
GESTIÓN DE ESTIÉRCOLES EFICIENTE Y CON MENOS EMISIONES DE GASES DE EFECTO INVERNADERO



Sistemas y tecnologías de tratamiento.

Digestión anaerobia y sus aplicaciones.

Aprovechamiento energético del biogás.

Eva Herrero Mallén

Centro de Investigación y Tecnología Agroalimentaria de Aragón (CITA)



ÍNDICE



- 1. Situación del sector agroganadero**
- 2. ¿Cómo elijo un modelo adecuado de gestión de estiércol?**
- 3. Alternativas de gestión: tecnologías de tratamiento**
- 4. Digestión anaerobia: valorización energética y aplicaciones del biogás**

ÍNDICE



- 1. Situación del sector agroganadero**
- 2. ¿Cómo elijo un modelo adecuado de gestión de estiércol?**
- 3. Alternativas de gestión: tecnologías de tratamiento**
- 4. Digestión anaerobia: valorización energética y aplicaciones del biogás**

Sector agrícola en Europa



La agricultura es uno de los sectores económicos más importantes en Europa.

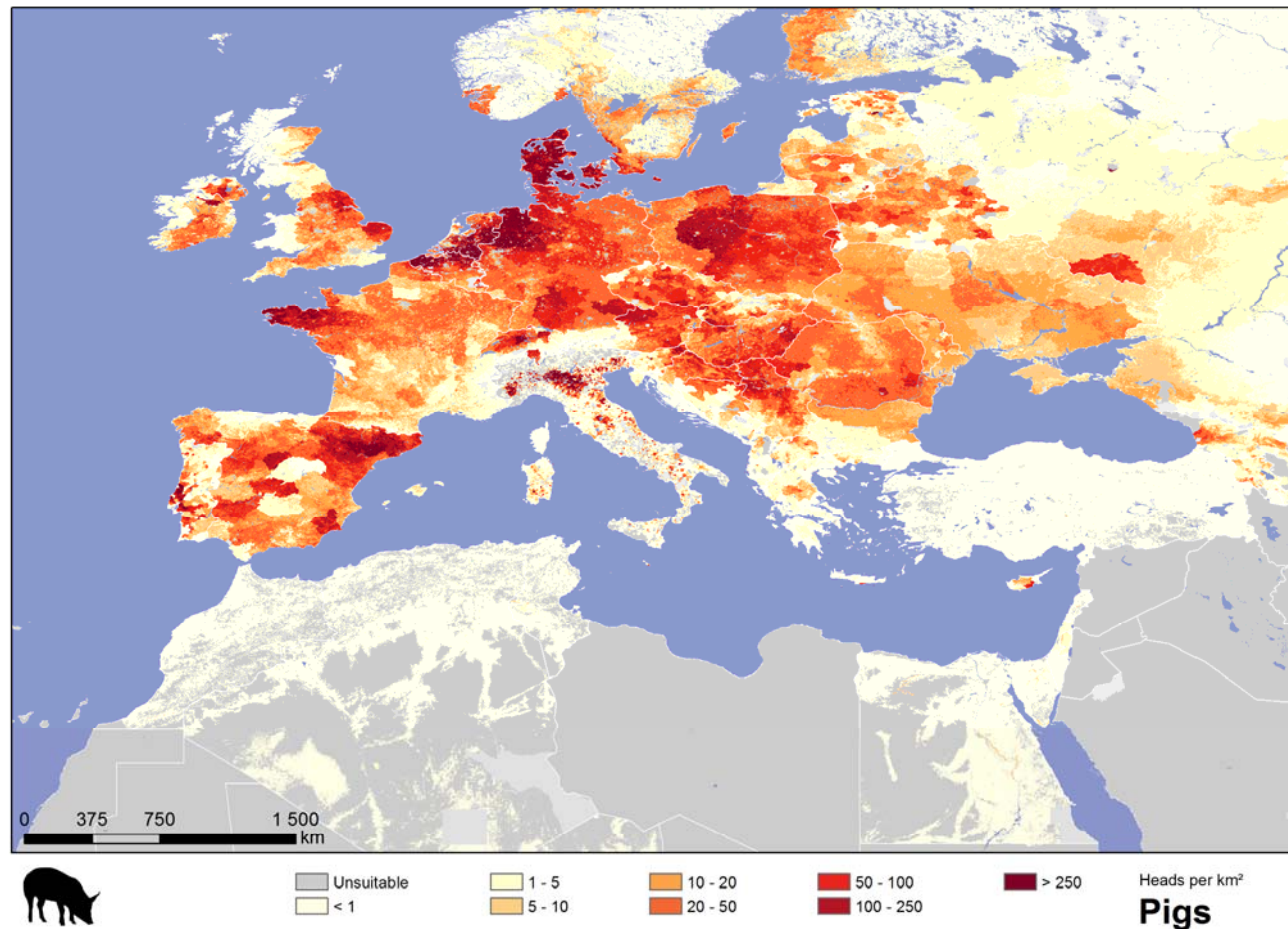
Producción de la agricultura en 2016 (mill. €)

	UE28	España
Agricultura	400.723,05	46.807,21
Ganadería	158.381,49 (39,5%)	16.377,07 (35%)
Porcino	23.440,41 (5,8%)	4.058,93 (8,7%)

Fuente: Eurostat, 2016 *Economic accounts for agriculture - values at current prices*

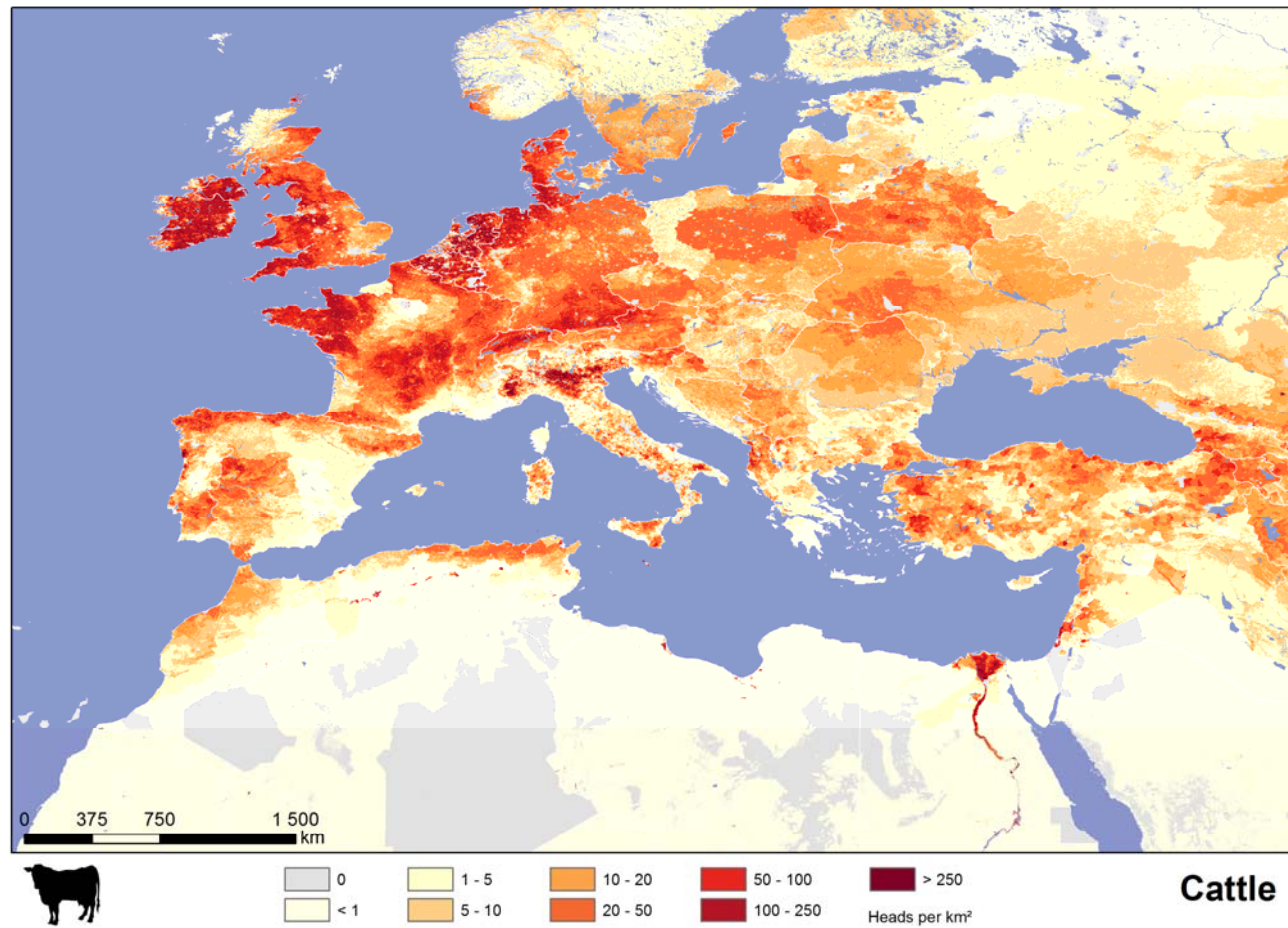


Densidad de la cabaña de porcino en la UE



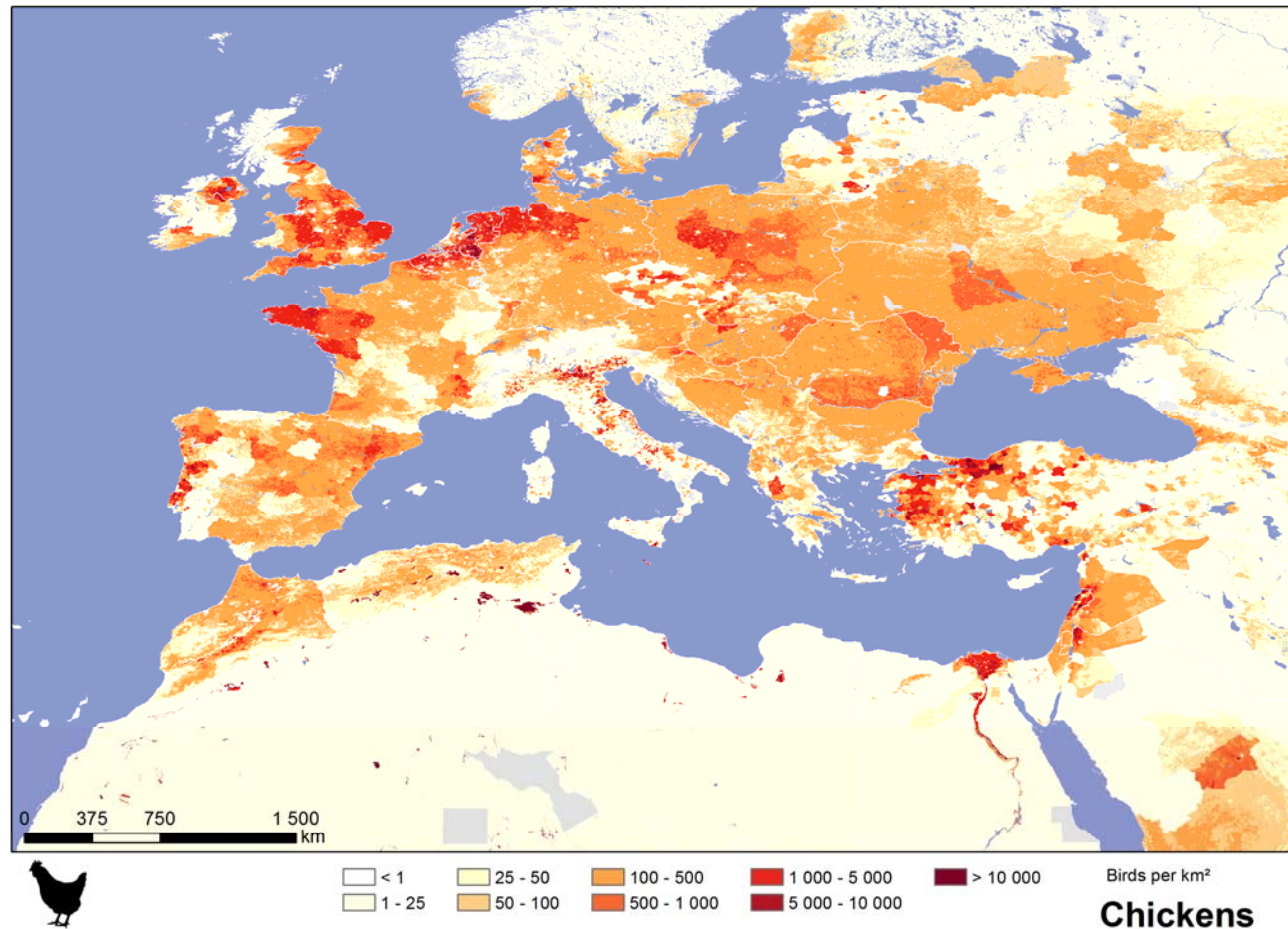
Fuente: Robinson *et al.*, 2014.

Densidad de la cabaña de bovino en la UE



Fuente: Robinson *et al.*, 2014.

Densidad de la cabaña avícola en la UE



Fuente: Robinson *et al.*, 2014.

Producción de carne en España en 2016

miles de toneladas/año – peso en canal



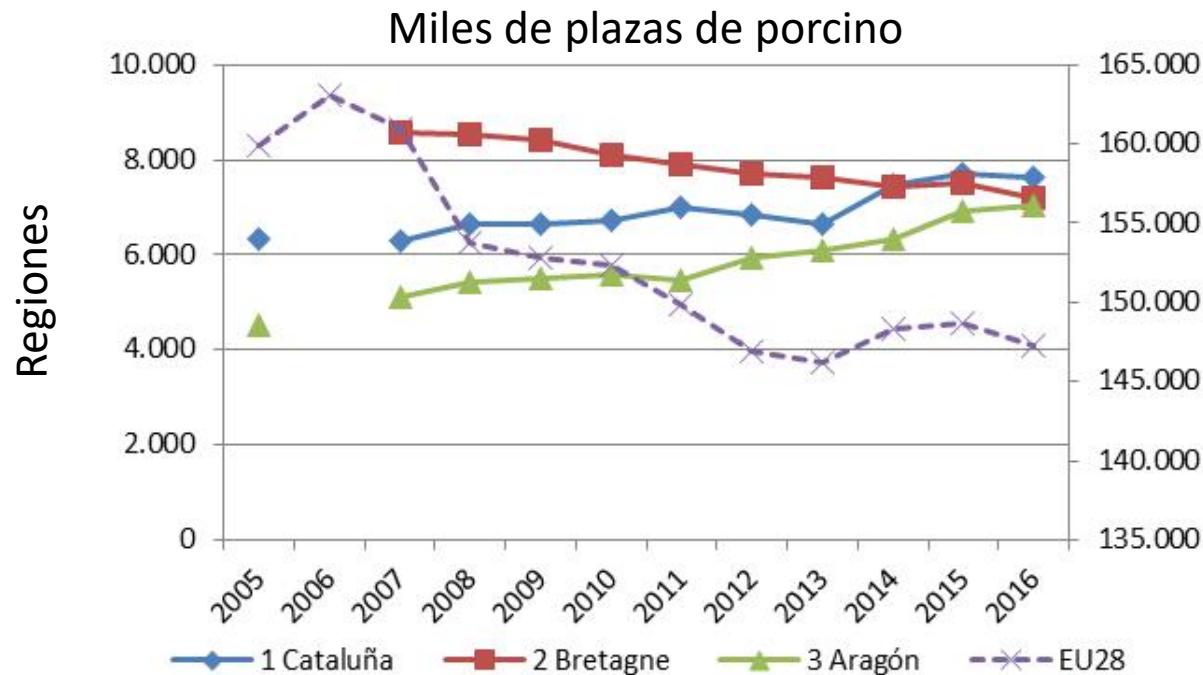
1.523,88



637,75



4.058,93



Fuente: Eurostat, 2016.

