CIRO
gestió integral de residus orgànics
centre tecnològic

Patrocini:
IRTA RECERCA I TECNOLOGIA AGROALIMENTÀRIES
Generalitat de Catalunya
UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA
Ajuntament de Mollet del Vallès
Agència de Residus de Catalunya
Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient i Habitatge

Generalitat de Catalunya Departament de Medi Ambient i Habitatge
Col·laboració:
Fundació Agbar

Producción de biogás y gestión de purines

Xavier Flotats

Membre de:
IT XARXA DE CENTRES DE SUPORT A LA INNOVACIÓ TECNOLÒGICA
CIDEM



Algunos conceptos previos

27 de noviembre de 2008

- Los residuos son recursos en lugar o momento inadecuado
- Los orgánicos tienen su origen en la biomasa primaria, generada a partir de la fotosíntesis (energía y CO_2 atmosférico)
- Residuos orgánicos: subproducto con valor agronómico y energético
- La materia y la energía no se crean ni se destruyen, se transforman
- El usuario final tiene importancia en la toma de decisiones. ¿Quién es aquí el usuario final?





Los conflictos y las oportunidades

27 de noviembre de 2008

Los residuos orgánicos son los que se producen en más cantidad

- Purines
- Estiércoles y gallinazas
- Lodos de estaciones depuradoras, municipales e industriales
- Fracción orgánica de residuos municipales
- Residuos de industria alimentaria: de la industria cárnica, de aceites, de la fruta, ...



Pero no siempre tienen, han tenido o han de tener la consideración de residuo. Lo son mientras no se aplican métodos de valorización (reciclaje)

Producción estimada de subproductos orgánicos en España

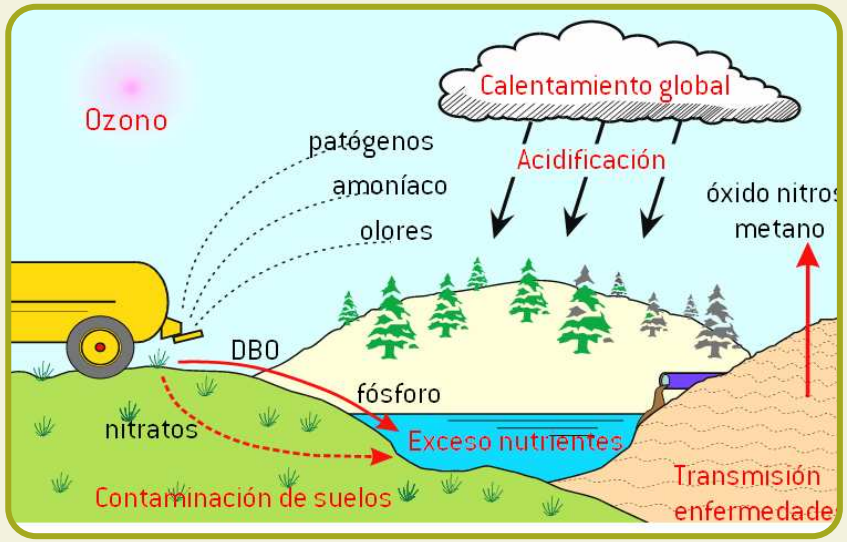
27 de noviembre de 2008

Grupo	Producción estimada (k Tm/año) Producción	Materia orgánica[a]	Nitrógeno[a]
Deyecciones ganaderas (2003)	**91,246.0**	**21,691.5**	**655.5**
Bovino	42,085.0	7,686.4	251.7
Ovino	12,128.0	3,454.3	47.3
Caprino	1,458.0	306.1	6.0
Porcino	25,242.0	3,665.0	229.1
Equino	2,638.0	282.0	10.3
Aves	7,695.0	6,297.7	111.1
FORM (2003)	**10,486.5**	**2,369.9**	**92.3**
Compost producido de FORM (2003)	476.3		
Lodos de depuración municipal (25%MS)	**4,048.6**	**809.7**	**42.1**
Lodos en agricultura (25%MS)	2,678.2	535.6	27.8
Residuos orgánicos industriales (parcial)	**8,251.9**	**2,498.5**	**81.2**
Residuo sólido de aceite de oliva	1,600.0	546.0	1.2
De procesado de frutas y verduras	3,000.0	1,039.5	9.9
De la industria cárnica	3,651.9	913.0	70.1
TOTAL (parcial)	**114,033.0**	**27,369.7**	**871.1**

Los conflictos

27 de noviembre de 2008

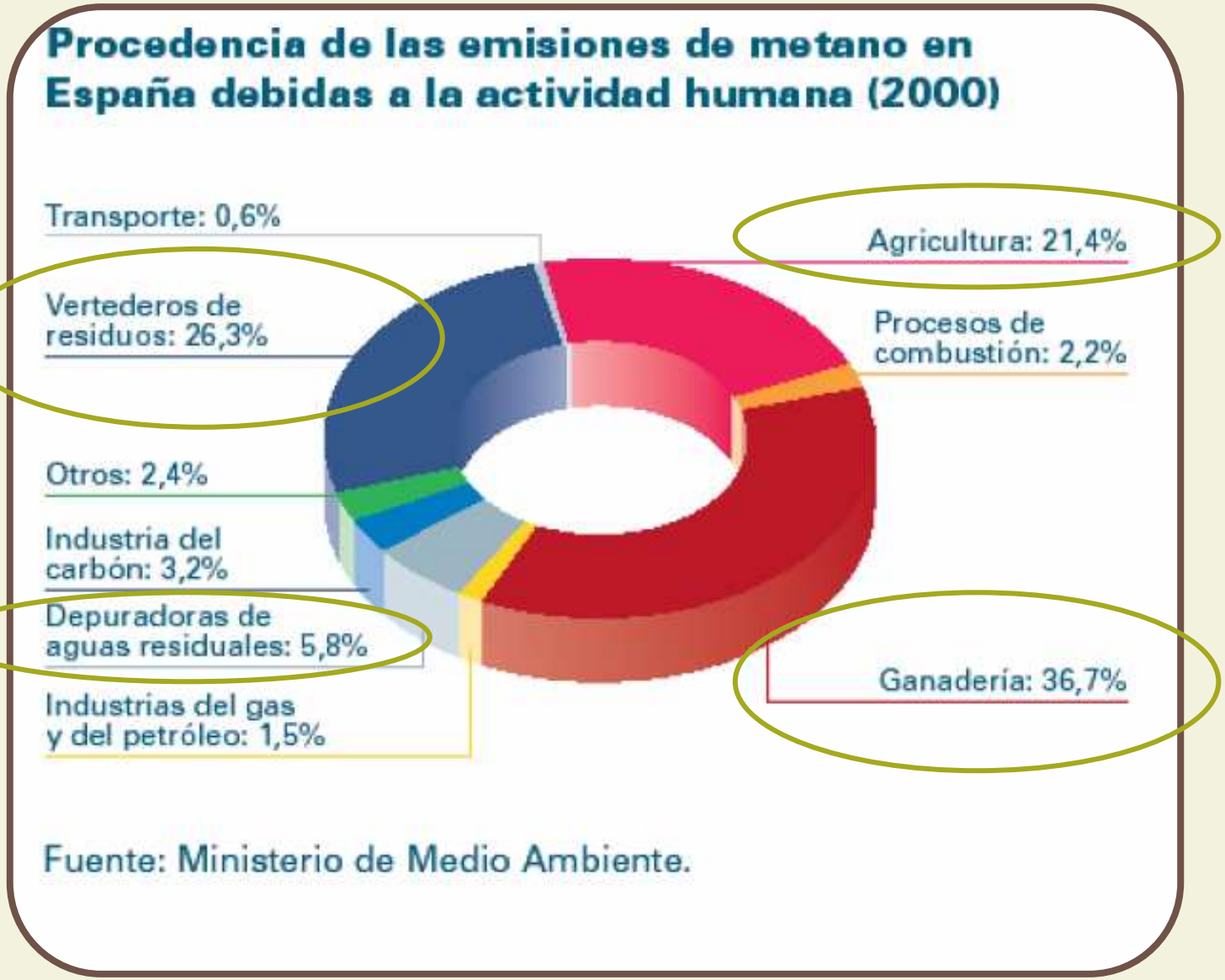
- Contaminación atmosférica: emisiones de CH_4, N_2O, NH_3, COV,..
- Contaminación de aguas: nitratos, fosfatos, materia orgánica, xenobióticos, ...
- Contaminación de suelos: xenobióticos, metales, reducción de O_2, efectos de toxicidad a cultivos,...
- Consumos de energía
- Problemas organizativos
- Aspectos sanitarios
- Aspectos económicos,
- .....





