

# Optimització de l'emissió dels gasos d'efecte hivernacle als arrossars del Delta de l'Ebre



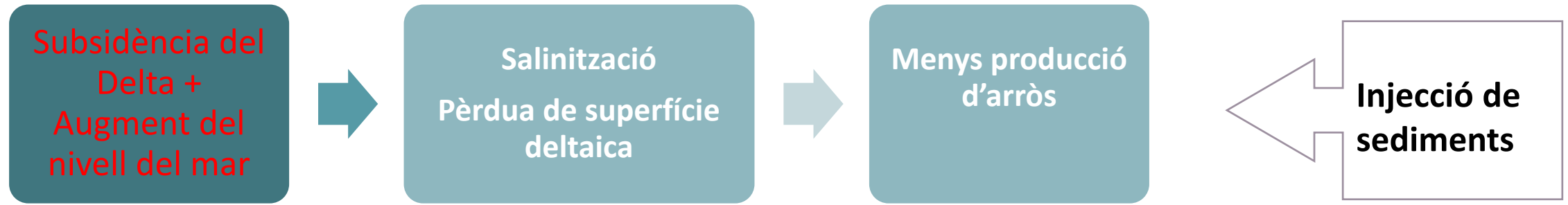
EBRO ADMICLIM

**ICGC, Barcelona, 25 de maig de 2018**

**Marc Viñas, Maite Martínez-Eixarch, Joan Noguerol, Mar Carreras,  
Xavier Aranda, Maria del Mar Català, Andrea Bertomeu, Mercè  
Guàrdia, Jesús Antonio Saldaña,**

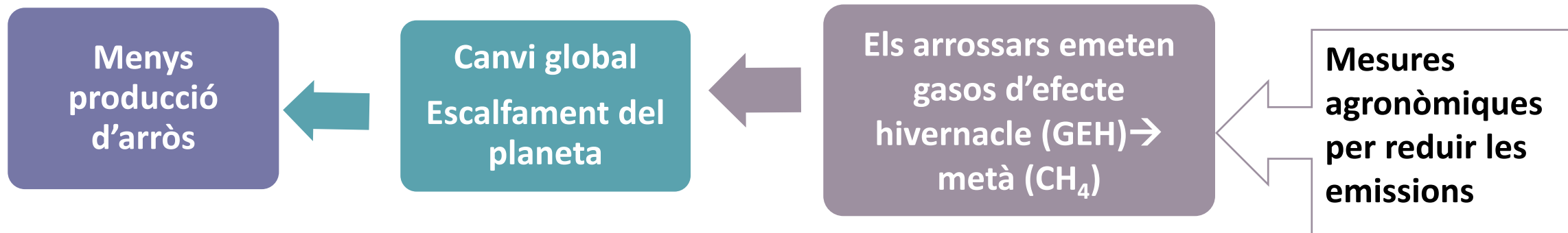


# El cultiu de l'arròs i el canvi climàtic



Proba pilot d'injecció de sediments en la xarxa de reg del Delta de l'Ebre (antic *colmateig*).

Avaluació de l'efecte de l'aportació dels sediments en el cultiu de l'Arròs



Minimització de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH) en els arrossars sense afectar la producció.

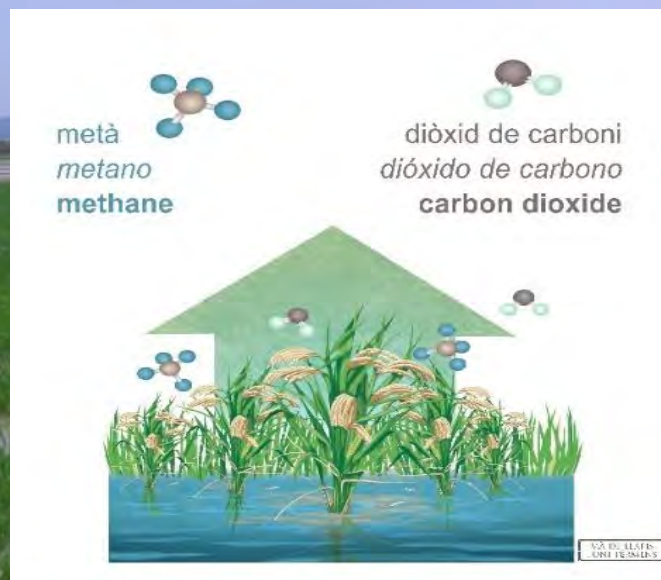
# Estreta interacció entre canvi climàtic i el cultiu de l'arròs ...

## algunes dades:

	<b>Gasos efecte hivernacle</b>	<b>Petjada hídrica</b>
<b>Agricultura</b>	10-12% of GHG 47% of CH <sub>4</sub>	
<b>Cultiu de l'arròs</b>	5-20 % emissions antropogèniques	- 40% aigua de reg mundial
<b>Projeccions</b>	- Augment del 42% de les concentracions de CO <sub>2</sub> de 2050 a 2080 (550 ppm to 743 ppm) (IPPC, 2001) per l'augment de la població (IPCC, 2007). - Cultiu de l'arròs: augment del 16% de 2005 fins 2020 (IPCC, 2007)	- Episodis d'escassetat d'aigua en la zona Mediterrània
<b>Població seguretat alimentària</b>	Base alimentària per molta població en desenvolupament S'espera un increment de la població fins 9000 M persones al 2050 Localment: → Arròs al Delta de l'Ebre ocupa un 65% de la seva superfície → Vital pel manteniment de l'economia local a més de tenir un alt valor ecològic.	

**Important trobar sinèrgies entre mesures d'adaptació i mitigació tenint en compte la productivitat del cultiu.**

# Els arrossars inundats emeten CH<sub>4</sub>



**SÒL en ANÒXIA:**

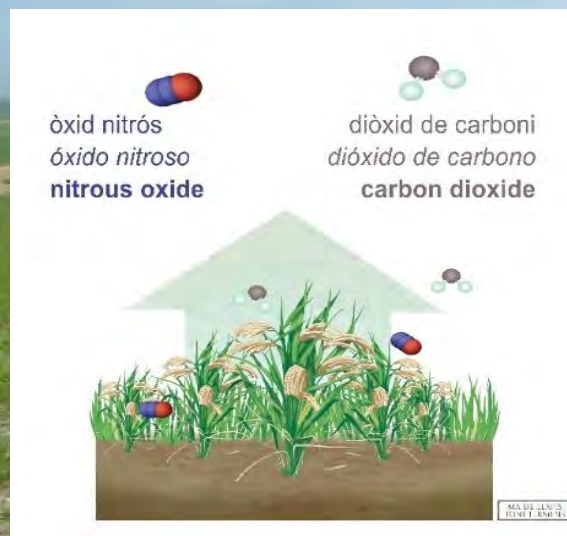
La làmina d'aigua evita que hi hagi O<sub>2</sub> al sòl

Matèria orgànica en el sòl

Població de bacteris metanogènics al sòl

Alliberen CH<sub>4</sub> com a producte del metabolisme

# Arrossar eixut: SENSE emissions de CH<sub>4</sub> però emissions òxid nitrós (N<sub>2</sub>O)



Desnitrificació

SÒL AERÒBIC,  
arriba O<sub>2</sub> al sòl

Matèria orgànica en el sòl

Població de bacteris desnitrificants

Alliberen N<sub>2</sub>O com a producte del metabolisme

# Projecte Life EBRO-ADMICLIM

EBRO ADMICLIM  
LIFE 13 ENV/ES/001182

Projecte pilot de mesures de  
mitigació i adaptació al canvi  
climàtic al Delta de l'Ebre



Amb la contribució financera  
del programa LIFE+ de la Unió  
Europea

CAT CAST ENG

Inici Projecte Accions principals Documents Estat Actual Sala de premsa Enllaços F.A.Q. Galeria d'imatges Contacte



Projecte pilot de mesures de mitigació i adaptació al canvi climàtic al Delta de l'Ebre

## LIFE EBRO-ADMICLIM (ENV/ES/001182)

El projecte EBRO-ADMICLIM (ENV/ES/001182) planteja accions pilot de mitigació i adaptació al canvi climàtic al Delta de l'Ebre (Catalunya, Espanya), una zona molt vulnerable a la pujada del nivell del mar i a la

## NOTÍCIES RELACIONADES



S'engega una campanya per reclamar que se solucioni la subsidència del Delta de l'Ebre. La instal·lació d'una vintena de reflectors al territori permet mesurar científicament el seu enfonsament

## Life Ebro-Admiclim (2015-2018)- Emissions GEH en arròs. OBJECTIUS GENERALS

- Estimar les emissions acumulades de CH<sub>4</sub> i el patró temporal
- Determinar els principals factors agronòmics i ambientals que influeixen en les emissions.
- Aportar al sector arrosser un paquet de mesures agronòmiques per la reducció d'emissions.

