

La potenciació del biogàs

Xavier Flotats



VAG, Juneda

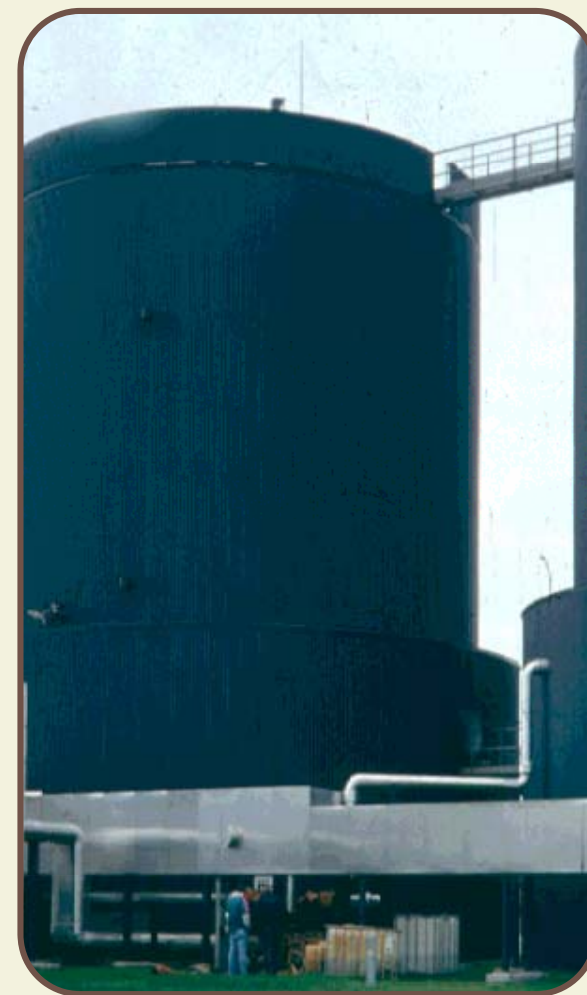
Jornada tècnica:
NOVES BIOMASSES I SISTEMES
DE CONVERSIÓ ENERGÈTICA
Lleida, 3 de juny de 2009

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

Objectius:

- Estabilització parcial de la matèria orgànica. Mineralització
- Higienització (funció de temperatura)
- Control/reducció de males olors
- Reducció gasos d'efecte hivernacle
- Producció de biogàs/energia (~ 0,6 L gasoil/m³ de biogàs)

Potencial baix de producció per purins de porc, ~ 0,4 m³ biogàs/kg SV



Potencials de producció de biogàs de diferents residus de la indústria alimentaria

Lleida, 3 de juny de 2009

Cambrà de Comerç de Lleida



TECNIO
Be tech. Be competitive

Tipo	Sólidos volátiles (%)	Producción de biogas (m³/tonelada)
Intestinos + contenidos	15-20	50-70
Fangos de flotación	13-18	90-130
BBO (tierras filtrantes de aceites, con bentonita)	40-45	350-450
Aceites de pescado	80-85	350-600
Suero	7-10	40-55
Suero concentrado	18-22	100-130
Hidrolizados de carne y huesos	10-15	70-100
Mermeladas	50	300
Aceite soja/ margarinas	90	800-1000
Bebidas alcohólicas	40	240
Lodos residuales	3-4	17-22
Lodos res. concentrados	15-20	85-110

Purines de cerdo

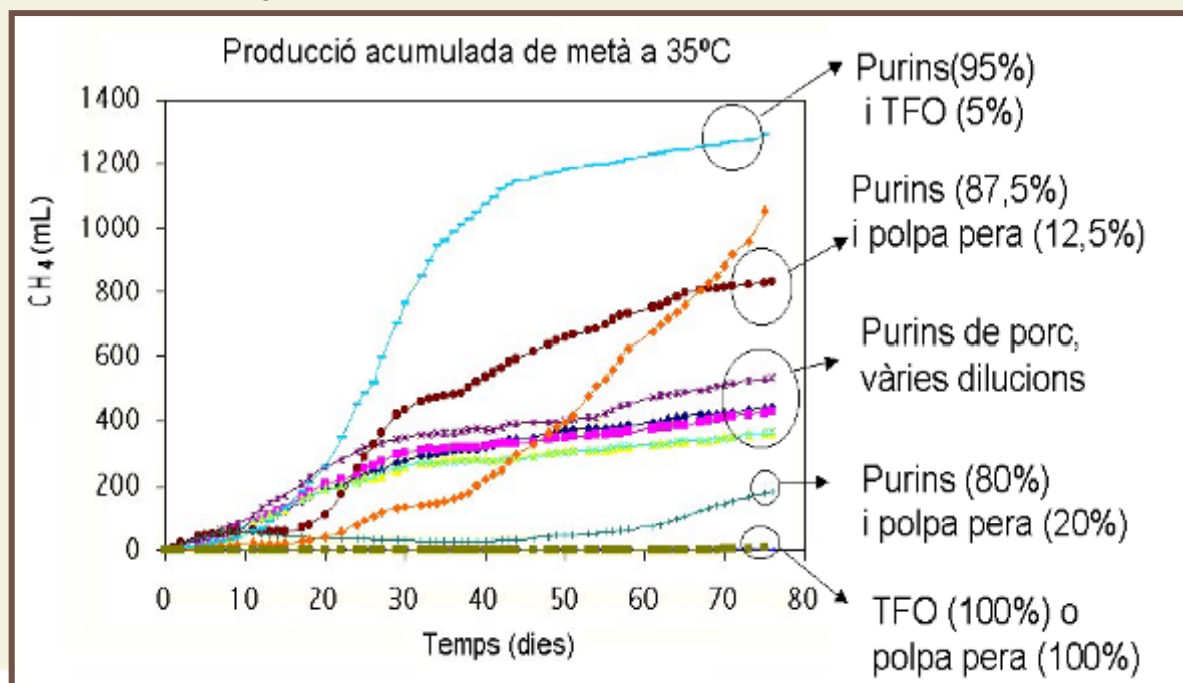
5-18

La codigestió anaeròbia consisteix en la digestió conjunta de residus orgànics diferents, amb l'objectiu de:

- 1.- Aprofitar la complementarietat de les composicions per permetre perfils de procés més eficients
- 2.- Compartir instal·lacions de tractament
- 3.- Unificar metodologies de gestió
- 4.- Esmorteir variacions temporals en composició i producció de cada residu per separat
- 5.- Reduir costos d'inversió i explotació



E. Campos (Tesi doc. UdL, 2001)



No tot és nou. Aprendre de la història

Lleida, 3 de juny de 2009

Cambra de Comerç de Lleida



TECNIO
Be tech. Be competitive



Planta piloto. Torre
Marimón (SIA-
DARP), 1980-81



Mas Badia, Caldes de Montbui, Barcelona
CIDA Hidroquímica, 1983 - ~1997



Seminario sobre digestión anaerobia.
UAB 1982



El Cros, Santa Pau, Girona
TApS, 1983-2003

5 1985: Anàlisi del funcionament de plantes de biogàs (Rieradevall et al., 1985). Conclusions:

- Molts problemes de disseny i, en general, dissenys no adaptats a les condicions de les granges espanyoles
- Problemes de manteniment i operació:
 - Personal no entrenat
 - No plans de manteniment preventiu
 - Reparacions d'equips no realitzats a temps

5 1984-85: Estudi de viabilitat d'una planta de tractament municipal de purins de porc (O. Resa, 1985). Conclusions:

- Una planta centralitzada podria ser tècnica i econòmicament viable per la producció d'electricitat i aigua calenta per *district heating*
- El factor limitant és la participació dels ramaders en un projecte comú de gran envergadura
- Els aspectes socials i organitzatius són més limitants que els aspectes tècnics en plantes centralitzades

Sustainable agriculture and biogas: review of EU legislation

P6_TA(2008)0095

European Parliament resolution of 12 March 2008 on sustainable agriculture and biogas: a need for review of EU legislation (2007/2107(INI))

(2009/C 66 E/05)

- El Parlament Europeu exhorta als països europeus a incrementar el suport a les plantes de biogàs i a la Comissió Europea a preparar una Directiva al respecte.
- Exhorta a modificar la legislació per superar barreres actuals.
- Indica que actualment es generen 1,2 Mtep (¿?¿?) quan tan sols les dejeccions ramaderes a Europa ja podrien donar 19,8 Mtep
- Desitja que el biogàs pugui cobrir el 20% de l'oferta d'energia renovable a l'any 2020

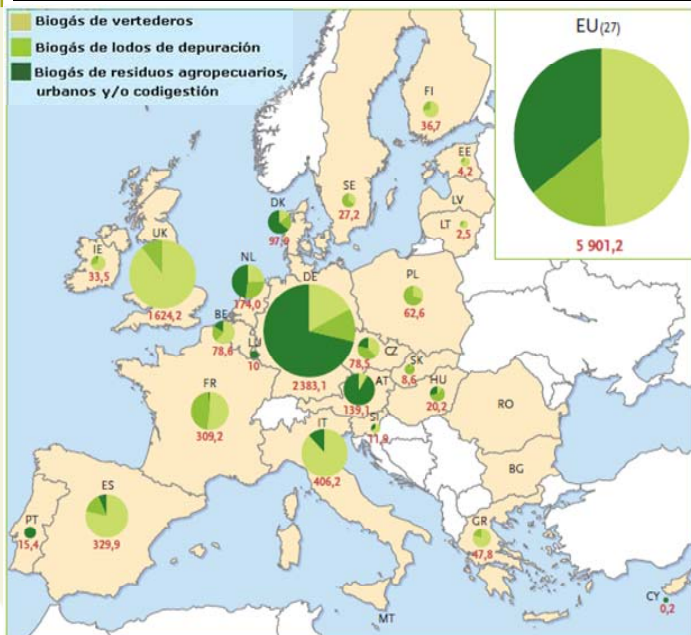
La producció de biogàs a Europa (ktep/any)

