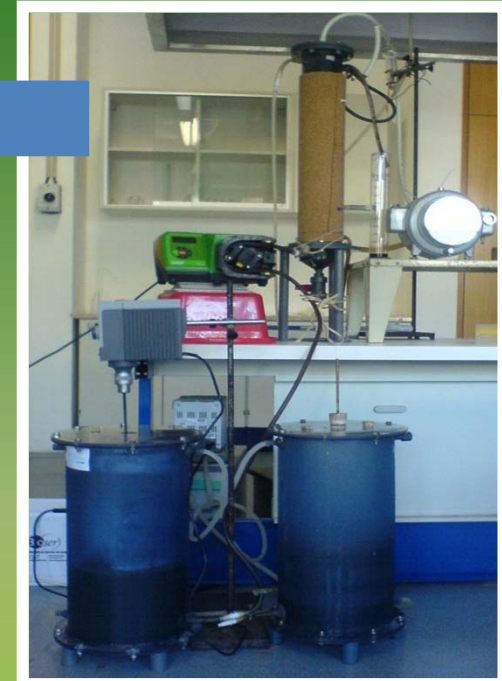
**Efluente digerido - Coloração**  
presença de compostos fenólicos



Electroxidação



Electrodos: IrO<sub>2</sub> vs. RuO<sub>2</sub> DSAs



**Remover**

- **Coloração**
- **Fracções orgânicas remanescentes**

# Uma nova abordagem # tratamento em dois passos

## Tratamento Anaeróbio

BIOGAS/CH<sub>4</sub>

recupera-se o potencial energético

## Post-tratament o Electroquimico

Remove a cor de efluentes / fenóis

Cumprindo as normas de descarga



## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

**Objectivo:** Maximizar a valorização da AR

- Estudo - compostos de interesse industrial

Avaliação da actividade antiradical da AR e do digerido  
Identificação de compostos



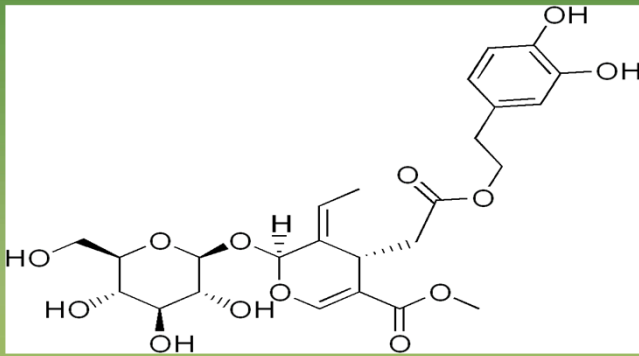
Tratamento anaeróbio permite remover /  
converter compostos fenólicos mas não elimina a  
capacidade antiradical do digerido

## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

### Oleuropeína

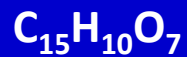


o principal composto fenólico presente no substrato antes e após a digestão anaeróbia



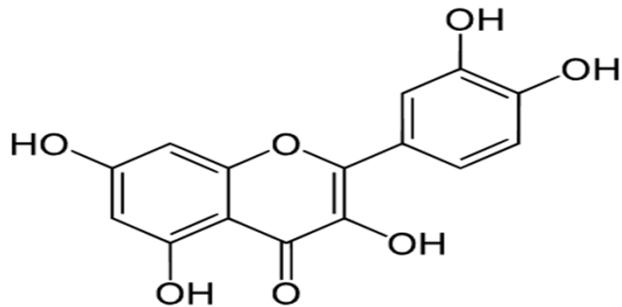
> remoção longo tempo (90 %)  
evolução positiva da biomassa à toxicidade

### Quercetina



*Flavonoide*

> concentração longo tempo  
Formação durante o processo anaeróbico



propriedade anti-oxidante . elimina os radicais livres no corpo humano (Formica and Regelson, 1995).

## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

### Conclusões

AR “o efluente mais improvável para ser degradado por DA”

- ✓ **HÍBRIDO.** uma interessante escolha q̄t à valorização da AR. A diminuição do meio proporciona a redução dos custos;
- ✓ **METODOLOGIA.** permite degradar anaerobiamente a AR “o efluente mais improvável”

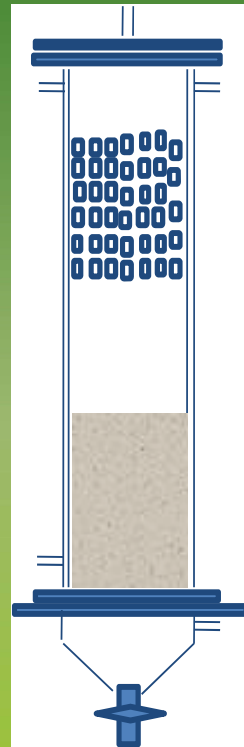
Comprovado pelos resultados obtidos com a degradação da AR inalterada (sem ser sujeita a qualquer alteração ou correcção prévia)

## Conclusões

- ✓ **COLORAÇÃO.** O processo electroquímico estudado permite remover a cor da AR digerida e as frações orgânicas remanescentes;
- ✓ **PROCESSO - DOIS PASSOS.** Cumprir as normas de descarga
- ✓ Tratamento anaeróbio remove/converte compostos fenólicos mas não elimina a capacidade antiradical do digerido;
- ✓ O digerido contem compostos de interesse.
- ✓ Quercetina - Flavonoide q se forma durante a digestão.

# Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça

AR original



Energia



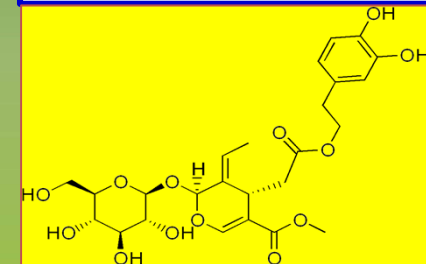
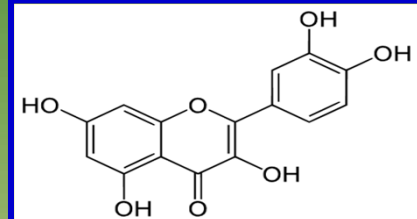
Agrícola



Agrícola

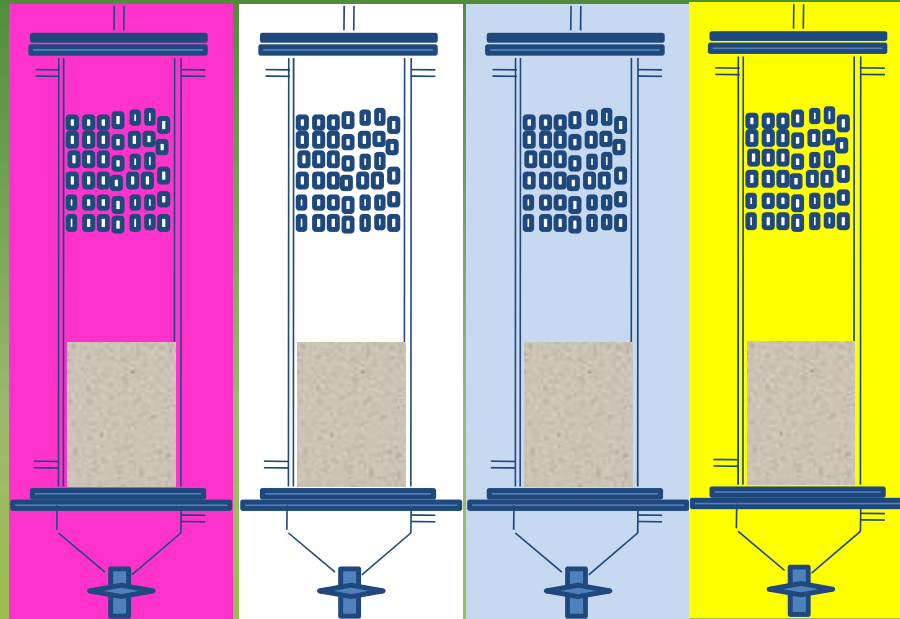


Industrial



Fenóis . actividade anti-oxidante

## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça



**Isabel Paula Marques**

Agradeço a atenção dispensada

## Digestor anaeróbio híbrido e a valorização da água ruça



Projeto MEDOLITO .Tratamento e Valorização de Resíduos e Subprodutos de Lagares de Azeite  
II Feira da Dieta Mediterrânica . Estação Agrária, Tavira . 5 Setembro 2014