# Monitorització i seguiment de les emissions de gasos d'efecte hivernacle (GEH)

## - Materials i mètodes

- Seguiment **mensual** de GEH i variables agronòmiques i ambientals
- Seguiment en arrossars: 2015 – 2016, 24 camps d'arròs



MEDI	VARIABLES
Gasos	Metà (CH <sub>4</sub> ), Òxid nitrós(N <sub>2</sub> O), Diòxid de Carboni (CO <sub>2</sub> )
Aigua	- En entrada i sortida d'aigua: temperatura, pH, potencial Redox,% Oxigen dissolt
Sòl	- Anàlisis sòls abans de la inundació - Durant mostreig GEH: Temperatura, pH, Redox
Pràctiques agronòmiques	- Fertilització, tractament fitosanitaris, rendiment i components del rendiment



## 4. LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA

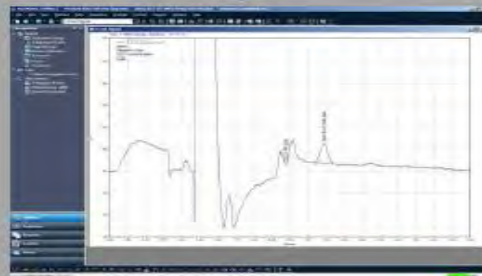
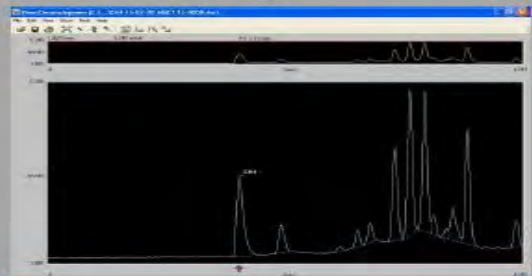
GC-FID: análisis método de  $\text{CH}_4$

ECD: análisis método  $\text{CO}_2$  y  $\text{N}_2\text{O}$

THERMO TRACE GC 2000 SERIES



Agilent Technologies 7820A GC system (ECD)

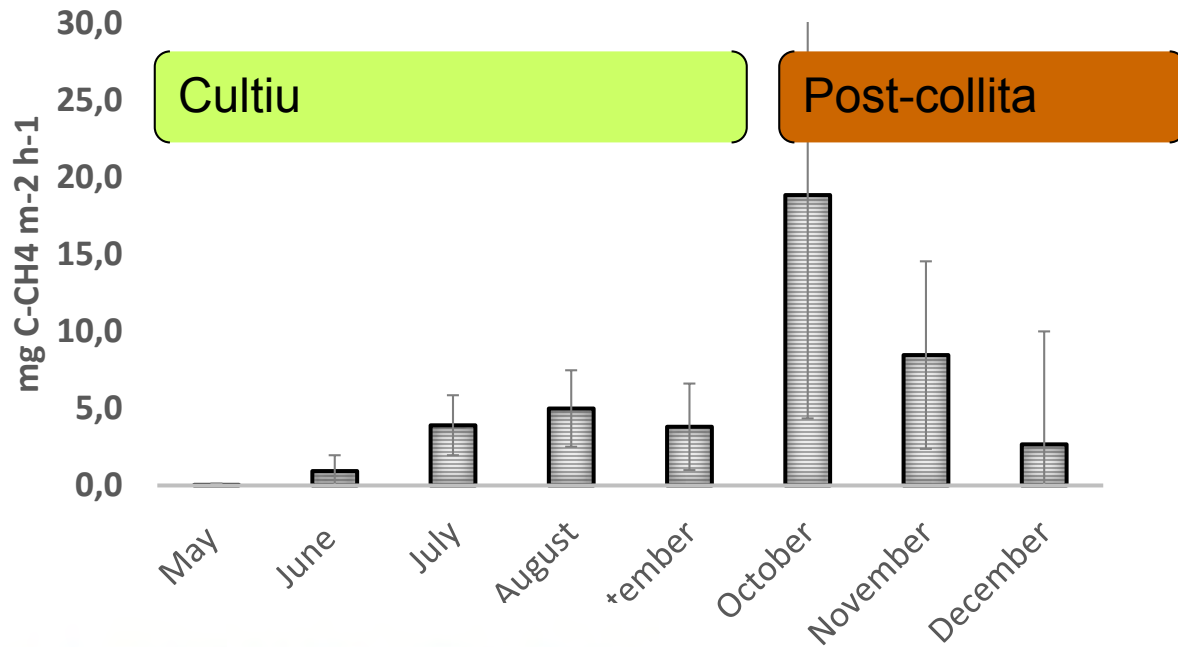




# RESULTATS



# Patró temporal de les emissions de CH<sub>4</sub>

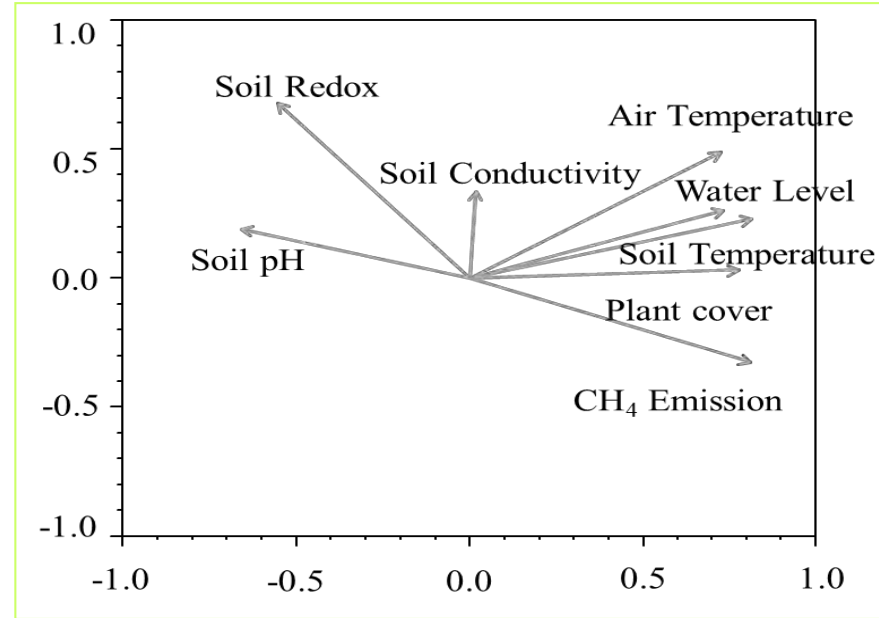


Estadi	Taxes d'emissió (mg CH <sub>4</sub> m <sup>-2</sup> h <sup>-1</sup> )	
	2015	2016
Cultiu	2.71 ± 0.25	3.15 ± 0.61
Post-collita	9.71 ± 1.60	10.1 ± 2.14
<b>Anual</b>	<b>5.20 ± 0.62</b>	<b>6.12 ± 1.01</b>



# Correlació entre les variables

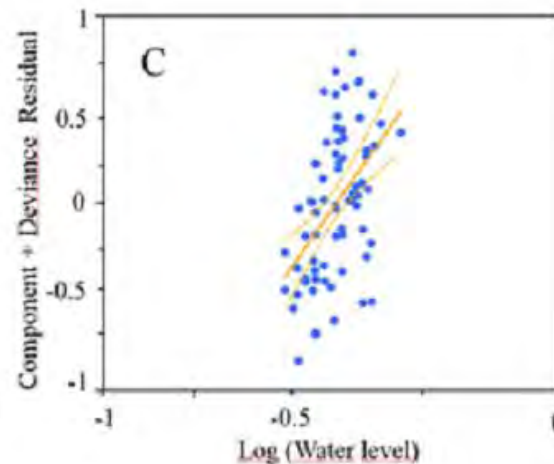
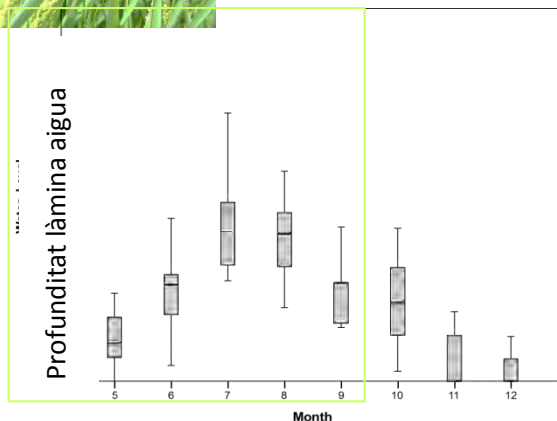
Durant cultiu