Tendencia en el sector productivo ganadero



1. Especialización
2. Intensificación
3. Aumento de la escala productiva
4. Concentración en zonas concretas

**AUMENTO DE LA
COMPETITIVIDAD**



Crecimiento de la POBLACIÓN y la RENTA mundiales



Demanda global de alimentos va a duplicarse en el 2050 (UN, 2009)



x2

Cambio climático constituye un gran desafío para la sostenibilidad de la agricultura y ganadería en las próximas décadas

IMPORTANCIA DE UNA **CORRECTA GESTIÓN DE ESTIÉRCOLES**

- Mitigación del cambio climático
- Mejora de la calidad de los recursos hídricos
- Mayor eficiencia del uso de los recursos naturales



Impacto medioambiental de una mala gestión del purín



- **CAMBIO CLIMÁTICO** - Emisión de GEI (CH_4 y N_2O)
- **ACIDIFICACIÓN** - Emisión de NH_3
- **EUTROFIZACIÓN** - N y P
- **CONSUMO DE RECURSOS FÓSILES**



Otros impactos potenciales :

- olores
- microbios
- antibióticos
- hormonas
- metales pesados (Cu, Zn, etc.)
- ...

ÍNDICE



- 1. Situación del sector agroganadero**
- 2. ¿Cómo elijo un modelo adecuado de gestión de estiércol?**
- 3. Alternativas de gestión: tecnologías de tratamiento**
- 4. Digestión anaerobia: valorización energética y aplicaciones del biogás**

¿Cómo elijo un modelo adecuado de gestión de estiércol?



OBJETIVO: Mejorar los aspectos medioambientales de esta gestión garantizando la sostenibilidad del sector.

¡NO ES INCOMPATIBLE!



¿Cómo elijo un modelo adecuado de gestión de estiércol?



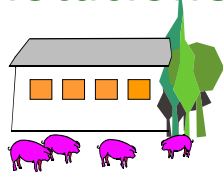
1. Defino el escenario de partida
2. Realizo un balance de nutrientes
3. Identifico, si las hay, las zonas de exceso de purín
4. Defino los objetivos y estrategias prioritarias
5. Evalúo alternativas de gestión: fortalezas y limitaciones de cada una en ese escenario concreto



1. Defino el ESCENARIO de partida

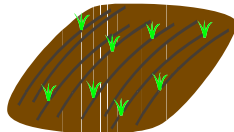


Explotaciones ganaderas



Tipo de estiércol Composición Cantidad

Parcelas agrícolas



Superficie
Tipo de cultivo
Producción
Gestión previa en las parcelas (histórico)
Caracterización del suelo

} DEMANDA DE NUTRIENTES

Ubicación



Clima



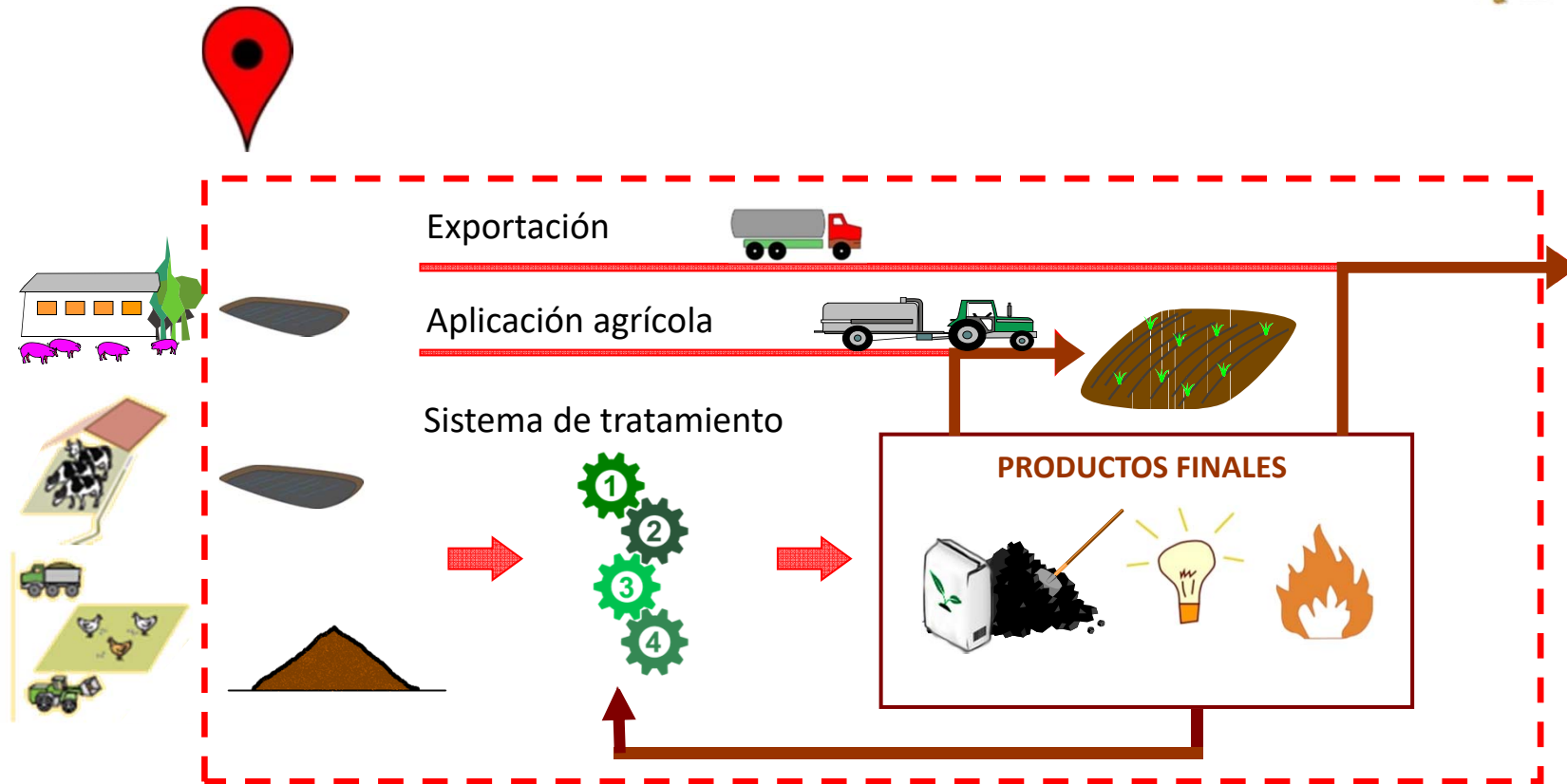
Legislación



Precios



1. Defino el ESCENARIO de partida



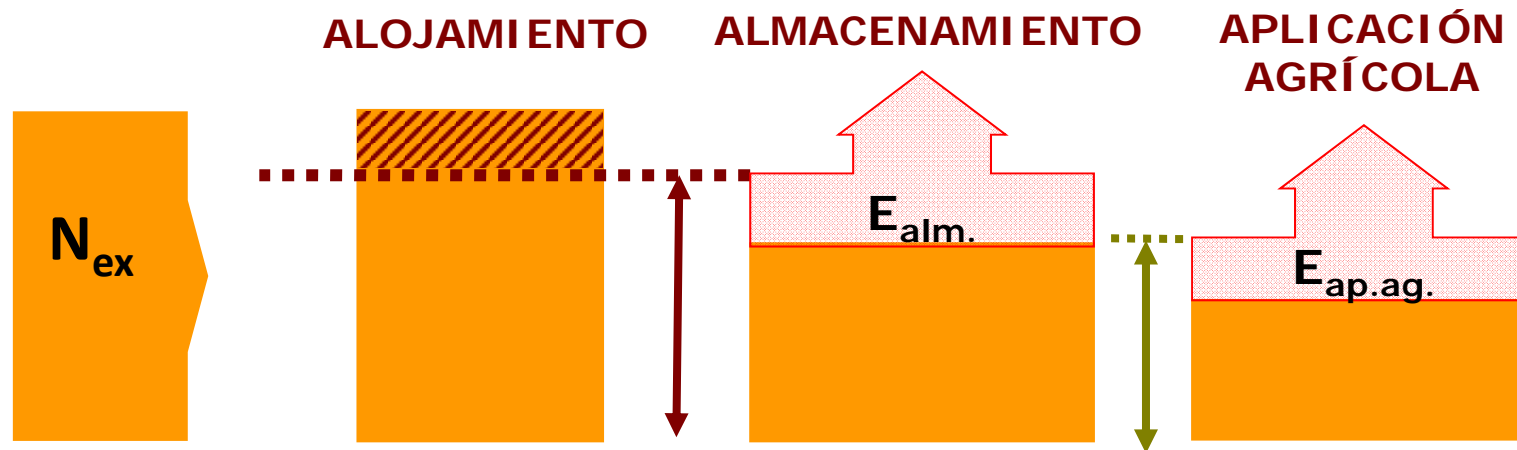
1. Defino el ESCENARIO de partida



Gestión integral: desde su PRODUCCIÓN hasta su DESTINO FINAL



Evitar transferir el problema medioambiental de una etapa a otra



Emisiones almacenamiento:

$$E_{alm.} = (N_{ex} - E_{alobj}) \times FE_{alm.} (\%)$$

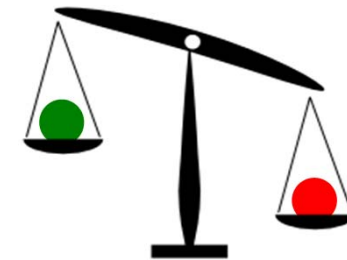
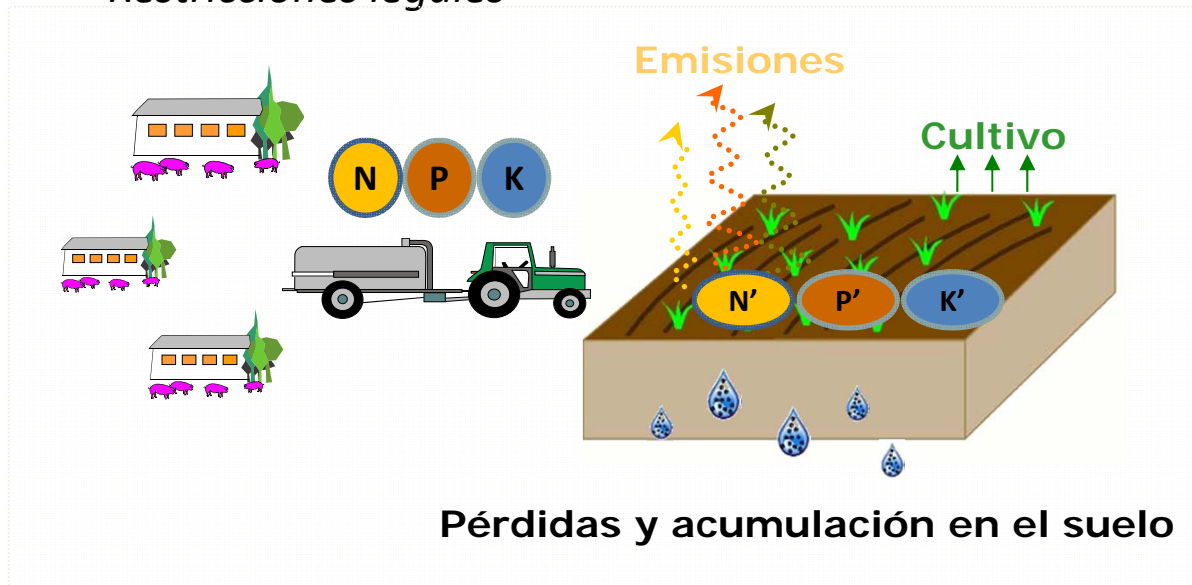
Emisiones aplicación agrícola:

$$E_{ap.ag.} = (N_{ex} - E_{alobj} - E_{alm}) \times FE_{ap.ag.} (\%)$$

2. Balance de nutrientes (N, P, K)



- *Nutrientes disponibles en el estiércol (pérdidas)*
- *Necesidades de los cultivos*
- *Restricciones legales*



3. Identifico, si las hay, las zonas de exceso de purín

- Escenario en balance o con déficit de nutrientes → GESTIÓN AGRÍCOLA
- Escenario con excedente de nutrientes → ALTERNATIVAS DE GESTIÓN

4. Defino los objetivos y estrategias prioritarias



1. *GESTIÓN AGRÍCOLA*



2. *Facilitar el manejo y la distribución de nutrientes*
3. *Productos finales con valor añadido, estables, ricos en nutrientes y sin olores.*
4. *Reducir la carga de nutrientes - cumplimiento de la normativa*
5. *Valorización energética*
6. *Tratamientos terciarios*



4. Defino los objetivos y estrategias prioritarias



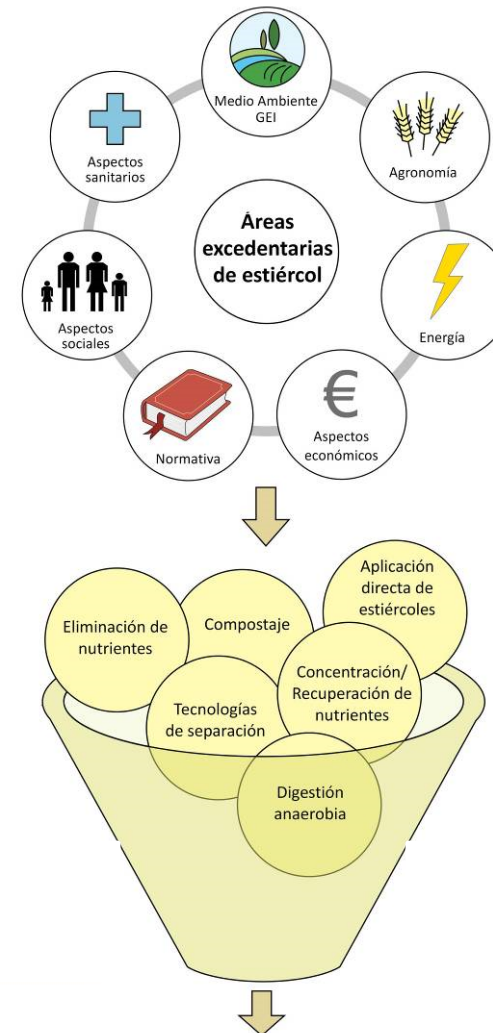
Gestión individual
vs.
Gestión colectiva



- Acceso a infraestructuras y tecnología
- Economía de escala (reducción de costes)
- Facilita el control medioambiental
- Reduce tareas administrativas
- Genera actividad económica en el medio rural.
- Crea conciencia colectiva y gestión responsable

5. Evalúo alternativas de gestión

Obtener una **información lo más completa posible, desde un punto de vista global y comparable** entre las diferentes opciones.



SISTEMA DE GESTIÓN DE ESTIÉRCOLES

Fuente: SARGA – Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

CRITERIOS	INDICADORES	PARÁMETROS
MEDIO AMBIENTE	Agua — Eutrofización	N total, P total
	Aire — Acidificación	Emisiones NH ₃ , SO ₂
		Calentamiento global
	Suelo — Salinización	Conductividad eléctrica
		Metales
ENERGÍA	Producción	Energía eléctrica producida, Calor producido
	Consumo	Consumo energético
ECONOMÍA	Ingresos	E producida; productos finales
	Gastos	Amortización, consumo E, consumibles, mantenimiento, mano de obra
AGRONOMÍA	Unidades fertilizantes NPK	Balance de NPK
SOCIAL	Olores	Valor fijo por cada UP
	Ruido	<i>Reduce / no reduce</i>
	Impacto visual	<i>Reduce / no reduce</i>
	Impacto actividad social	Puestos de trabajo creados
BIOSEGURIDAD	<i>E. Coli</i>	
	<i>Salmonella</i>	
LEGISLACIÓN	Europeo	Cumplimiento
	Nacional	Cumplimiento
	Local	Cumplimiento



Fuente: SARGA – Proyecto LIFE + MANEV, 2015

5. Evalúo alternativas de gestión



Otras cuestiones que me debo plantear:

- 1. ¿Qué nivel de complejidad tecnológica estoy dispuesto a asumir?*
- 2. ¿Cuál es el coste máximo de inversión que estoy dispuesto a asumir?*
- 3. ¿Cuál es el coste máximo de operación que estoy dispuesto a asumir?*



5. Evalúo alternativas de gestión



Individual o colectivo

ALMACENAMIENTO con y/o sin cubierta	
SEPARACIÓN Decantación Centrífuga Tamizado Filtración con presión	VALORIZACIÓN Gestión agrícola Compostaje Digestión anaerobia
RECUPERACIÓN de nutrientes Stripping Precipitación de estruvita ...	ELIMINACIÓN de nutrientes N/DN o SBR Anammox (Sharon, Canon, etc.)
OTROS TRATAMIENTOS: Acidificación / Evaporación / Secado térmico / ...	

