



1r Saló del Biogàs i Tractament de Purins



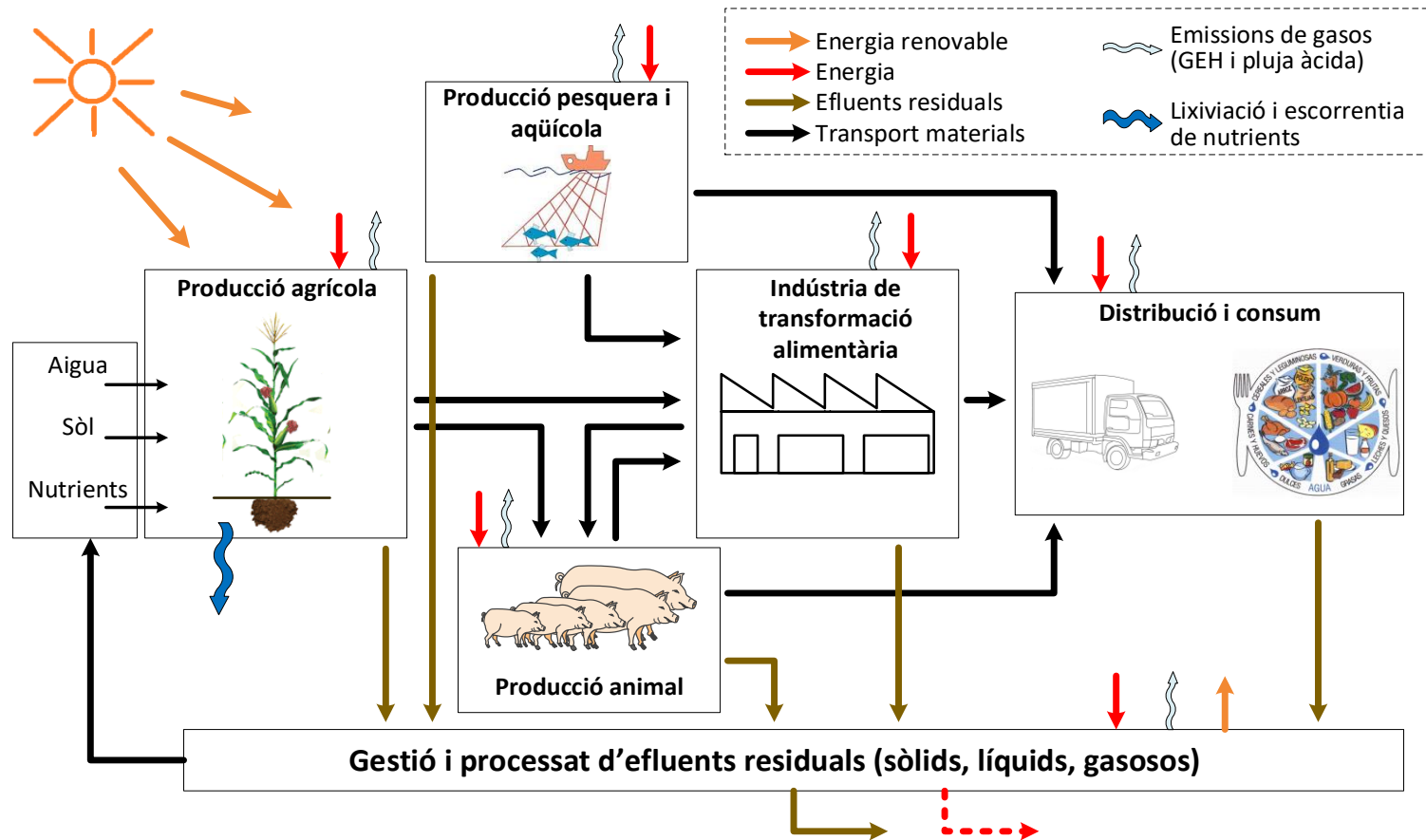
El paper del biogàs en el processat de purins

Xavier Flotats

<https://futur.upc.edu/XavierFlotatsRipoll>



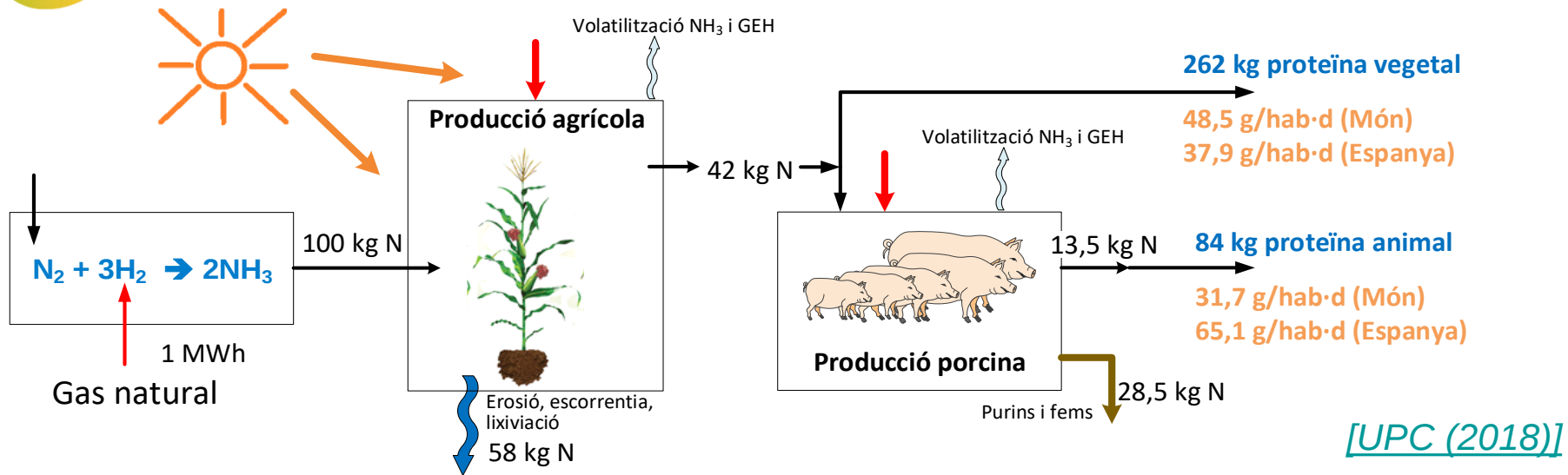
Sector carni: Problemes a resoldre



- La distribució territorial del consum afecta l'estructura de tot el complex agroalimentari
- L'estructura de grans àrees consumidores (>50% de la població en grans ciutats) i grans àrees productores llunyanes implica una forta dependència de l'energia, i dificulta el reciclatge
- Problemes: consum d'energia, emissions de NH_3 , CH_4 , N_2O , contaminació aigües continental per nitrats, i nutrients en general (P), antibiòtics, sanitaris, salinització de sòls, ...