Las emisiones de CH_4

27 de noviembre de 2008

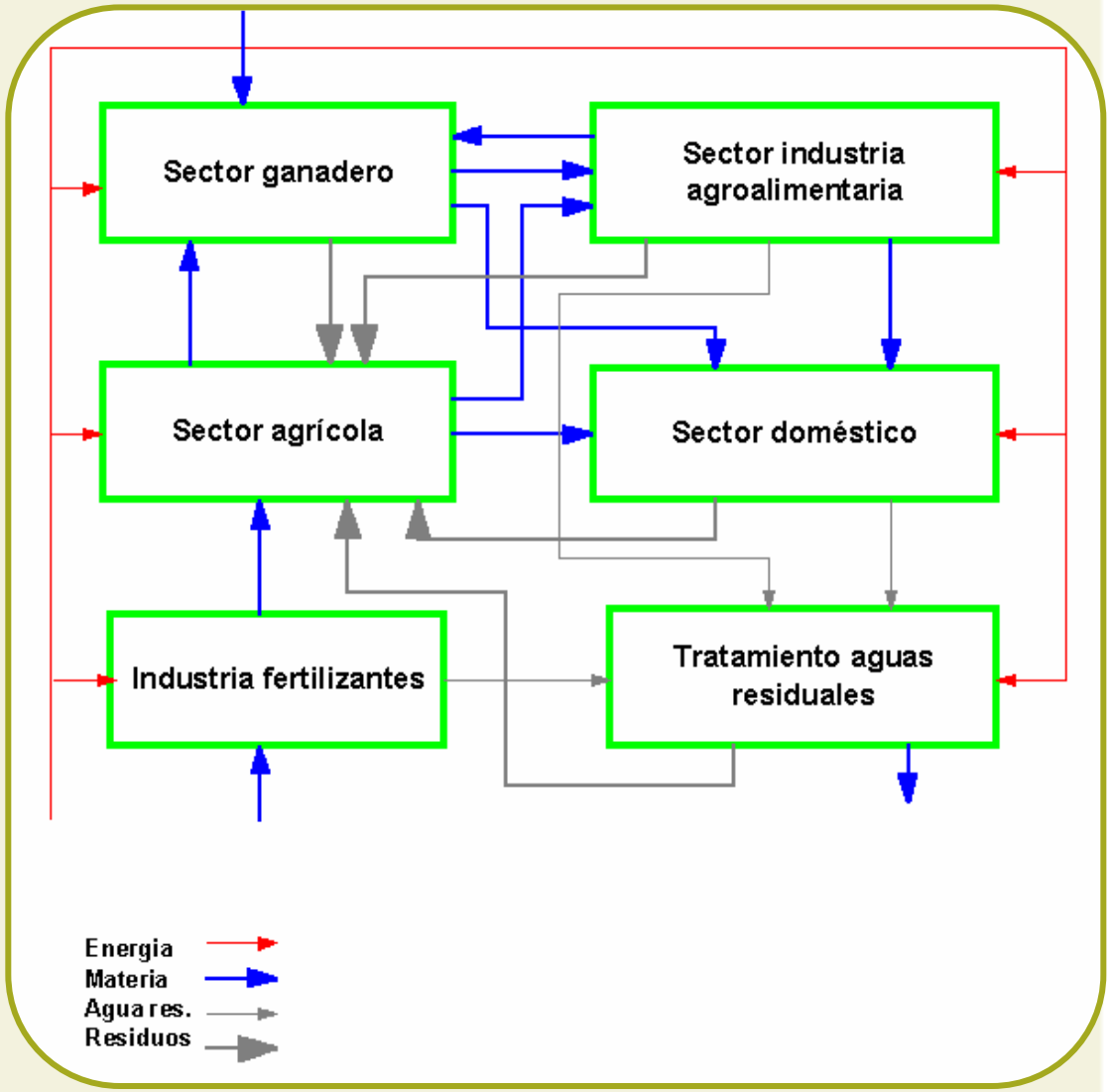


- Gestión de residuos: 1.200 kt CH4/año (aprox.)

Visión global

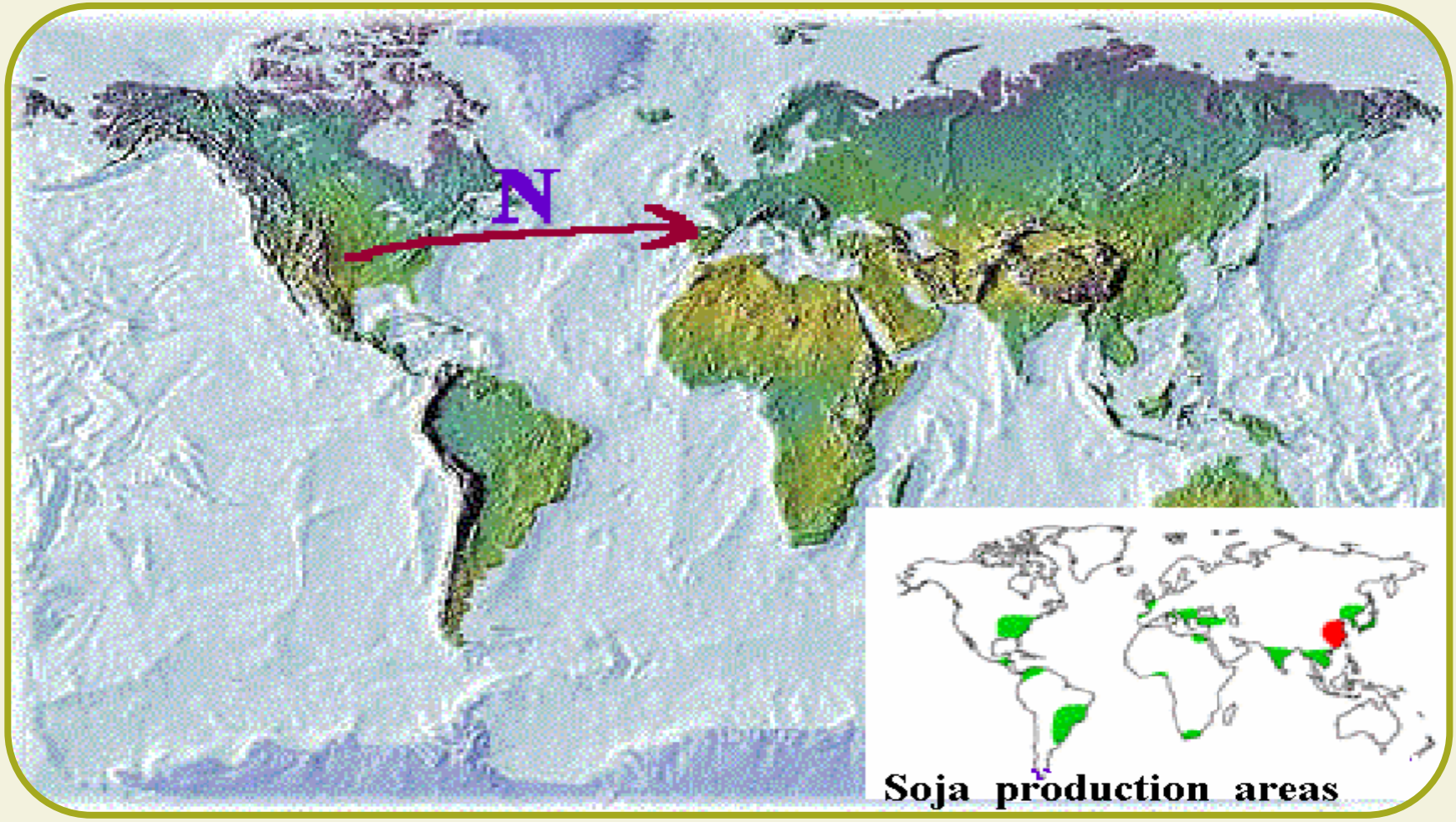
27 de noviembre de 2008

- El suelo agrícola soporta el peso fuerte del reciclaje de los residuos orgánicos de todos los orígenes, desde siempre
- Es la fuente de alimentos de las generaciones presentes y futuras
- Las deyecciones ganaderas no son los únicos materiales orgánicos que compiten por el suelo agrícola
- El sistema es abierto, desequilibrado



Desequilibrios locales por importación masiva de nutrientes

27 de noviembre de 2008

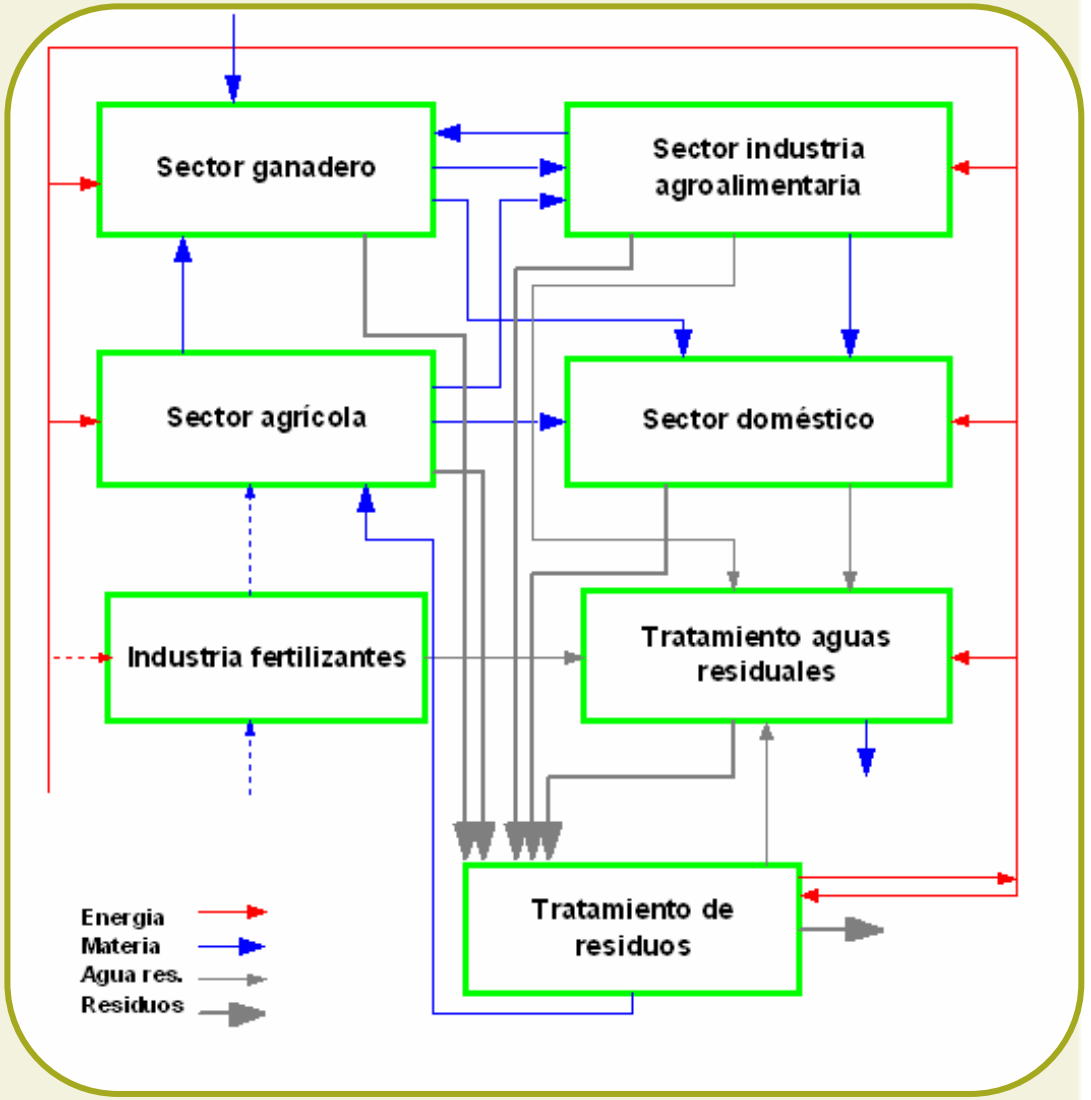


Preguntas de difícil respuesta:

- **Eliminar/depurar para mantener el flujo?**
- **Reducir/recuperar para substituir importaciones?**

Las oportunidades

- El suelo no es un vertedero.
- Es tridimensional, vivo y no renovable a escala humana de tiempo. Es un valor patrimonial que debe mantenerse y mejorarse
- Los productos que se le aplican deben ser de calidad controlada y contrastada
- Son necesarias herramientas metodológicas y tecnológicas, de gestión, transformación y control
- Hay que tender a la gestión integrada
- Un sector emergente: el de la gestión y tratamiento de los subproductos orgánicos



Las oportunidades

27 de noviembre de 2008

- El tratamiento de residuos orgánicos: una nueva actividad de importancia estratégica
- Objetivos:
  - Producir energía
  - Evitar / reducir emisiones de gases de efecto invernadero y lluvia ácida
  - Producir compuestos de valor económico
  - Contribuir a la calidad de los suelos y al reciclaje
- Debe dignificarse este nuevo sector económico
- Deben modificarse la nomenclatura y los indicadores
  - Cambiar "tratar" por "producir"
  - Cambiar toneladas de residuo eliminado por toneladas de productos obtenidos, por toneladas de fertilizantes minerales substituidos, por toneladas de petróleo ahorrado, por emisiones de CO_2 ahorradas, por tonelada de materia orgánica incorporada al suelo, ...

Purines de cerdo, ¿cómo son?

27 de noviembre de 2008

	MIN	MÁX	MEDIA
Sólidos Totales -ST (%)	1,4	16,9	6,4
Sólidos Volátiles –SV- sobre ST (%)	44,5	76,4	65,5
N-Amoniacal (mg/L)	1.673,8	7.558,4	4.383,5
N-Orgánico (mg/L)	396,4	3.672,3	1.529,3
SST (%)	0,4	15,5	4,8
SST/ST (%)	30,5	96,2	67,2
SSV (%)	0,3	11,5	3,8
SSV/SV (%)	50,1	99,3	78,8
SSV sobre SST (%)	56,5	97,5	78,6
DQO (mg/L)	8.660,0	186.084,3	71.591,7
DQO/SV (g DQO/g SV)	1,22	2,39	1,69
Fósforo -P (mg/L)	90,9	6.255,4	1.406,9
Potasio –K (mg/L)	1.657,0	7.791,3	4.929,7
Alcalinidad parcial (pH= 5.75)	0,9	23,2	11,0
Alcalinidad total (pH = 4,3)	1,3	45,2	19,2
Relación Alcalinidad (RA)	0,2	0,7	0,4
Cobre –Cu (mg/L)	7,6	170,3	41,3
Zinc -Zn (mg/L)	7,6	120,8	63,4
pH	6,6	8,7	7,7

- ➔Variabilidad
- ➔MO particul.
- ➔Poca MO
- ➔$N\text{-}NH_4$
- ➔Edad

Plan de gestión

(herramienta básica de planificación)

27 de noviembre de 2008

Programa de actuaciones, individual o colectivo, conducentes a adecuar la producción de residuos/subproductos a las necesidades de los cultivos, u otras, en el espacio y en el tiempo

Ha de contemplar:

- Medidas de reducción en origen
  - De caudades y de componentes limitantes (*Cu*, *Zn*, *N*, *P*,...agua)
- Análisis de requerimientos. Balance de nutrientes
- Plan de fertilización, adaptado a cada cultivo
- Análisis territorial. Transporte y distancias
- Tratamientos

Reducción en origen

Minimización de caudales, de componentes limitantes y de emisiones gaseosas:

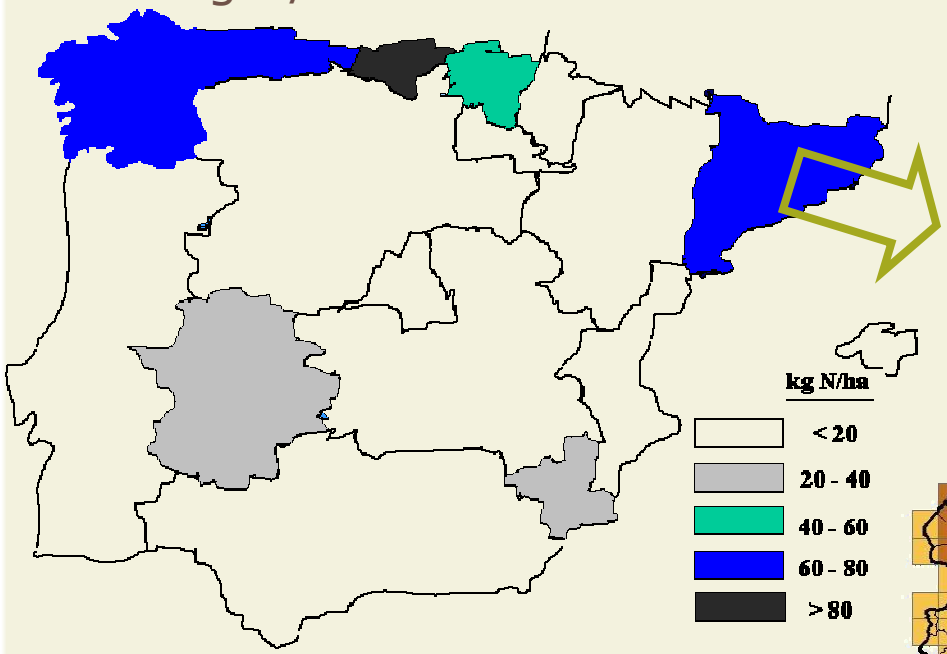
- Modificación de dietas alimentarias
  - *Reducción de N, P, metales pesados*
  - *Aumento de la digestibilidad*
- Modificación de prácticas de manejo
  - *Reducción del consumo de agua*
  - *Segregación de aguas pluviales*
  - *Evitar largos periodos de almacén bajo emparrillado*
  - *Cubrición de balsas*
- Introducción de conceptos de calidad y trazabilidad

Ha de haber un incentivo, una medida de los beneficios de estas acciones en la propia actividad (económicos, de imagen,...) .... marcas de calidad?

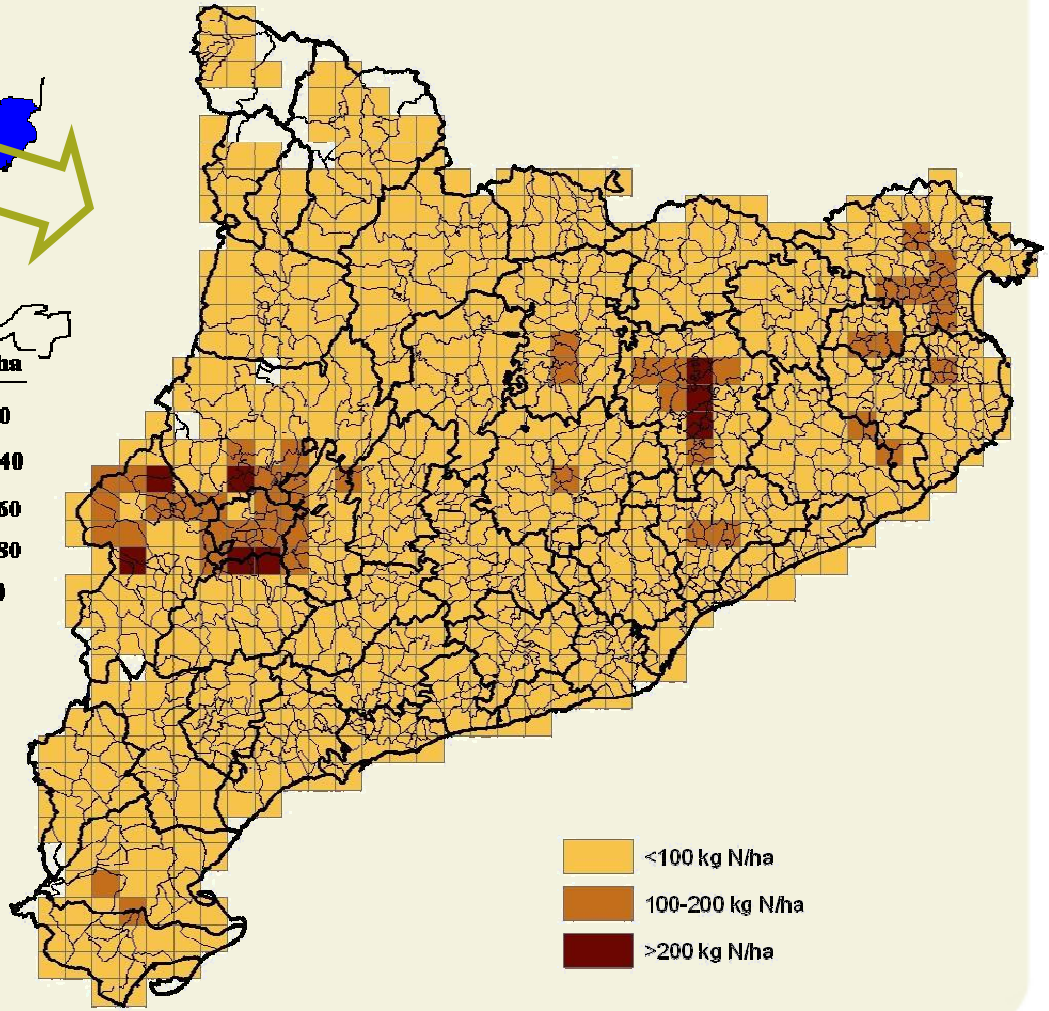
Intensidad ganadera/producción deyecciones. Cataluña como caso de estudio