Estratègia per mitigació

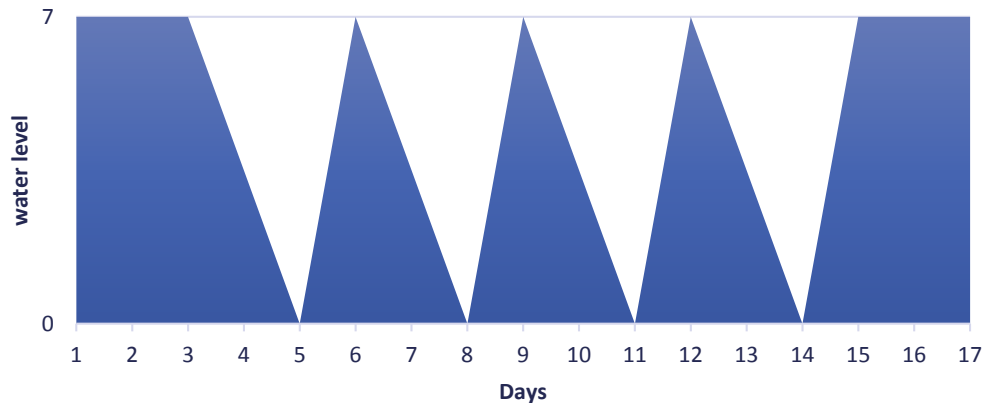


El maneig de l'aigua és un factor important en l'emissió de CH4



# Sistemes de reg com a mesura de mitigació de CH<sub>4</sub>

## Reg intermitent (eixugons)



## Únic drenatge



Els dos sistemes es basen en la introducció d'eixugons (drenatges) per afavorir la difusió d'O<sub>2</sub> al sòl i inhibir metanogènesi.

**!!** Factor limitant: salinitat del sòl → estrès salí → pèrdues en collita

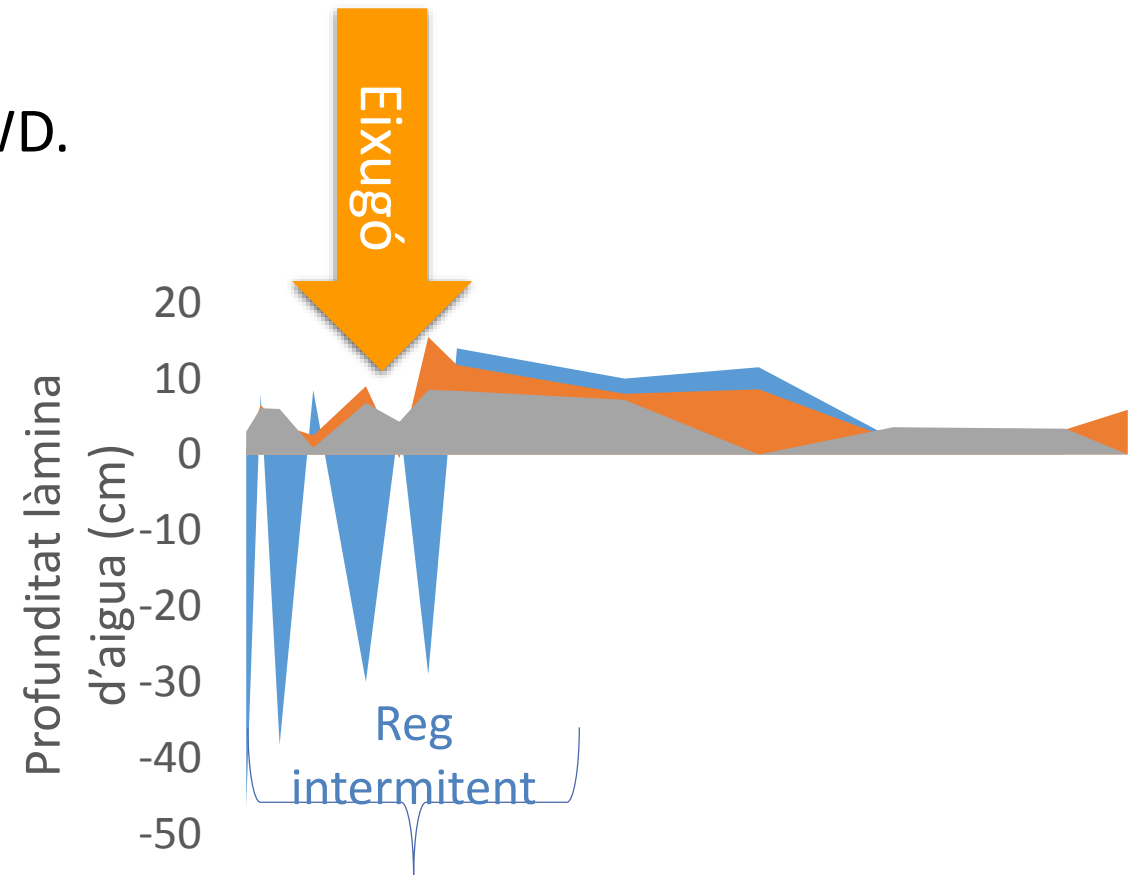
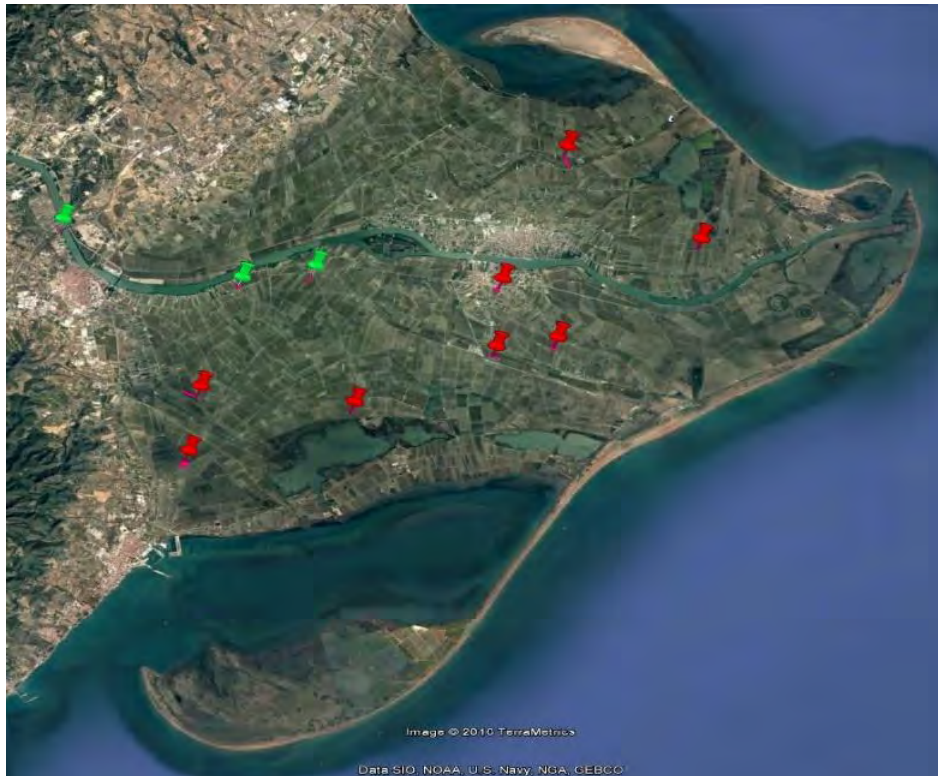
Assaig en camps d'arròs:

Col·laboració amb pagesos: maneig d'aigua consensuat

→ Col·laboració amb empreses Kellogg's i EbroFood

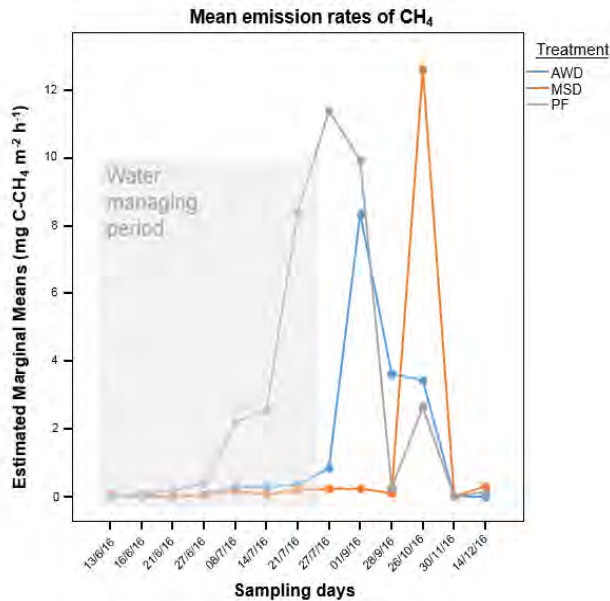
# Disseny experimental

- 3 camps comercials, cadascun amb un sistema de reg diferent: reg intermitent (AWD), únic eixugó (MSD), inundació permanent (PFL)
- Mostreig gasos:
  - 9 càmeres per camp i mostreig
  - Mostreig intensiu durant l'aplicació d'AWD.