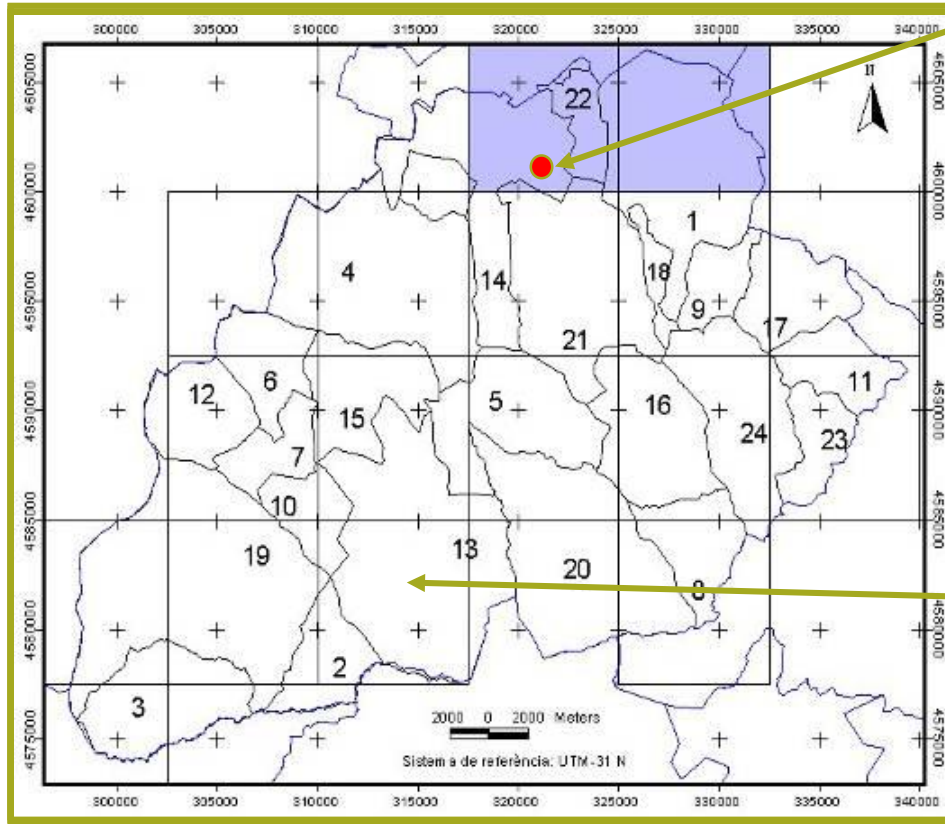
La cadena productiva de carn ha d'afrontar el problema de les dejeccions



- El problema de contaminació per nitrats, amoníac o gasos d'efecte hivernacle, no és específic dels productors ramaders, ho és de tota la cadena productiva
- El sector de la producció de carn ha d'afrontar un pla estratègic al respecte, de forma immediata, i fer-se càrrec dels costos a través del preu dels productes
- L'administració pública ha de ser estricta en fer complir la legislació ambiental
- Amb fertilització i ramaderia de precisió (GPS, imatges satèl·lit, control engreix/pinso,...), i amb la indústria 4.0, es poden reduir consums energètics i pèrdua de recursos
- Amb recuperació d'energia i nutrients dels residus orgànics i dejeccions es pot contribuir al reciclatge i a reduir consum de recursos fòssils. L'eficiència, però, mai és del 100%
- Reduir el consum de carn contribueix a millorar la situació



Problema addicional: el transport com factor limitant. *Exemple comarca de les Garrigues*



Localització de les **produccions** de N d'origen ramader a la comarca de les Garrigues (kg N/ha·any), per a diferents escales d'integració

[Flotats (2016)]

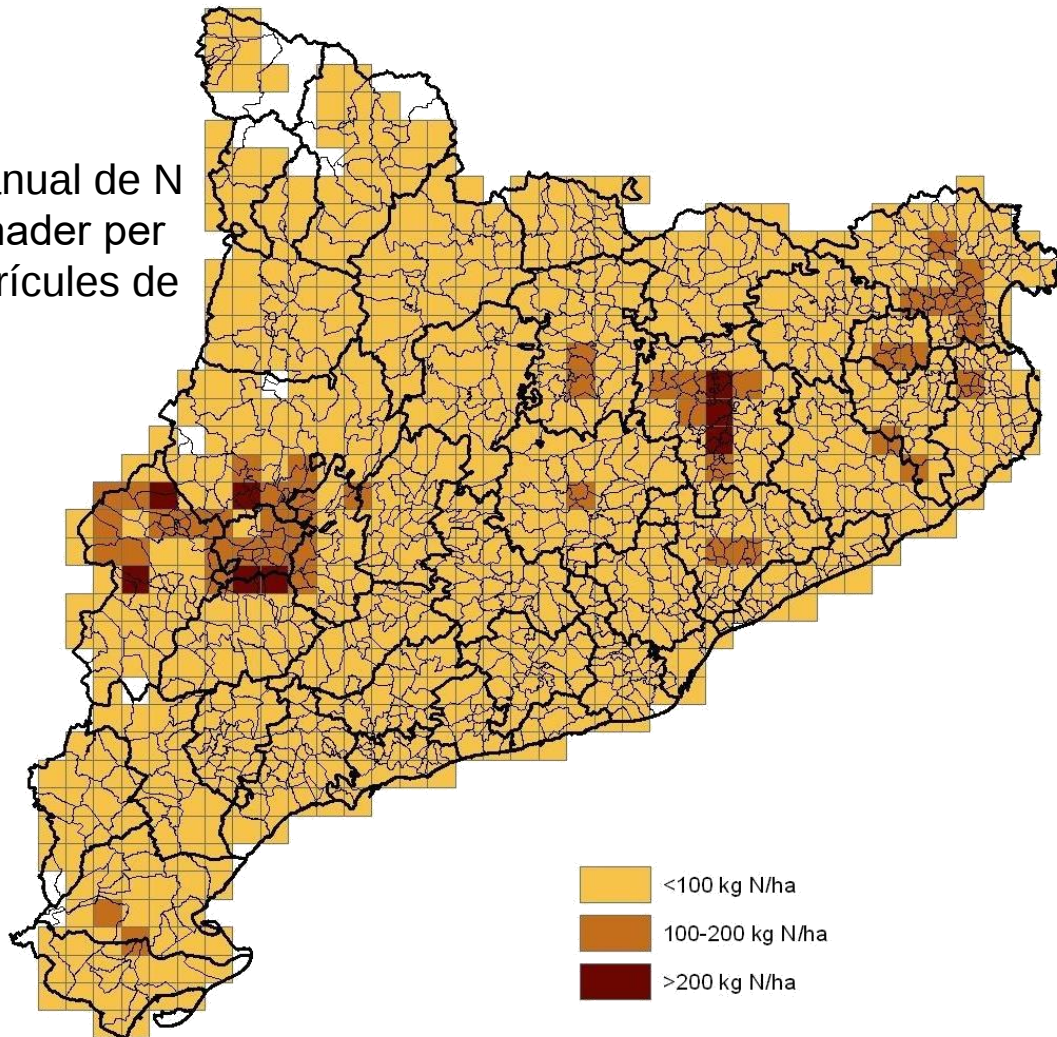
[Teira-Esmatges i Flotats (2003)]