Tecnologías en el mercado en constante evolución



Es necesario conocer y entender bien su operación

ÍNDICE



- 1. Situación del sector agroganadero**
- 2. ¿Cómo elijo un modelo adecuado de gestión de estiércol?**
- 3. Alternativas de gestión: tecnologías de tratamiento**
- 4. Digestión anaerobia: valorización energética y aplicaciones del biogás**

GESTIÓN AGRÍCOLA del purín o de los productos finales



La valorización agrícola de los fertilizantes orgánicos proporciona:



- **Ahorro de fertilizantes sintéticos**
 - **Aumento fertilidad suelo**
 - **Ahorro energético**
 - **Se complementan perfectamente con los abonos minerales**
-
- **A través del uso de buenas prácticas reduce las emisiones al aire, suelo y agua derivadas del manejo del purín.**

GESTIÓN AGRÍCOLA: *Uso eficiente de los nutrientes*



EQUILIBRIO

Necesidades reales
vs.
Fuentes disponibles



Aplicación de **BUENAS PRACTICAS** agrícolas

- Tiempo
- Dosis
- Sistema de aplicación



Producción óptima
vs.
Producción máxima

$$\text{BENEFICIO} = \text{INGRESOS} - \text{COSTES}$$

Ande o no ande...



GESTIÓN AGRÍCOLA: Uso eficiente de los nutrientes



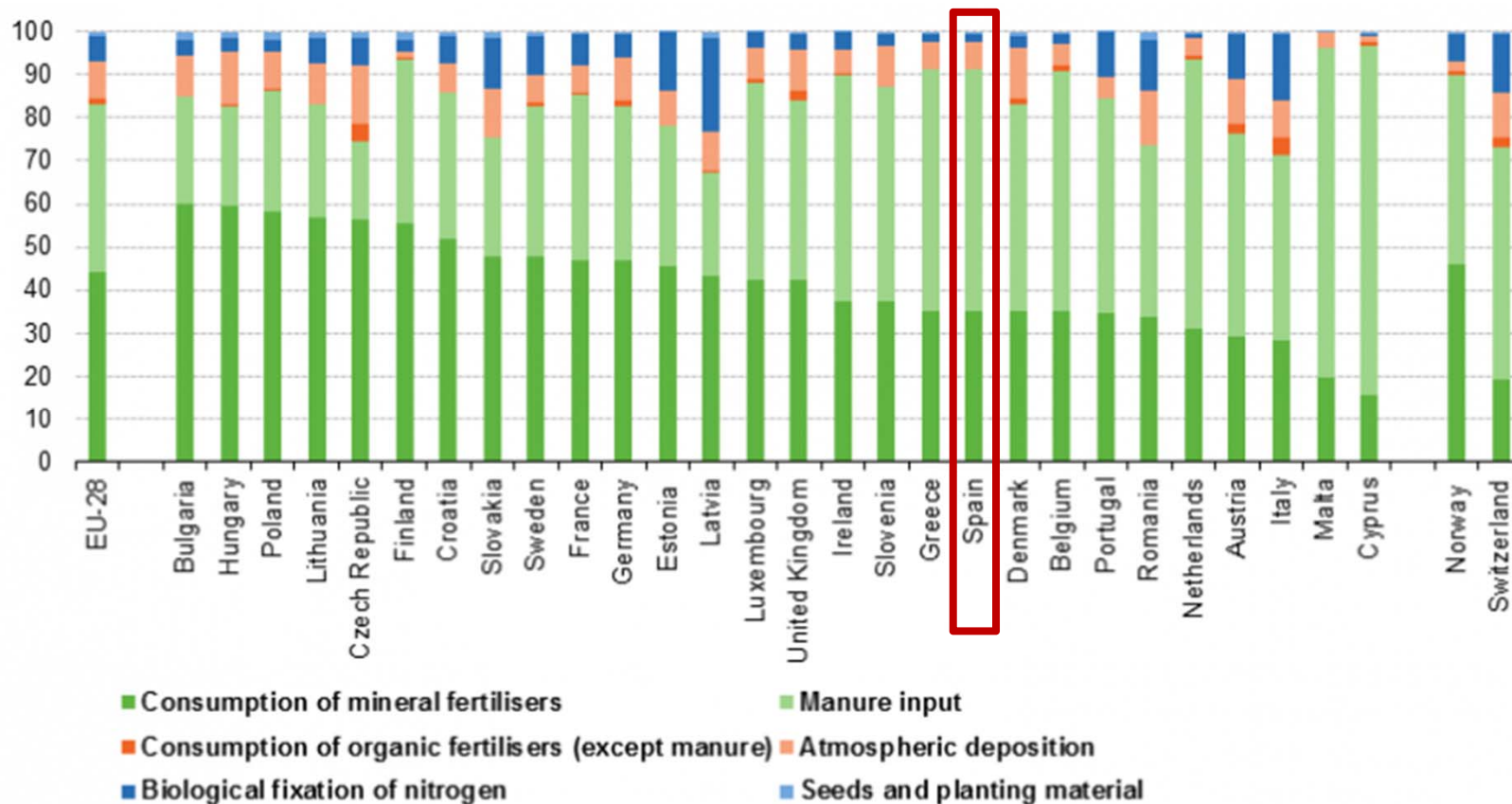
*«La combinación de **buenas prácticas** en la gestión del agua y del fertilizante debería ser la **opción más rentable** para el agricultor, además de ser **medioambientalmente sostenible**.»*

Fuente: Quemada *et al.*, 2013.

GESTIÓN AGRÍCOLA: Uso eficiente de los nutrientes



NITRÓGENO Origen de los principales aportes de nitrógeno en agricultura (%).
Media 2010-2014.

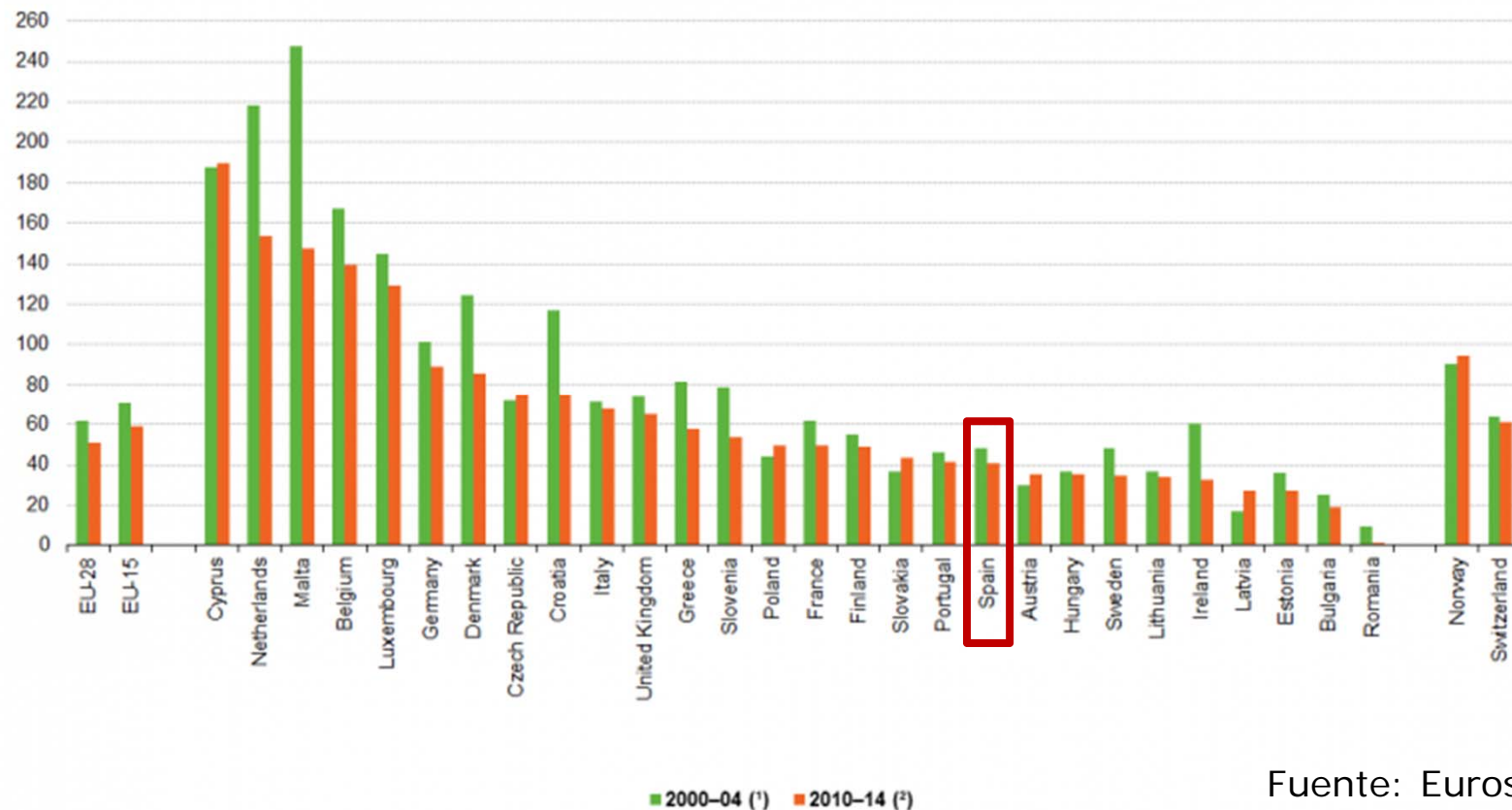


Fuente: Eurostat

GESTIÓN AGRÍCOLA: Uso eficiente de los nutrientes



NITRÓGENO Excedente bruto de nitrógeno, medias 2000-04 vs 2010-14
(kg N / ha agrícola en uso)



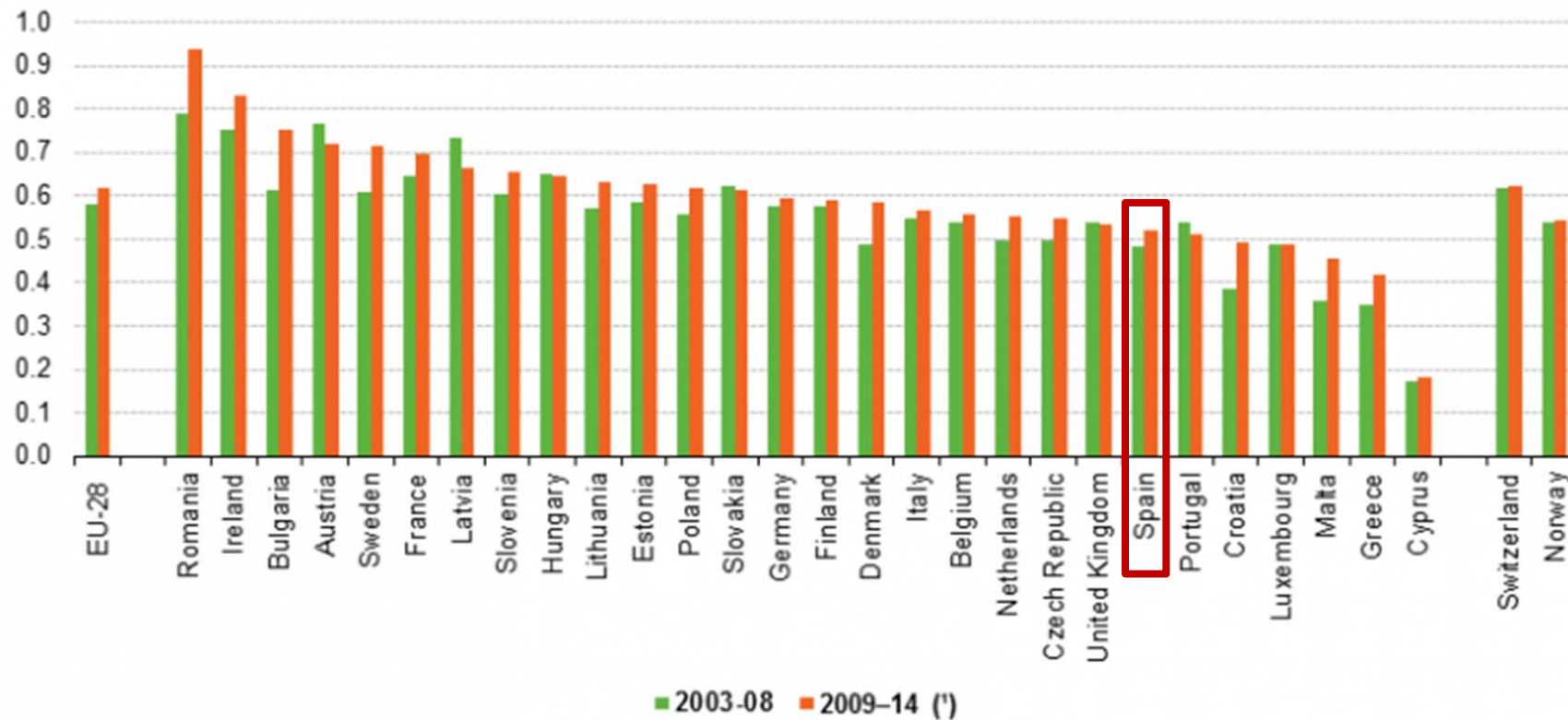
Fuente: Eurostat

GESTIÓN AGRÍCOLA: Uso eficiente de los nutrientes



NITRÓGENO

Eficiencia en el uso del nitrógeno (salidas totales N / entradas totales N)

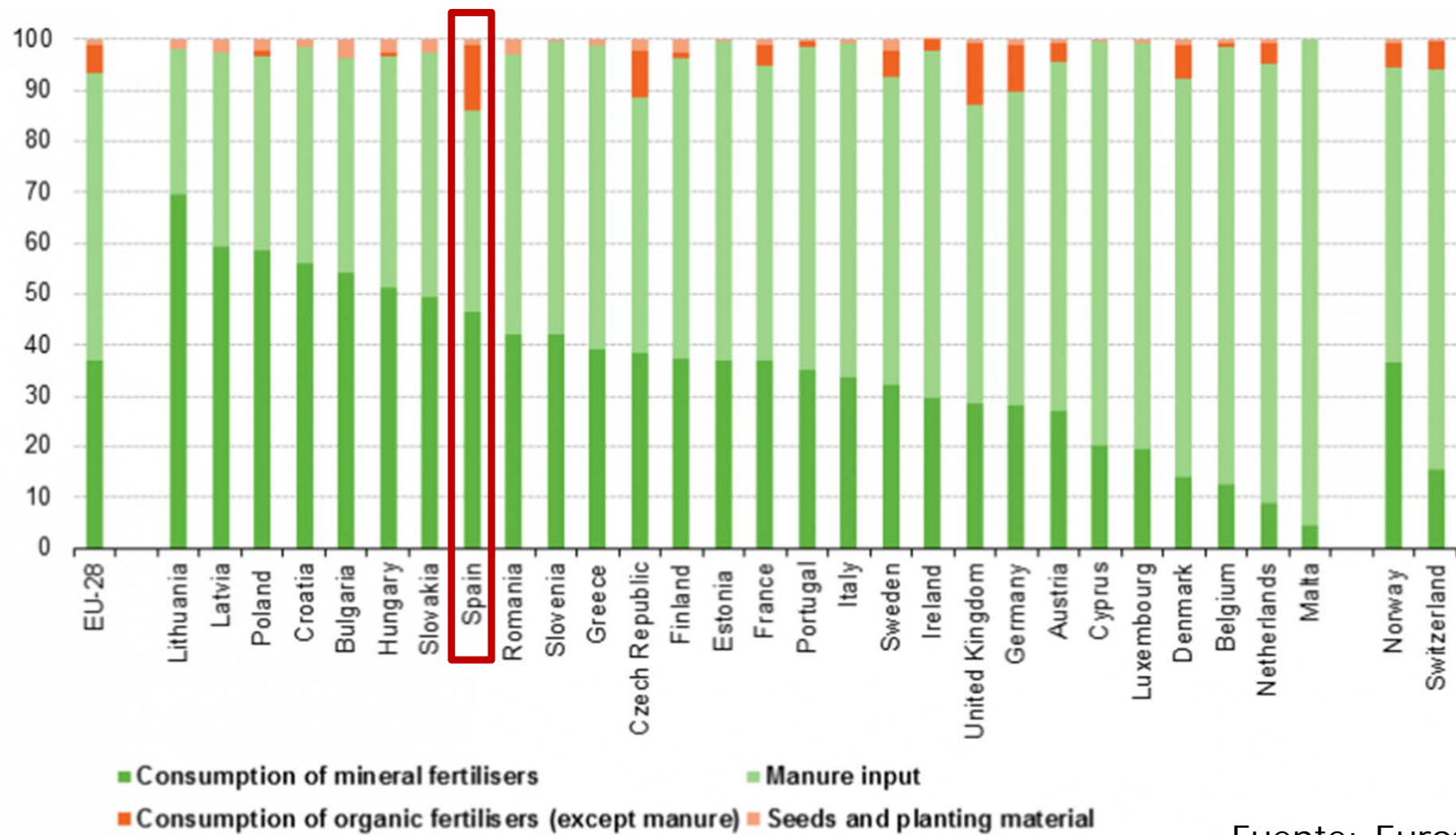


Fuente: Eurostat

GESTIÓN AGRÍCOLA: Uso eficiente de los nutrientes



FÓSFORO Origen de los principales aportes de fósforo en agricultura (%)