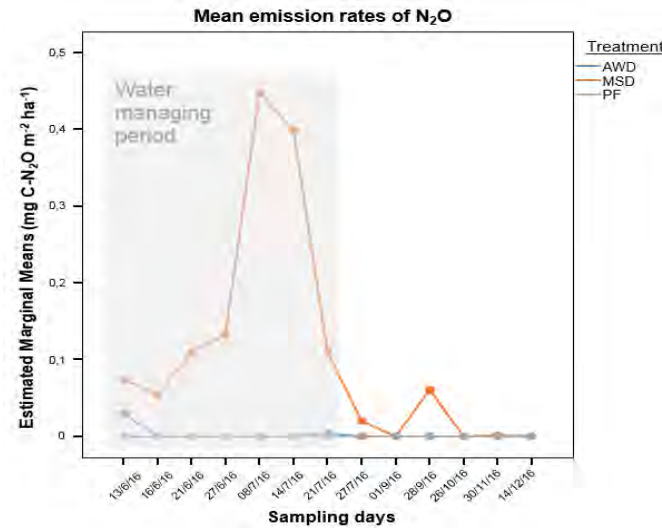


# Resultats: efecte del maneig d'aigua en les emissions de CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O i en la producció d'arròs

CH<sub>4</sub>



N<sub>2</sub>O



— Inundació continuada — Intermitent — Eixugó

Maneig de l'aigua	Producció arròs (kg/ha)
Inundació continuada	9150
Reg intermitent	8900
Únic eixugó	6156

✓ Les taxes d'emissió de CH<sub>4</sub> en intermitent van ser **10 cops més baixes** que en inundació continuada ( $0.16 \pm 0.03 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  vs  $1.54 \pm 0.40 \text{ mg m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ ).

!! Altes emissions de N<sub>2</sub>O en **eixugó**  
 ← el cultiu en aquest camp va mostrar un creixement dèbil no atribuïble al maneig d'aigua: resultats poc fiables

✓ El reg intermitent pot reduir les emissions de CH<sub>4</sub> sense afectar la collita (confirmat en un altre projecte)  
 ! Cal tenir en compte condicions específiques de camp

## El cultiu de l'arròs i el canvi climàtic



Proba pilot d'injecció de sediments en la xarxa de reg del Delta de l'Ebre (antic *colmateig*).

### Avaluació de l'efecte de l'aportació dels sediments en el cultiu de l'Arròs

- Afectaria l'aportació de sediments a la producció del cultiu
- Tenen efecte sobre les emissions GEH?



Efecte fertilització orgànica (gallinassa) en emissions GEH

# Efecte de la injecció de sediments i la fertilització orgànica en la producció d'arròs i l'emissió de GEH





# Injecció de sediments procedents de planta potabilitzadora (CAT)

- Las accions del projecte son probes pilot per la injecció de sediments en el riu i en la xarxa de reg



**Objectiu final:** Establir un sistema permanent de reinjecció de sediments generats en la planta potabilitzadora al Delta

→ Avaluació del possible impacte en la producció del cultiu, tot i que l'antiga pràctica del *colmateig* al Delta suggereix que no haurà danys al cultiu

# Aplicació de sediments de la planta potabilitzadora del CAT



1. Anàlisis dels sediments per comprovar que estiguin lliures de contaminants
2. S'apliquen en les parcel·les la quantitat que s'acumularia en 100 anys d'injecció de sediments → **0.5 kg sediments /m<sup>2</sup>**

# Estratègies estudiades



- Factors :

1. Tipus de fertilització: mineral vs. gallinassa
2. Sediments: injecció vs. no injecció

Estratègia	Dosi Nitrogen	Fertilització/Sediments	Aplicació
<b>Gallinassa SENSE sediments</b>	170 kg N/ha	7784 kg/ha gallinassa	Fons
<b>Gallinassa + sediments</b>	170 kg N/ha	7784 kg/ha gallinassa + 5000 Kg/ha sediments	Fons
<b>Fertilització mineral SENSE sediments</b>	170 kg N/ha	245,6 kg/ha Urea + 271 kg/ha SA*	2/3 fons (Urea) 1/3 cobertora (SA*)
<b>Fertilització mineral + sediments</b>	170 kg N/ha	245,6 kg/ha Urea+271 kg/ha SA* +5000 kg/ha sediments	2/3 fons (Urea) 1/3 cobertora (SA*)

# Disseny experimental



Ubicació: parcel·les experimentals de l'Estació de l'Ebre (Amposta)  
Parcel·les dividides en 4 repeticions

# Valoracions



- **Anàlisi de sòl**
- **Densitat de plantes**
- **Altura**
- **Densitat de panícules**
- **Infestació malalties**
- **Encamat**
- **Rendiment en gra**
- **Rendiment sencers**
- **Components del rendiment**
- **Emissió de GEH**

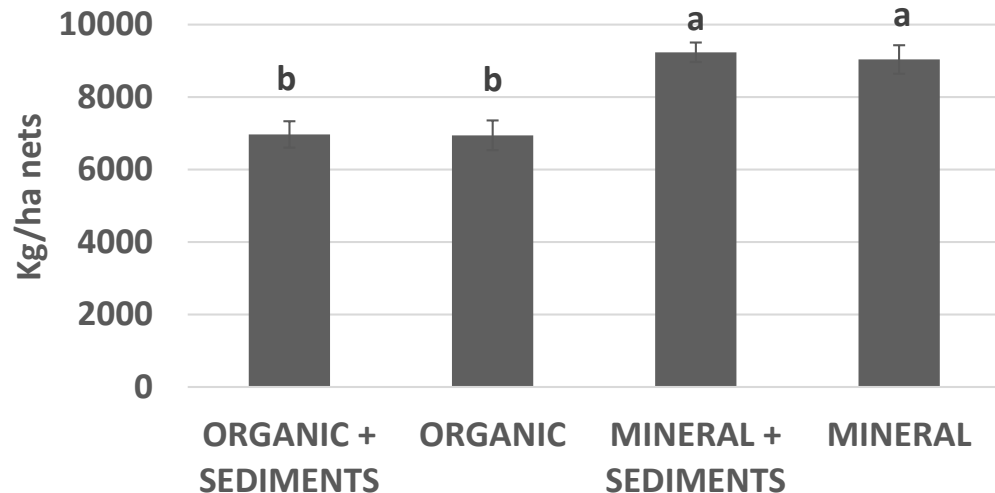


# Efecte dels sediments i gallinassa en la producció d'arròs i emissió CH<sub>4</sub>

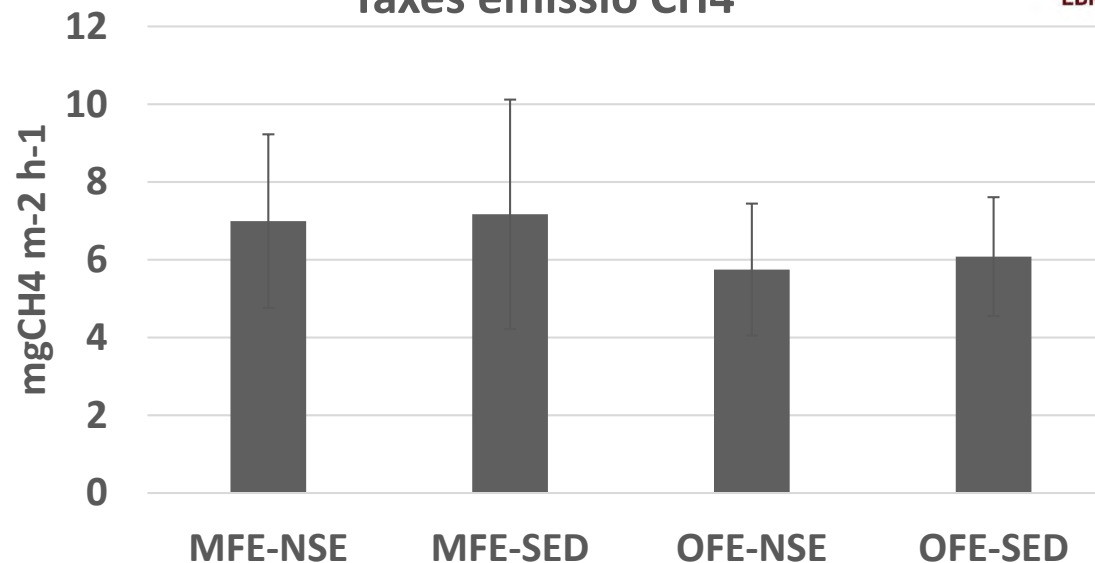


EBRO ADMICLIM

Producció



Taxes emissió CH<sub>4</sub>



- **Sediments:**

- ✓ Cap efecte ni en la producció del cultiu ni en l'emissió de CH<sub>4</sub>.