Anàlisi territorial.

El transport com factor limitant

Generació anual de N
d'origen ramader per
ha, en quadrícules de
7 km



- **Problema a resoldre:** exportar i redistribuir
- Recuperació de nutrients en forma concentrada per reduir costos de transport
- Substitució de fertilitzants químics
- Creació de mercats que valorin els productes obtinguts
- En zones excedentàries: plans de gestió conjunts. El problema és de tots i la unió fa la força
- Tractament conjunt: eina tecnològica per ajudar a un pla conjunt



Digestió anaeròbia

Descomposició biològica anaeròbia (sense oxigen) de la matèria orgànica, per obtenir biogàs

Objectius:

- Estabilització parcial de la matèria orgànica. Mineralització
- Higienització (funció de temperatura)
- Reducció viscositat i mida de partícules
- Control/reducció de males olors
- Reducció gasos d'efecte hivernacle
- Producció de biogàs/energia ($\sim 0,6 \text{ L gasoil/m}^3$ de biogàs)

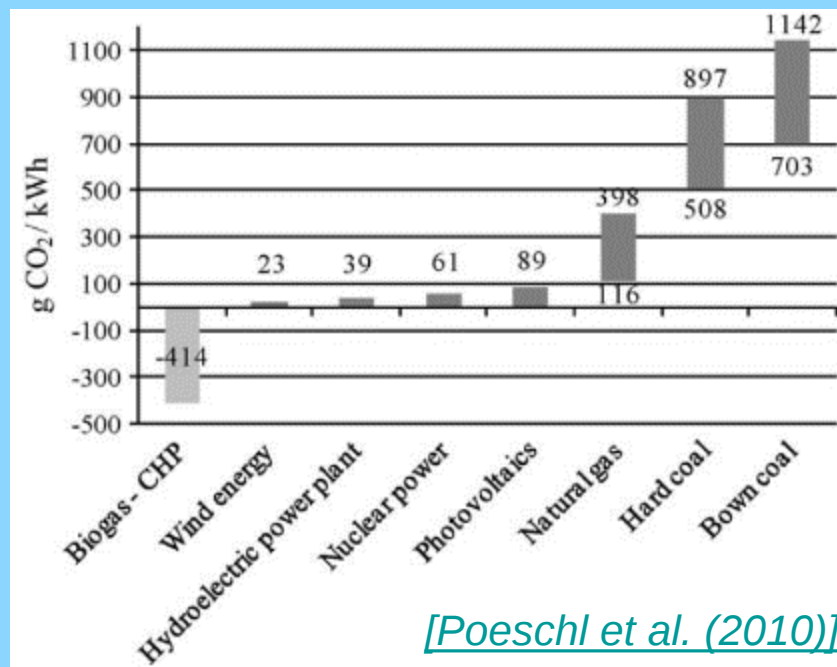


[Som Energia (2017)]



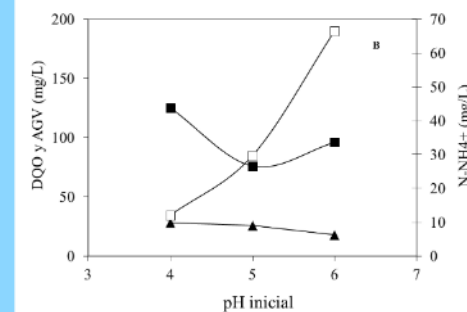
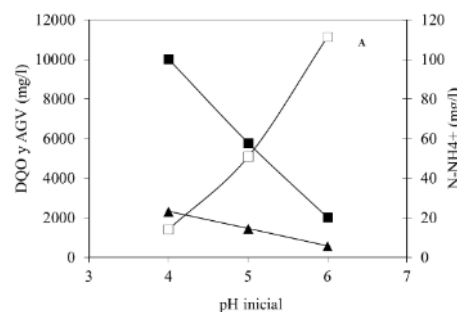
Avantatges del procés

- Eliminació/reducció de males olors [\[Lukehurst et al. \(2010\)\]](#)
- Eliminació de llavors de males herbes i larves i ous d'insectes, i paràsits [\[Johansen et al., 2013\]](#)
- Reducció de la mida de partícula i viscositat [\[Valldosera \(2016\)\]](#). Major infiltració en aplicació al sòl i reducció emissions de NH_3
- Estabilització de la matèria orgànica (MO). Reducció significativa de la MO fàcilment biodegradable
- Reducció significativa d'emissions de gasos d'efecte hivernacle
- La DA facilita l'operació de processos de recuperació de nutrients



Condensats de l'evaporació al buit de purins

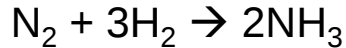
De purins frescos De purins digerits





La importància de la recuperació de nutrients

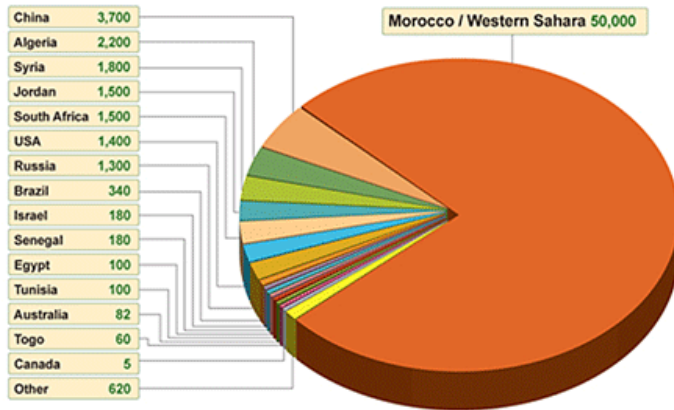
- Fertilitzants nitrogenats. Producció mitjançant el procés Haber-Bosch:



40-45 MJ/kg $\text{NH}_3 \rightarrow$ Làmpada de 60W @ 208 h

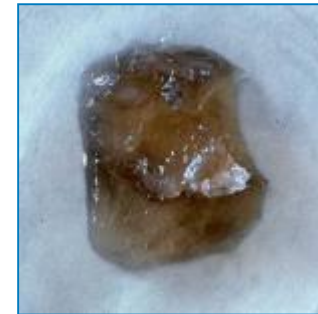
Cost dels fertilitzants nitrogenats molt lligat al cost de l'energia

- Fòsfor: Reserves mundials limitades, i molt localitzades (¿problema geo-estratègic en futur proper?)