27 de noviembre de 2008

- **Dosis** media de N de origen ganadero en pastos y suelos cultivados en España: 21.8 kg N/ha·año



- **Generación** anual de N de origen ganadero en cuadrículas de 7 km



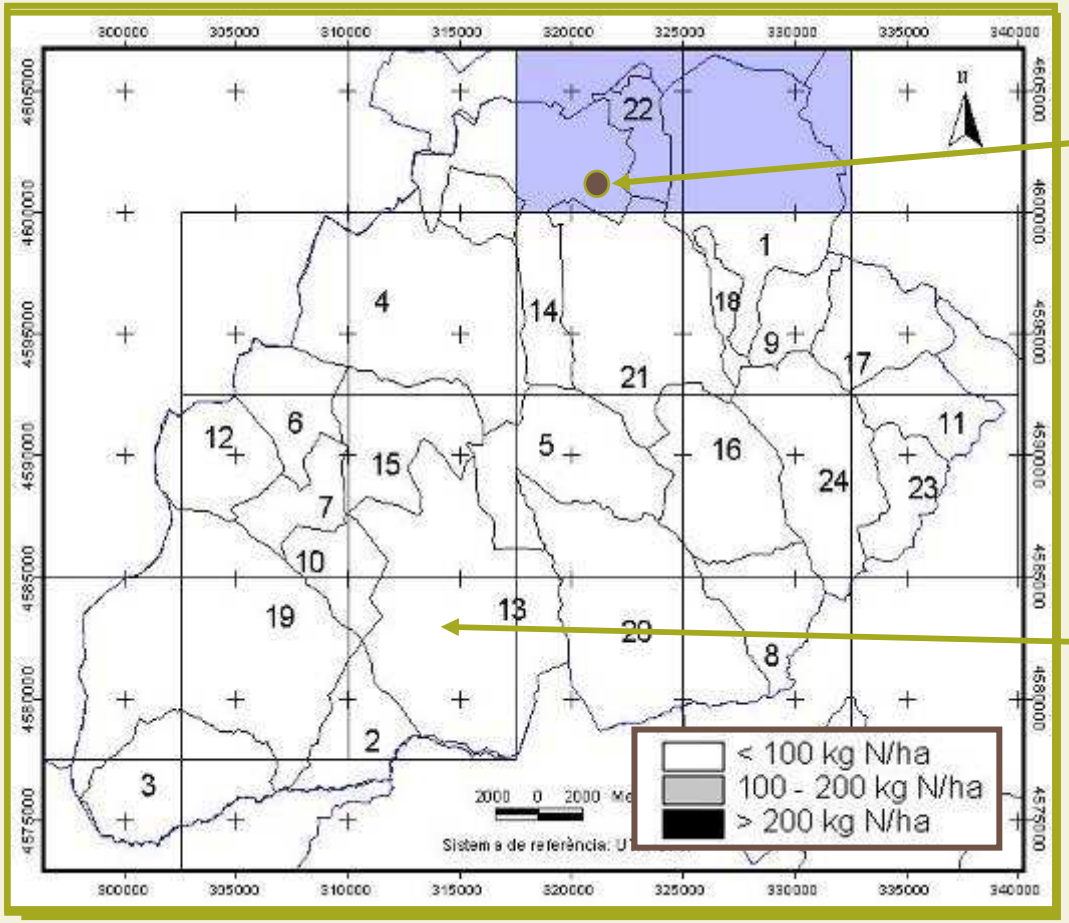
- Consorcio GESFER, formado por entidades públicas y privadas. Creado en Cataluña en 2005 para promover la gestión apropiada de la fertilización con deyecciones

Prenafeta & Flotats - ICAEN (2005)

Membre de:

Componente geográfica. El transporte como factor limitante

27 de noviembre de 2008



N de origen ganadero producido en la comarca de Les Garrigues (kg N/ha·year), en cuadrículas de tamaño creciente



1 plan de gestión colectivo; 2 plantas centralizadas DA+concentración térmica Localizadas para minimizar transporte. 167 ganaderos; 180 agricultores



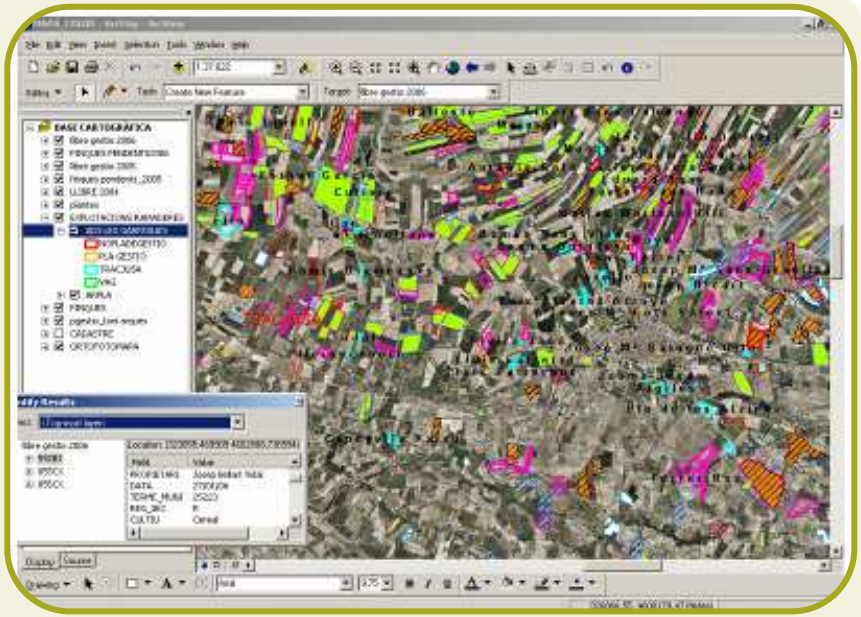
Planta de compostaje centralizada de estiércol de ternero 20,000 T/año, >80 granjeros

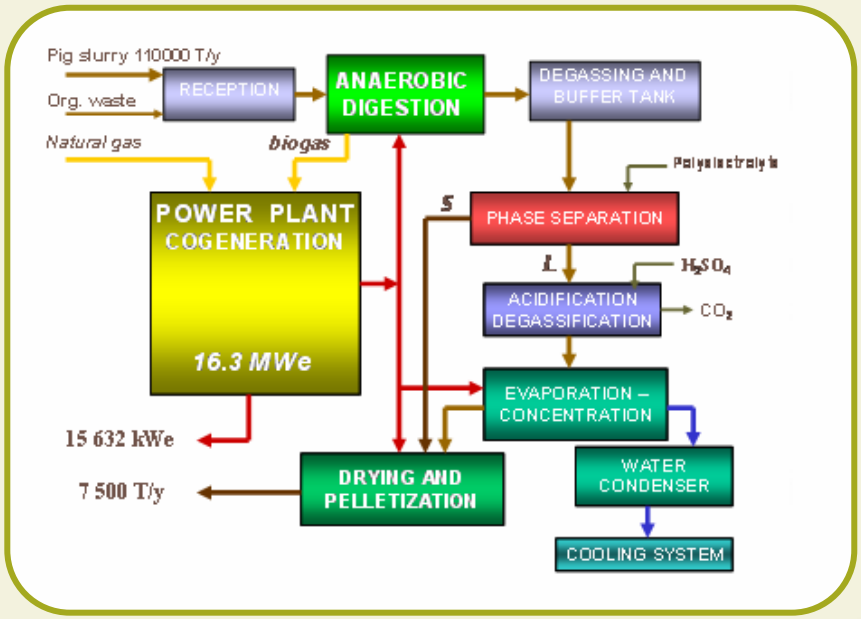
Alta densidad e intensidad de granjas en un zona con exceso de nutrientes sugiere la necesidad de plan de gestión colectivo. Una planta centralizada es una herramienta para esta gestión. *Teira-Esmatges & Flotats (2003)*

Gestión y tratamiento centralizado. Dos plantas de DA y concentración. Les Garrigues

27 de noviembre de 2008

- Operando un plan de gestión y fertilización colectiva, sirviendo a 167 ganaderos y 196 agricultores (395,000 T/año purines)
- Un Sistema de Información geográfica (GIS) ayuda a las operaciones y a la optimización del transporte (recogida, aplicación basada en las necesidades de los cultivos de 610 parcelas y transporte de excedente a plantas centralizadas)
- El excedente es tratado en 2 plantas (220,000 T/año), desde 2001 y 2004
- Tecnología: digestión anaerobia, separación de fases, concentración del líquido por evaporación al vacío, secado, peletización y exportación del sólido
- Recuperación de nitrógeno: >96%
- Recuperación otros nutrien.: 100%





Burton & Turner (2003)

Membre de:
IT
CIDEM

Tratamientos

27 de noviembre de 2008

- Tratamiento: Combinación de procesos unitarios con el objetivo de modificar las características de los residuos para adecuarlos a la demanda como producto de calidad
- Esta adecuación puede ser:
  - *Para equilibrar oferta y demanda en el tiempo*
  - *Para mejorar el transporte y aplicación*
  - *Para mejorar la composición*

☑ ***Para aumentar la capacidad de gest***

Tratamientos

Combinación de procesos unitarios

- ✓ Balsas homogeneización, estercoleros
- ☑ Separación de fases
- ✓ Aplicación de encimas y bacterias a balsas
- ☑ Nitrificación
- ✓ Desnitrificación
- ☑ Descomposición aerobia heterótrofa
- ✓ Digestión anaerobia
- ☑ Compostaje
- ☑ Reducción biológica de fósforo
- ✓ Precipitación química
- ☒ Secado/peletización
- ☒ Evaporación/ concentración
- ☒ Stripping/absorción
- ☒ Higienización térmica
- ✓ Dosificación de aditivos
- ☑ Ozonización
- ☑ Filtración en membrana

Requerimiento de: ☑ Energía mecánica/eléctrica ☒ Energía térmica

Posibles objetivos de los tratamientos

27 de noviembre de 2008

Tratamiento: combinación de procesos unitarios con el objetivo de obtener productos de calidad, adaptados a la demanda

- Adecuar la producción a las necesidades estacionales de los cultivos
- Transportar fuera de la zona de producción; reducir volumen
- Transformar las deyecciones en productos de valor añadido
- Adecuar la composición a la demanda agrícola
- Recuperar nutrientes
- Eliminar nitrógeno
- Estabilizar, eliminando materia orgánica fácilmente biodegradable
- Higienizar
- Eliminar xenobióticos u otros contaminantes orgánicos
- Producir energía renovable y reducir emisiones de gases de efecto invernadero
- Reducir emisiones de amoníaco

Tecnológicamente se puede hacer prácticamente todo. Es necesario adoptar la estrategia adecuada, adaptada al problema que se desea solucionar y a las circunstancias y condiciones locales. Incluso la escala de implantación.