- **Fertilització orgànica (gallinassa)**

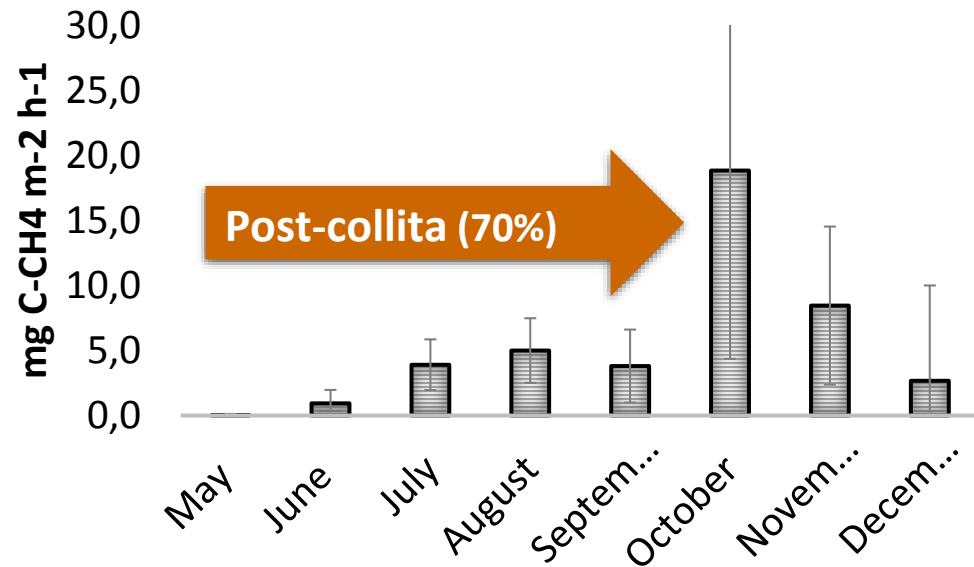
- ✓ Menor producció a curt termini → pot requerir període d'establiment i millora del rendiment a mitjà termini

- ✓ Tendència a reduir les emissions de CH<sub>4</sub> (resposta a la producció?)

# El paper de la post-collita en les emissions i el balanç de Carboni

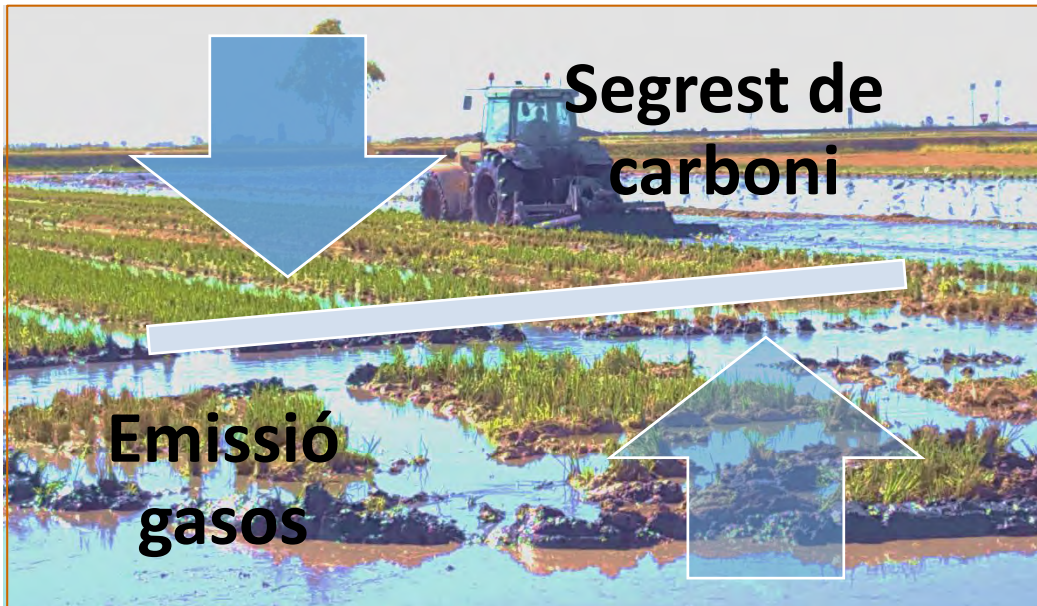


# El paper de la post-collita en les emissions i el balanç de Carboni



Paper de la palla en els camps:

- Millora la fertilitat i qualitat del sòl
- Segrest de carboni →
  - Formació del sòl (compensació subsidència del Delta?)
  - **Segrest de Carboni**: compensació de les emissions GEH?



Quin és el balanç en els arrossars del Delta?  
Embornal o font de C?  
Quines estratègies de gestió de post-collita poden optimitzar balanç de C?



# Incorporació de la palla



04/06/2018



# Nou estudi per optimitzar la gestió de la palla i la inundació hivernal



Inici: Octubre 2017

Dades:

- GEH( $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ )
- Taxes de descomposició de la palla en diferents condicions
- Efecte en el contingut del Carboni en sòl



## Determinació in-vitro d'emissions de metà a partir de sediment i palla d'arròs del període postcollita

Mar Carreras<sup>1</sup>, Belén Fernández<sup>1</sup>,  
Joan Noguerol<sup>1</sup>, Francesc Prenafeta<sup>1</sup>,  
Maite Martínez-Eixarch<sup>2</sup>, Marc Viñas<sup>1</sup>

1. IRTA (GIRO)
2. IRTA (Ecosistemas acuáticos)

## DISSENY EXPERIMENTAL i MONTATGE

Incubació a 20°C, 60 dies

### A) Condicions òptimes → S'assagen tres proporcions sediment:aigua:palla (S:A:P).

Contenen sediment, solució de **macronutrients i micronutrients**, bicarbonat i subproducte

- # A1. Sediment - CONTROL
- # A2. Sediment + **palla d'arròs 0,35% (equivalente a la proporción en los campos)**
- # A3. Sediment + **palla d'arròs 1%**
- # A4. Sediment + **palla d'arròs 2%**

### B) Potencials agents mitigadors d'emissions en condicions òptimes

Contenen sediment, solució de macronutrients i micronutrients, bicarbonato, solució Àcids Grassos Volàtils (AGV) i inhibidors potencials

- # B1. Sediment + VFA - CONTROL
- # B2. Sediment + VFA + **100 µL MeOH - CONTROL**
- # B3. Sediment + VFA + Inhibidor pur 1 + **MeOH**
- # B4. Sediment + VFA + Inhibidor 2 subproducte orgànic 1
- # B5. Sediment + VFA + Inhibidor 3 subproducte orgànic 2
- # **B6. Sediment + solució VFA + Sediment CAT fèrric (equivalent a adició a camp)**

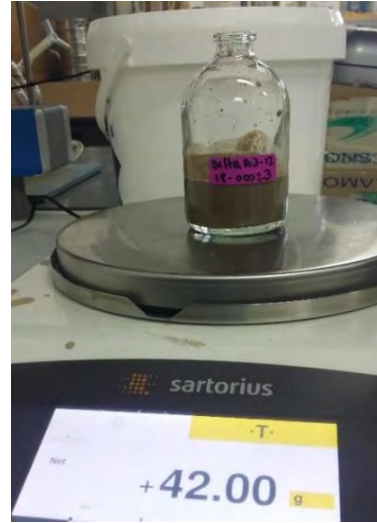
### C) Condiciones similares al Delta del Ebro