Digestió anaeròbia: peça clau en qualsevol estratègia de recuperació de nutrients [Flotats et al. (2012)]

Producció de sulfat amònic per stripping/absorció (Bonmatí, 2001):

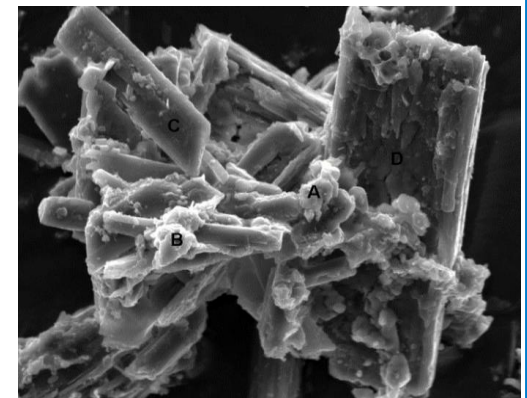


de purins frescos



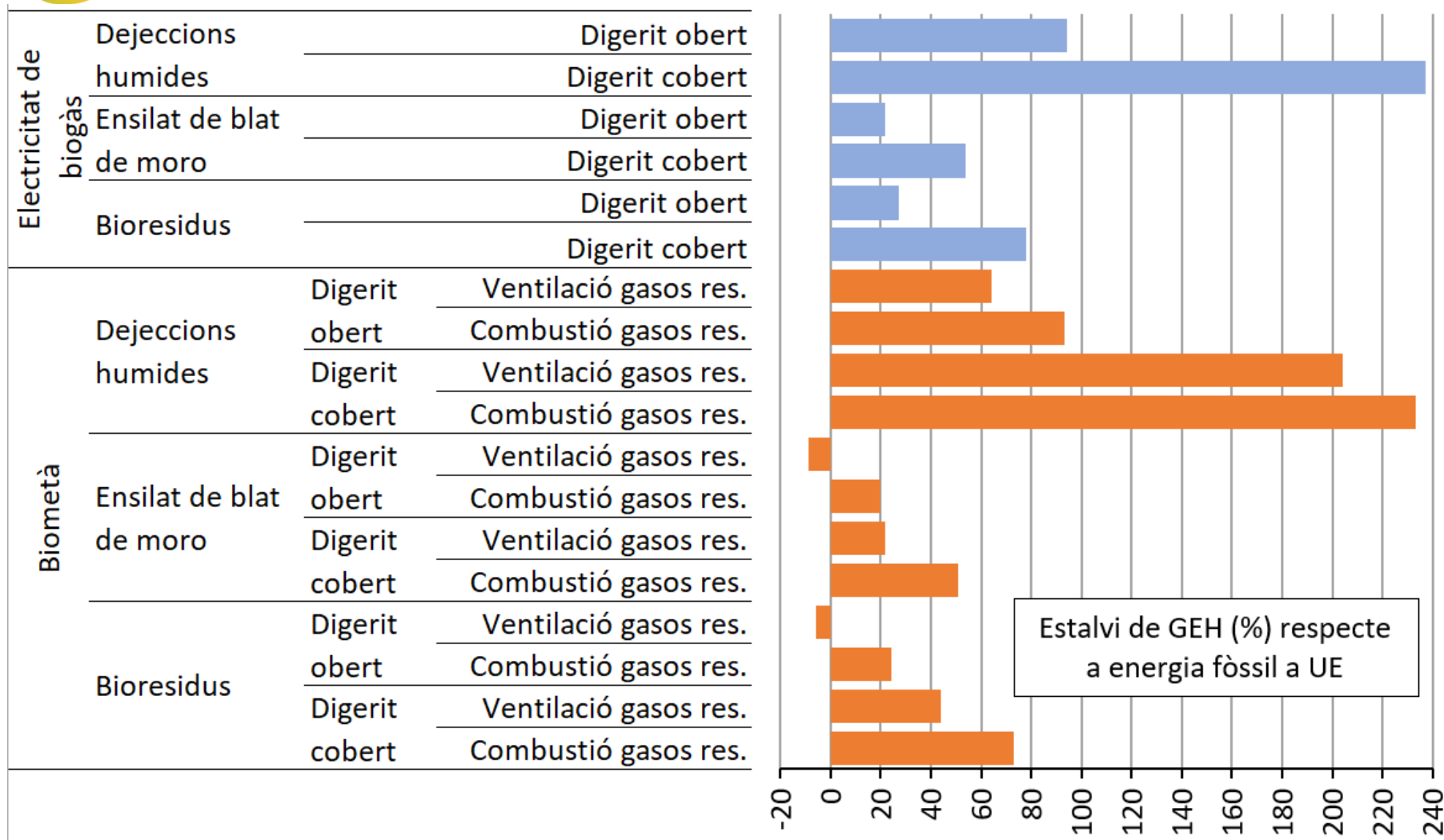
de purins digerits

Obtenció de cristalls d'estruvita (fosfat amònic magnèsic) a partir de purins de porc digerits (Cerrillo et al., 2015):