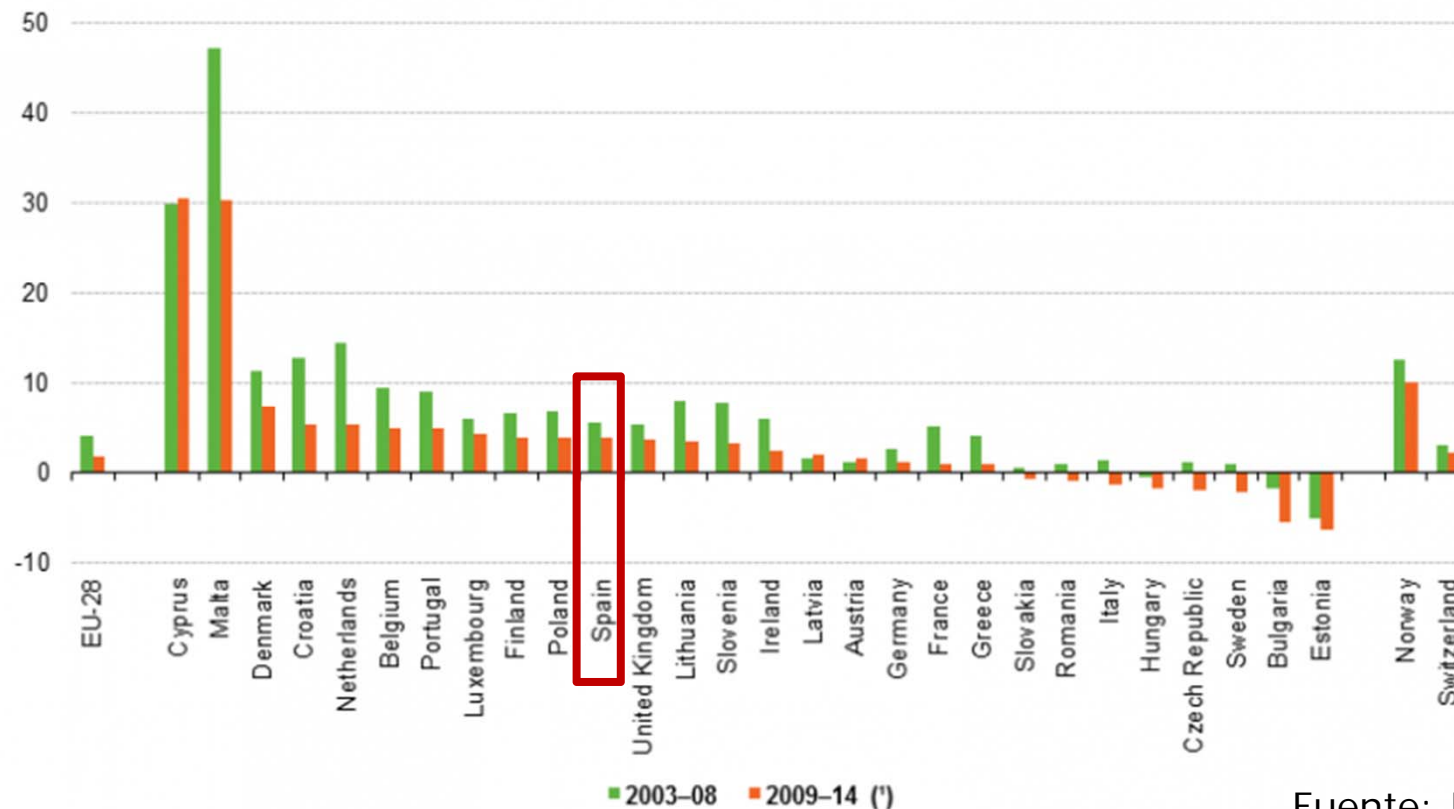


Fuente: Eurostat

GESTIÓN AGRÍCOLA: Uso eficiente de los nutrientes



FÓSFORO Excedente bruto de fósforo, medias 2000-04 vs 2010-14
(kg P / ha agrícola en uso)

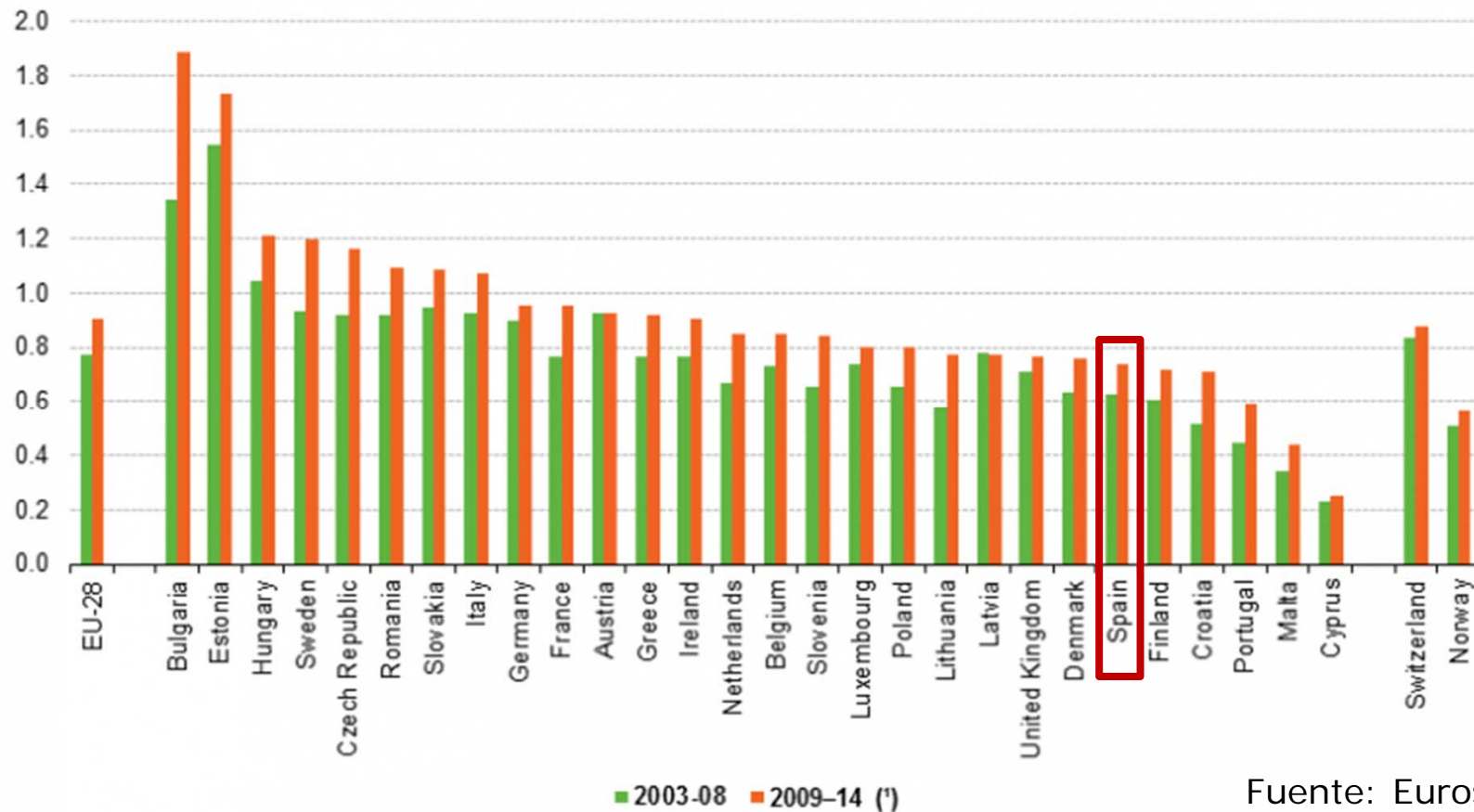


Fuente: Eurostat

GESTIÓN AGRÍCOLA: Uso eficiente de los nutrientes



FÓSFORO Eficiencia en el uso del fósforo (salidas totales P / entradas totales P)



Fuente: Eurostat



Cambio climático



*“Los agricultores pueden **compartir el uso de sistemas aplicadores más eficientes** aunque más costosos en modelos de **gestión colectiva** que les permitan optimizar el uso de estiércol y el digerido reduciendo las emisiones de N_2O y NH_3 “*

Fuente: CEU, 2015

*“Europa depende en gran medida de las **importaciones de fertilizantes de P y K** (recursos finitos) y del gas natural utilizado para la síntesis de fertilizantes nitrogenados.”*

Fuente: CEU, 2015

*“Si se utiliza todo el estiércol generado en Europa para la fertilización de cultivos, **el uso de fertilizantes minerales, podría disminuir a la mitad** poniendo freno a la entrada de nitrógeno a los suelos. La consecuencia sería una reducción considerable de las emisiones de óxido nitroso, y también una reducción de la carga de nitrógeno a los acuíferos”*

Fuente: SARGA – Proyecto LIFE+ MANEV, 2015.



Cambio climático



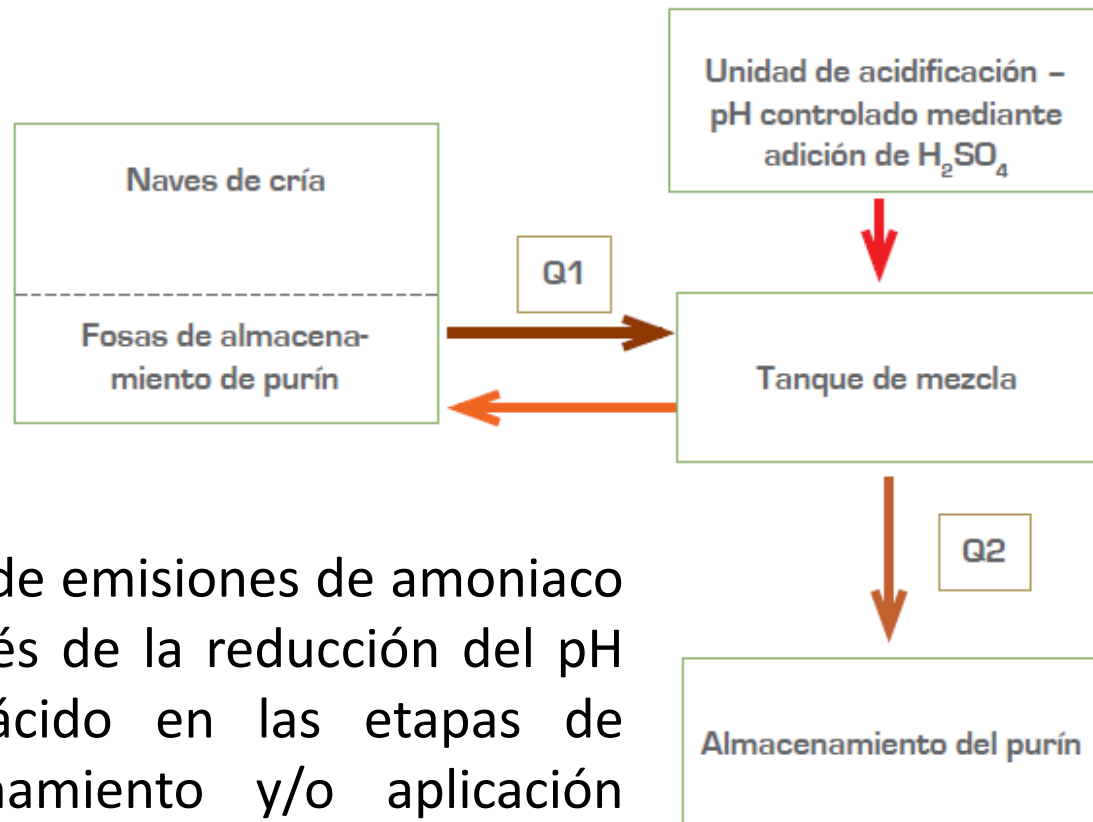
*La evaluación de los impactos medioambientales en procesos de tratamiento del purín muestran que estos se encuentran principalmente en la etapa final: **emisiones en la aplicación de los fertilizantes orgánicos** y en la **cantidad de fertilizante mineral sustituido.***

Sustitución del fertilizante sintético
DOBLE BENEFICIO medioambiental y económico



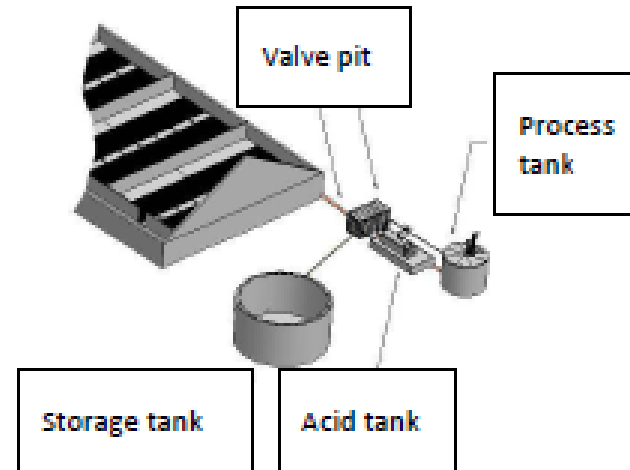
*«Los recursos naturales no renovables, como la **roca fosfórica**, el **petróleo** y el **gas natural** se utilizan para la **producción de fertilizantes minerales N y P** y originando considerables impactos relacionados con la extracción, fabricación y uso de estos fertilizantes.»*

ACIDIFICACIÓN



Proceso de reducción de emisiones de amoníaco y óxido nítrico a través de la reducción del pH con la adición de ácido en las etapas de alojamiento, almacenamiento y/o aplicación agrícola.

ACIDIFICACIÓN



Reactivo: Ácido sulfúrico al 96%

Agitación: suave para evitar formación de espumas

Frecuencia: Diaria – Semanal

Reducción de las emisiones de amoníaco:

- 50-70% en alojamientos
- 50-88% en almacenamientos

Fuente: Alastair J. Ward. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

ACIDIFICACIÓN



ACIDIFICACIÓN

Costes de operación



	Total annual extra cost (excl. value of N)	Total extra cost per. produced pig incl. value of saved N (Ref. of production cost: 69 euro per produced pig)		Total extra cost per. kg N reduced incl. value of saved N
Animal units*	Euro	Euro	%	Euro
75	20,130	6.8	10	14.4
150	22,300	3.4	5	7.5
250	24,600	2.1	3	4.4
500	33,000	1.2	2	2.5
750	41,600	0.8	1	2.0
950	48,100	0.7	1	1.6

*1 animal unit = 36 produced slaughter pigs from 32 to 107 kg

Fuente: Technology Sheet: Acidification of slurry, 2011. Environmental protection Agency, Ministerio danés del Medio Ambiente.

ACIDIFICACIÓN



Parámetros clave

pH	El pH objetivo es 5,5
Dosis de ácido	Aproximadamente 5 kg por tonelada de estiércol
Contenido de sólidos	El contenido en materia seca es importante para garantizar una mezcla adecuada con el ácido.
Agitación aplicada (en tiempo y velocidad)	Agitar demasiado poco hace que los agregados no sean uniformes ni estables. Agitar demasiado destruye los agregados.