Contienen sedimento, agua de riego del Delta del Ebro y palla

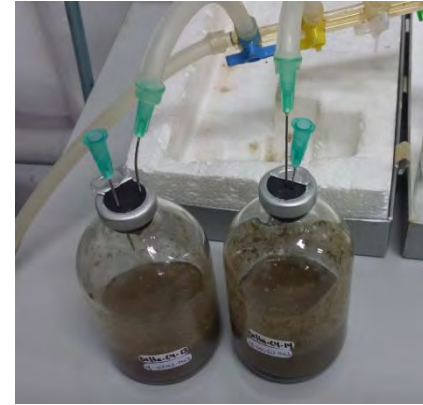
- # C1. Sediment – CONTROL
- # C2. Sediment + **palla d'arròs 0,35%**
- # C3. Sediment + **palla d'arròs + sediment fèrric CAT**
- # C4. Sediment + **palla d'arròs 0,35% + sediment fèrric**

## DISSENY EXPERIMENTAL y MONTATGE

Incubació a 20°C, 60 dies



Paja triturada  
0,35%

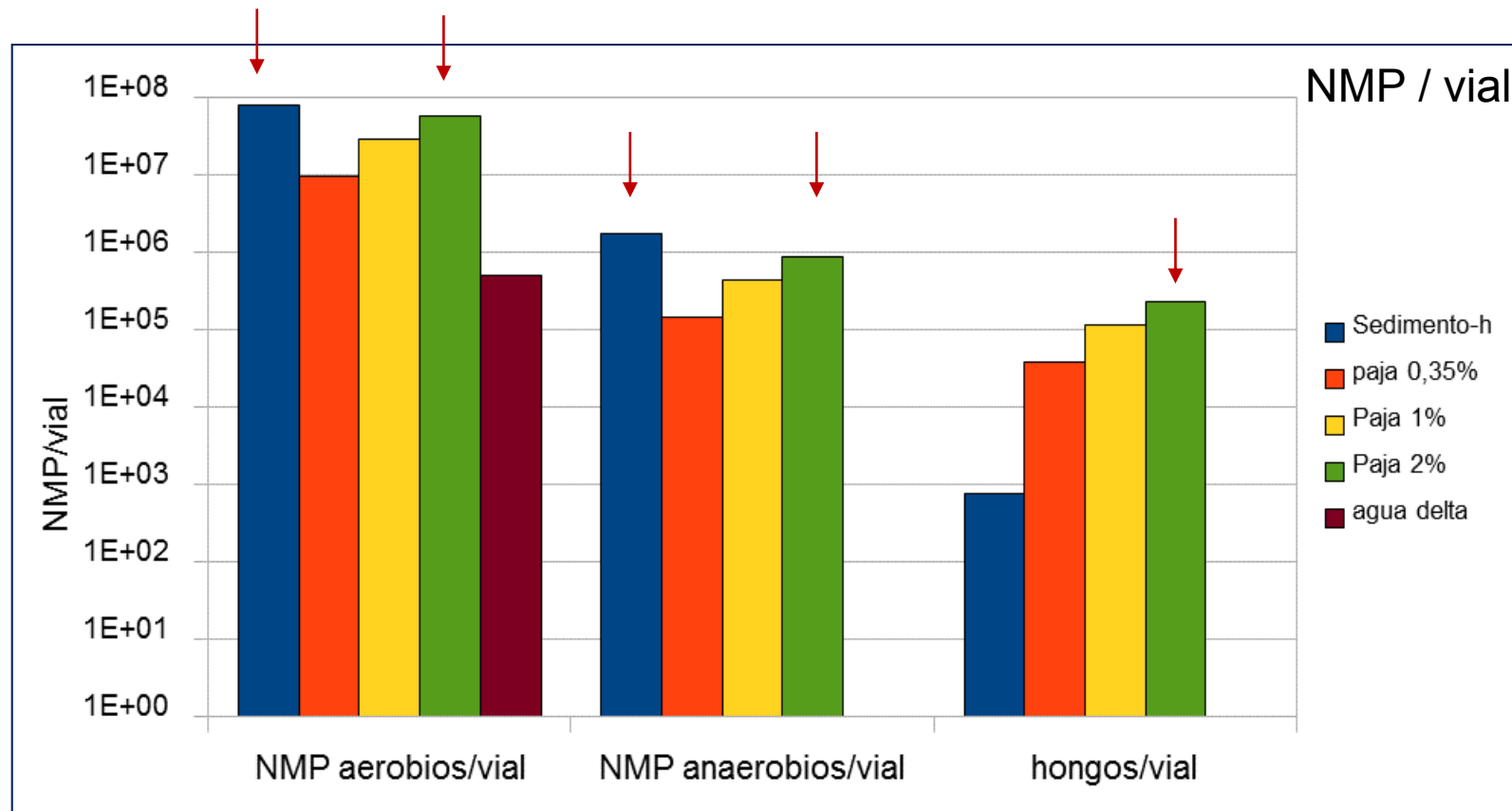


Eliminación O<sub>2</sub>



Assaigs x3 (Bloc A, B, C)

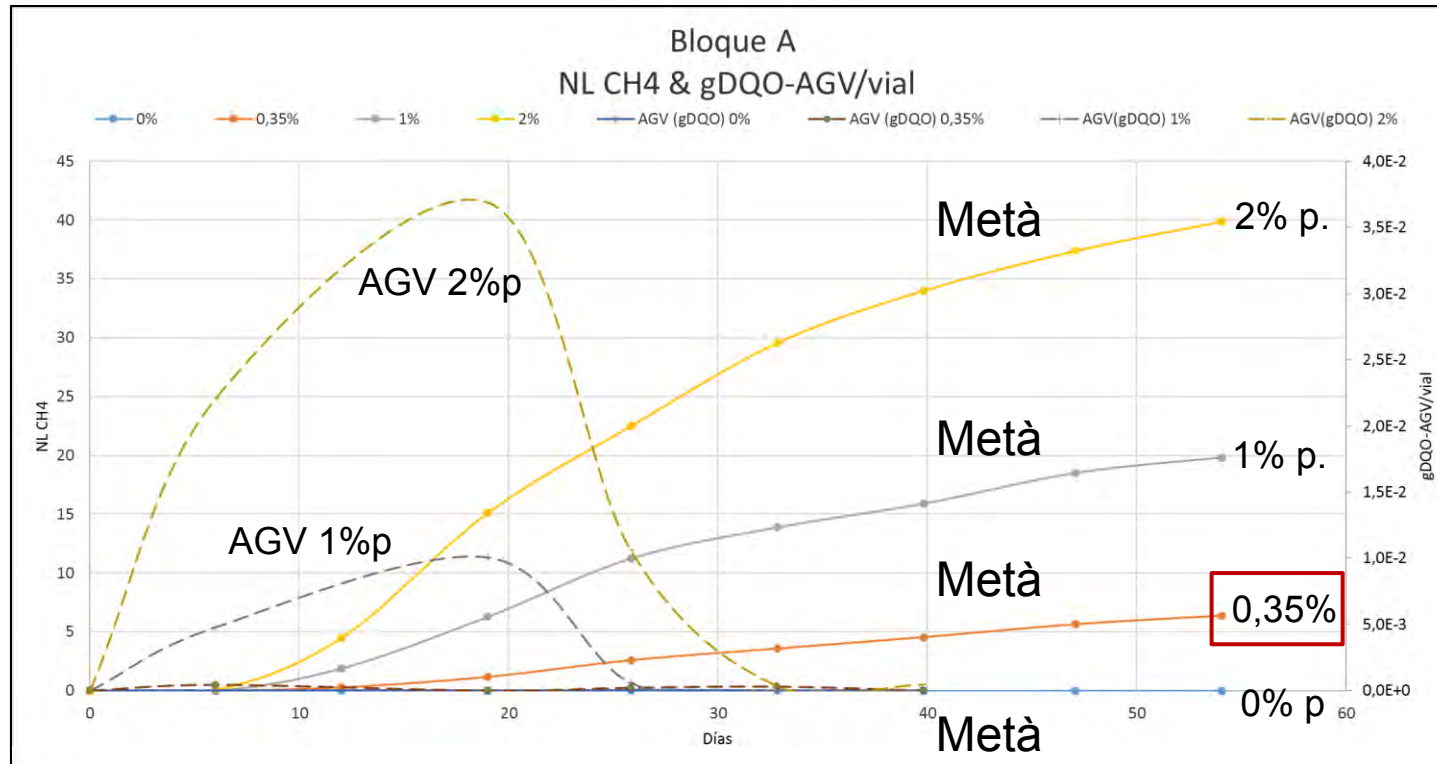
Quina matriu aporta poblacions microbianes actives?  
Aigua/Sediment/Palla



Poblacions microbianes predominants actives aeròbies i anaeròbies a sediment i a palla. Fongs principalment a palla.