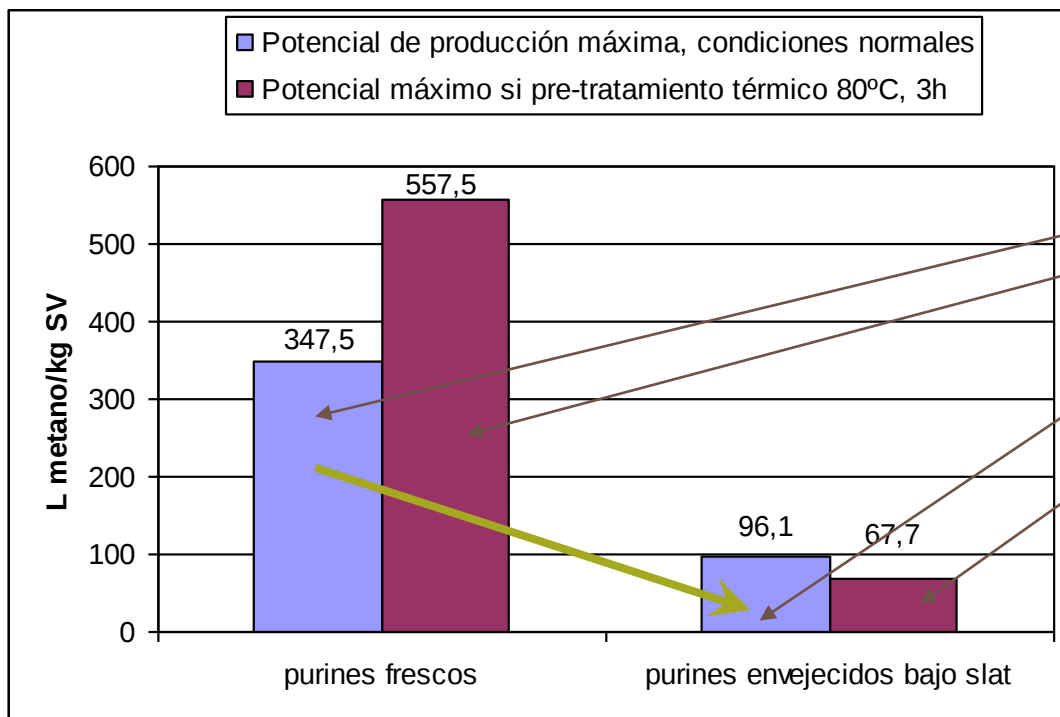
Reducció de l'emissió de gasos d'efecte hivernacle (GEH)



Estalvi relatiu de GEH comparat amb el mix elèctric europeu (186 g CO₂ eq/MJ_{el}) o gas natural (72 g CO₂ eq/MJ_{GN}). A partir de dades de [\[Giuntoli et al. \(2015\)\]](#)



L'efecte sobre els gasos d'efecte hivernacle. Exemple: Potencial de producció de CH₄ de purins



[[Bonmatí et al. \(2001\)](#)]

Amb 3,4% SV:

18,1 m³ biogàs/m³

29,1 m³ biogàs/m³

5,0 m³ biogàs/m³

3,5 m³ biogàs/m³

- La reducció del potencial de producció de biogàs després d'uns mesos de magatzem és degut a emissió natural de CH₄ a l'atmosfera (efecte hivernacle 23 vegades superior al CO₂) i d'amoníac.
- També baixa l'eficiència dels separadors S/L amb l'augment del temps de magatzem previ [[Kunz et al. \(2009\)](#)].
- Cal processar els purins a la major brevetat possible !!!
- La gran innovació és no perdre aquest potencial, d'energia i de nitrogen, amb avantatges sanitaris i de producció animal. [Canvis en el disseny de granges.](#)



Potencials de producció de CH₄ de diferents substrats

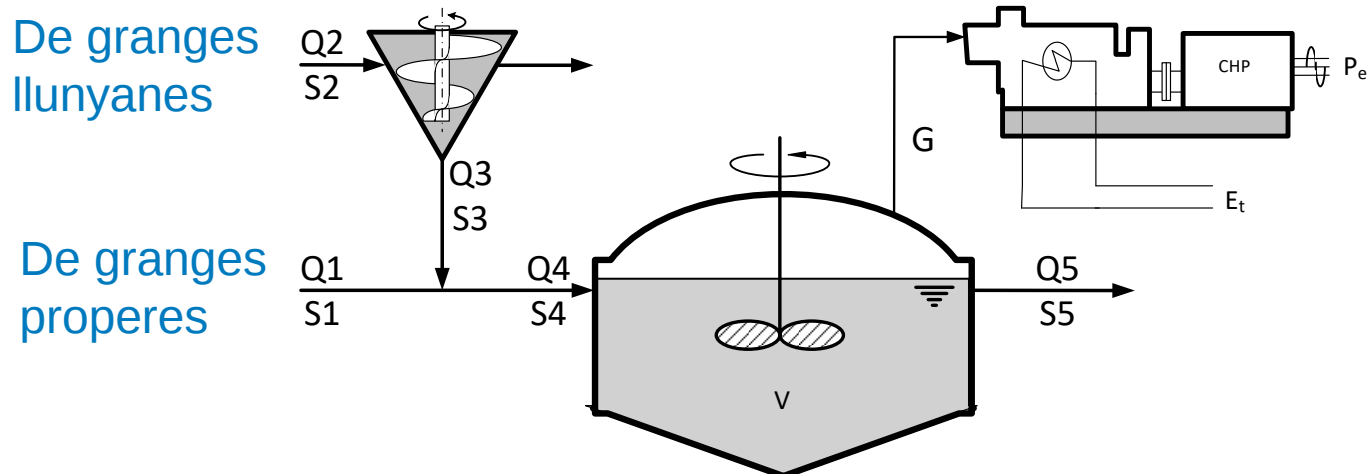
Organic substrate	Yield potential (Nm ³ CH ₄ /kg VS)
<i>Organic Fraction of Municipal Solid Waste</i>	
Mechanically sorted (MS)	0.160 – 0.370
Separately collected (SC)	0.450 – 0.490
Sorted domestic source (SS)	0.370 – 0.400
Fruit and vegetable waste	0.288 – 0.516
<i>Livestock manure</i>	
Pig manure	0.067 – 0.557
Cattle manure	0.280 – 0.540
Poultry manure	0.228 – 0.390
Solid fraction pig manure	0.178 – 0.496
<i>Industrial organic waste</i>	
Stomach/intestinal waste	0.400 – 0.460
Slaughterhouse waste (piggery)	0.580 – 0.960
Slaughterhouse waste (poultry)	0.460 – 0.480
Coffee waste	0.240 – 0.280
Citrus waste	0.314 – 0.548
Fish waste	0.398 – 0.573
Crude glycerol (biodiesel prod.)	0.780 – 0.826

Organic substrate	Yield potential (Nm ³ CH ₄ /kg VS)
<i>Wastewater treatment plants</i>	
Primary sludge (urban)	0.307 – 0.489
Secondary sludge (urban)	0.191 – 0.244
Grease waste (urban)	0.405 – 0.540
Grease sludge (meat processing)	0.845 – 0.928
<i>Energy crops</i>	
Maize (whole crop)	0.204 – 0.450
Barley	0.353 – 0.658
Grass	0.298 – 0.467
Alfalfa	0.340 – 0.500
Miscanthus	0.179 – 0.218
Beet fodder	0.420 – 0.500
Microalgae	0.106 – 0.209
<i>Catch crops</i>	
<i>Raplanus sativus</i>	0.274 – 0.474
<i>Brassica napus</i>	0.334 – 0.448
<i>Avena sativa</i>	0.250 – 0.527