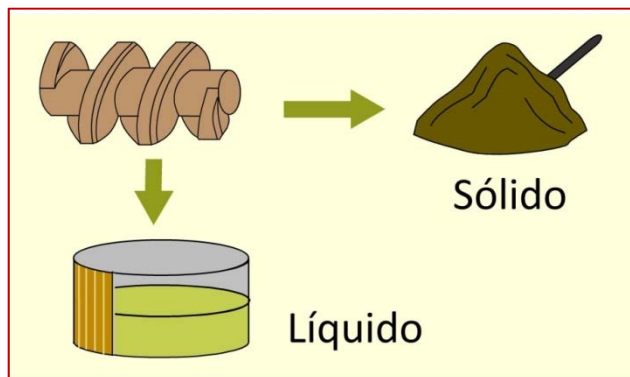
SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



Las **tecnologías de separación S/L** permiten separar el estiércol en:

- fracción sólida, que contiene materia seca rica en fósforo
- fracción líquida rica en nitrógeno amoniacal y potasio

Es el tratamiento más **ampliamente utilizado** en la actualidad en Europa.



- Relativamente baratas
- Sencillas
- No requieren mucha atención

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



Las tecnologías de separación:

- Facilitan el **manejo y almacenamiento**
- Facilitan la **redistribución de nutrientes**:
 - ✓ Concentrar nutrientes y optimizar su aplicación al campo
 - ✓ Reducir costes de transporte a áreas donde pueden ser utilizados de manera más eficaz.
 - ✓ Reducir el consumo de fertilizantes minerales en áreas con baja densidad ganadera
 - ✓ Reducir el impacto medioambiental en áreas con alta densidad ganadera.
 - ✓ Cumplir con las restricciones de la normativa medioambiental



SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



El purín es aproximadamente **95% agua** y **5% sólidos**.

Aprox. **70% del N del purín esta disuelto**, mayoritariamente en forma de amonio (NH_4^+).

Aprox. **80% del N no soluble (N_{org})** y del **P** se encuentran en partículas más pequeñas de 0,3 mm.

Fuente: M.C. García. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

“Las tierras agrícolas cercanas a las unidades de producción ganadera han recibido a menudo purín durante muchos años, lo que significa que las concentraciones de P en el suelo ya son suficientemente altas para satisfacer la demanda de cultivos”

Fuente: Grizzetti *et al.*, 2007.

➔ REDISTRIBUCIÓN DE LOS NUTRIENTES

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



Principales técnicas de separación sólido-líquido

- *Sedimentación*
- *Centrifugación*
- *Tamizado*
- *Filtración con presión*
- *Coagulación - floculación*

Coagulación-floculación: adición de químicos para mejorar la eficiencia de separación.

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



ÍNDICES DE SEPARACIÓN DE CADA TECNOLOGÍA

Tecnología de separación	Índice de separación (%)				
	Volumen	Materia seca	N	NH ₄ ⁺ -N	P
Sedimentación	22 (4)	56 (10)	33 (2)	28 (2)	52 (21)
Tamizado	23 (16)	44 (27)	27 (17)	23 (19)	34 (21)
Centrifugación	14 (7)	61 (16)	28 (10)	16 (8)	71 (14)
Filtración por prensado	11 (15)	37 (18)	15 (17)	2,6 ^a	17 (14)
Coagulación-floculación	22 (16)	70 (13)	43 (24)	20 (14)	79 (21)

^aFuente propia.

“El método de separación influye en las posibilidades de recuperar los nutrientes del estiércol. Los distintos métodos afectan al reparto de nutrientes entre el líquido y el sólido”

Fuente: Hjorth *et al.*, 2010

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Sedimentación

Proceso físico en el que los sólidos en suspensión se separan de la fracción líquida por gravedad.



Sedimentadores cilíndricos



Tanques de almacenamiento utilizados como sedimentadores

Fuente: M.C. García. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Sedimentación



SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Sedimentación



Parámetros clave

Tipo de purín	Purin de cerdo y vacuno (Flotats <i>et al.</i> , 2011)
Contenido de sólidos totales (ST)	Eficiencia de separación: <ul style="list-style-type: none">• ST <1% - Baja (Chastain, 2013).• ST >4% - Baja (Chastain, 2013).• ST entre 1-4% - Buena, aumentando con el contenido en ST (Ndegwa <i>et al.</i>, 2001).
Tiempo de sedimentación	Aunque la eficiencia de separación aumenta con el tiempo, la sedimentación esta completa en 1 hora.

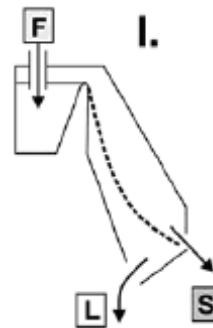
SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



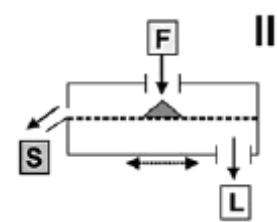
Tamizado

Proceso físico en el que un tamiz sólo permite el paso de las partículas sólidas cuyo tamaño sea menor al del poro del propio tamiz.

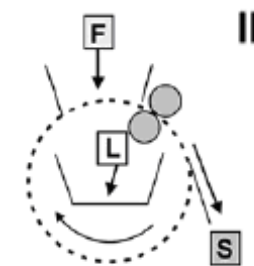
Tamiz estático



Tamiz vibrador



Tamiz rotativo



Fuente: Adaptado de Burton and Turner (2003).



a) Tamiz estático en una granja de vacuno; b) y c) tamices rotativos.

Fuente: M.C. García. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Tamizado



Parámetros clave

Tipo de purín	Purín de cerdo y vacuno (Flotats <i>et al.</i> , 2011)
Contenido de sólidos totales	No se recomienda para purines con un contenido en sólidos mayor del 6% (Chastain, 2013).
Tamaño de la malla	Purín de cerdo: no se recomienda tamaños de tamiz menores de 0,5 mm Purín de vacuno: se recomiendan mallas de entre 1.5-1,7 mm.

Fuente: M.C. García. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

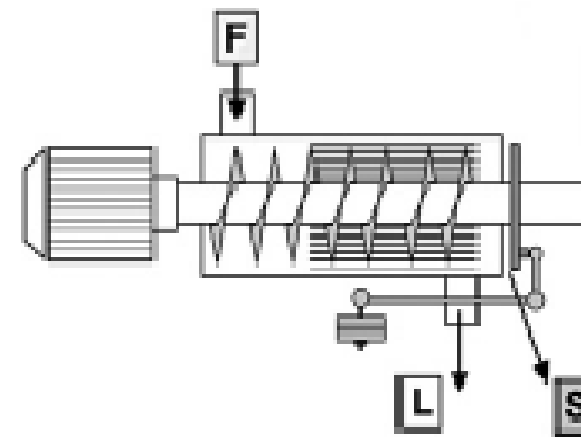
Filtración con presión



Proceso físico en el que un tornillo prensa en el que se transporta el purín a través de un tamiz cilíndrico (0,5-1 mm) con un tornillo sinfín.



Tornillo prensa en una granja porcina



Adaptado de Burton and Turner (2003).

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Filtración con presión



Parámetros clave

Tipo de purin	Purin de cerdo y vacuno (Flotats et al., 2011)
Contenido de sólidos	No se recomienda para purines con menos del 2% de sólidos (Chastain, 2013).
Presión aplicada	Aumentando la P aumenta el contenido en materia seca de la fracción sólida (Hjorth <i>et al.</i> , 2010).

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



RESTRICCIONES en el uso de esta tecnología

- **Sólidos totales del purín** Fuente: *Chastain, 2013*

- Centrifugación: 10%
- Tamizado: 6%
- Sedimentación: 4%
- Filtración por presión: 2%

- **Metales en la fracción sólida**

- **Destino de la fracción líquida**

Tratamiento secundario → Necesidades y restricciones de estos tratamientos

Aplicación directa a campo → Restricciones del sistema de aplicación



SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Filtración con presión



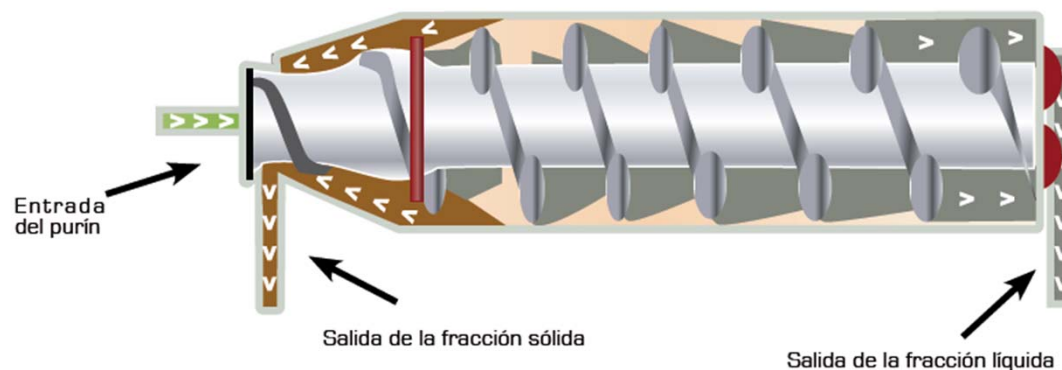
Parámetros clave

Tipo de purin	Purin de cerdo y vacuno (Flotats et al., 2011)
Contenido de sólidos	No se recomienda para purines con menos del 2% de sólidos (Chastain, 2013).
Presión aplicada	Aumentando la P aumenta el contenido en materia seca de la fracción sólida (Hjorth <i>et al.</i> , 2010).

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Centrifugación

Se provoca la separación de las fases sólida y líquida ejerciendo una fuerza centrífuga



Fuente: Adaptado de Moller *et al.*, 2007.

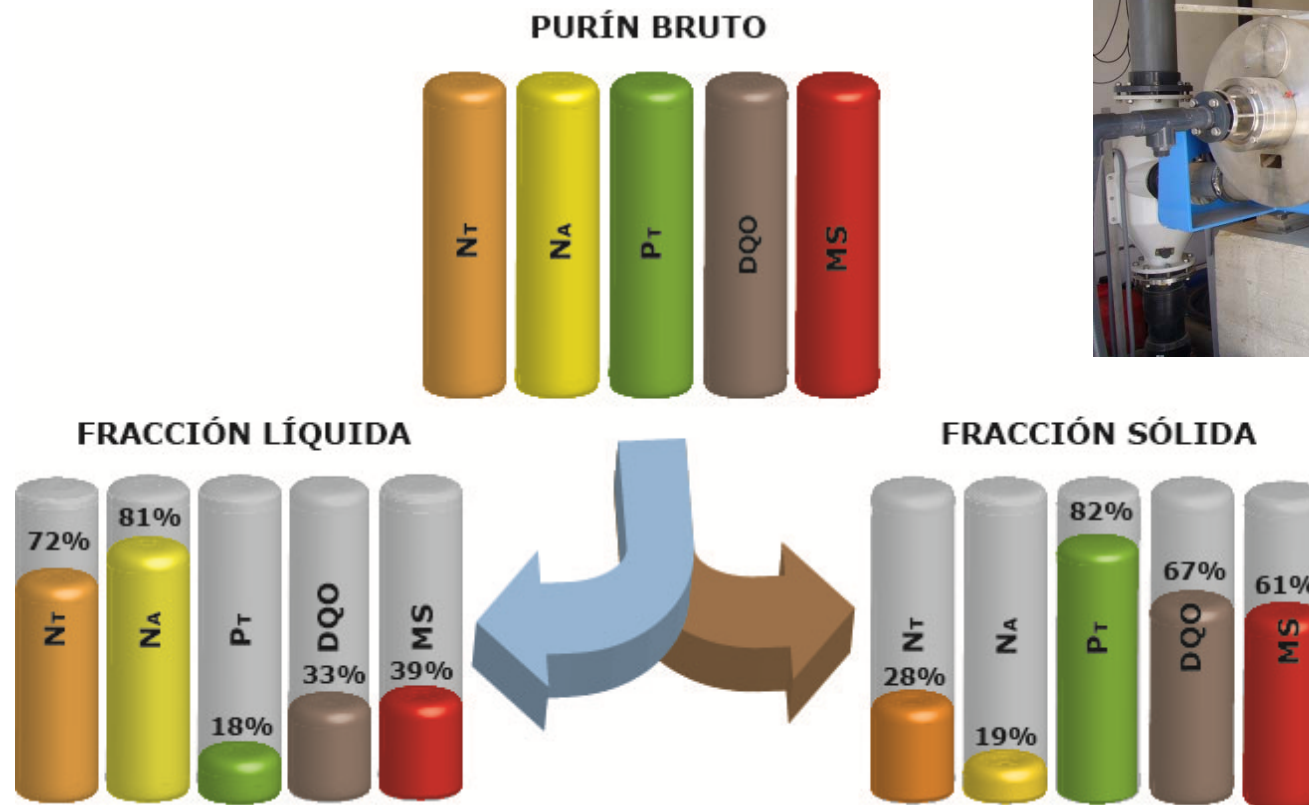


La separación de la centrífuga es más costosa pero concentra más fósforo en la fracción sólida (Hjorth *et al.*, 2010).

Fuente: M.C. García. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Centrifugación con PAM



Fuente: Proyecto LIFE ES-WAMAR, 2011

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Centrifugación



Parámetros clave

Tipo de purín	Purín de cerdo y vacuno, y digerido (Flotats <i>et al.</i> , 2011)
Contenido de sólidos	No se recomienda para purines con más del 10% de sólidos (Chastain, 2013).
Velocidad	A mayor velocidad mayor contenido en materia seca tendrá la fracción sólida, aunque no tiene efecto sobre la separación de P, K y N (Hjorth <i>et al.</i> , 2010).
Tiempo de retención	Aumentando el tiempo de retención reduciendo el volumen de alimentación de la centrífuga aumenta la eficiencia de separación.

Fuente: M.C. García. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015



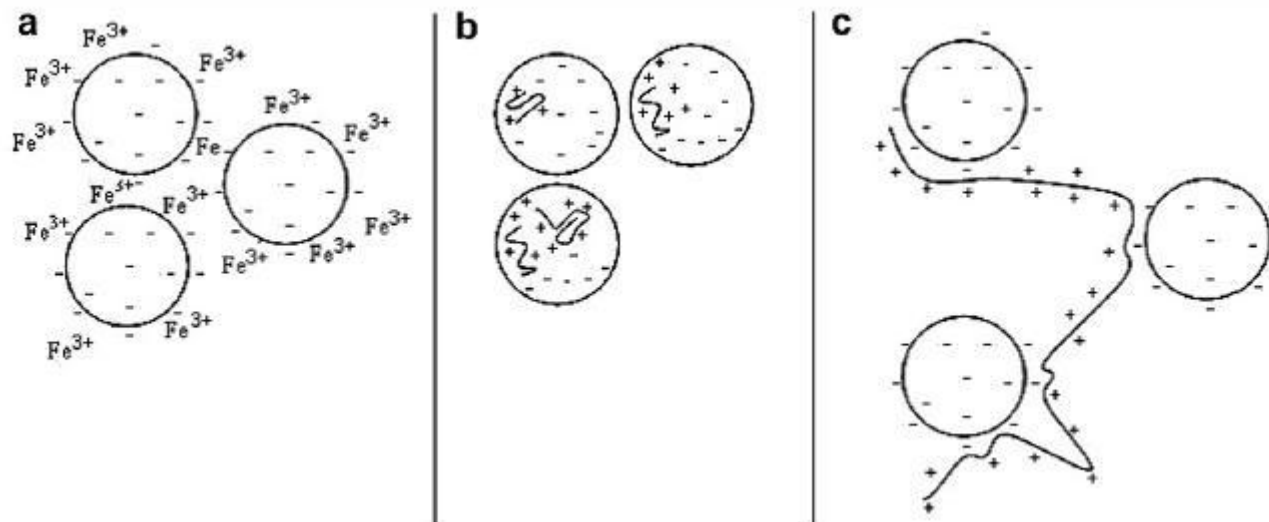
SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Coagulación - Floculación

El uso de aditivos químicos aumenta la eficiencia de separación

Coagulantes: cloruros de aluminio y de hierro, sulfatos de aluminio y de hierro, óxidos de calcio y magnesio

Floculantes: polímeros como el quitosano o la poliacrilamida (PAM)



- a. Coagulación
- b. Floculación
- c. Agregación

Fuente: Hjorth et al., 2008

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Coagulación - Floculación



SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO

Centrifugación



Parámetros clave

Tipo de purín	Purín de cerdo y vacuno, y digerido (Flotats <i>et al.</i> , 2011)
Dosis de coagulante y floculante	Hay una dosis óptima para cada aditivo y cada purín, superarla puede provocar que las partículas cambien positivamente, contrarrestando la agregación (Gregory, 1989, Hjorth <i>et al.</i> , 2010)
Contenido de sólidos	La separación es más eficiente con purines con alto contenido en sólidos (Vanotti <i>et al.</i> , 2002).
Agitación aplicada (en tiempo y velocidad)	Agitar demasiado poco hace que los agregados no sean uniformes ni estables. Agitar demasiado destruye los agregados.