Lleida, 3 de juny de 2009

Cambrà de Comerç de Lleida

TECNIO
Be tech. Be competitive

	2006				2007			
	Recuperació de biogàs d'abocadors	Digestió de fangs de plantes depuradores	Plantes de biogàs específiques	Total 2006	Recuperació de biogàs d'abocadors	Digestió de fangs de plantes depuradores	Plantes de biogàs específiques	Total 2007
Alemanya	383,2	270,2	1.011,7	1.665,3	416,4	270,2	1.696,5	2.383,1
Gran Bretanya	1.318,5	180,0	-	1.498,5	1.433,1	191,1	-	1.624,2
Itàlia	337,4	1,0	44,8	383,2	357,7	1,0	47,5	406,2
Espanya	251,3	48,6	19,8	319,7	259,6	49,1	21,3	329,9
França	150,5	144,0	3,6	298,1	161,3	144,2	3,7	309,9
Holanda	46,0	48,0	47,1	141,1	43,2	48,0	82,8	174,0
Àustria	11,2	3,5	103,4	118,1	10,7	2,0	126,4	139,1
Dinamarca	14,3	21,0	57,6	92,9	14,3	21,0	62,6	97,9
Bèlgica	51,0	17,6	9,1	77,6	48,1	18,0	12,5	78,6
República Txeca	24,5	31,1	7,8	63,4	29,4	32,1	17,0	78,5
Total UE	2.007,3	867,8	1.330,8	4.898,9	2.905,2	887,2	2.108,0	5.901,2



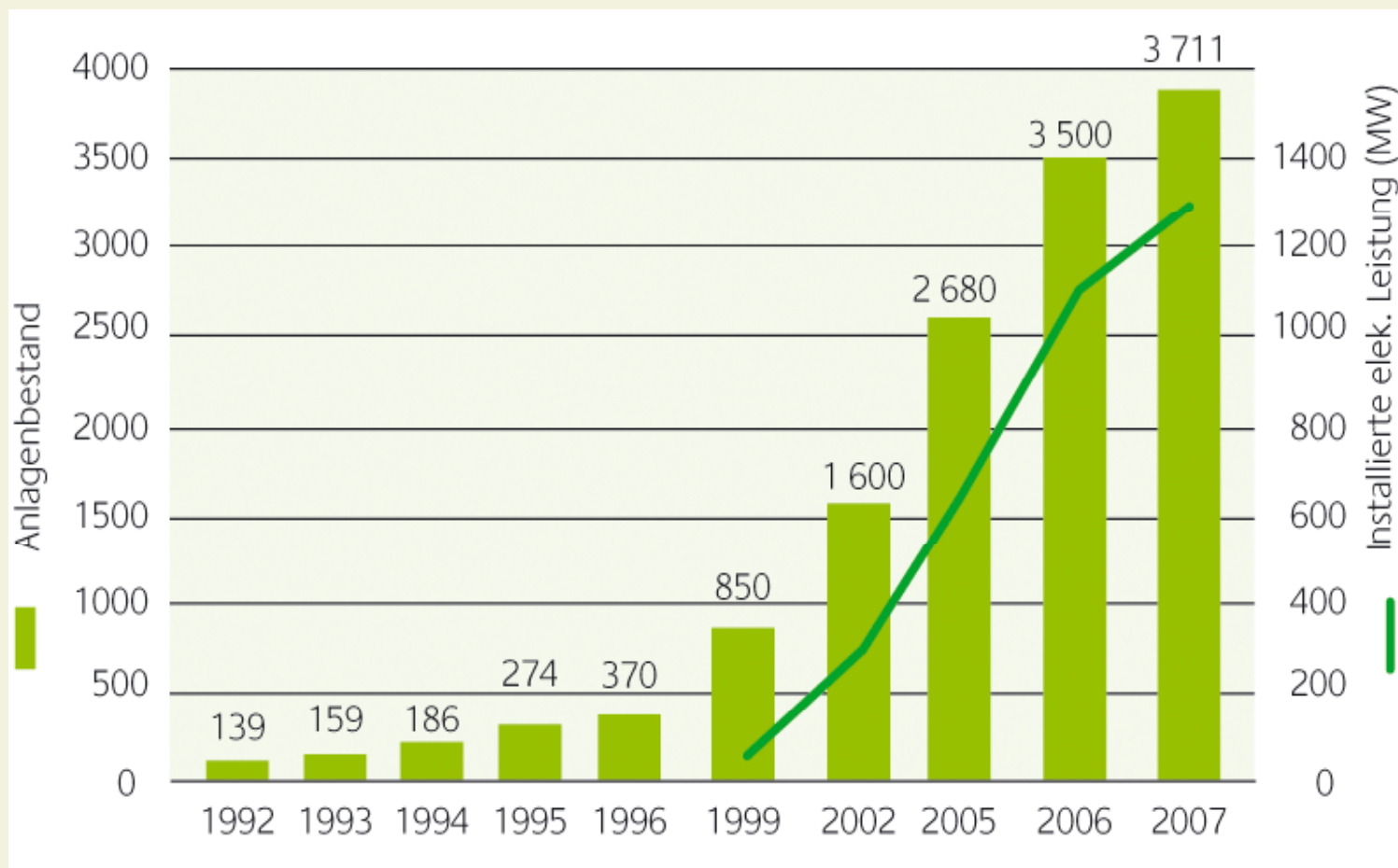
Producció de biogàs amb finalitats energètiques, en unitats d'energia primària (ktep), a la Unió Europea (UE) a l'any 2006 i estimada del 2007, total i pels 10 països amb major producció (EurObserv'ER, 2008)

Lleida, 3 de juny de 2009

Cambra de Comerç de Lleida



TECNIO
Be tech. Be competitive



2006:

- 17,16 c€/kWh per unitats inferiors a 150 kW;
- 15,63 c€/kWh per unitats fins a 500 kW;
- 12,64 c€/kWh per unitats fins a 5 MW;
- 8,15 c€/kWh per unitats fins a 20 MW.

→ 22 c€/kW·h si > 30%
dejeccions ramaders, a partir
gener 2009

Estimació del potencial de producció de biogàs - tep/any- a Catalunya (LEA-UdL/ICAEN 2001)

Comarca	Bestiar Porcí	Bestiar Boví de llet	Bestiar Boví de carn	Res. Ind. alimentaria	Fangs	FORM	Total	% acumulat
Osona	21 613	12 760	15 567	1 945	2 811	1 192	55 887	12
Segrià	23 214	3 760	17 617	1 262	841	1 602	48 297	22
Barcelona	15	76	72	606	0	29 068	29 837	29
Noguera	16 077	2 151	6 834	14	38	321	25 435	34
Alt Empordà	10 264	4 973	6 662	58	543	1 791	24 292	39
Vallès Oriental	3 237	4 862	7 900	1 219	851	2 932	21 000	44
Gironès	3 613	4 241	2 775	7 483	463	1 335	19 910	48
Bages	6 438	900	6 403	237	387	1 626	15 991	52
Berguedà	4 640	2 057	7 958	34	74	355	15 119	55
Pla d'Urgell	8 824	2 003	2 686	243	236	260	14 253	58
Urgell	8 849	143	3 204	89	47	289	12 621	61
Garrotxa	2 471	2 681	6 119	112	258	510	12 151	63
Garrigues	7 180	315	3 615	46	13	168	11 336	66
Baix Empordà	4 292	2 846	1 529	9	558	1 951	11 185	68
Vallès Occidental	1 221	298	1 383	673	2 333	4 593	10 500	70
Pla de l'Estany	4 369	2 100	3 241	9	164	286	10 169	73
Selva	1 949	2 831	1 920	571	292	1 875	9 439	75
Alt Urgell	720	5 099	3 382	2	26	177	9 406	77
Ripollès	649	917	7 386	6	55	296	9 309	79
Segarra	6 199	30	2 069	186	53	201	8 737	80
TOTAL	166 978	60 370	134 535	17 195	20 209	66 862	466 149	

Estimació del potencial de producció de biogàs a Catalunya a partir de residus orgànics, i de les comarques que sumen el 80% del potencial