Estrategias tecnológicas

27 de noviembre de 2008

- Basadas en recuperación de nutrientes:
  - Procesos simples: separación de fases, compostaje de deyecciones sólidas o fracciones sólidas
  - Procesos complejos: precipitación, concentración por evaporación *(Bonmatí et al., 2003)*, stripping de amoníaco. La digestión anaerobia favorece estos procesos. Los precios de la energía definen su viabilidad.

Recuperación sales de amonio mediante stripping y absorción



De purines de cerdo



De purines digeridos

Bonmatí & Flotats (2003)

- Basadas en la eliminación (parcial) de nitrógeno:
  - NDN aplicado a fase líquida y exportación de sólidos
  - Futuros desarrollos en Anammox: la digestión anaerobia previa será factor clave. Los precios de la energía definirán, otra vez, la viabilidad.

- **Los factores energéticos y su economía son limitantes para muchas estrategias**

Membre de:

Digestión anaerobia

27 de noviembre de 2008

Descomposición biológica anaerobia (sin oxígeno) de la materia orgánica, para obtener biogás (metano + dióxido de carbono)

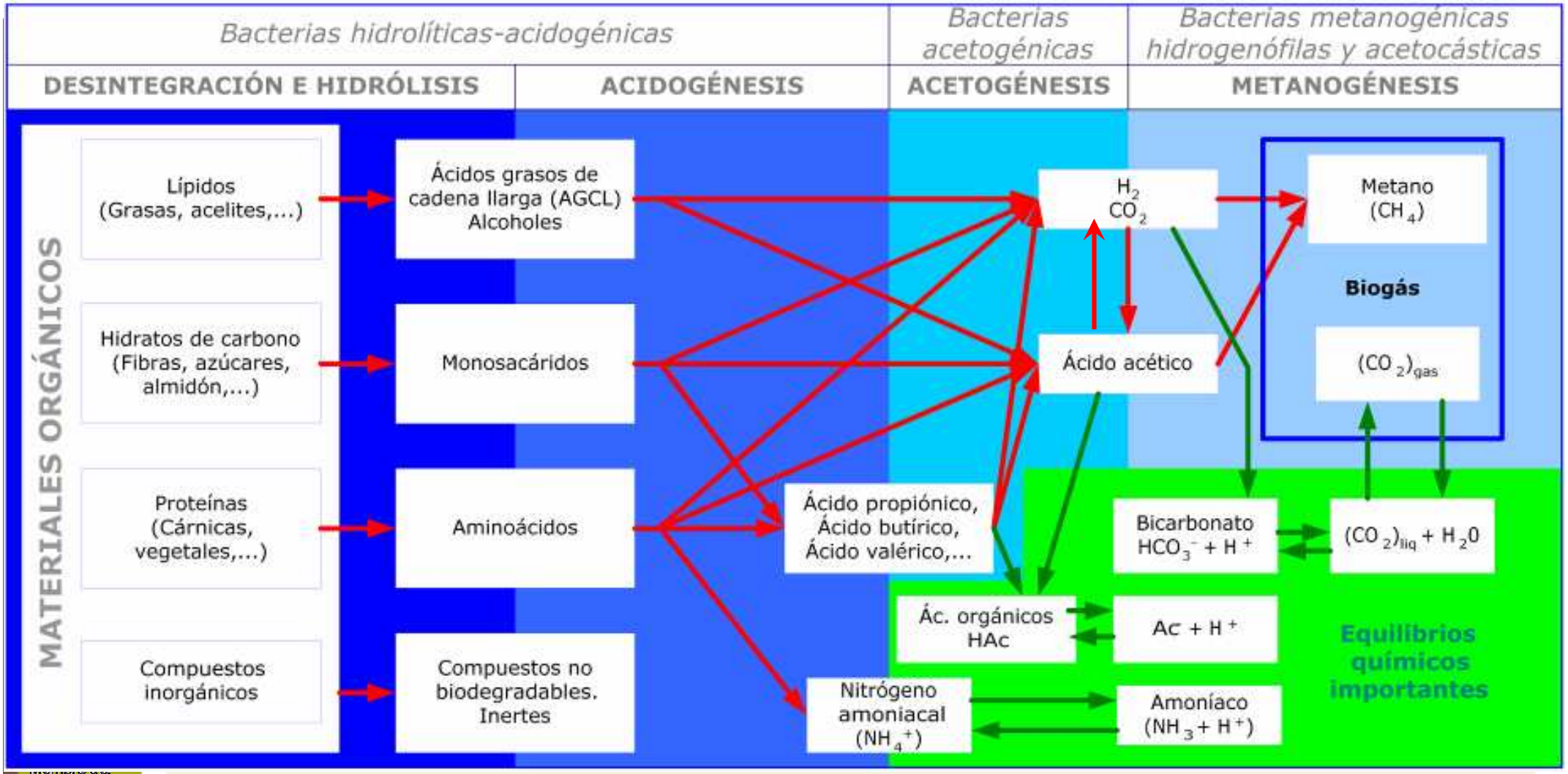
Objetivos:

- Estabilización parcial de la materia orgánica. Mineralización
- Higienización (función de temperatura)
- Control/reducción de males olores
- Reducción gases de efecto invernadero
- Producción de biogás/energía (~ 0,6 L gasoil/m^3 de biogás)

Potencial bajo de producción de biogás para purines de cerdo, ~ 0,4 m^3 biogás/kg SV



Fases de la digestión anaerobia



Importancia del equilibrio de CO_2:

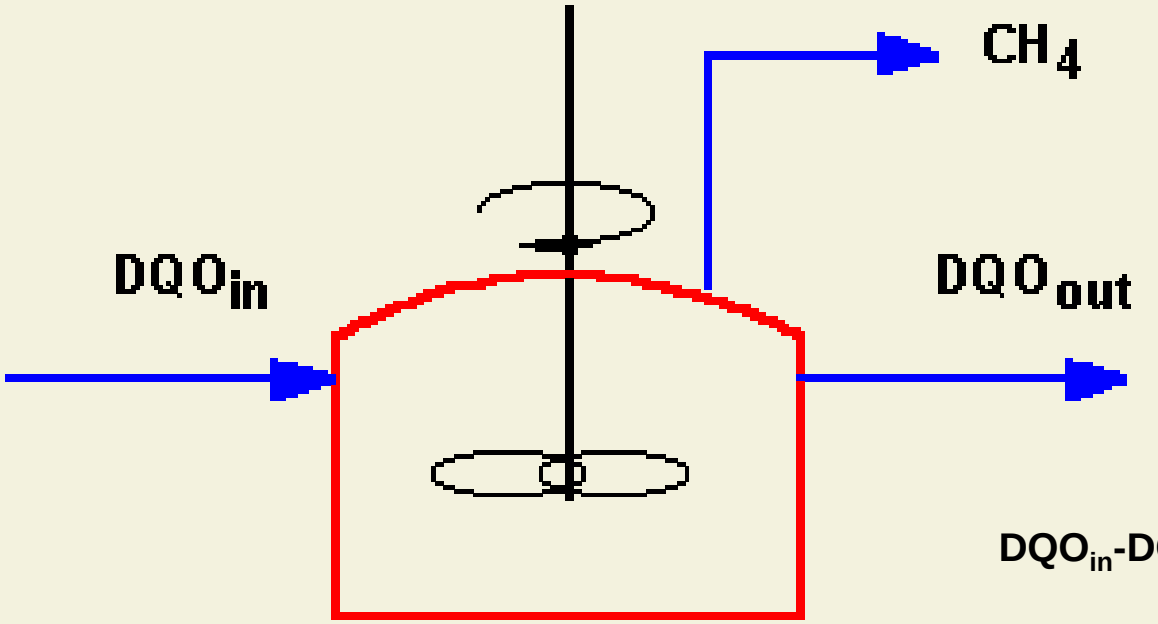
$$(CO_2)_{gas} \quad \chi$$

$$(CO_2)_{liq.} + H_2O \Leftrightarrow HCO_3^- + H^+$$

$$H^+ + Ac^- \Leftrightarrow HAc$$

Potencial máximo de producción de metano

27 de noviembre de 2008



DQO_{in}-DQO_{out}=DQO_{CH4}

$$CH_4 + 2O_2 \rightarrow CO_2 + 2H_2O$$

$$\frac{1\ mol\ CH4}{2\ mols\ O2}\ \frac{1\ mol\ O2}{32\ g\ O2}\ \frac{22{,}4\ L\ (CN)}{1\ mol\ CH4}\ \frac{1\ g\ O2}{1\ g\ DQO} = 0{,}35\ L\ CH4/g\ DQO$$