Fuente: M.C. García. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



La separación sólido-líquido suele ser una etapa previa imprescindible para la aplicación de numerosos tratamientos

Fracción Sólida (P, N_{org}, Cu y Zn)

- Aplicación al campo directa
- Compostaje

Fracción Líquida (N_{amon} y K)

- Aplicación al campo - Fertirrigación
- Tratamiento biológico aerobio
- Stripping
- Filtración con membrana
- ...

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



RESTRICCIONES en el uso de esta tecnología

- **Sólidos totales del purín** Fuente: *Chastain, 2013*

- Centrifugación: 10%
- Tamizado: 6%
- Sedimentación: 4%
- Filtración por presión: 2%

- **Metales en la fracción sólida**

- **Destino de la fracción líquida**

Tratamiento secundario → Necesidades y restricciones de estos tratamientos

Aplicación directa a campo → Restricciones del sistema de aplicación



SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



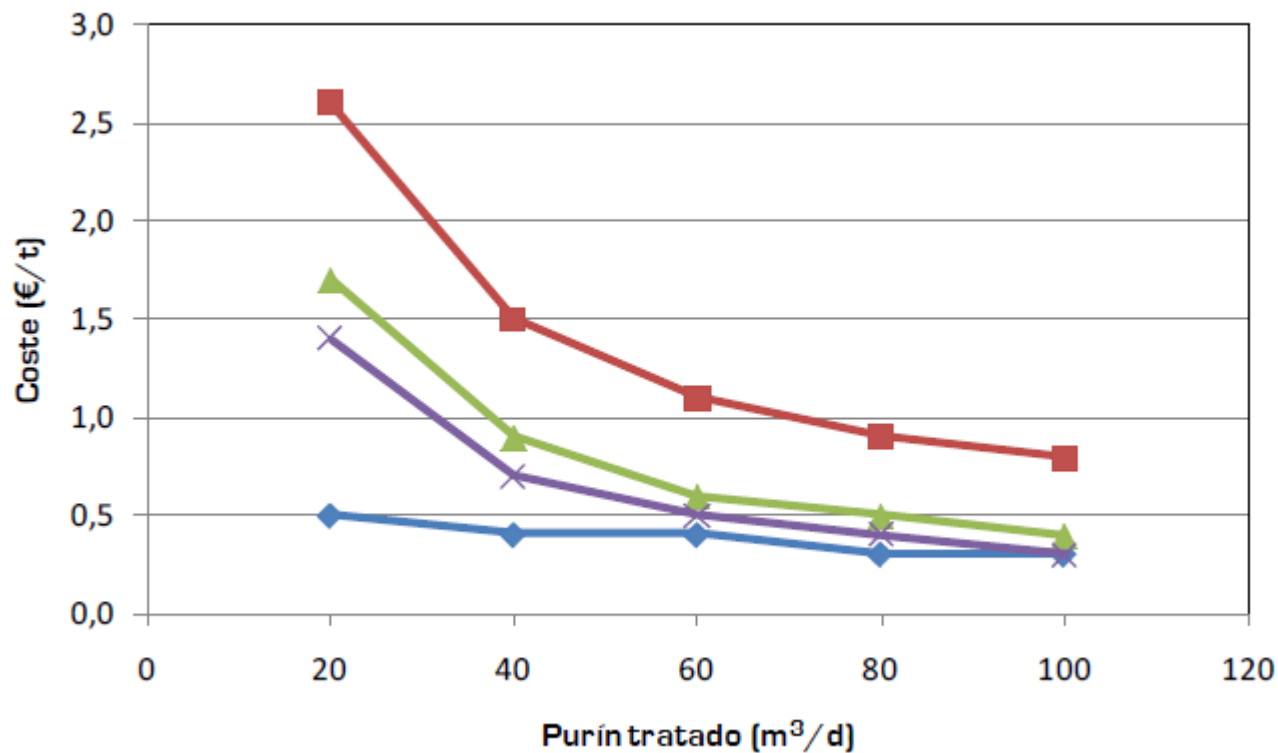
Tecnología de separación	Inversión [€]	Consumo de energía [kW/t]
Sedimentación	17.000 ^a	0,0-0,1 ^a
Tamizado	3.500 – 8.000 (tamiz) 15.000 (tamiz vibratorio) ^a	0,19 ^b
Centrifugación	40.000-100.000 ^a	2,90 ^b
Tornillo prensa	30.000 ^c	0,53 ^b

^aFlotats *et al.*, 2011. ^bMoller *et al.*, 2000. ^cLIFE+ MANEV,2015

SEPARACIÓN SÓLIDO/LÍQUIDO



Coste de operación estimado en función del caudal tratado
→ Coagulación-Floculación: + 0,2-0,4 €/t



Fuente: SARGA – Proyecto LIFE+ MANEV, 2015



Cambio climático



Los procesos de separación sólido-líquido **reducen el volumen** del estiércol a la vez que **aumentan la concentración de nutrientes**

- Reducen las emisiones de GEI derivadas del transporte.
- Optimizan el uso y distribución de los nutrientes del purín sustituyendo a los fertilizantes sintéticos en zonas de menor densidad ganadera.

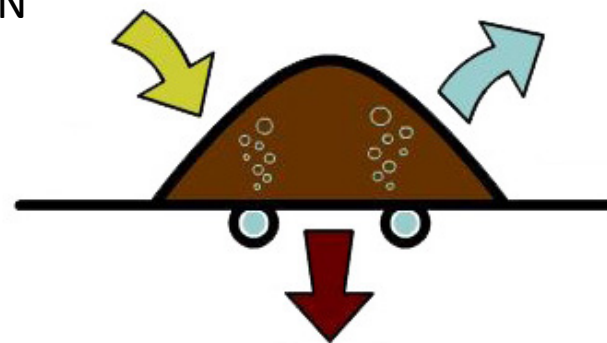


COMPOSTAJE



El compostaje es un proceso biooxidativo espontáneo **controlado** desarrollado sobre un material **sólido** que implica la mineralización y humificación parcial de la materia orgánica, que lleva a la formación de un producto final **estable**, libre de **toxicidad y patógenos**, con ciertas propiedades húmicas: **Compost**.

Microorganismos
Fuente de C y N
Agua
Oxígeno



CO₂
Agua
Calor
Compost

Lixiviados

COMPOSTAJE



La tecnología de compostaje proporciona:

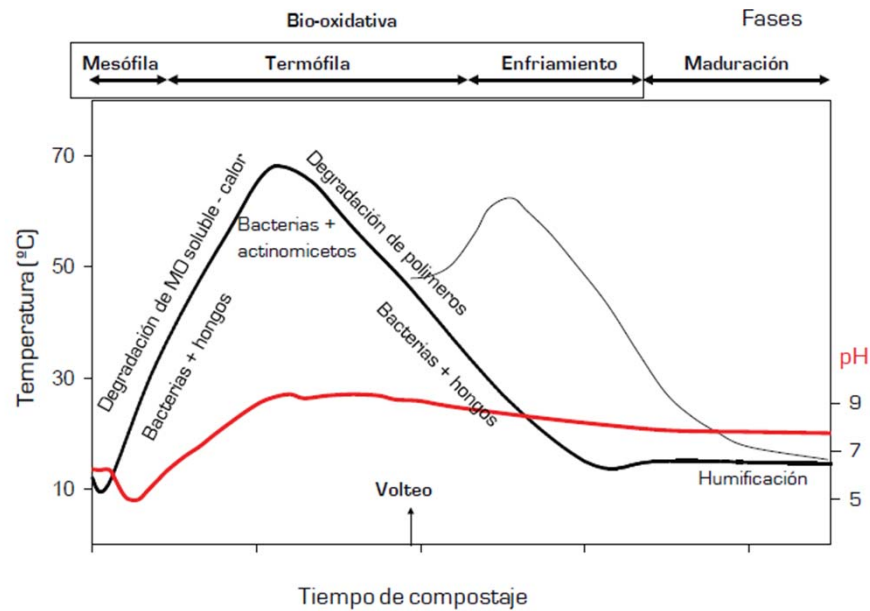
- Eliminación de patógenos y semillas
- Estabilización microbiana
- Reducción del volumen y la humedad
- Eliminación de malos olores
- Fácil almacenamiento, transporte y uso
- Obtención de un buen material fertilizante o enmienda



COMPOSTAJE



Perfil de temperatura que describe las diferentes fases del proceso de compostaje (la línea más delgada indica la temperatura tras un volteo mecánico).
Bernal *et al.*, 2009



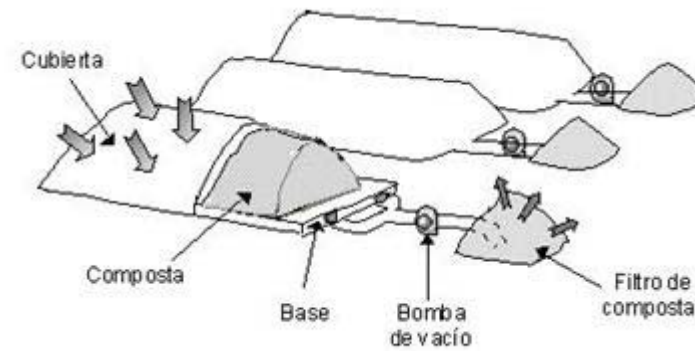
COMPOSTAJE



PILA ESTÁTICA con volteo



PILA ESTÁTICA con aireación forzada



COMPOSTAJE



Tambor



Túneles de compostaje

SISTEMAS CERRADOS



Trincheras



Contenedor



COMPOSTAJE



Parámetros clave

- ❖ Balance de nutrientes
- ❖ Tamaño de partícula
- ❖ Porosidad
- ❖ Humedad
- ❖ Temperatura
- ❖ Concentración O₂

Composición de la mezcla inicial

C/N: 25-35

Área superficial para el crecimiento microbiano

Condiciones aerobias. Porosidad: 35-50 %

Velocidad de descomposición. 40-60%

Para el desarrollo microbiano y eliminar patógenos. 40-65 °C

Para optimizar degradación. 15-20 %

Control del proceso

COMPOSTAJE



RESTRICCIONES en el uso de esta tecnología

- Coste de la instalación y del mantenimiento
- Necesidad de un material estructurante
- Necesidad de pre-tratamiento: separación (ST>300 kg/t)
- Superficie para la instalación y almacenamiento
- La calidad puede estar limitada por Zn y Cu procedente del purín de lechones

COMPOSTAJE



Real Decreto 506/2013, de 28 de junio, sobre productos fertilizantes.

Anexo V. Criterios aplicables a los productos fertilizantes elaborados con residuos y otros componentes orgánicos. Límite máximo de metales pesados

Metal pesado	Límites de concentración		
	Sólidos: mg/kg de materia seca		
	Líquidos: mg/kg		
	Clase A	Clase B	Clase C
Cadmio	0,7	2	3
Cobre	70	300	400
Níquel	25	80	100
Plomo	45	150	200
Zinc	200	500	1.000
Mercurio	0,4	1,5	2,5
Cromo (total)	70	250	300
Cromo (VI) *	No detectable según método oficial	No detectable según método oficial	No detectable según método oficial

Productos clase C:
< 5 t materia seca/ha
y año.



Cambio climático

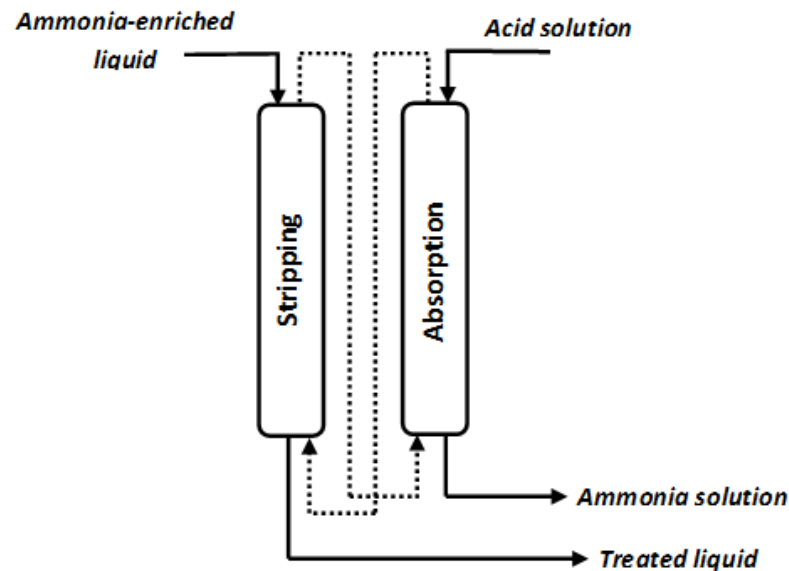


- La producción de CH_4 se relaciona exponencialmente con la T. La emisión puede ser alta durante la fase termófila y descender a velocidades bajas en la fase mesófila debido a la menor T y al agotamiento de la materia orgánica de fácil descomposición
- La relación de las emisiones de N_2O con la T es inversa a las del CH_4 en el proceso de compostaje.
- El uso de agentes estructurantes puede reducir la emisión de N_2O y de CH_4 (Pardo et al., 2015) debido a un aumento de la porosidad, un mayor intercambio de aire y una reducción de las zonas anaerobias en la pila (Sommer y Moller, 2000)

STRIPPING



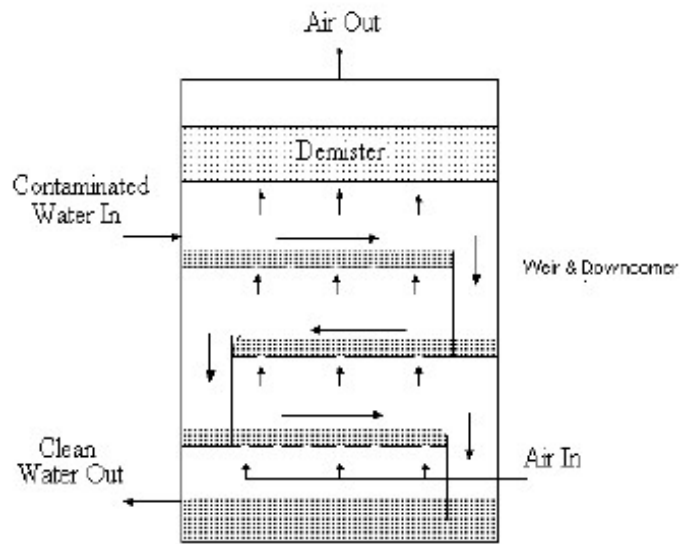
Proceso físico-químico cuyo objetivo es la transferencia del amoníaco volátil (muy dependiente del pH y de la T) de la fracción líquida a fase gas y posteriormente recuperarse en una solución ácida como sal de amonio.