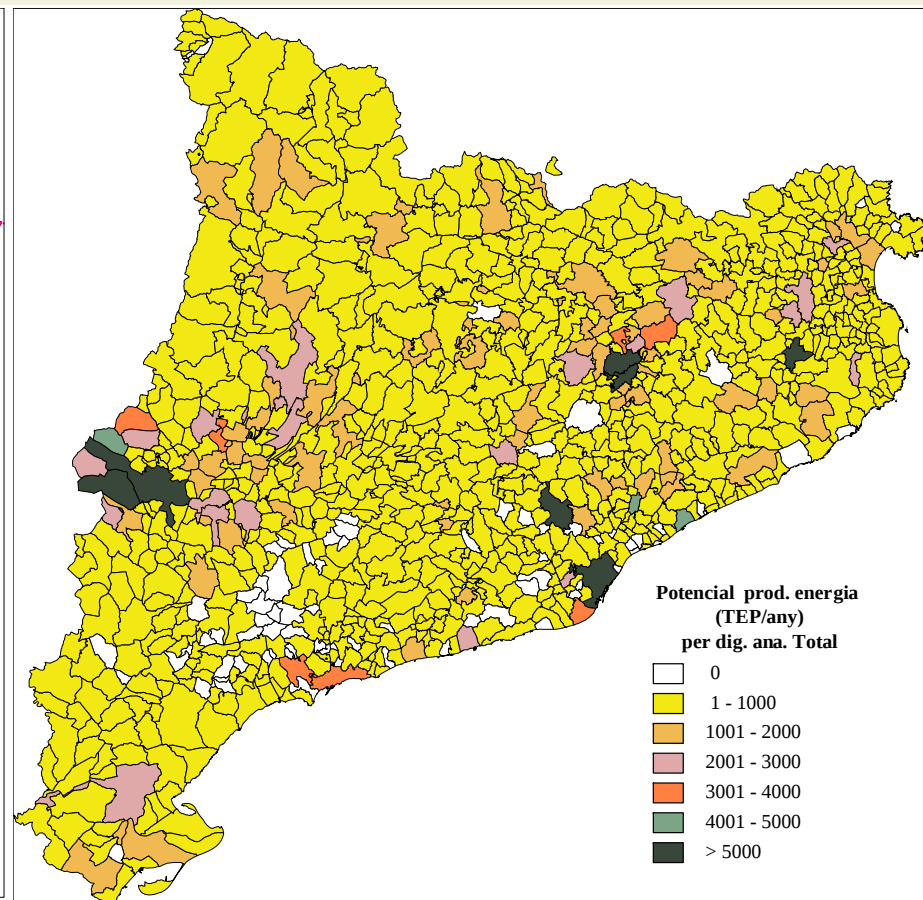
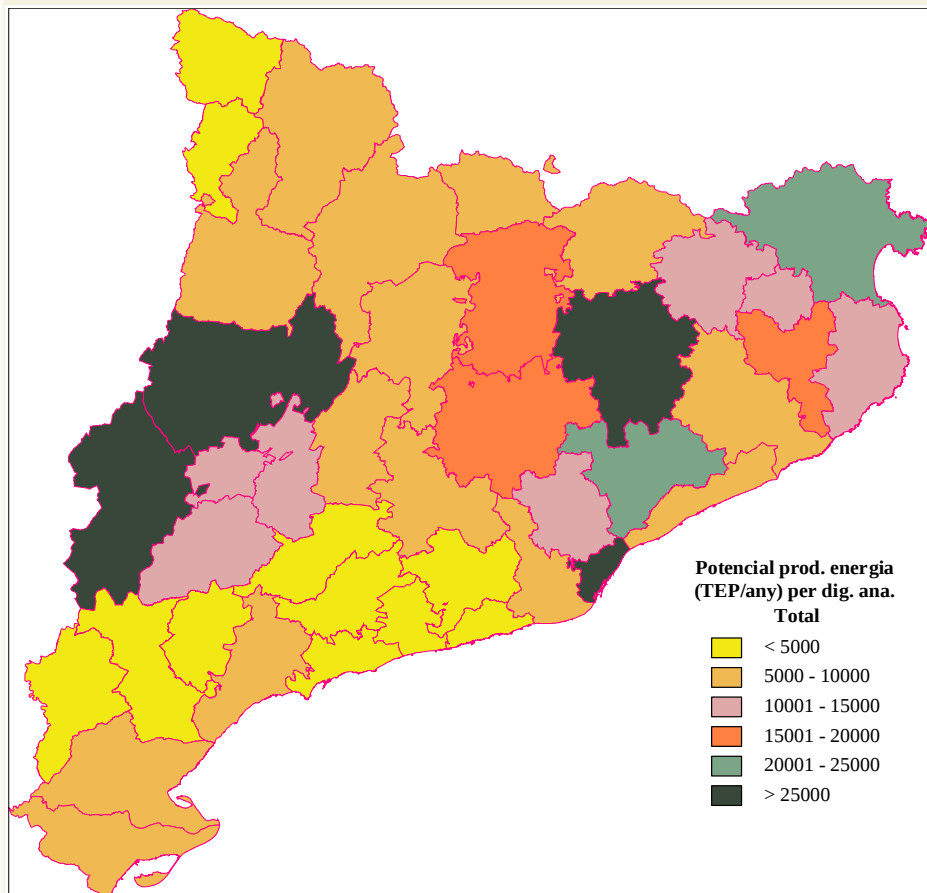
Estimació del potencial de producció de biogàs - tep/any- a Catalunya (LEA-UdL/ICAEN 2001)

Lleida, 3 de juny de 2009

Cambra de Comerç de Lleida



TECNIO
Be tech. Be competitive



Distribució comarcal i municipal del potencial estimat de producció de biogàs a Catalunya (LEA-UdL/ICAEN, 2001)

Evolució del consum de biomassa (Pla de l'energia a Catalunya 2006-2015)

CONSUM DE BIOMASSA (ktep/any)	2003	2010	2015	Variació 2003 2015	Variació 2003 2015 (%)
BIOMASSA FORESTAL I AGRÍCOLA	93,9	127,3	136,6	42,7	45,5%
BIOGÀS	22,7	117,4	120,1	97,4	429,1%
RESIDUS RENOVABLES	147,7	146,8	146,8	-0,9	-0,6%
BIOCARBURANTS	29,0	213,5	213,2	184,2	635,2%
BIODIÈSEL	5,4	193,8	193,8	188,4	3488,9%
BIOETANOL	23,6	19,7	19,4	-4,2	-17,8%
TOTAL BIOMASSA	293,3	605,0	616,7	323,4	110,1%

Evolution of primary energy consumption with biomass in the BASE scenario

CONSUM DE BIOMASSA (ktep/any)	2003	2010	2015	Variació 2003 2015	Variació 2003 2015 (%)
BIOMASSA FORESTAL I AGRÍCOLA	93,9	161,7	228,6	134,7	143,5%
BIOGÀS	22,7	162,6	205,6	182,9	805,7%
RESIDUS RENOVABLES	147,7	166,7	198,8	51,1	34,6%
BIOCARBURANTS	29,0	376,8	680,1	651,0	2245,2%
BIODIÈSEL	5,4	358,1	664,9	659,5	12213,0%
BIOETANOL	23,6	18,7	15,2	-8,4	-35,6%
TOTAL BIOMASSA	293,3	867,8	1.313,1	1.019,7	347,1%

Evolution of primary energy consumption with biomass in the IER scenario

Estimació del potencial de producció de biogàs - ktep/any- a Espanya (GIRO/IDAE 2007)

Unidades: ktep	Deyecciones ganaderas			Fracción orgánica de residuos municipales			Lodos EDAR	Residuos industria alimentaria		Potencial total	Potencial accesible
	Porcino	Bovino	Avícola	Compostaje	Vertedero	Digestores		Residuos	Lodos		
Contribución al potencial accesible	75%	75%	75%	50%	100%	100%	75%	100%	100%		
Andalucía	81,4	42,3	3,4	101,0	37,8	101,0	14,6	40,0	9,5	431,0	345,1
Aragón	140,7	30,4	3,4	12,2	9,6	12,2	3,7	3,2	7,0	222,5	171,8
Asturias	1,1	39,3	0,5	10,8	9,1	10,8	0,3	0,6	0,2	72,6	56,9
Balears	1,6	4,3	0,4	11,8	3,6	11,8	9,6	0,0	0,0	43,2	33,3
Canarias	2,0	3,7	2,2	30,6	26,2	30,6	1,2	0,5	0,1	97,0	79,4
Cantabria	0,5	42,7	0,4	8,0	0,0	8,0	0,7	0,2	2,4	62,9	47,9
Castilla-La Man.	56,5	27,5	19,6	17,2	8,3	17,2	6,1	25,5	0,6	178,6	142,5
Castilla y León	126,5	86,0	10,4	28,3	7,7	28,3	7,6	8,0	4,2	306,8	235,1
Cataluña	187,8	66,3	9,4	72,2	45,7	72,2	34,9	19,0	24,7	532,2	421,5
C. Valenciana	39,1	6,2	3,1	70,3	7,7	70,3	38,5	12,4	1,9	249,6	192,7
Extremadura	68,9	39,1	0,6	11,7	5,8	11,7	1,4	16,7	0,5	156,3	123,0
Galicia	24,8	142,8	3,4	18,5	6,6	18,5	5,5	3,9	1,4	225,3	171,9
Madrid	1,4	5,2	2,5	71,8	37,3	71,8	34,3	2,8	1,9	229,0	182,3
Murcia	67,8	5,6	0,2	16,1	3,0	16,1	0,3	9,8	1,9	120,8	94,2
Navarra	17,0	10,1	0,7	6,4	4,2	6,4	1,7	1,5	0,3	48,5	37,9
País Vasco	1,1	15,4	2,0	23,1	16,8	23,1	2,4	1,0	1,7	86,5	69,8
La Rioja	3,6	2,4	0,3	3,1	2,6	3,1	1,3	0,6	0,4	17,4	13,9
Ceuta y Melilla				1,5	0,0	1,5	0,1			3,2	2,4
TOTAL	822,0	569,3	62,4	514,6	232,0	514,6	164,4	145,6	58,6	3.083,5	2.421,6

Donades les particularitats de cada regió i tipologia de residu, aquestes dades s'han de prendre com ordres de magnitud i primera aproximació