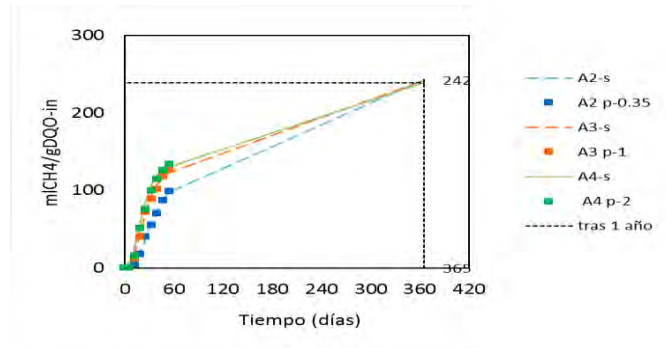
**BLOC A – condicions optimitzades (Nutrients (N+P) en medi mineral) per a metanogènesis**

Producció de AGV i metà

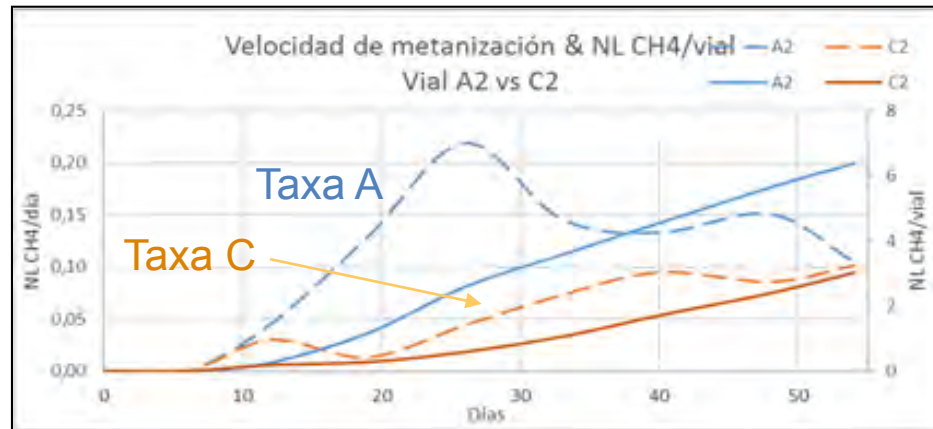
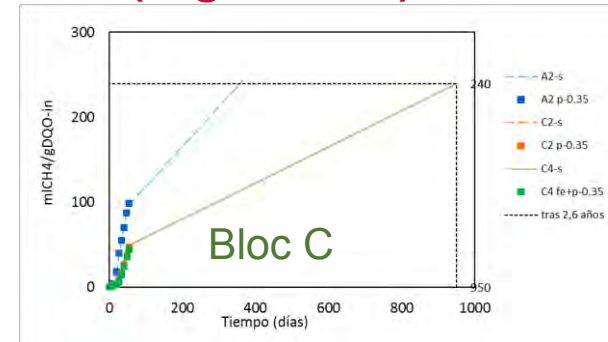


Metà es genera a partir dels 10-20 dies un cop afegida la palla d'arròs

## BLOC A – condicions òptimes de metanogènesi (N +P)



## BLOC C – condicions Delta (Aigua Ebre)

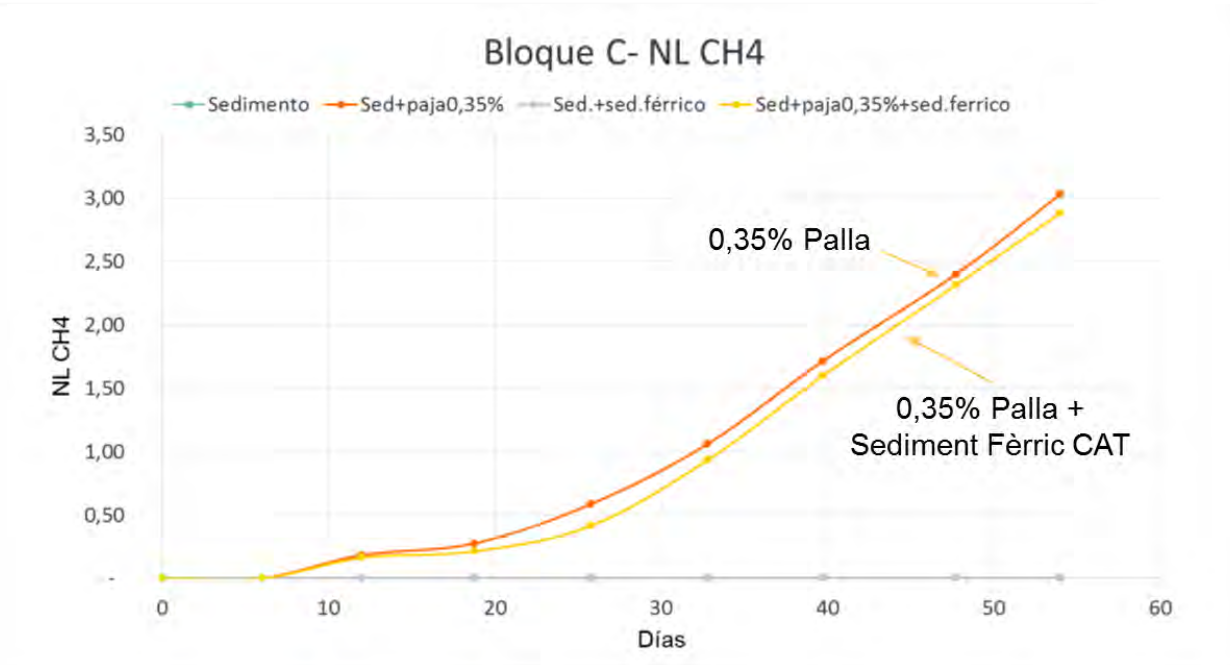


Acumulació Bloc A

Acumulació Bloc C

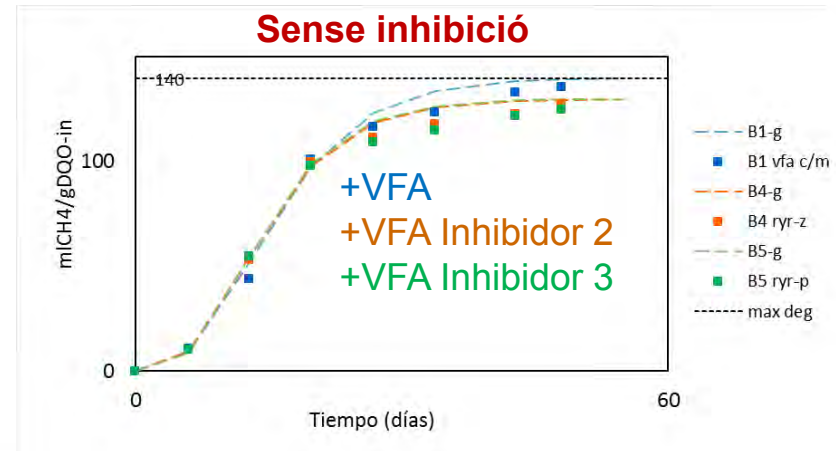
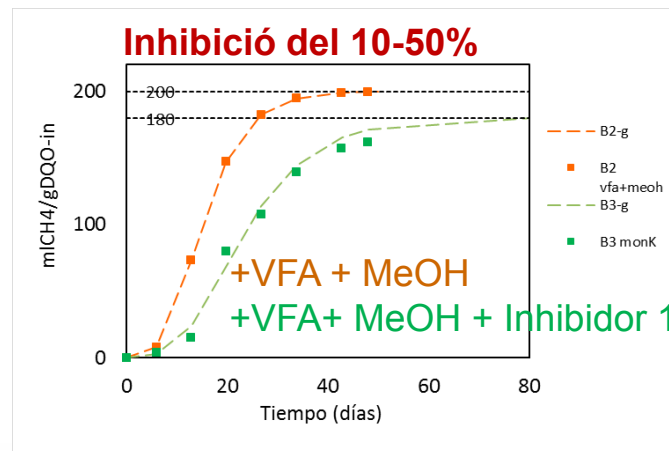
- L' ajust cinètic estima que els **vials C2, 0,35% palla i sense nutrients afegits tenen:**
  - ❖ **Menor velocidad de metanització (x1 ,55)**
  - ❖ **Major lag phase (x 1,67)**
  - ❖ **Menor rendiment (x 2,11) als 54 dies**
  - ❖ **Vials C tarden 950 dies y els A 365 días per obtener màxim rendiment**
  - ❖ **Probable acumulació gradual anual de palla no degradada**