⇒≤0,35 m3 CH4/kg DQOeliminada ≈3,5 kW.h/kg DQOeliminada

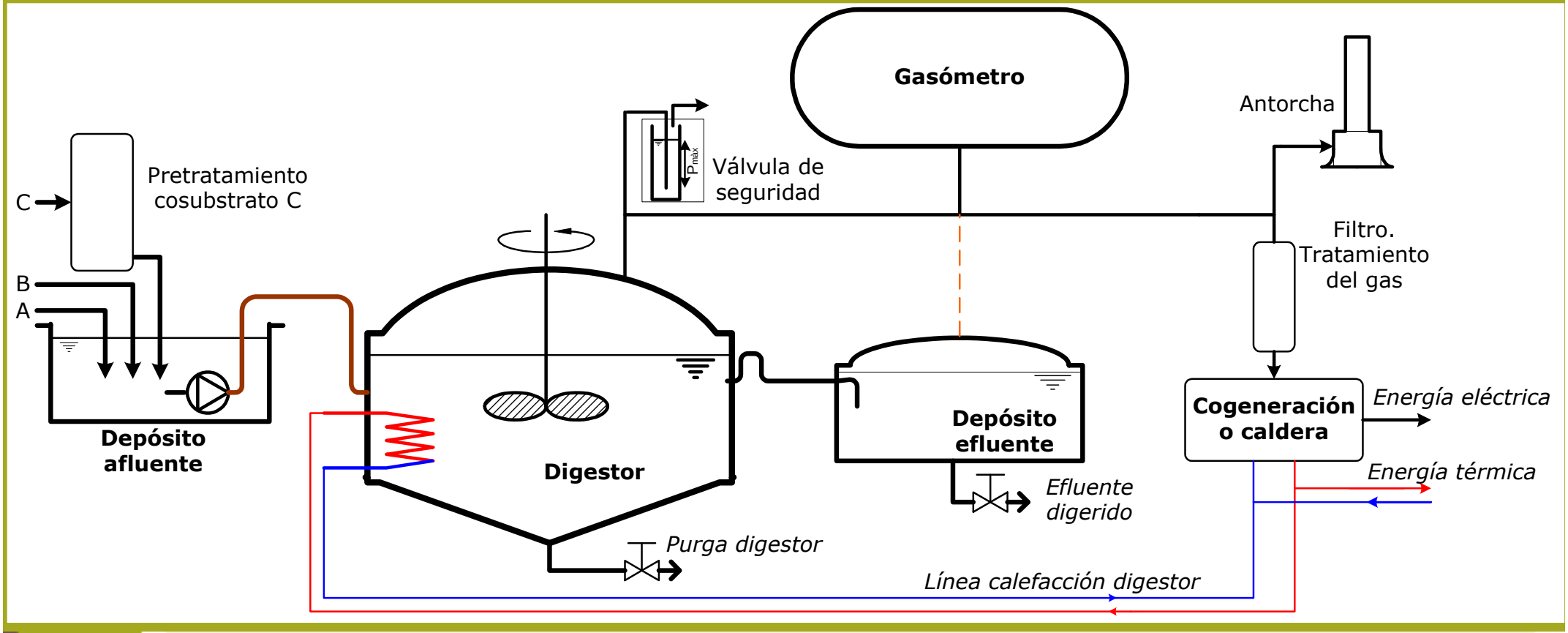
El grado de eliminación depende del tiempo /velocidad de reacción

Ejemplos de potenciales de producción de biogás (65% de CH4)

- Purines de cerdo, 54,86 g DQO/L,
  - si 50 % elimin. ⇒ 14,95 m^3 biogás/ton residuo
  - si 60 % elimin. ⇒ 17,75 m^3 biogás/ton residuo
- Estiércol bovino, 25% de MS, 82% de SV,
  - si 40 % elimin. ⇒ 49,5 m^3 biogás/ton residuo
- Fracció org. de RSU, con 94% de MO y 16.3% de SV,
  - si 60% elim. ⇒ ~115 m^3 biogás/ton residuo

PARÁMETRO DE IMPORTANCIA: RELACIÓN DQO/SV DE CADA RESIDUO O PRODUCTO: 1 – 2,5 kg DQO/kg SV

Esquema típico de una planta de biogás

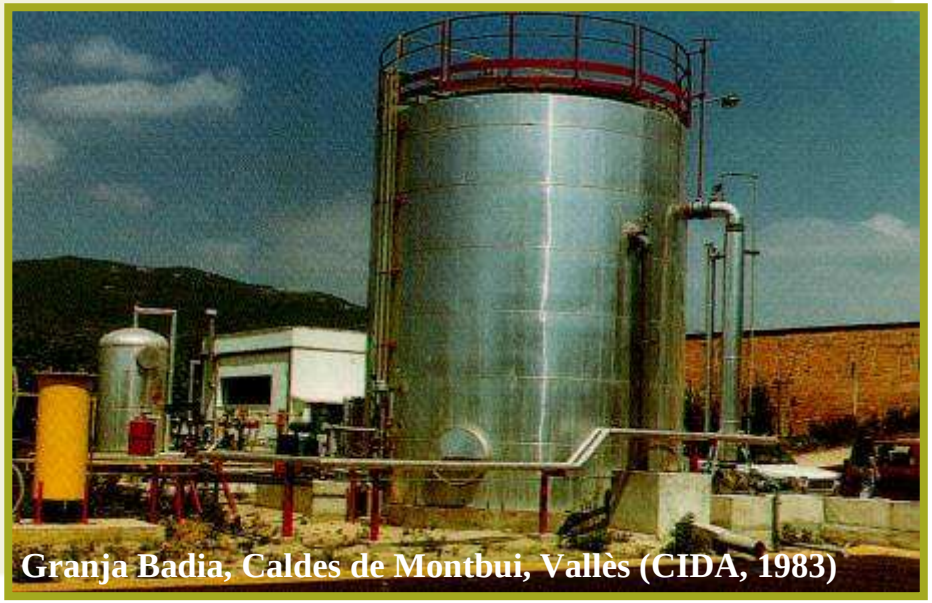


Implantación individual

- Ha de estar perfectamente integrado en la granja
- Dificultades para un control especializado, y de personal técnico entrenado y accesible
- Ha de primar la sencillez del diseño y la integración en el conjunto de la granja
- Necesaria capacidad para rentabilizar toda la energía producida
- Experiencias positivas limitadas



Granja El Cros, Santa Pau, La Garrotxa (TApS, 1983)



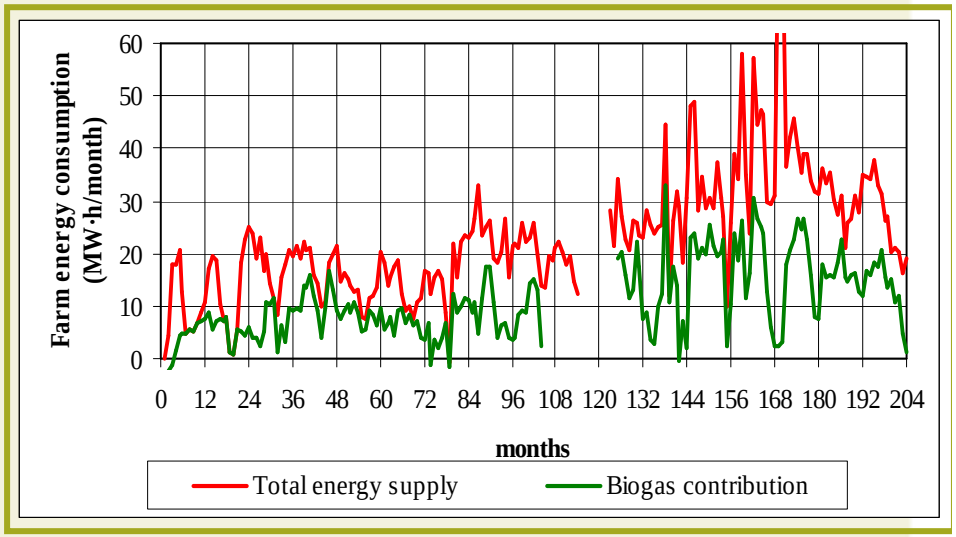
Granja Badia, Caldes de Montbui, Vallès (CIDA, 1983)

Planta de biogás de Mas el Cros

27 de noviembre de 2008

- Diseño y construcción: en paralelo al diseño y construcción de la granja, por el mismo personal
- Puesta en marxa: 1983
- Fecha de baja: 2003
- Volumen reactor: 144 m^3
- Tratamiento: ~10-12 m^3 purines/día
- Producción 1983-2001:710.397 m^3/gas
- Uso biogás: calefacción maternidad
- Ahorro energía térmica (1984-2001):
- 2008,5 MW·h (45,9% del consumo total)





[Flotats y Gibert (2002)]

Planta de biogás de Mas el Cros

27 de noviembre de 2008

Factores que explican 20 años de funcionamiento

- Construcción en paralelo a la granja
- Simplicidad conceptual del diseño
- Integración formal y estética en la granja
- Mantenimiento a cargo de técnicos locales, los mismos de la granja
- Visión integral de los purines como fuente de energía y nutrientes, por parte de la propiedad





[Flotats y Gibert (2002)]

Implantación colectiva

27 de noviembre de 2008

- Permite un control de operación especializado
- Permite la implantación de un centro de gestión integrada de residuos orgánicos
- Limitantes:
  - Inversión inicial
  - Transporte
  - Uso eficiente de la energía


Lemvig, Dinamarca


Juneda, España

Bajo potencial de producción para purines

27 de noviembre de 2008

Potencial de producción de metano (CH_4)

	Purines frescos		Purines envejecidos	
	CH_4/SV_i (L/kg)	CH_4/DQO_i (L/kg)	CH_4/SV_i (L/kg)	CH_4/DQO_i (L/kg)
Purines no tratados térmicamente	347,5	209,7	96,1	62,3
Purines tratados térmicamente	557,5	304,1	67,7	40,1
% incremento	60,4	45,0	-29,5	-35,6