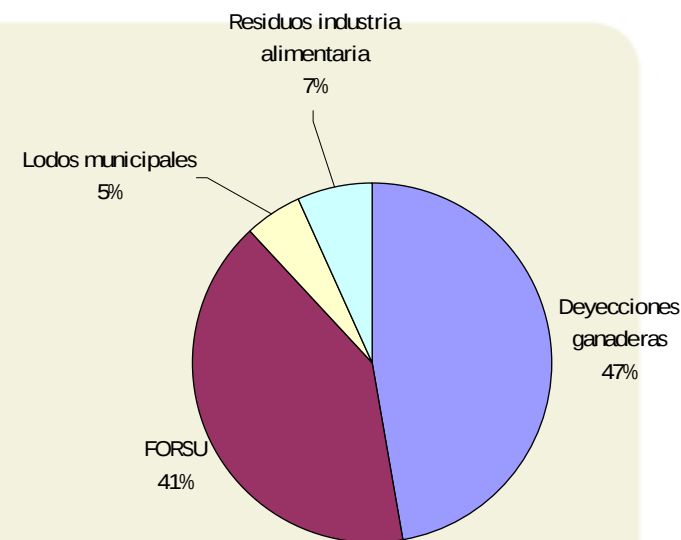
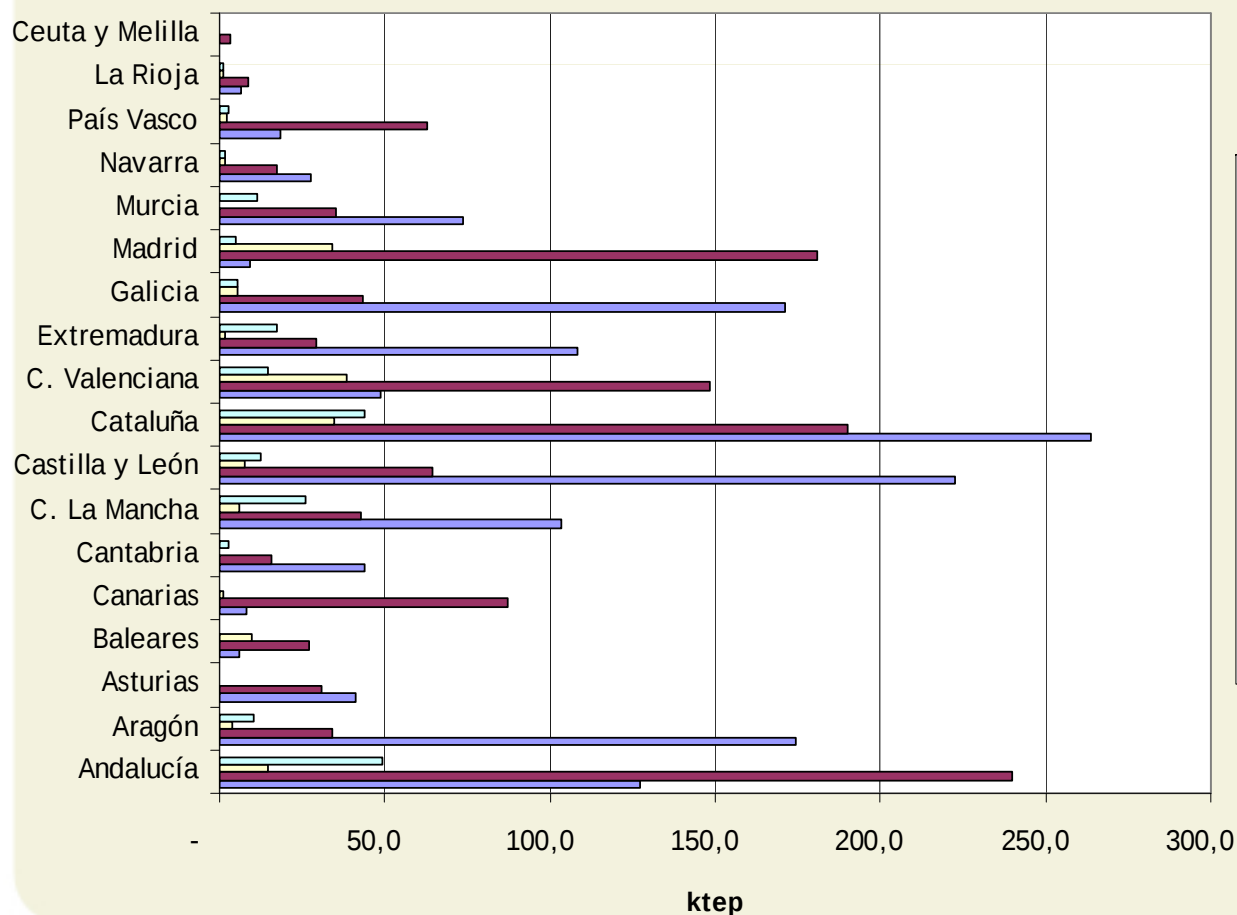
Estimació del potencial de producció de CH₄ (GIRO/IDAE 2007)

Lleida, 3 de juny de 2009

Cambrà de Comerç de Lleida

TECNIO
Be tech. Be competitive

**Manca d'inventaris de
residus industrials →
¿planificació codigestió?**



Lleida, 3 de juny de 2009

Cambra de Comerç de Lleida



TECNIO
Be tech. Be competitive

Desarrollo de sistemas sostenibles de producción y uso de biogás agroindustrial en España



PROYECTOS SINGULARES Y ESTRATÉGICOS

Programa Nacional de Energía

Proyecto cofinanciado por



GOBIERNO
DE ESPAÑA

MINISTERIO
DE CIENCIA
E INNOVACIÓN

Coordinación: AINIA

www.probiogas.es





Objetivo general:

Desarrollo de modelos sostenibles de **producción y uso de biogás** en entornos agroindustriales, así como la demostración de su viabilidad y difusión en España.

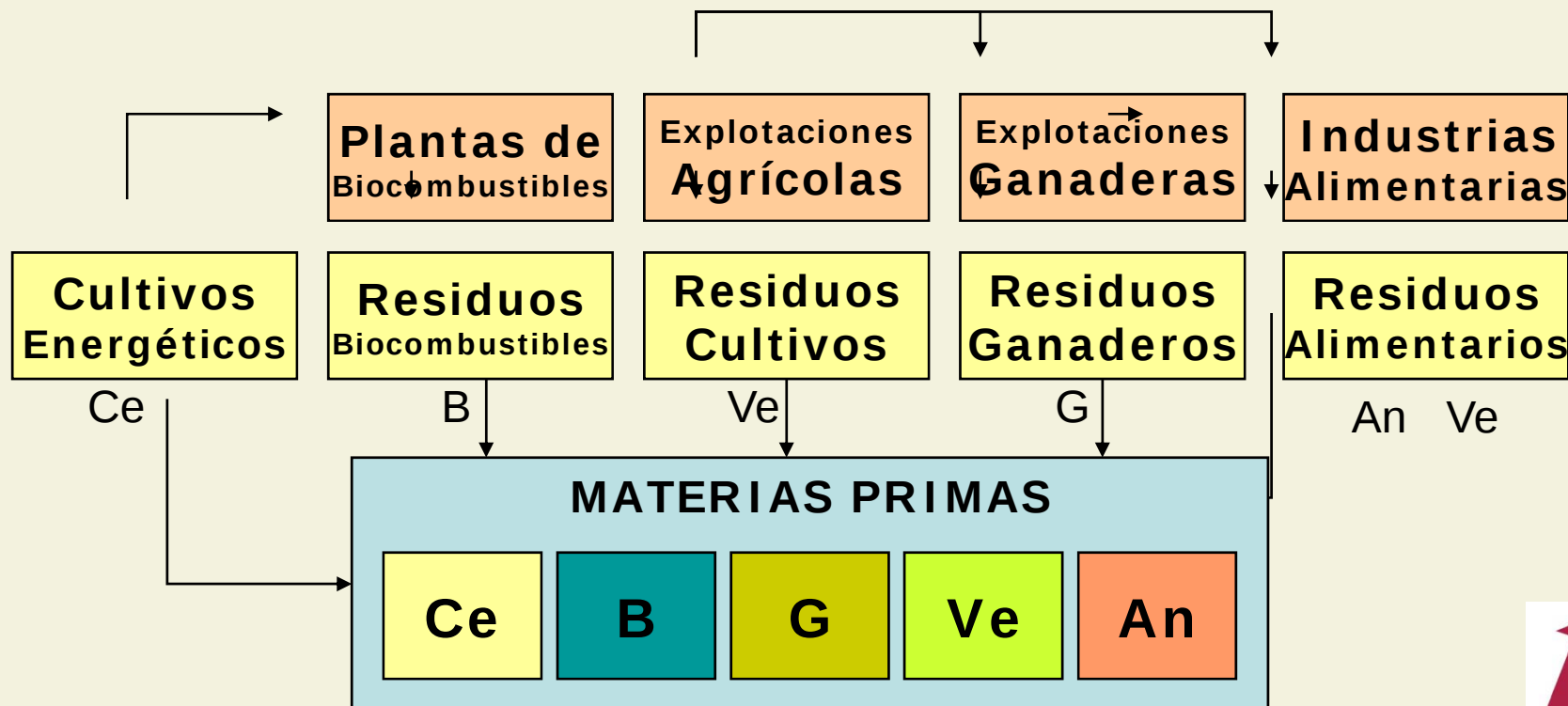


Alcance:

- Macro-proyecto (**12 subproyectos** o actuaciones).
- **28 socios** (centros de I+D y empresas).
- Duración 4 años (**2007-2010**).
- Biogás procedente de “**digestores**”.
- **Materias primas “agroindustriales”**: residuos de la ganadería, agricultura y de la industria alimentaria.
- Producción de biogás mediante “**co-digestión anaerobia**”.
- Uso de biogás en distintas aplicaciones (actuales y emergentes).
- Presupuesto financiable: 6,7 M€; Subvención: 2,5 M€; Préstamos y anticipos: 2,7 M€



Sp 1: Tipificació de matèries primeres agroindustrials.