Sovint cal un pre-tractament per estar en el màxim de l'interval



Interès en separació S/L i transportar el sòlid a plantes centralitzades



- Baixa biodegradabilitat de la fracció sòlida de purins de porc i de boví. Augment de la producció de CH_4 de fins al 200% mitjançant atac amb amoníac a 22°C durant 3 dies [[Jurado et al. \(2013\)](#); [Foged et al. \(2012\)](#)]





Tecnologies digestió anaeròbia

Dissenys adaptables a quasi qualsevol situació



[Chiva et al. (2018)]

[Flotats et al. (2016)]



Els recursos i potencial a Catalunya

Estudis sobre prospectiva de la producció de biogàs a Catalunya.

Estimació del potencial energètic dels recursos i de la seva realització (ktep) en l'horitzó de l'any que s'indica.

Referència		Flotats i Casañé (2001)	Flotats (2007)	Pascual et al. (2011)	Vilamajó i Flotats (2011)
Àmbit d'estudi		Catalunya DGE-GC	Espanya IDAE	Espanya IDAE	Catalunya PFC-UPC
Dejeccions ramaderes	Disponible	361,9	263,5	243,1	
	Accessible	141,8	197,6	201,8	
Residus municipals	Disponible	94,5	190,2	270,0	
	Accessible	68,2	154,0	42,0	
Fangs de depuració	Disponible	26,2	34,9	34,9	
	Accessible	20,7	26,2	26,2	
Residus orgànics Ind.	Disponible	17,2	43,7	50,4	118,1
	Accessible		43,7	28,3	24,6
Potencial disponible		499,7	532,3	598,4	
Potencial accessible		230,7	421,5	298,3	
Horitzó de realització (any)		2010	2030	2020	-

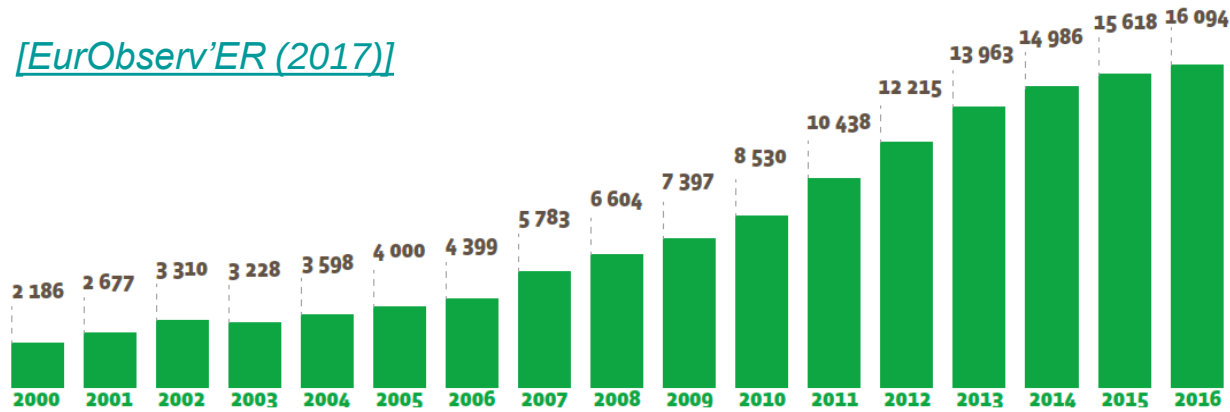
[Flotats i Casañé (2001)]

[Pascual et al. (2001)]

[Flotats (2007)]

[Vilamajó i Flotats (2011)]

[EurObserv'ER (2017)]



Source: EurObserv'ER 2017

Producció de biogàs a Europa

- 18.000 plantes de biogàs a Europa
- 62,46 TWh_e (0,89 TWh_e a Espanya) al 2016
- 497 plantes injectant biometà a la xarxa de gas natural (15,6 TWh)

Primary production of biogas in the European Union in 2015 and 2016* (in ktoe)

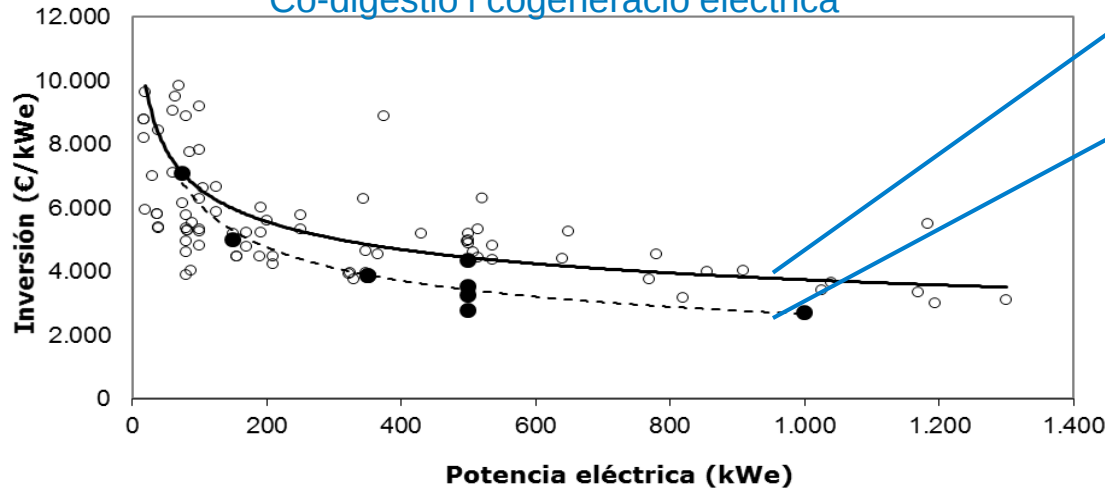
2015					2016*			
Country	Landfill biogas	Sewage sludge biogas ⁽¹⁾	Others biogas from anaerobic fermentation ⁽²⁾	Total	Landfill biogas	Sewage sludge biogas ⁽¹⁾	Others biogas from anaerobic fermentation ⁽²⁾	Total
Germany	94.0	451.7	7 306.6	7 852.4	84.6	461.5	7 410.2	7 956.3
United Kingdom	1 450.8	327.8	473.8	2 252.4	1 400.4	345.6	660.9	2 406.9
Italy ⁽³⁾	369.0	53.5	1 448.9	1 871.5	400.1	58.0	1 570.8	2 028.9
Czech Republic	27.1	40.0	546.2	613.4	25.4	41.5	534.0	601.0
France	355.0	31.7	152.3	539.0	350.0	35.0	194.6	579.6
Netherlands	19.5	55.3	252.2	327.0	16.4	57.5	250.5	324.4
Austria	4.4	11.3	284.3	300.1	3.1	11.7	294.0	308.9
Poland	50.8	96.6	81.5	228.8	51.0	100.0	121.8	272.8
Belgium	25.7	24.1	176.9	226.7	26.8	25.2	184.6	236.6
Spain	140.6	70.4	50.6	261.6	124.1	62.1	44.6	230.8
EU 28	2 829.1	1 354.8	11 433.8	15 617.8	2 773.0	1 393.5	11 927.1	16 093.6



Costos de producció de biogàs/biometà.