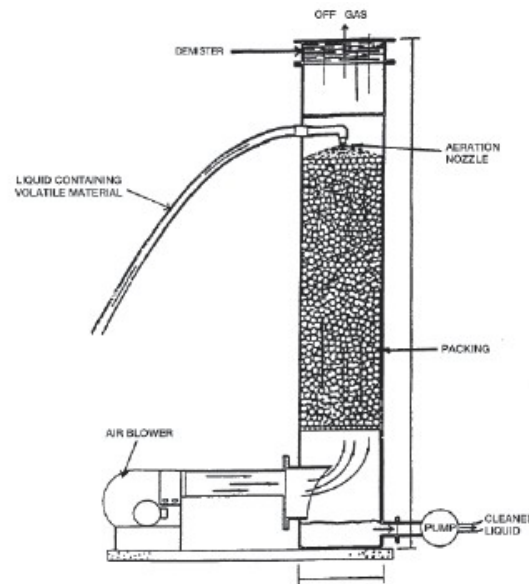
Fuente: G. Piccinini. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

STRIPPING

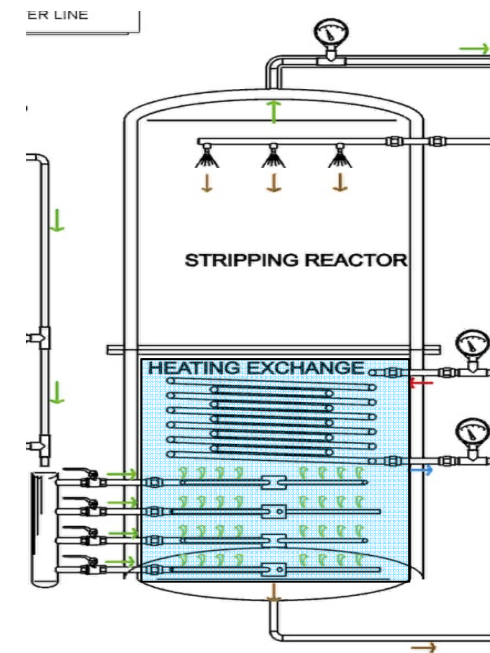
Columnas de stripping de amoniaco



(JU-CHANG HUANG, 2007)



(JU-CHANG HUANG, 2007)



(CRPA, 2008)

OBJETIVO: Favorecer el contacto entre el líquido y el gas (aire o vapor, normalmente a contracorriente)

Fuente: G. Piccinini. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

STRIPPING



La tecnología de stripping facilita la concentración de los nutrientes separando el NH_3 de la fracción líquida del purín o digerido (Alitalo et al., 2012), lo que permite una redistribución del N inorgánico y al mismo tiempo reduce las emisiones de NH_3 .

Hoeve et al., 2014

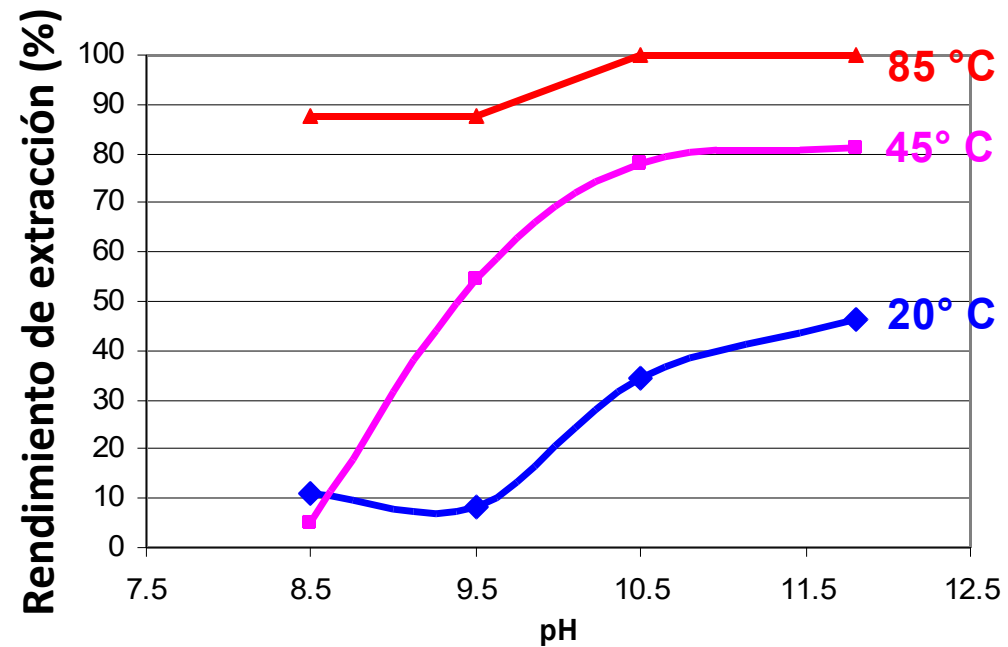
Reducir el contenido en nitrógeno del purín y/o digerido sin eliminarlo, para producir un fertilizante comercial con valor (sulfato amónico)

Stripping techniques

STRIPPING



Parámetro	Valor óptimo
pH	11,5 (22°C)
	10.5 (45°C)
	8-9.5 (80°C)
T (°C)	22-80°C



Fuente: CONDIFA-QUADERNI DELLA RICERCA REGIONE LOMBARDIA, 2009

Fuente: G. Piccinini. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

STRIPPING



Altas temperaturas (60-80 °C) y elevado pH (10,5 – 12)

- Eficiencias de extracción muy elevadas (mayores incluso del 90% en NH_3)
- Coste elevado de reactivos (1 a 5 € / m^3 tratado) debido al efecto tampón del purín
- Gestión problemática del efluente final. El producto es alcalino (elevado pH, y contenido en Na^+ y Ca^{2+} , elevada salinidad para su aplicación agrícola)

STRIPPING



Altas temperaturas (60-80 °C) y sin modificar el pH

- Sostenible si hay una fuente de energía térmica disponible en la instalación, i.e. (digestión anaerobia)
- Buenas eficiencias con temperaturas entre 70-87 °C
- Ausencia de residuos procedentes de pretratamientos alcalinos (iones Na^+ y Ca^{2+})
- Producto final aplicable al campo sin problemas: sal de amonio o agua amoniacal

STRIPPING



RESTRICCIONES en el uso de esta tecnología

- Requiere un mantenimiento frecuente y cuidadoso
- Posible formación de espumas.
- En sistemas sin modificar el pH es más difícil obtener una concentración de N elevada
- Manipulación de productos químicos que pueden ser peligrosos
- Calidad del producto final (solución de $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ al 10% de N)
- Baja fiabilidad en su aplicación a pequeña escala en granja.
- .Elevados costes de inversión y mantenimiento

Coste de inversión: 0,25-0,50 mill€ (10-15 m³/h)

Coste de operación: 2,5-4,5 €/kg N extraído

Fuente: Flotats, 2011

STRIPPING



IMPORTANTE estudiar necesidades efectivas de **energía** y de **ácido** para la operación del proceso.



STRIPPING



Combinaciones con otros tratamientos

Digestión anaerobia

- Disponibilidad de energía térmica en la instalación.
- Se mineraliza el N orgánico aumentando la proporción de nitrógeno extraíble por el proceso de stripping
- Aumenta el pH y disminuye el contenido de ácidos volátiles
- Se reducen los COVs y ácidos volátiles causantes de la contaminación de la solución de sulfato amónico.

Separación S/L :

- La alimentación al proceso de stripping debe tener un contenido en materia seca muy bajo.

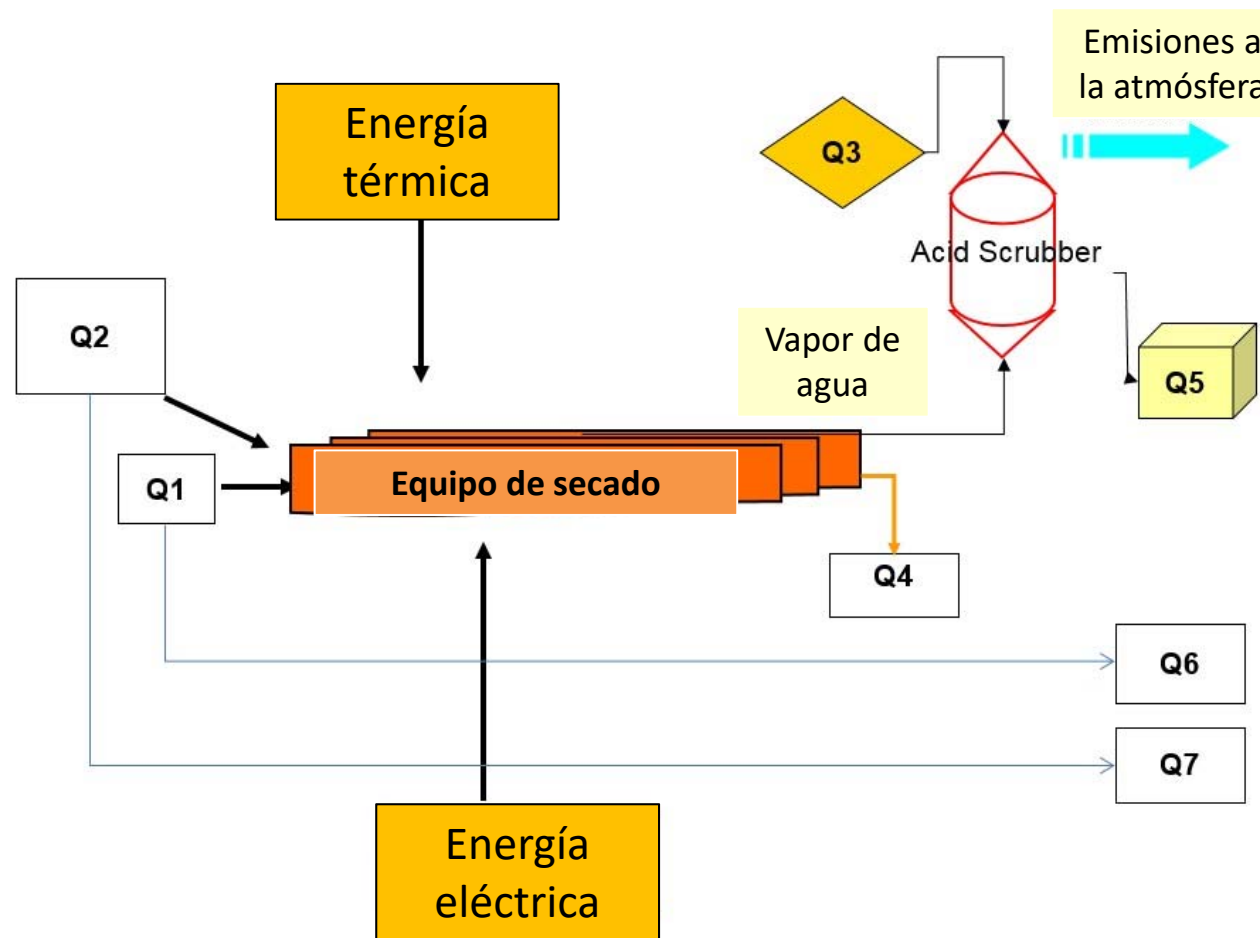
SECADO TÉRMICO



Tratamiento que permite obtener a partir de la fracción sólida del purín o digerido un producto final seco con muy poco contenido en agua (<15%).



SECADO TÉRMICO



Q1: Fracción sólida

Q2: Fracción líquida
tratable si hay un
excedente de calor tras
haber secado la fracción
sólida

Q3: Ácido sulfúrico
necesario en el lavador de
gases ácido

Q4: Material seco

Q5: Sulfato de amonio

Q6-Q7: excedente de la
fracción sólida y/o
fracción líquida no
tratable por falta de
energía térmica.

SECADO TÉRMICO



El secado térmico permite:

- Obtener un fertilizante comercial, estable y fácil de transportar y de distribuir al campo (ST>80-85% y producto final peletizable)
- Reducir el volumen y el peso del digerido o del estiércol
- Concentrar y recuperar los nutrientes (N, P y K y de materia orgánica)



SECADO TÉRMICO



Temperatura del proceso	Tipos de transferencia de calor	Equipo que contiene/manipula el sustrato	Circuito del flujo de aire secante
<110 °C	Intercambiador de calor con agua o aceite térmico	Correa, lecho, cinta o discos rotativos con ventilación forzada	Abierto, emisión a la atmósfera tras haber sido tratado
	Recirculación de gases calientes		
> 120 °C	Flujo de aire secante y sustrato calentado por intercambiador de calor con aceite térmico	Cilindro rotativo	Abierto, emisión a la atmósfera tras haber sido tratado
			Cerrado con condensación y recirculación del flujo de aire
		Rotor interno de alta velocidad	Abierto, emisión a la atmósfera tras haber sido tratado
			Cerrado con condensación y recirculación del flujo de aire

SECADO TÉRMICO



STRIPPING



RESTRICCIONES en el uso de esta tecnología

- Sólo es económicamente viable si hay disponible un excedente de energía térmica producida por unidad CHP de un proceso de digestión anaerobia (>200 kWh/t para <110 °C y > 1 MWt para >120 °C).
- Se suelen utilizar sistemas de secado en cinta.
- Requiere la captura y tratamiento del aire de salida del secador antes de ser emitido a la atmósfera con lavadores de gases ácidos.
- Nivel de complejidad medio-alto



TRATAMIENTO BIOLÓGICO



Tratamiento basado en una combinación de dos fases: oxidación y anoxia, en el que se lleva a cabo una eliminación de nutrientes por actividad biológica y sedimentación.

Fase de oxidación - Nitrificación

NITRIFICACIÓN



Fase de anoxia - Desnitrificación

DESNITRIFICACIÓN



TRATAMIENTO BIOLÓGICO

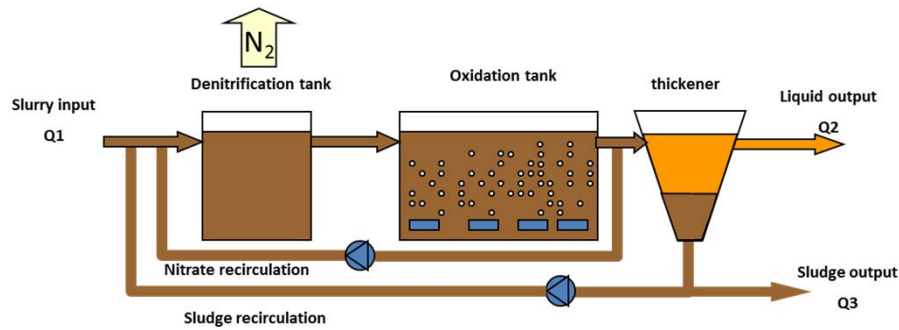


La tecnología de NDN proporciona:

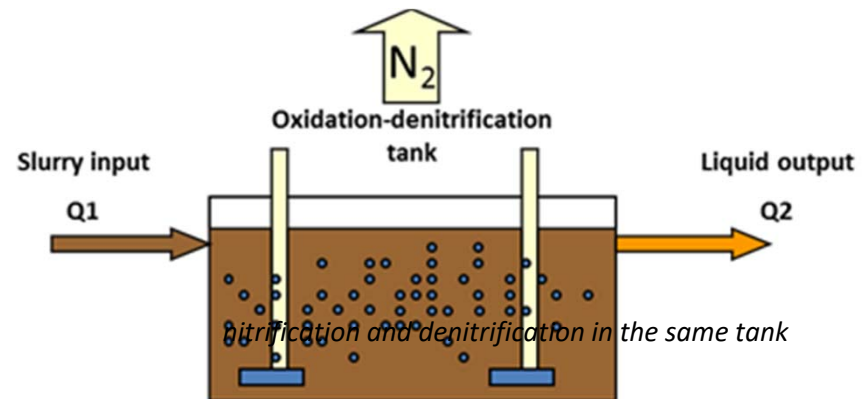
- Alternativa para aquellas granjas que necesitan gestionar el excedente de N
- Es la única opción para la eliminación de N en una forma inocua para el medioambiente (N_2)
- Se reducen los olores
- Reducción de emisiones de GEI y NH_3



TRATAMIENTO BIOLÓGICO: NDN vs SBR



Nitrificación y desnitrificación en dos tanques distintos



TRATAMIENTO BIOLÓGICO



Parámetros clave



- Tasa de nitrificación y desnitrificación
- Sólidos totales y sólidos en suspensión → ST <25 kg/t (NDN)
ST <30 kg/t (SBR)
- Temperatura
- Tipo de sistema de aireación → 2 mg/l de oxígeno
- Carbono orgánico (desnitrificación)

TRATAMIENTO BIOLÓGICO



RESTRICCIONES en el uso de esta tecnología

- Consumo de energía muy elevado (bombeos y aireación): 10-20 kWh/m³
- Si no se realiza correctamente, parte el nitrógeno puede emitirse en forma de NH₃ o N₂O.
- Elevados costes de inversión y operación:
 - **Costes de inversión:** 240.000 – 300,000 € (15.000 m³/año)
700.000 – 1.200.000 € (50.000 m³/año)
 - **Costes de operación:** 1,5-3,0 €/m³
2,5-5,2 €/m³ (separación + compostaje).
- Su combinación con la DA mejora la sostenibilidad del proceso

Fuente: BS2020, 2011

ÍNDICE



- 1. Situación del sector agroganadero**
- 2. ¿Cómo elijo un modelo adecuado de gestión de estiércol?**
- 3. Alternativas de gestión: tecnologías de tratamiento**
- 4. Digestión anaerobia: valorización energética y aplicaciones del biogás**

DIGESTIÓN ANAEROBIA



La **digestión anaerobia** es un proceso microbiológico en el que, en ausencia de oxígeno, la materia orgánica a través de una serie de reacciones biológicas se transforma en biogás, un gas inflamable constituido, principalmente por metano (CH_4) y dióxido de carbono (CO_2), con un contenido en CH_4 que varía desde el 55% al 75% en volumen.