Ce: cultivos energéticos

B: residuos de plantas de biocombustibles (ej. glicerina)

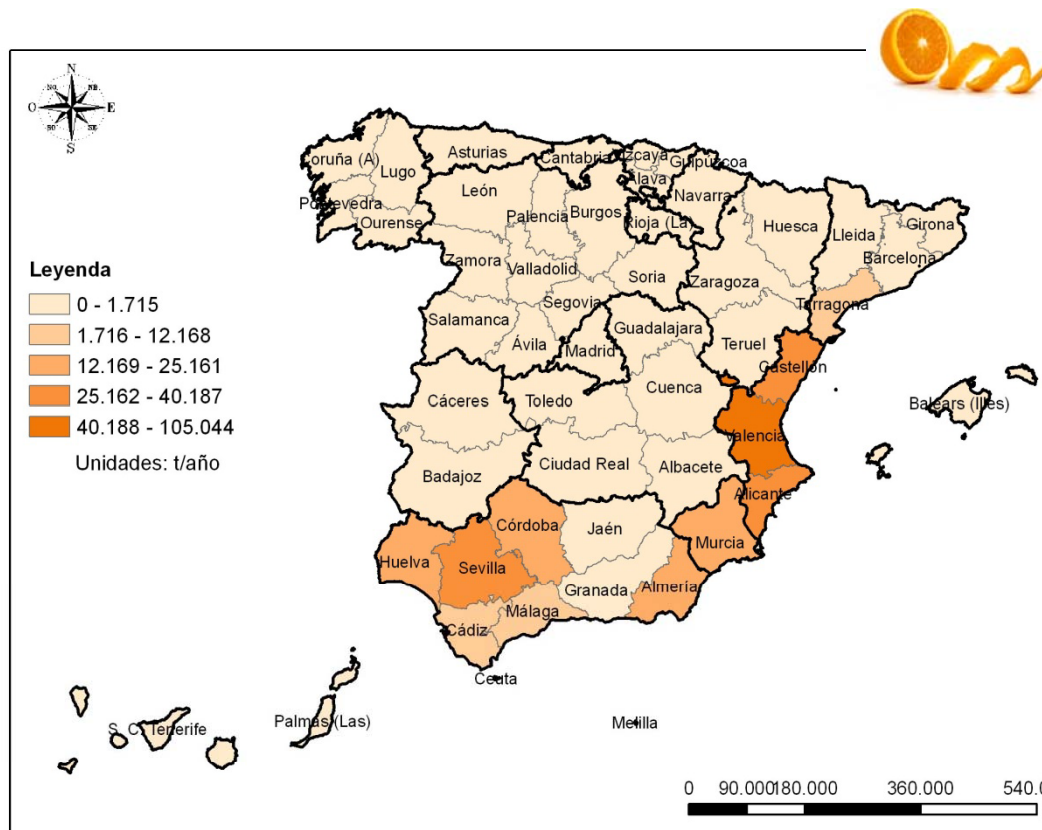
G: residuos ganaderos (estiércol, purines, gallinaza)

Ve: residuos de origen vegetal (excedentes, destríos, pulpas, bagazos, aceites usados, etc.)

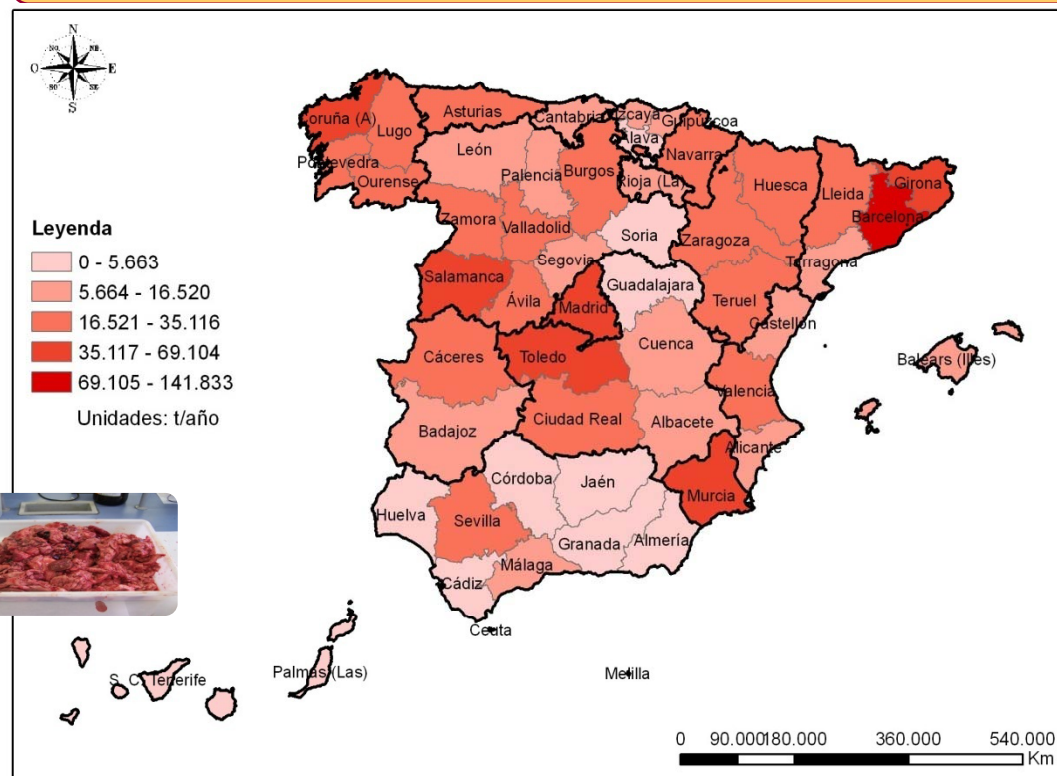
An: residuos de matadero, residuos cárnicos, residuos de pescado, harinas



Sp 1: Inventario. Residuos Cítricos (provincial).



Sp 1: Inventario. Residuos Cárnicos (provincial).





Características:

- Proyecto de I+D.
- Duración: 4 años (2007-2010).
- Participantes: **GIRO**, AINIA, UB, UCA, IRENA UL, UNIOVI (grupos 1 y 2), USC.



Objetivo:

- Optimizar los procesos de co-digestión anaerobia de los residuos agroindustriales más relevantes en España.
- 4 áreas de trabajo:



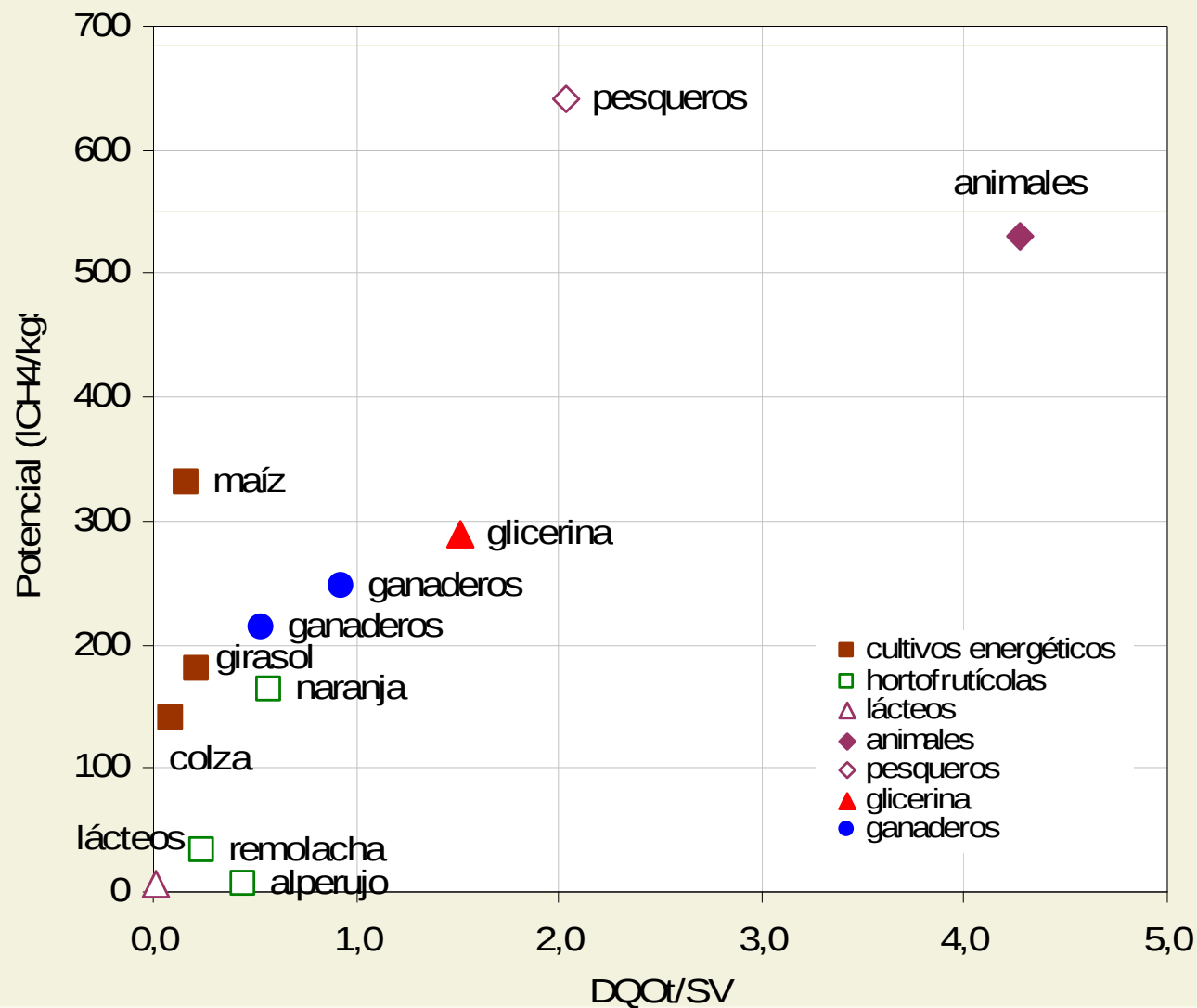
Líneas de investigación de PROBIOGÁS por tipo de co-digestión

<i>Grupo Materiales</i>	<i>Grupo Materiales</i>	<i>Grupos de Investigación</i>
Ganadero (G)	Animal (An)	GIRO CT, USC, UNIOVI 2
Ganadero (G)	Vegetal (Ve)	AINIA, UCA, UNIOVI 2
Ganadero (G)	Cultivo energético (Ce)	IRENA-UL, UB, UCA, UNIOVI 1
Ganadero (G)	Biocombustibles (B)	UB, UNIOVI 1, USC, GIRO CT, IRENA-UL