Costos d'inversió

Co-digestió i cogeneració elèctrica



[Flotats i Sarquella \(2008\)](#). Matèria primera base: dejeccions ramaderes

[Hartmann et al. \(2012\)](#). Matèria primera base: cultius energètics

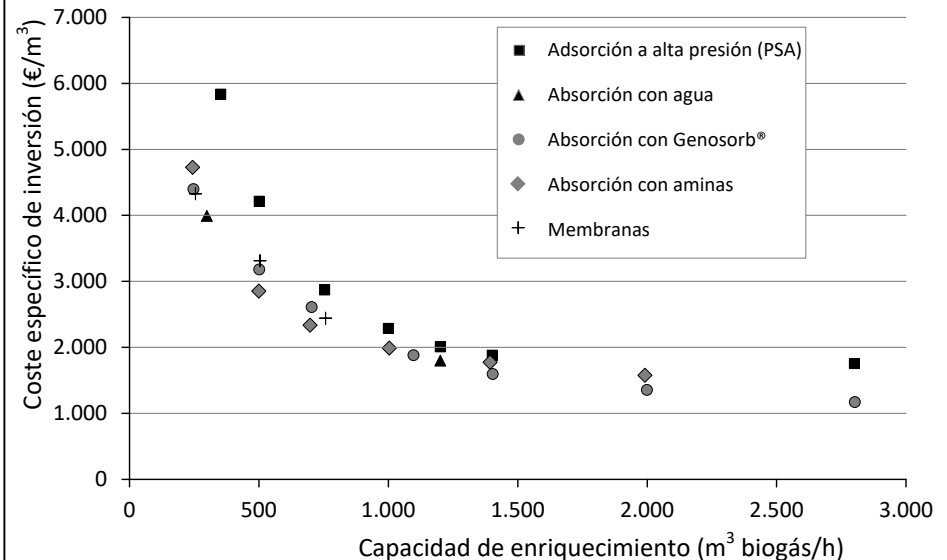
Costos unitaris molt dependents de la producció específica de la matèria primera

Exemple: 50.000 Tm/any, $\eta_e=40\%$, 65% CH₄/biogàs

- Purins de porc @15 m³ biogàs/Tm: 0,22 MWe, 86 m³ biogàs/h
- Mescla amb residus indústria alimentària @60 m³ biogàs/Tm: 0,89 MWe, 342 m³ biogàs/h
- FORM @140 m³ biogàs/Tm: 2 MWe, 799 m³ biogàs/h

[\[Flotats et al. \(2016\)\]](#)

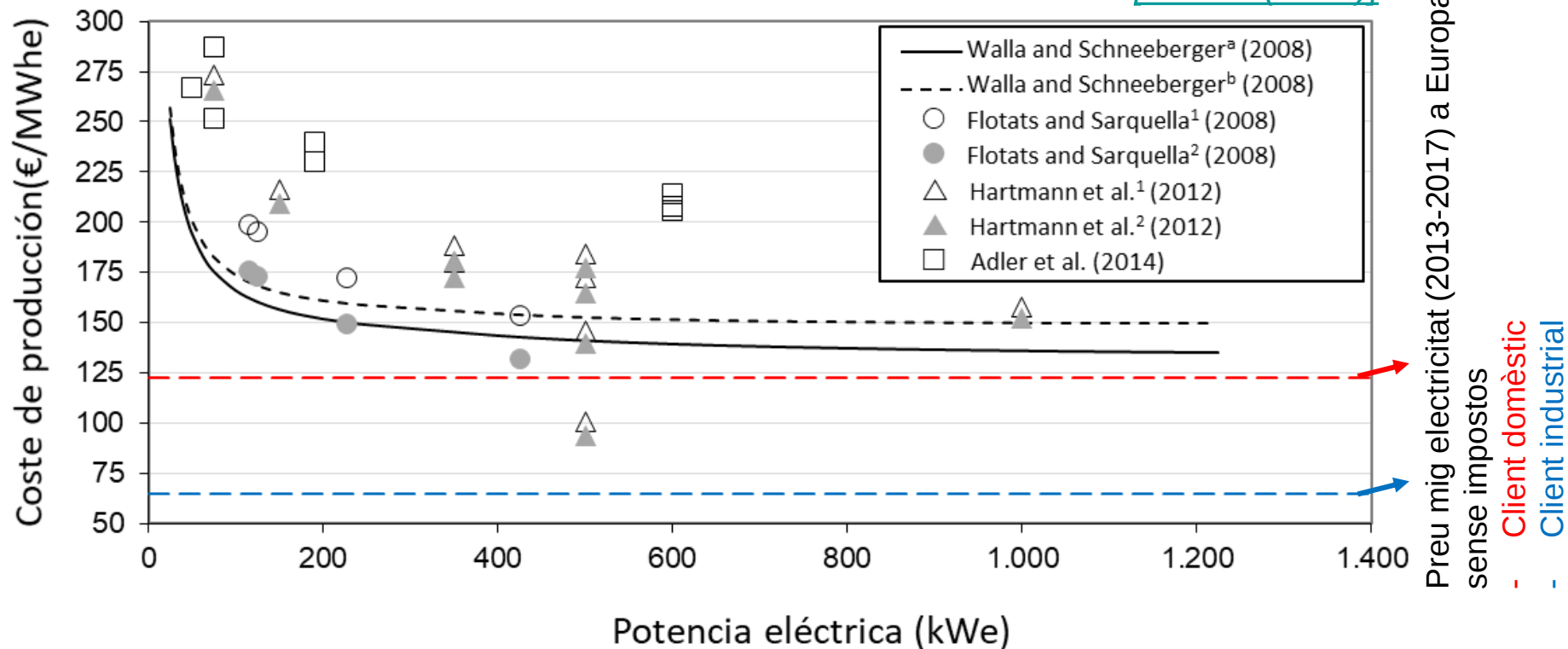
Enriquiment de biogàs a biometà [\[Beil i Beyrich, 2013\]](#)