Se han de tratar tan pronto como sea posible y evitar la práctica de almacén bajo emparrillado

Fuente: August Bonmatí (2001). Tesis doctoral, Universitat de Lleida

Codigestión / cotratamiento

de noviembre de 2008

- Tratamiento conjunto de residuos orgánicos de diferente tipo y origen con el objetivo de:
  - Aprovechar la complementariedad de composiciones
  - Compartir instalaciones
  - Unificar metodologías de gestión
  - Amortiguar variaciones temporales en composición y producción de cada residuo
  - Reducir costes de inversión y explotación









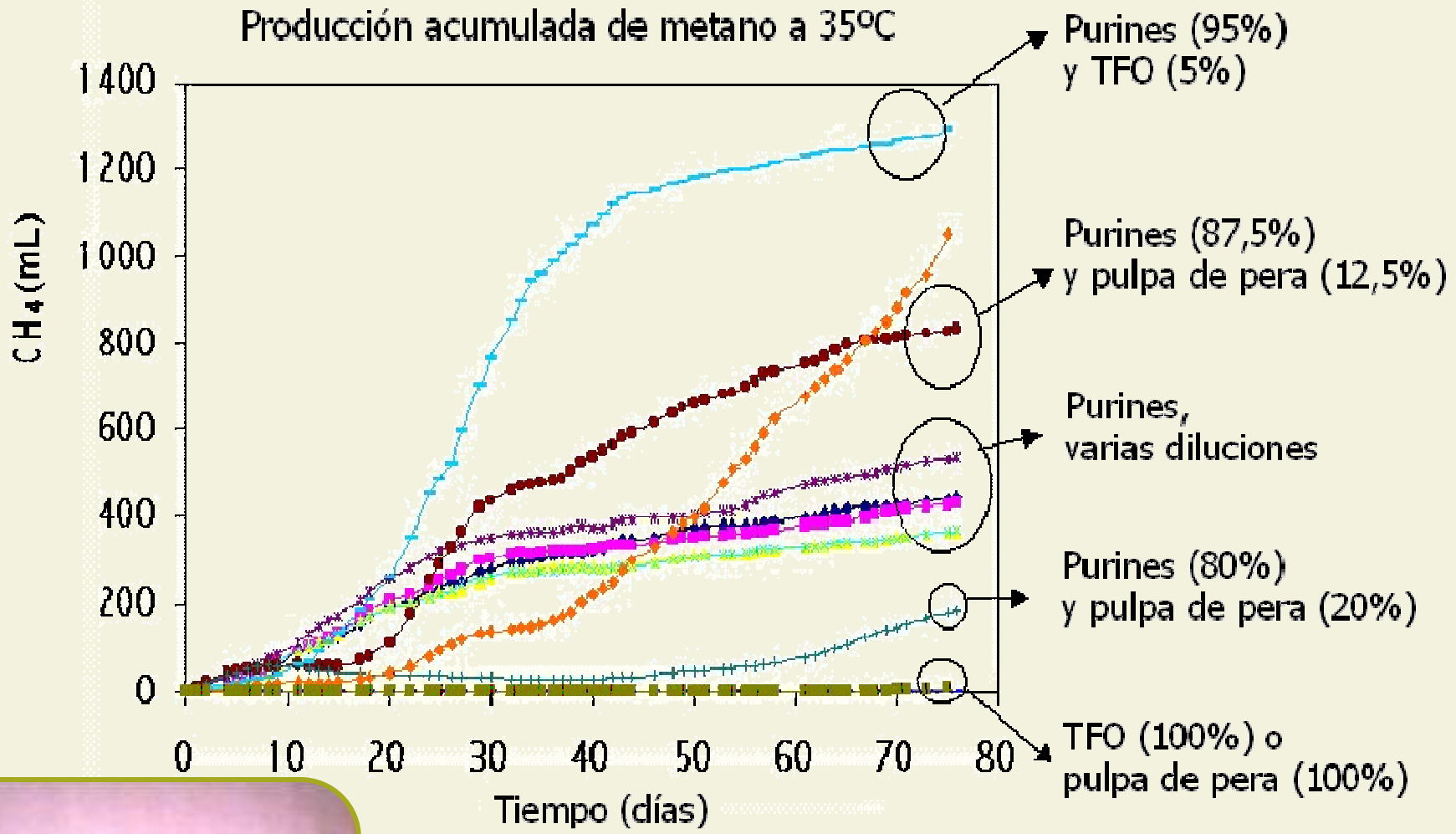
Potenciales de producción de biogás de algunos residuos orgánicos de la industria alimentaria

Tipo	Sólidos volátiles (%)	Producción de biogas (m^3/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

Membre de: IT CIDEM

Co-digestión anaerobia

27 de noviembre de 2008





Fuente: E. Campos (2001). Tesis doctoral, Universitat de Lleida

Características relativas para la codigestión

✓Complementariedad de residuos de diferente tipología

	Residuos ganaderos	Lodos de EDAR	FORSU	Residuos industria agroalimentaria
Macro y micronutrientes	↑	↑	↓	↓
Relación C/N	↓	↑↓	↑	↑
Capacidad tampón	↑	↓↑	↓	↓
Contenido de agua	↑	↑	↓	↓
Materia orgánica fácilmente biodegradable	↓	↑↓	↑	↑

Fuente: Flotats, X., Campos, E., Palatsi, J., Bonmatí, X. (2001). Digestión anaerobia de purines de cerdo y codigestión con residuos de la industria alimentaria. *Porci; Monografías de actualidad*, 65, pp 51-65.

Instalaciones de codigestión: complementariedad para incrementar producción, estabilidad y rentabilidad

27 de noviembre de 2008

	V.Hjermitslev	Vegger	Sinding - Ørre	Fangel	Hodsager	Filskov	Hashoj	Snertinge
Residuos agropec. (Tm/año)	**10.610**	**13.656**	**35.720**	**48.504**	**12.248**	**18.514**	**27.497**	**29.004**
Purines bovíno o vacuno	7.015	13.656	11.980	11.541	10.449	17.655	7.822	9.949
Purines de cerdo	3.595		23.654	32.462	1.619	841	17.718	19.055
Gallinaza				2.482				
Otros			...	...	...	...	...	
Residuos orgánicos (Tm/any)	**5.636**	**6.898**	**13.723**	**9.143**	**6.234**	**11.506**	**18.657**	**14.805**
Contenido intestinal		1.150	5.797	2.276	3.898	5.454	7.639	116
Lodos flotación (grasas)		2.613		3.855		6.052	8.213	6.210
Industria del pescado	5.296	1.288			1.874		576	25
Tierras filtrantes aceites		1.447	3.776					
Industria de curtidos	340			1.527				
Otros	...	...	...	...	...	...	...	...
Total residus (m^3/any)	**16.246**	**20.554**	**49.443**	**57.647**	**18.482**	**30.020**	**46.154**	**43.809**
% purines y estiércol	65	66	72	84	65	62	60	66
Prod. biogás (x1000 m^3/año)	1.492	2.013	2.348	2.275	656	1.224	2.504	1.694
m^3 biogás/Tm residuo	92	98	47	39	35	41	54	39

Fuente: Danish Centralised Biogas Plants. Progress Report 1999

Ejemplo de planta de codigestión en granja de cerdos. Vilasana (Lleida).

27 de noviembre de 2008

- 11.000 m^3/año purines+ >4.000 t/año codigestión con residuos industriales
- Construcción de invernadero para aprovechar la energía térmica y uso intensivo de N para cultivo hortícola
- Suficiente suelo agrícola para aplicar el digerido
- Ingresos económicos: venta de electricidad (400 kW) y canon para residuos industriales
- El propio ganadero opera la planta
- Nuevo esquema: granjero que trata residuos