selected / algal material

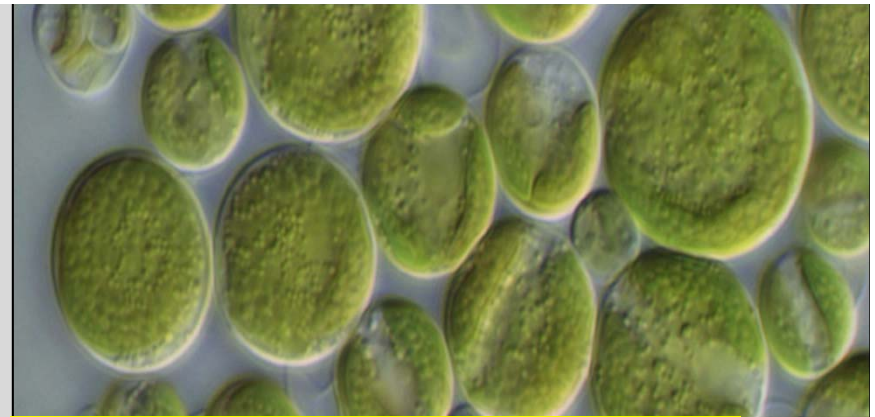
## Heterotrophic algal cultivation

because / autotrophic algae

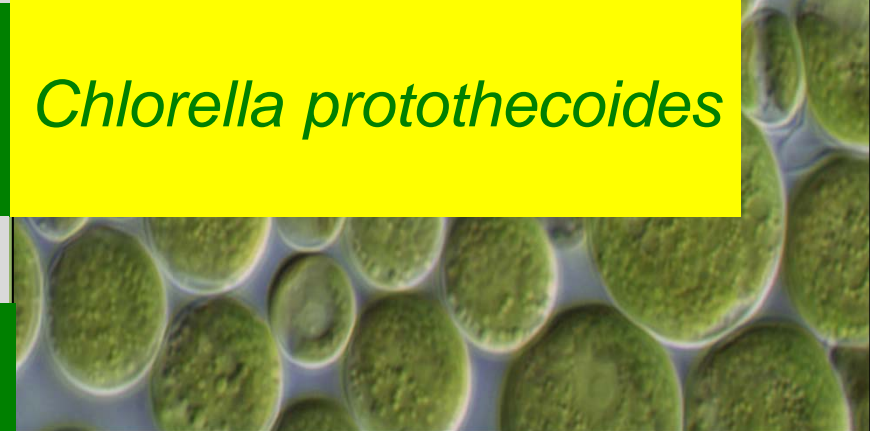
Advantages: easier to maintain in a large scale;  
costs of installation/maintenance

Objective: anaerobic digestion study

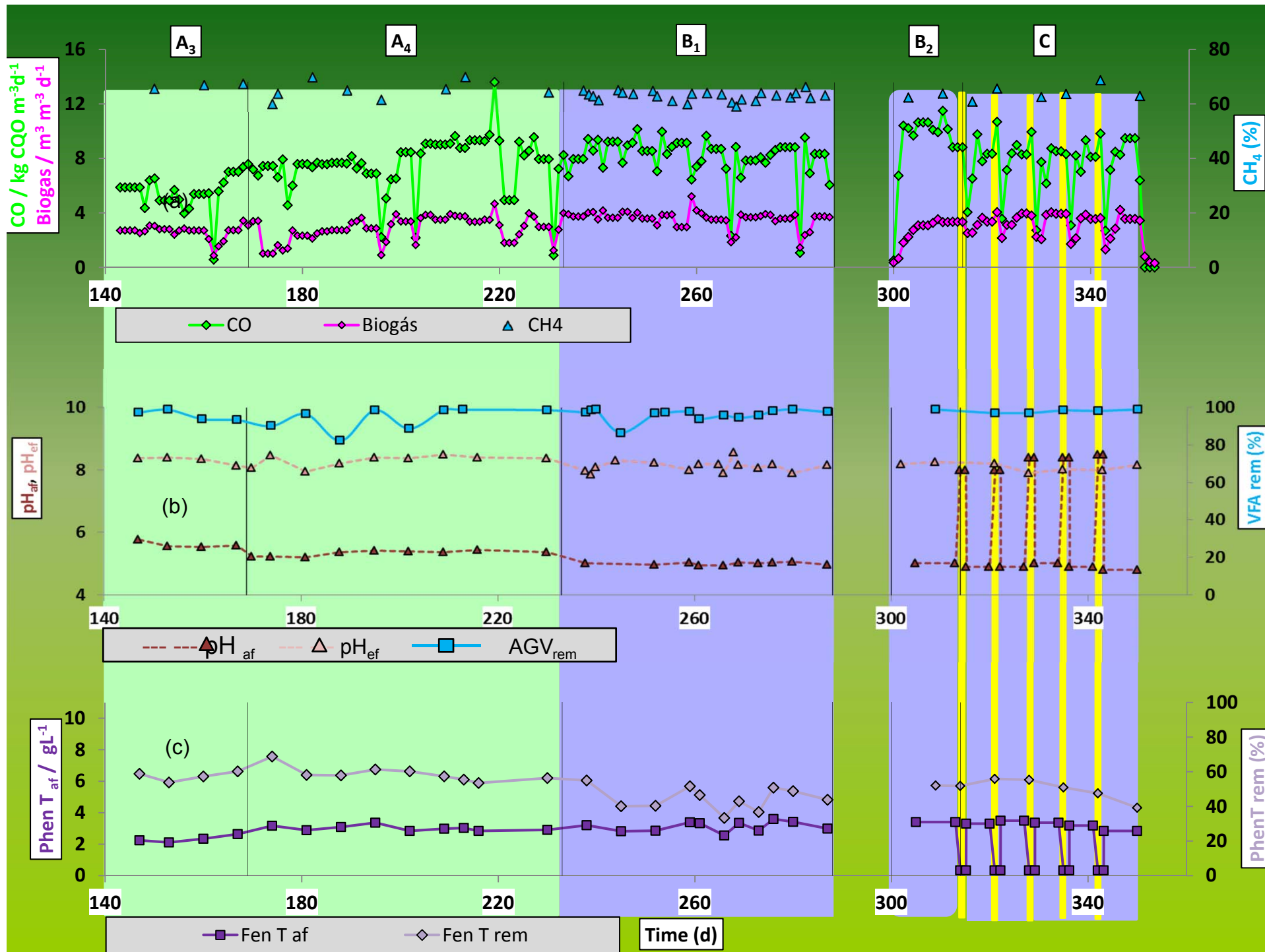
*C. protothecoides* can be used as a feedstock to  
complement



*Chlorella protothecoides*



**OMW**



# AR (% v/v)

## A

0, 53, 69, 83

## B

100

## C

100/0