PRODUCCIÓN (CO-DIGESTIÓN)

G	G	G	G
An	Ve	B	Ce

POTENCIAL DE METANIZACIÓN (I_{CH_4}/kg_{SVin})



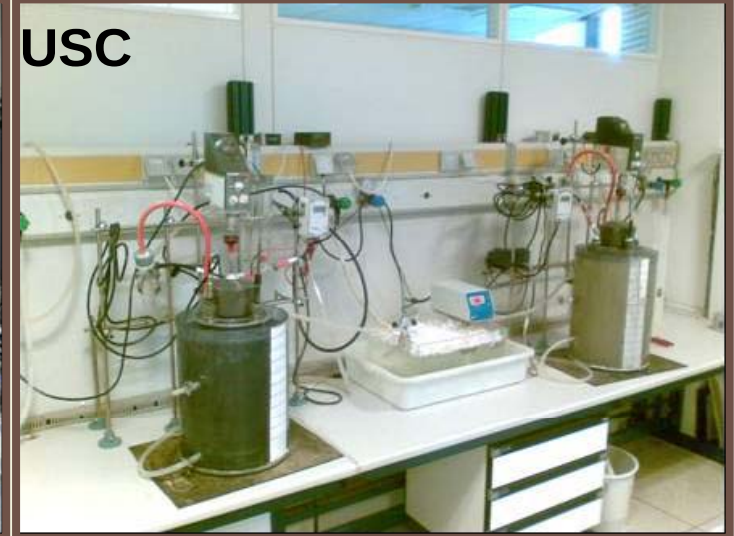
UNIOVI



GIRO



USC



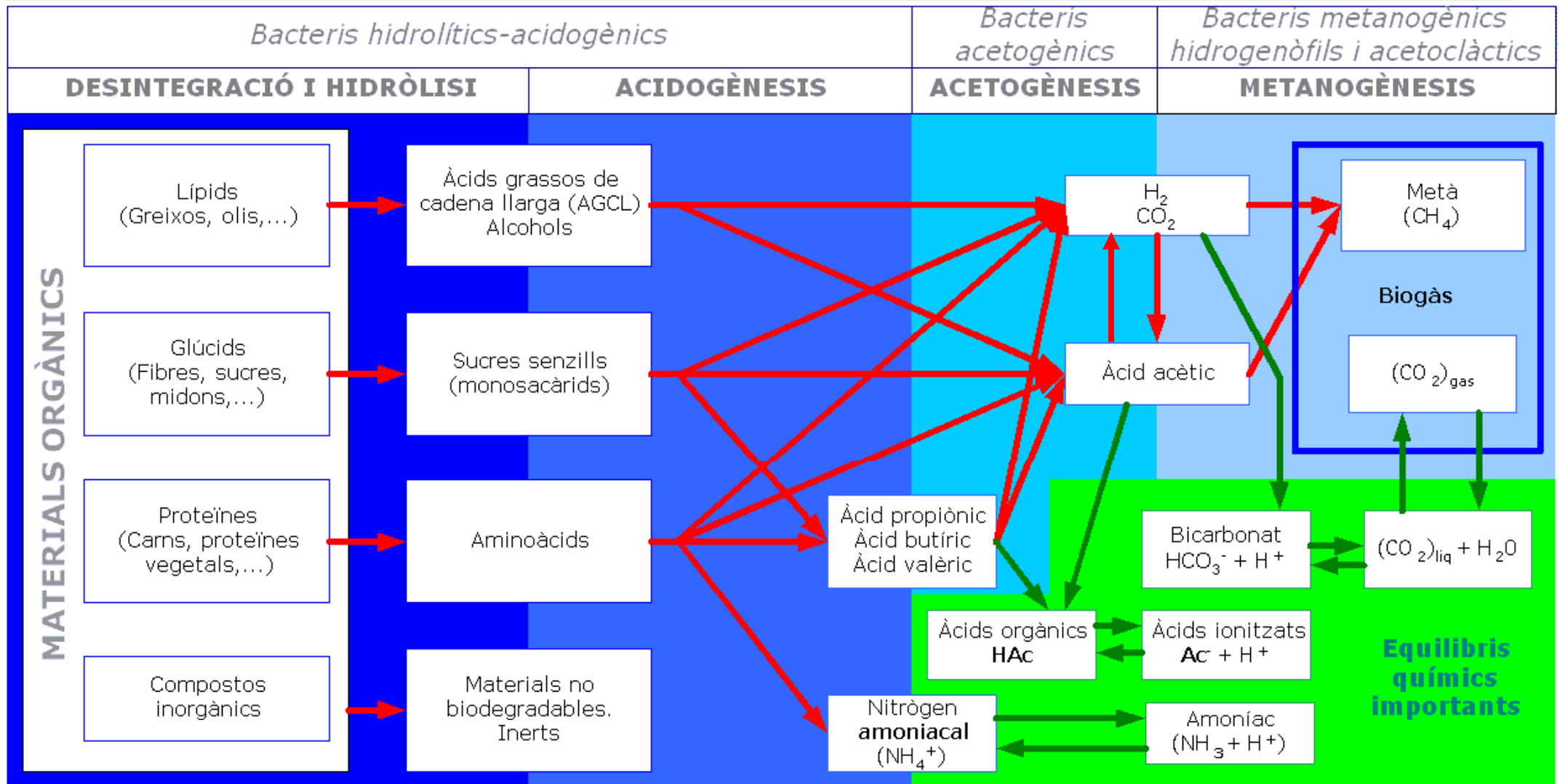
AINIA



IRENA-UL



Fases del procés anaerobi de transformació biològica de la matèria orgànica



Limitants:

- Velocitat de desintegració i hidròlisi
- Inhibició per AGCL
- Inhibició per NH₃

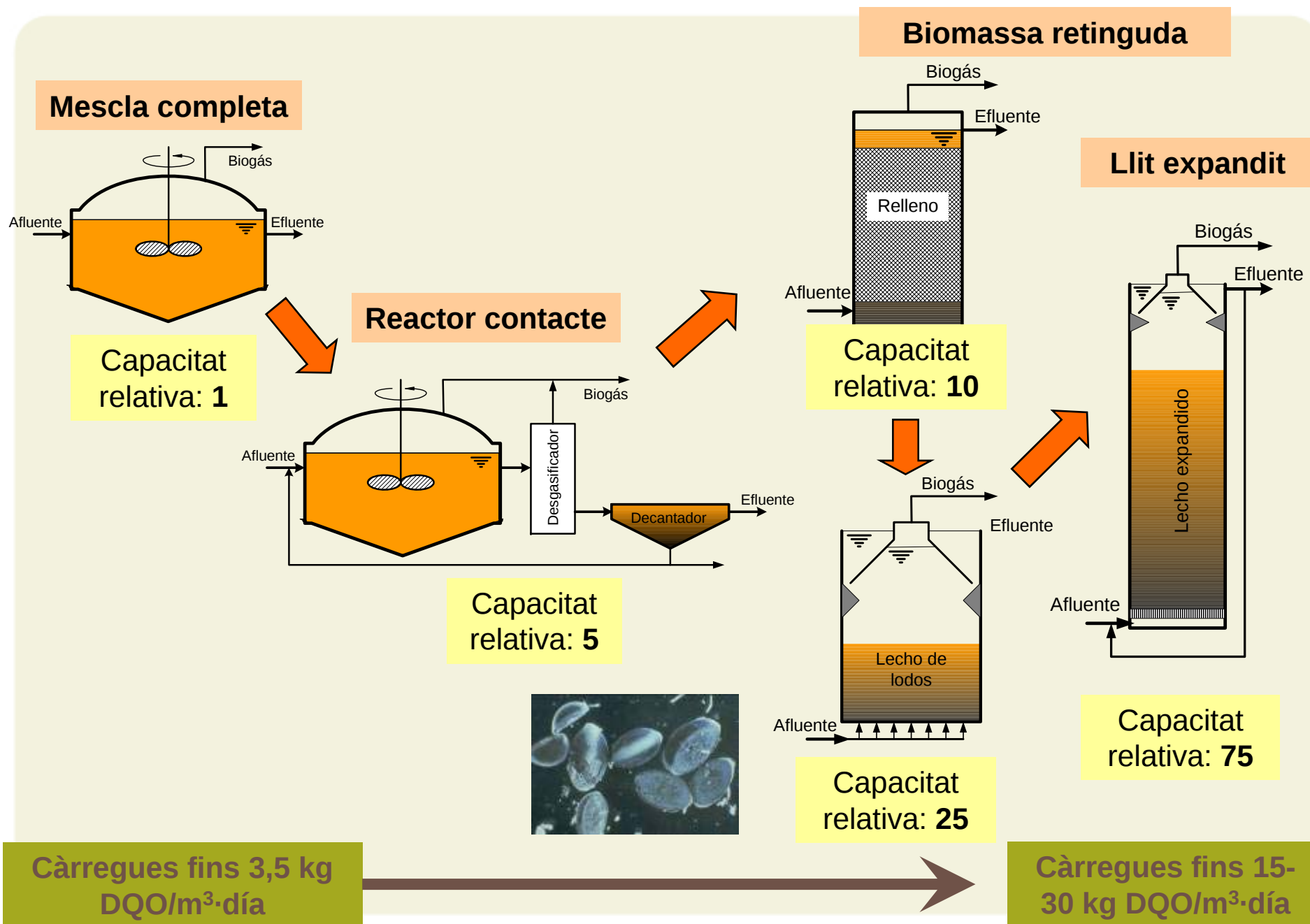
Necessitat de nous dissenys. Exemple: Desenvolupament de sistemes anaerobis pel tractament d'aigües