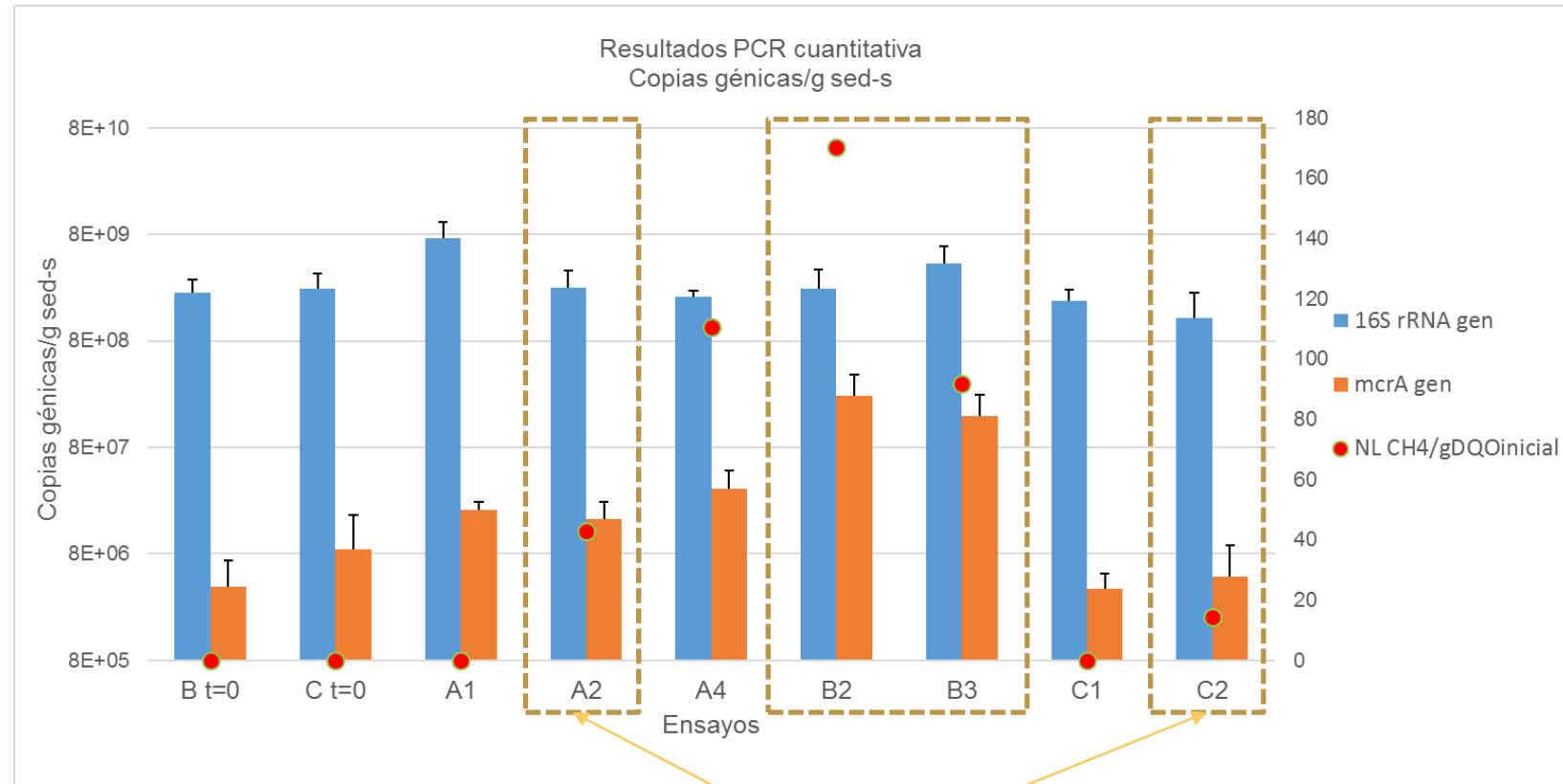


**Sediment fèrric  
CAT no afecta  
emissió CH4**

## Assaig screening Inhibidors metanogènesi + VFA (condicions òptimes)

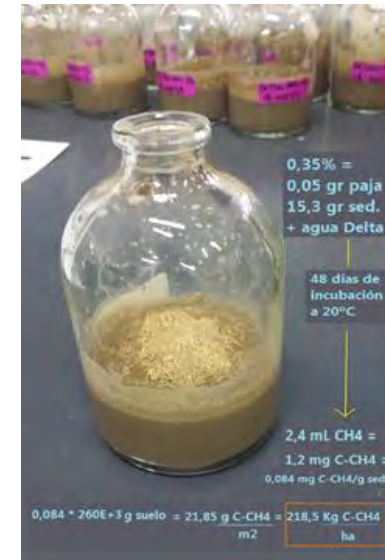
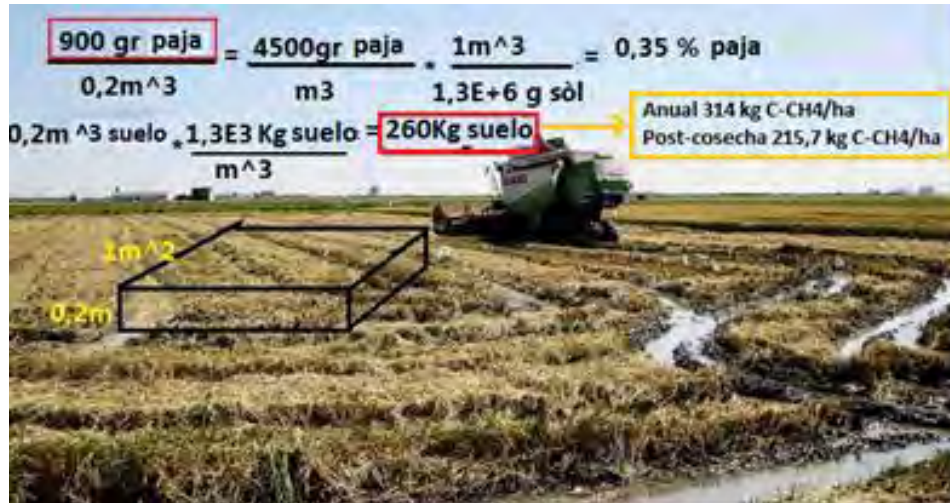


Las poblaciones microbianas metanogénicas (qPCR gen *mcrA*) han aumentat 1-2 ordres de magnitud en situaciones de major producció de metà ( $10^5$ - $10^7$  còpies *mcrA* / g sed) .



A2 vs C2

## Emissions CH<sub>4</sub> acumulades a escala real *versus* escala in-vitro: el periode post-collita (3 mesos)



**Assaigs in vitro (50 d.): 218,5 kg C-CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>**

**Valors en camp postcollita (30-90d): 215 kg C-CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>**

19% CH<sub>4</sub> max teòric

Degradació de palla en 50 dies anaerobiosi: 35%

**Variables no  
contemplades:**

Bacteris metanotròfics aerobis  
 Nutrients aigua del Delta (sulfats)  
 Mineralització aeròbia de la matèria orgànica  
 Tamany superior de fragments de palla

## Conclusions assaigs in-vitro de metanogenesi amb palla de postcollita

- Els assaigs in-vitro han mostrat una emissió acumulada de metà dins d'un rang equivalent al que s'ha obtingut a escala de camp durant el període post-collita (218 vs 215 kg C-CH<sub>4</sub> ha<sup>-1</sup>)
- Durant el període avaluat (50 dies) s'ha degradat un 35% de la palla d'arròs afegida.
- La incorporació de la palla en el sediment, en condicions anòxiques, fomenta les emissions de metà, no detectades als vials control amb sediment però sense palla afegida.
- Els nutrients existents al Delta de l'Ebre (aigua del riu y sediment) ja permeten que es dugui a terme el procés de metanització. L'addició de nutrients promou una acceleración del procés de metanogènesi (x2).

Gràcies per la seva atenció!!