Costos de producció d'electricitat amb biogàs

[Flotats (2018)]

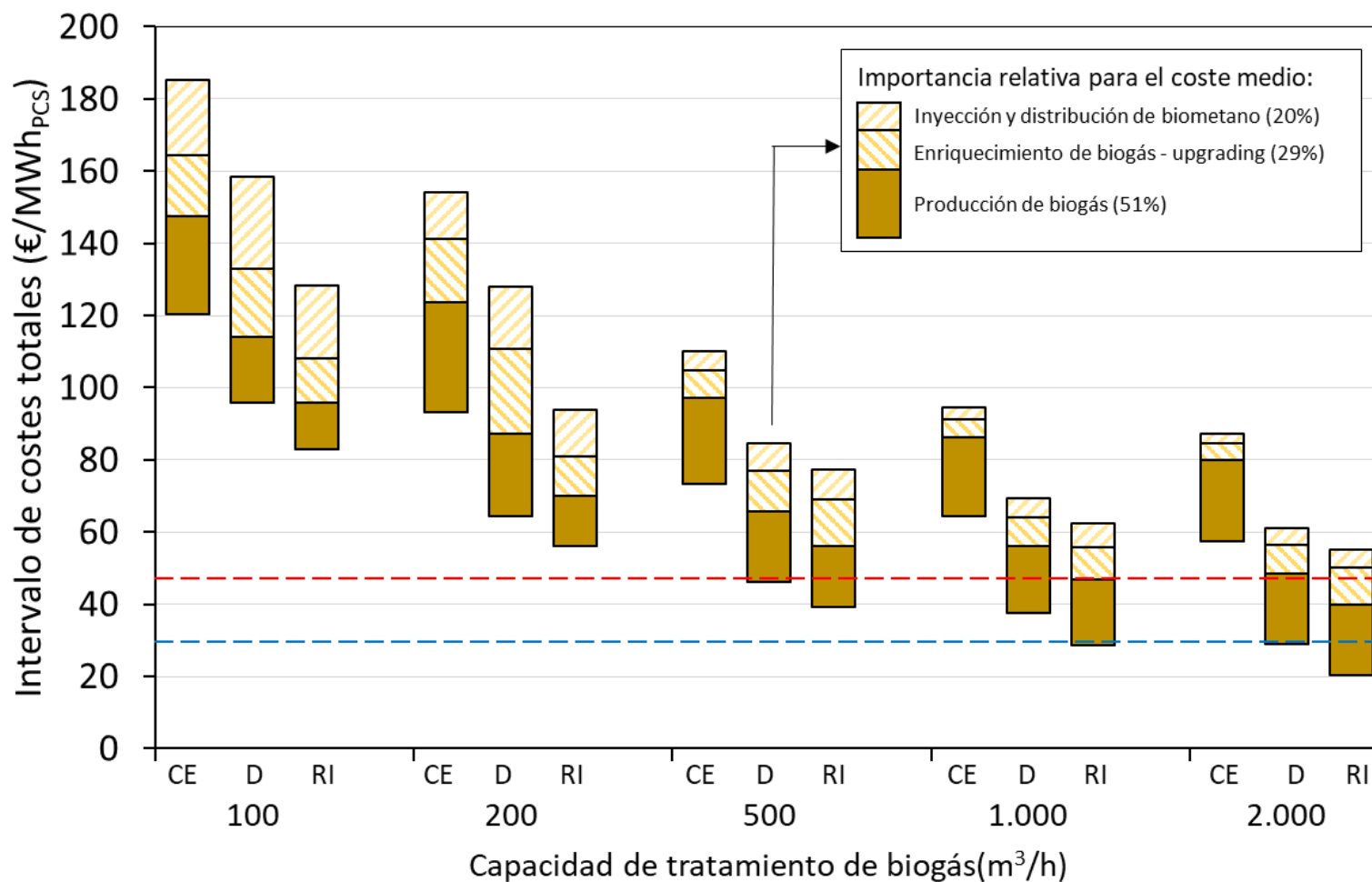


- a: blat de moro, sense cost de transport
- b: blat de moro, amb costos (20% disponibilitat)
- 1: sense ús de l'energia tèrmica
- 2: amb ús o venda d'energia tèrmica

- **Són necessàries polítiques de suport per a l'èxit de la implantació (o autoconsum)**
- **Aquestes dades expliquen perquè hi ha més instal·lacions i més petites a països amb una política decidida en aquest àmbit**



Costos de producció de biometà



- CE: cultius energètics
- D: dejeccions ramaderes
- RI: residus orgànics

[Flotats (2018)]

Incertesa sobre cost de producció

- ¿Transport matèria primera?
- ¿Cost gestió del digerit?

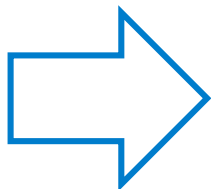


Promoció de la digestió anaeròbia

- Polítiques governamentals amb capacitat per promoure la digestió anaeròbia i la producció de biogàs/ biometà ([Edwards et al., 2015](#)): les relatives a
 - la mitigació del canvi climàtic,
 - l'autosuficiència energètica,
 - la gestió de residus i
 - el desenvolupament regional/rural.

Mètodes:

- certificats verds, primes a la producció d'energia renovable, drets d'emissió CO₂, impostos a fertilitzants nitrogenats de síntesi,



Necessitat de visió de futur, polítiques actives i concertades en diferents àmbits i planificació a llarg termini



Síntesi

- La digestió anaeròbia és un procés clau en qualsevol estratègia de tractament/processat de dejeccions ramaderes ambientalment sostenible
- És absolutament necessari que els nostres governs adoptin una visió de futur en línia amb la visió de la Unió Europea
- ... I que desenvolupin polítiques concertades de promoció del biogàs
- L'energia no és l'únic benefici de la digestió anaeròbia, i els ramaders/agricultors ho haurien de valorar
- Paraules clau:
 - **Conèixer**, investigar, aprendre, compartir
 - **Agrupar**, esforços, equips, sectors
 - **Planificar**, a mig i llarg termini
 - **Voler**, desig d'actuar



Bioenergia d'Almenar (Lleida): producció d'energia elèctrica i de concentrats de nutrients



Efecte de carregar tots els costos a la venda d'energia