Lleida, 3 de juny de 2009

Cambra de Comerç de Lleida



TECNIO
Be tech. Be competitive



Exemple 1 de pretractament:

Potencial de producció de metà (CH_4)

	Purins frescos		Purins envellits	
	CH_4/SV_i (L/kg)	CH_4/DQO_i (L/kg)	CH_4/SV_i (L/kg)	CH_4/DQO_i (L/kg)
Purins no tractats tèrmicament	347,5	209,7	96,1	62,3
Purins tractats tèrmicament	557,5	304,1	67,7	40,1
% increment	60,4	45,0	-29,5	-35,6

S'han de tractar els purins tan aviat com sigui possible i evitar la pràctica de magatzem sota el bestiar

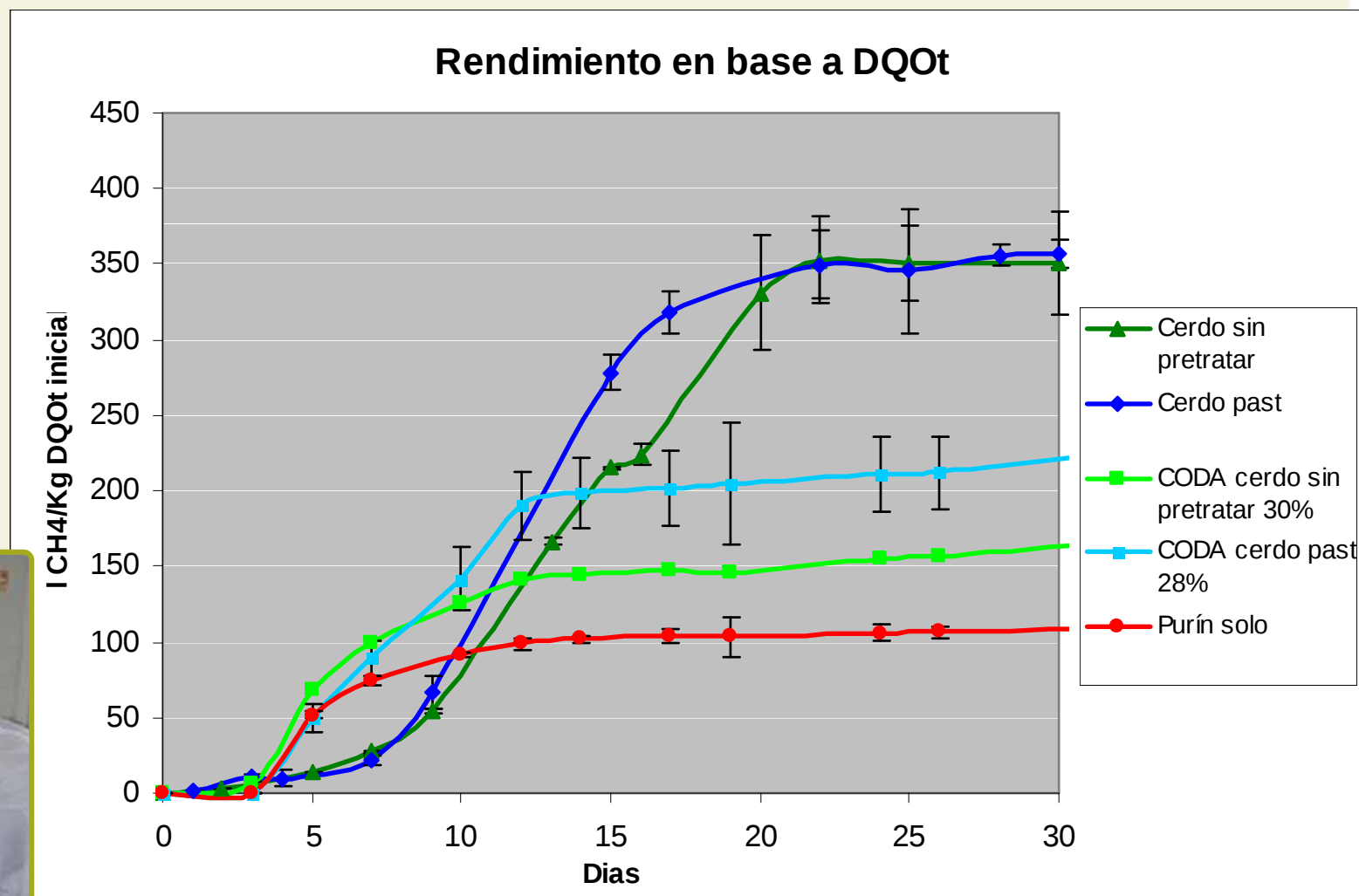
Font: Bonmatí et al. (2001)

Exemple 2: Pretractament de pasteurització de residus cárnics de porc i COdigestió ANaeròbia

Lleida, 3 de juny de 2009

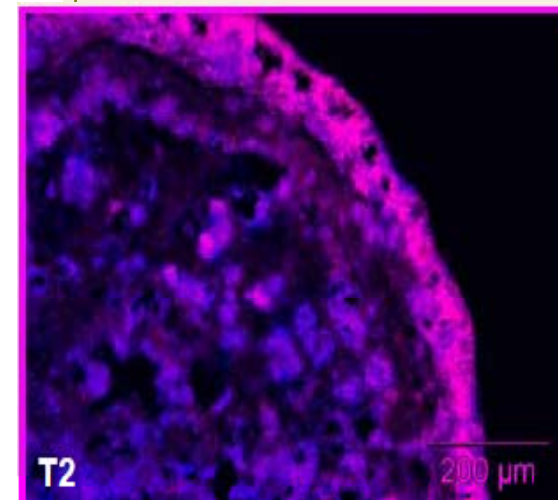
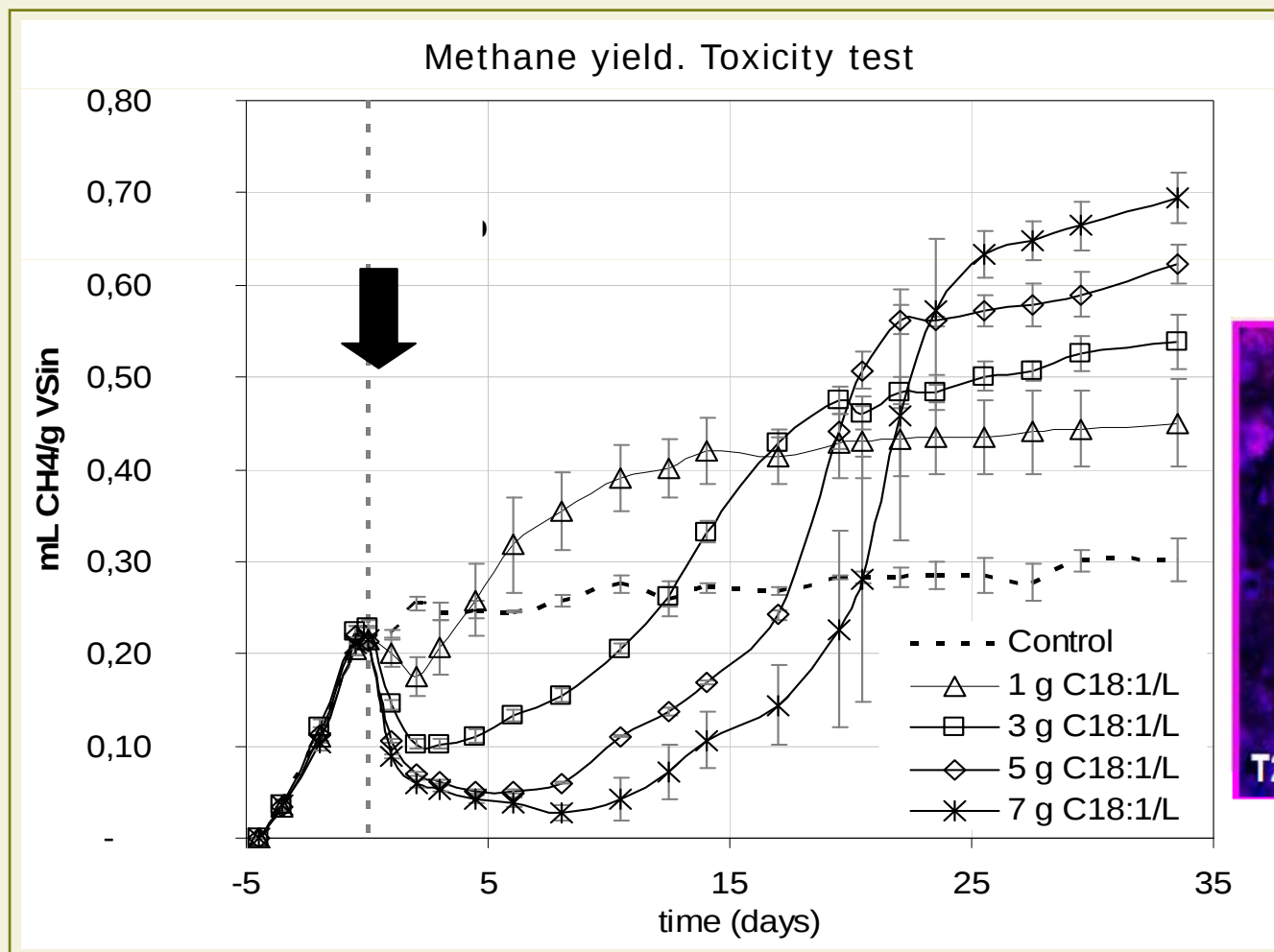
Cambrà de Comerç de Lleida

TECNIO
Be tech. Be competitive



Font: Rodríguez et al. (2009)

Recuperació de l'activitat



Font: Palatsi et al. (2009)