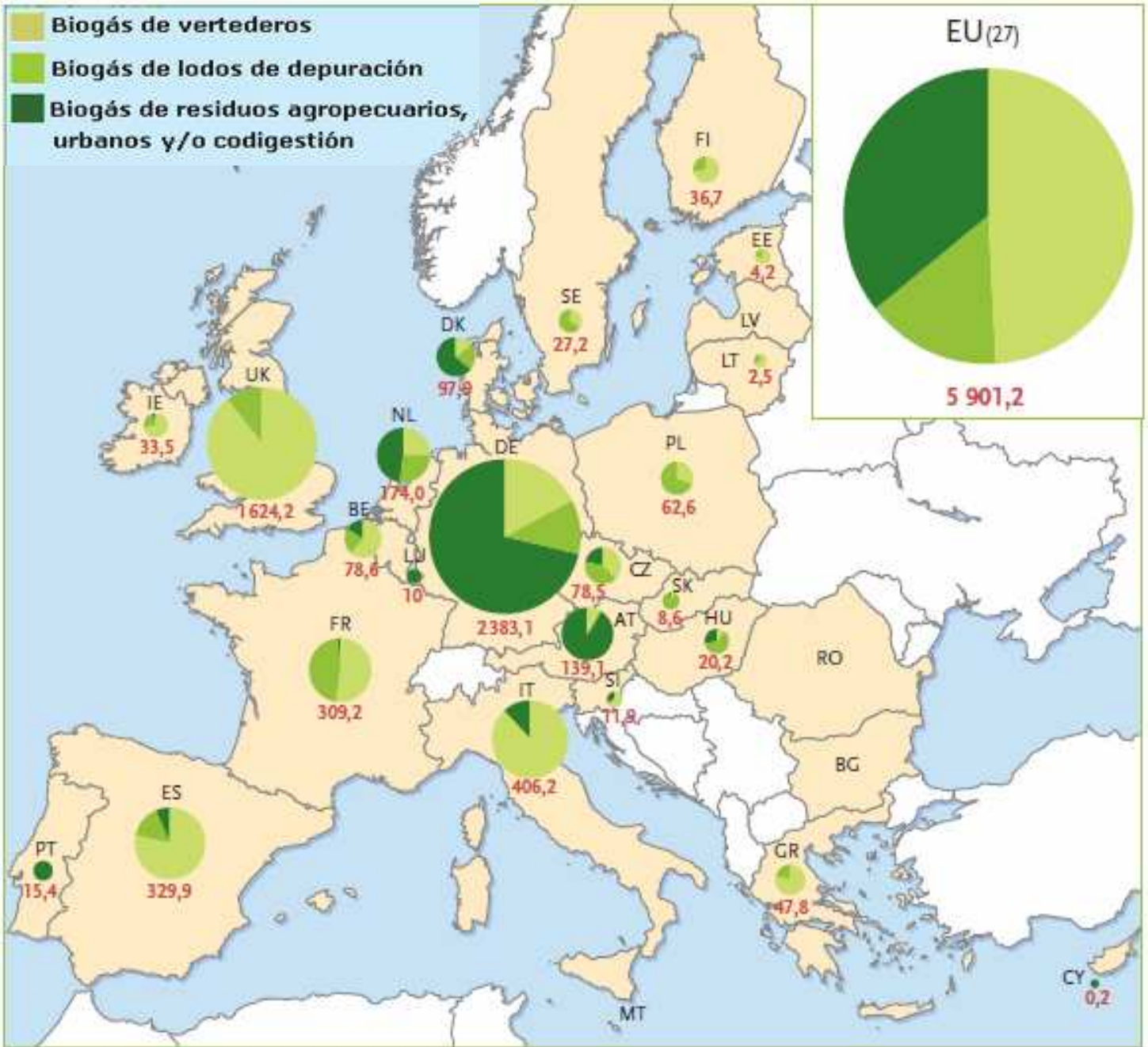




gestió integral de residus orgànics centre tecnològic

Distribución de la producción estimada de energía primaria (ktep) de biogás en Europa (2007), según los tres orígenes indicados de ésta (Fuente: EurObserv'ER, 2008).

27 de noviembre de 2008



Membre de:

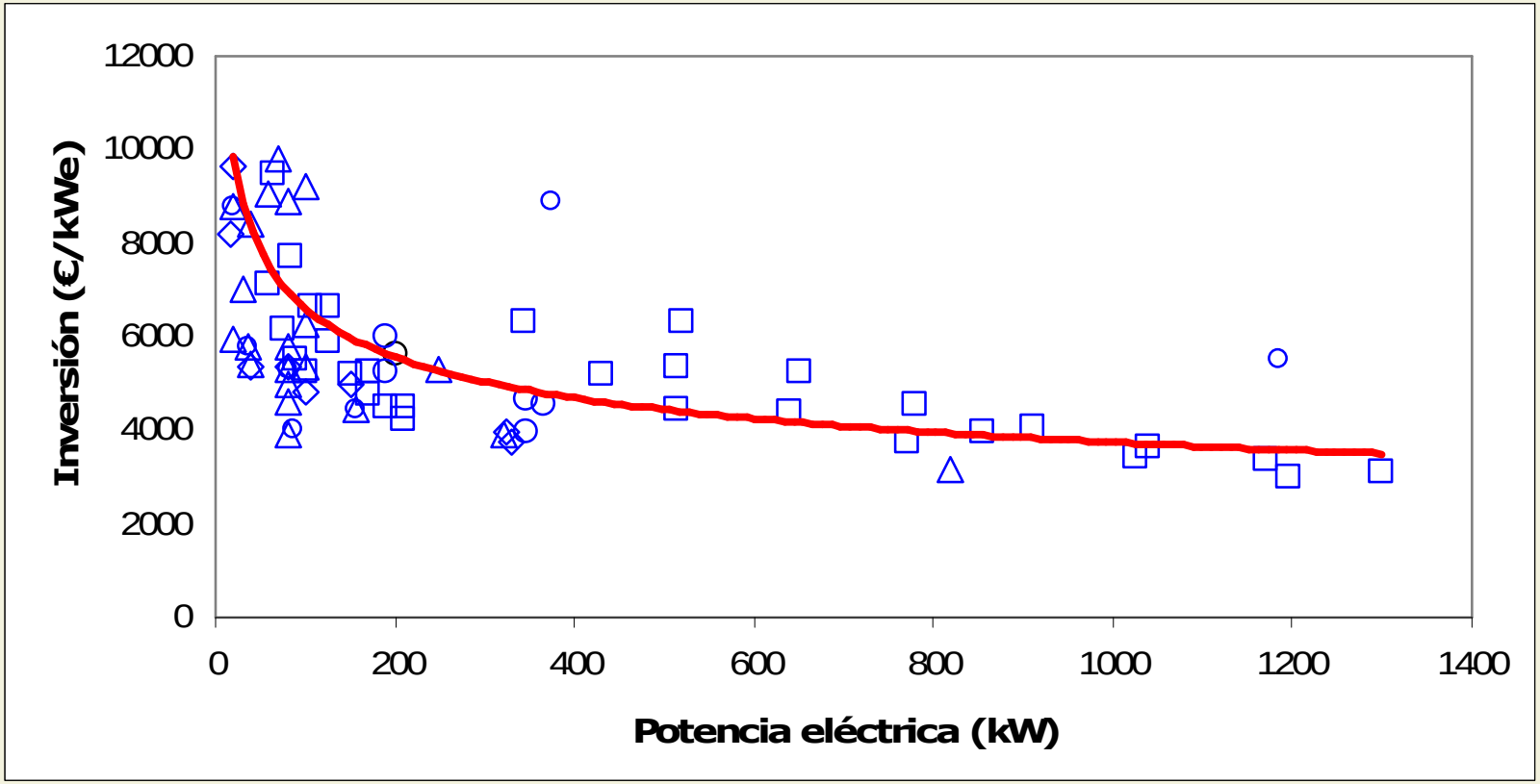
IT CIDEM

España: Estimación del potencial de producción de CH_4 (IDAE/GIRO 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**

Dadas las particularidades de cada región y tipología de residuo, estos datos deben tomarse como órdenes de magnitud y primera aproximación

Inversión en plantas de biogás: economía de escala



Rentabilidades aceptables si producción específica de biogás >25 – 30 m^3/Tm residuo tratado

Fuente: Flotats y Sarquella (2008). *Producción de biogás por codigestión anaerobia* (www.icaen.net)

Estudio de un caso

27 de noviembre de 2008

Mezcla codigestión	Datos de los residuos			Mezcla a codigerir			
	SV (g/kg)	Producción biogás (m^3/kg SV)	Nitrogeno total (g N/kg)	proporción de la mezcla	SV aportados (g SV/kg)	Biogás aportado (m^3/tona)	N aportado (g N/kg)
	(A)	(B)	(C)	(D)	(D·A)	(D·A·B)	(D·C)
Intestinos y contenido	175	0,34	8,0	5%	8,8	3,0	0,40
Fangos con grasas	155	0,71	5,0	2%	3,1	2,2	0,10
Harinas de carne	725	0,45	90,0	2%	14,5	6,5	1,80
Lodos residuales	35	0,56	1,5	8%	2,8	1,6	0,12
Purines cerdo	34	0,53	4,0	65%	22,0	11,8	2,60
Purines bovino	90	0,30	4,0	10%	9,0	2,7	0,40
Tierras filtrantes aceites	323	0,69	0,1	3%	9,7	6,7	0,00
Fangos de flotación	101	0,57	2,0	5%	5,0	2,9	0,10
Total				100%	74,9	37,3	5,53

Caudal de tratamiento:	55.000	m^3/año = 150,7 m^3/día
Velocidad carga orgánica:	3	kg SV/m^3·día
Producción específica de biogás:	29,9	m^3/tona (eficiencia del 80%)
Producción volumétrica de biogás:	1,1	m^3/m^3 digestor·día
Producción total de biogás:	1.642.655	m^3 biogás/año
Potencia eléctrica:	426,0	kWe

Producción de energía (si 8000 horas/año)	Producción bruta	Autoconsumos	Producción neta
Energía eléctrica (kW·h/año):	3,407,892	340,789	3,067,103
Energía térmica (termias/año):	3,773,605	1,184,211	2,589,395

Fuente: Flotats y Sarquella (2008). *Producción de biogás por codigestión anaerobia* (www.icaen.net)

Estudio de un caso

Costos e ingresos	
Inversión (k€)	1927,4
Costos anuales de mantenimiento y operación (k€/año)	170,1
Ingresos anuales:	
Venta energía eléctrica (k€/año) (@ 13,069c€/kW·h)	400,8
Ahorro o venta de energía térmica (k€/año) (@ 3 c€/Th)	69,9
Rentabilidad de la inversión	
Índices 1 (sin reinversiones)	
TIR 15 años (%)	15,22%
Tiempo retorno de la inversión (años)	6,0
Índices 2 (reinversión del 30% del margen neto anual)	
TIR 15 años (%)	11,50%
Tiempo retorno de la inversión (años)	7,0
Índice 3 (si reinversión del 30% del margen neto anual)	
Incremento (%) admisible de la inversión para TIR=7,5%	28,3

En general: deben conseguirse productividades específicas superiores a 25-30 m^3 biogás/Tm para expectativas de rentabilidad, con los precios de venta de la energía del RD 661/2007. La codigestión lo puede permitir.

Fuente: Flotats y Sarquella (2008). *Producción de biogás por codigestión anaerobia* (www.icaen.net)

A modo de conclusión

27 de noviembre de 2008

- El proceso de digestión anaerobia se configura como una componente importante en la línea de tratamiento si se pretende recuperar nutrientes, ahorrar energía fósil, evitar malos olores, disminuir emisión de gases de efecto invernadero,...
- Como proceso único no configura un tratamiento completo, si no es a nivel de granja.
- A nivel colectivo, la codigestión permite aprovechar sinergias, a nivel de proceso y a nivel económico. Permite avanzar hacia una gestión integral de residuos orgánicos.
- Debe avanzarse en la integración de procesos unitarios para configurar tratamientos completos según objetivos y condicionantes.

GIRO
gestió integral
de residus orgànics
centre tecnològic



27 de noviembre de 2008

Gracias por su atención

Página Web: www.giroct.net

Membre de:
IT
CIDEM