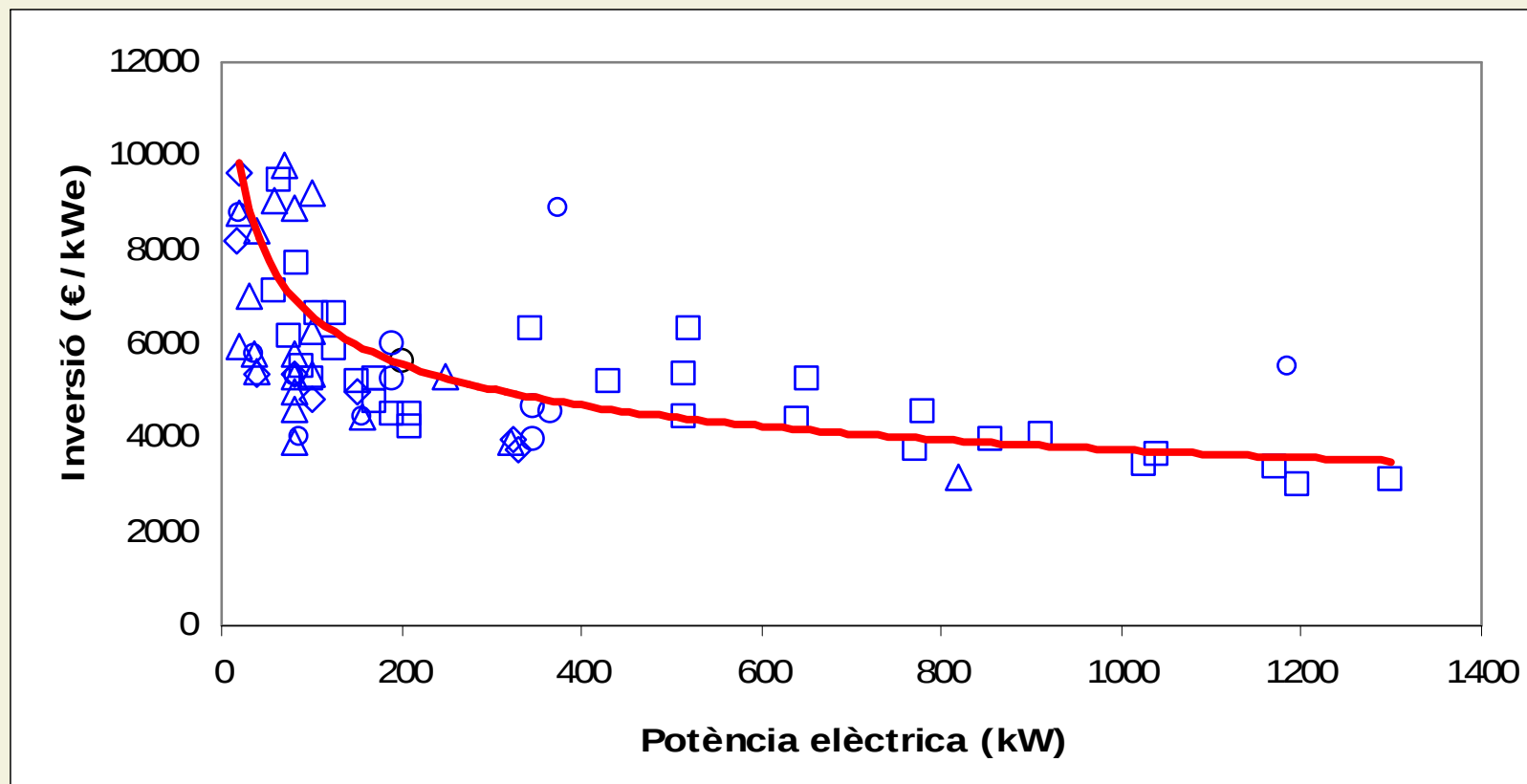
Inversió en plantes de biogàs: economia d'escala

Lleida, 3 de juny de 2009

Cambra de Comerç de Lleida



TECNIO
Be tech. Be competitive



Rendibilitats acceptables si producció específica de biogàs
> 30 m³/Tm residu tractat. Cal codigestió

Font: Flotats i Sarquella (2008). *Producció de biogàs per codigestió anaeròbia* (www.icaen.net)

Altres limitants econòmics: connexió a la xarxa elèctrica;
costos de gestió del digestat; accessibilitat a cosubstrats

5 Estratègies basades en la recuperació de nutrients:

- 5 Processos simples: separació de fases, compostatge de dejeccions sòlides o fraccions sòlides
- 5 Processos complexes: precipitació, concentració per evaporació (*Bonmatí et al., 2003*), stripping d'amoníac. La digestió anaeròbia afavoreix aquests processos. Els preus de l'energia defineixen la seva viabilitat.

Recuperació de sals d'amoní per stripping i absorció



De purins de porc



De purins digerits

Bonmatí & Flotats (2003)

5 Basades en l'eliminació (parcial) de nitrogen:

- 5 NDN aplicat a fase líquida i exportació de sòlids
- 5 NDN amb desnitrificació via nitrit (*Magrí et al., 2009*)
- 5 Desenvolupaments en Anammox: la digestió anaeròbia prèvia és un factor clau. Els preus de l'energia defineixen, també, la viabilitat.

5 Els factors energètics i la seva economia són limitants per moltes estratègies

5 **Conèixer**: Dedicar esforços i recursos a investigació, coneixement, formació,...

5 **Planificar**: A curt, mig i llarg termini

5 **Agrupar**: diversos sectors d'activitat, diverses àrees de coneixement, diverses institucions, persones i equips. Cal un enfocament holístic, un treball transversal i el desenvolupament de solucions integrals



5 **Voler**: interès, desig i ambició d'actuar, de fer-ho possible

Lleida, 3 de juny de 2009

Cambra de Comerç de Lleida



TECNIO
Be tech. Be competitive

- La digestió anaeròbia contribueix a la reducció de gasos d'efecte hivernacle i producció d'energia renovable. És una tecnologia estratègica en un esquema de protecció ambiental i conduent a la sostenibilitat
- La digestió anaeròbia és un procés suficientment conegut y els beneficis energètics i ambientals suficientment importants como per que es popularitzi la seva implantació
- Per la reducció de costos i augment de l'eficiència, cal invertir en R+D+I. Els grups de recerca actius en aquest àmbit són els socis adequats per aquestes accions. També per formar tècnics en el sector i oferir serveis de suport a l'operació
- L'administració ha de remoure barreres econòmiques i administratives per assegurar l'activació del mercat. Si el mercat és actiu, la R+D+I funcionarà
- Objectiu: “Més petit, més ràpid, més integrat,... més barat”.
- I un darrer concepte: *Col·laborar per competir* (exemple PROBIOGAS, i també *Lleida Biotech*)



Gràcies per la
seva atenció

Página Web GIRO: www.giroct.net

- Bonmatí, A., Flotats, X., Mateu, L., Campos, E. (2001). Study of thermal hydrolysis as a pre-treatment to mesophilic anaerobic digestion of pig slurry. *Water Science and Technology*, 44(4) pp 109-116.
- Bonmatí, A., Campos, E., Flotats, X. (2003). Concentration of pig slurry by evaporation: anaerobic digestion as the key process. *Water Science and Technology*, 48(4) pp 189-194.
- Bonmatí, A., Flotats, X. (2003). *Air Stripping of Ammonia from Pig Slurry: Characterization and Feasibility as a Pre- or Post-Treatment to Mesophilic Anaerobic Digestion*. *Waste Management*, 23(3) pp 261-272.
- Bonmatí, A., Flotats, X. (2003). Pig slurry concentration by vacuum evaporation: influence of previous mesophilic anaerobic digestion process. *Journal of the Air & Waste Management Association*. 53, pp 21-31.
- Campos, E. (2001). Optimización de la digestión anaerobia de purines de cerdo mediante codigestión con residuos orgánicos de la industria alimentaria. *Tesis doctoral. Universitat de Lleida*
- Flotats, X. Sarquella, L. (2008). Producció de biogàs per codigestió anaeròbia. Quadern pràctic 1. www.icaen.net
- Flotats, X., Bonmatí, A., Fernández, B., Magrí, A. (2009). Manure treatment technologies: on-farm versus centralized strategies. NE Spain as case study. *Bioresource Technology* (en prensa, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2008.12.050>)
- Magrí, A., Guivernau, M., Baquerizo, G., Viñas, M., Prenafeta-Boldú, F.X., Flotats, X. (2009). Batch treatment of liquid fraction of pig slurry by intermittent aeration - process simulation and microbial community analysis. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* (en prensa, <http://dx.doi.org/10.1002/jctb.2158>)
- Palatsi, J., Laurení, M., Andrés, M.V., Flotats, X., Nielsen, H.B., Angelidaki, I. (2009). Strategies for recovering inhibition caused by long-chain fatty acids on anaerobic thermophilic biogas reactors. *Bioresource Technology* (en prensa, <http://dx.doi.org/10.1016/j.biortech.2009.04.046>)
- Resa, O. (1985). Estudio de viabilidad de una planta de tratamiento municipal de ELP -Estiércol Líquido Porcino- y producción de biogás, en el término de Sarroca de Les Garrigues. PFC. Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Agrària de Lleida – ETSEA - UPC. (UdL)
- Rieradevall, J., Segarra, J., Mitjà, A. (1985). Programa de seguiment de plantes de digestió anaeròbia pel tractament d'excrements líquids. Balanç energètic i del procés de depuració. A Fòrum Energètic. Jornades de debat sobre el sector energètic, nov. 1984. Ed. Sirocco, Vol. 15, pp 289-295.
- Rodríguez, A., Fernández, B., Flotats, X. (2009). Effect of thermal pre-treatments on biogas production potential of solid slaughterhouse wastes. *17th European Biomass Conference & Exhibition; From Research to Industry and Markets*. Hamburg, Germany, 29 junio – 03 julio 2009