Etapas del proceso biológico:

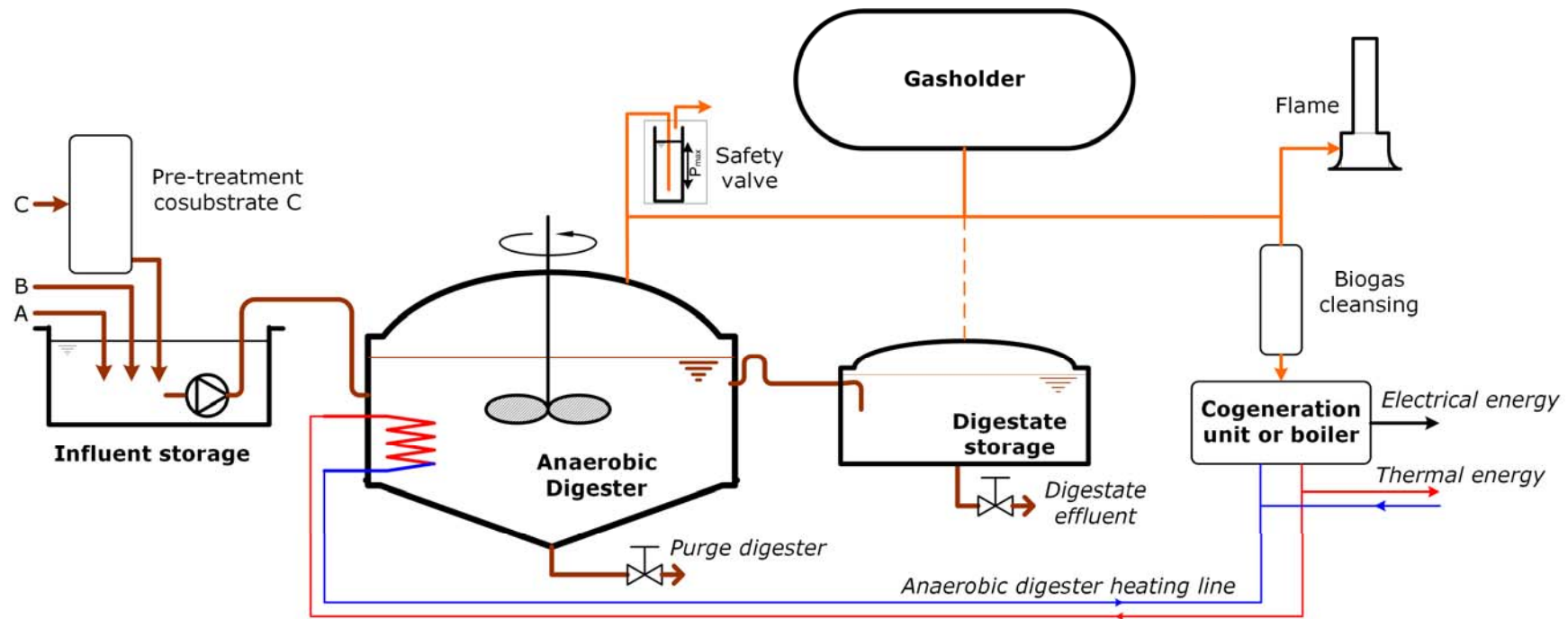
1. Hidrólisis
2. Acidogénesis
3. Actogénesis
4. Metanogénesis



Fuente: X. Flotats y A. Bonmatí. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

DIGESTIÓN ANAEROBIA

Esquema general de una planta de codigestión



Parámetros operacionales:

Temperatura:

Proceso mesófilo: 30-45 °C

Proceso termófilo: 55 °C

Materia seca: máx. 10-12,5%

TRH: 15-40 días,

Fuente: X. Flotats y A. Bonmatí. Proyecto LIFE+ MANEV, 2015

DIGESTIÓN ANAEROBIA

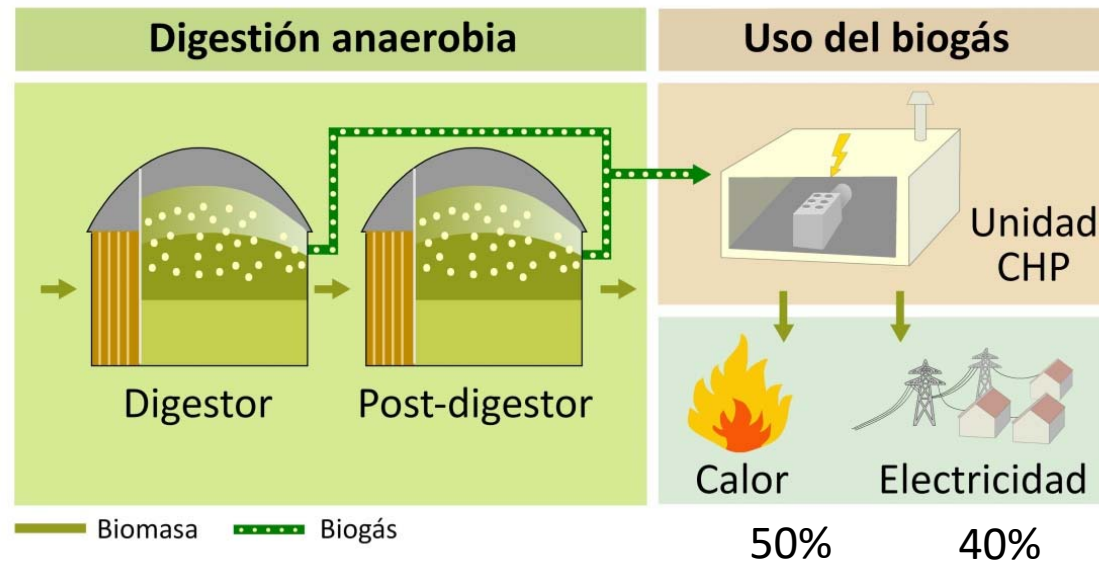


Configuraciones habituales:

- 1 etapa
- 2 etapas en línea:
 - Etapa 1 → Hidrólisis
 - Etapa 2 → Metanogénesis (mayor producción de biogás)

Productos finales:

- Digerido
- Biogás:
 - Calor
 - Electricidad



DIGESTIÓN ANAEROBIA



DIGESTIÓN ANAEROBIA



La **digestión anaerobia** permite:

- Obtener un producto más estable que el purín para su almacenamiento y su uso agrícola como fertilizante
- Reducir el olor y las emisiones de metano (GEI)
- Eliminar semillas, parásitos, huevos y larvas de insectos.
- Valorizar energética, agronómica y económica el purín.
- Reducir el consumo de fertilizantes sintéticos fabricados a partir de fuentes no renovables.

La DA no modifica la relación N/P del estiércol, sólo afecta a la disponibilidad del nitrógeno (mineralización).

DIGESTIÓN ANAEROBIA



La **digestión anaerobia** ofrece la posibilidad de implementar otras tecnologías de tratamiento de forma sostenible.

DIGESTIÓN ANAEROBIA

Biogás



El uso del biogás como fuente de energía renovable responde al principio de recuperación energética a partir de los residuos

1 m³ de biogás { 1,8-2 kWh de energía eléctrica
+
2-3 kWh de energía térmica

Los principales beneficios del biogás respecto a otros carburantes son:

- No emite SO₂
- Reducción de la concentración de materia particulada
- Mitiga la dependencia de otros combustibles fósiles

DIGESTIÓN ANAEROBIA

Biogás



Consumo de energía en el propio proceso:

- **Energía térmica** → mantener la T en el digestor:
 - 15% (proceso mesófilo)
 - 25% (proceso termófilo)
- **Energía eléctrica** → sistemas de bombeo, mezcla, transporte y otros:
aprox. 3-4%



El excedente de energía puede utilizarse en la propia granja o venderse al exterior.

DIGESTIÓN ANAEROBIA

Biogás



La **producción de biogás** depende mucho del tipo de **sustrato** utilizado.

Tanto en un sistema de centralizado como a escala de granja, a menudo es necesario el uso **de cosustratos que aumenten la producción de biogás.**

- ❖ *«La producción de biocombustibles utilizando únicamente estiércol animal no es económicamente sostenible, y es necesario añadir biomasa de otras fuentes» (Møller et al., 2007).*
- ❖ *“Los bajos rendimientos de producción de biogás y su elevado contenido en agua (costes de transporte y elevada demanda de energía térmica en el proceso) constituyen una barrera para la producción de biogás sostenible a partir de purín porcino. (Rodríguez-Abalde et al., 2017)*

DIGESTIÓN ANAEROBIA



«La co-digestión con otras fuentes de residuos orgánicos, combinada con buenas prácticas de manejo del estiércol, ha demostrado una mejora en la viabilidad económica de muchas instalaciones de agro-biogás individuales o centralizadas.» Rodríguez-Abalde et al., 2017

El éxito de la co-digestión radica en **la selección de co-sustratos** que deben:

1. Tener **características complementarias**.
2. Estar **disponibles en el área** donde se ubica la planta de biogás (sinergias con la industria agroalimentaria desarrollada en esa área).



DIGESTIÓN ANAEROBIA



Proceso de digestión anaerobia de purín

Producción media: 22 m³ biogas/t purín (6% MS)

- Energía eléctrica: 2.5 kWh / m³ biogas
- Energía térmica: 2.0 kWh / m³ biogas

**después del autoconsumo en el propio proceso*

2011, BS2020 Datos plantas biogás Dinamarca

«El **purín de cerdo** se caracteriza por su **alta capacidad tampón** y contiene una **amplia variedad de micro y macronutrientes** necesarios para el crecimiento y la actividad de microorganismos anaeróbicos, pero muestra una alta concentración de amonio y un bajo contenido de materia orgánica.» Hartmann y Ahring, 2006.

DIGESTIÓN ANAEROBIA



Los principales sustratos para DA incluyen:

- estiércol animal
- cultivos energéticos (por ejemplo maíz)*
- residuos orgánicos de la industria de procesamiento (glicerina, colas de remolacha, residuos animales, residuos de pulpa de fruta).

**En España el modelo alemán de codigestión con cultivos energéticos no es viable debido a las inferiores producciones agrícolas. La opción más adecuada sería la utilización de residuos agroalimentarios y glicerina” Rodríguez-Abalde et al., 2017.*

DIGESTIÓN ANAEROBIA



Tipo	Contenido orgánico	SV (%)	Producción biogás (m ³ /t residuo)
Intestinos + contenidos	Hidratos de carbono, proteínas, lípidos	15-20	50-70
Fangos de flotación	65-70% proteínas, 30-35% lípidos	13-18	90-130
BBO (tierras filtrantes de aceites, con bentonita)	80% lípidos, 20% otros orgánicos	40-45	350-450
Aceites de pescado	30-50% lípidos	80-85	350-600
Suero	75-80% lactosa, 20-25% proteínas	7-10	40-55
Suero concentrado	75-80% lactosa, 20-25% proteínas	18-22	100-130
Hidrolizados de carne y huesos	70% proteínas, 30% lípidos	10-15	70-100
Mermeladas	90% azúcares, ácidos orgánicos	50	300
Aceite soja/margarinas	90% aceites vegetales	90	800-1 000
Bebidas alcohólicas	40% alcohol	40	240
Fangos residuales	Hidratos de carbono, lípidos, proteínas	3-4	17-22
Fangos residuales concentrados	Hidratos de carbono, lípidos, proteínas	15-20	85-110
FORSU separada en origen	Hidratos de carbono, lípidos, proteínas	20-30	150-240

Potenciales de producción de biogás de algunos residuos orgánicos de la industria alimentaria y de la fracción orgánica de residuos municipales.

DIGESTIÓN ANAEROBIA



Usos potenciales del biogás:

- Energía eléctrica
- Energía térmica
- Combustible de vehículos
- Sustituto del gas natural
- Producción de biometano

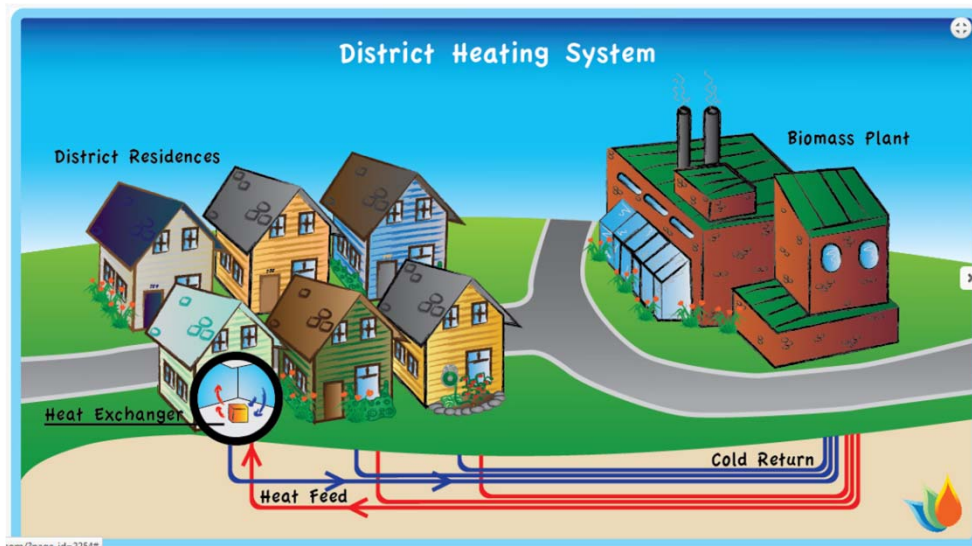


DIGESTIÓN ANAEROBIA



Probables **mercados futuros** para el biogás :

1. Producción local de calor, reemplazando el uso de gas natural en las plantas de calefacción urbana.
2. Sector del transporte preferiblemente sin necesidad de mejorar la calidad del biogás - tecnologías actuales bastante costosas.
3. Conversión a electricidad.



2011, BS2020

El uso **óptimo** y económico del biogás es **específico de cada caso** y debe determinarse mediante estudios de viabilidad.

DIGESTIÓN ANAEROBIA



Para utilizar el biogás como biocombustible o para inyectarlo en la red de gas natural es necesario refinarlo aún más para obtener el **95-98%** del contenido de **metano (biometano)**



La **inyección a la red de gas natural** permite almacenar el biometano y utilizarlo a distancia para consumirlo donde y cuando la eficiencia de conversión de energía sea mayor, en vez de transformarlo en electricidad en planta sin recuperar de forma útil y eficiente el calor desaprovechado.

DIGESTIÓN ANAEROBIA



Para la **producción de biometano** a partir del biogás, se utilizan diferentes métodos :

- lavado: un líquido elimina el CO_2 ; esto puede basarse en una oscilación de temperatura o presión;
- criogenización: enfriamiento y compresión de manera que el CO_2 se elimine como líquido;
- adsorción de presión de vacío (VPSA): El lecho empaquetado absorbe CO_2 ;
- membranas: el CO_2 o metano permea a través de la membrana selectiva (dependiendo de la membrana aplicada).
- ...



DIGESTIÓN ANAEROBIA



Restricciones en el **uso del biometano**:

- Requiere una elevada inversión
- Los costes de operación varían muy significativamente en función de los sustratos y la disponibilidad de superficie agrícola para la gestión del digerido
- Requiere un tiempo de realización
- Es muy importante el factor escala
- No existe una seguridad regulatoria





Cambio climático



El proceso de digestión anaerobia contribuye significativamente a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de dos maneras:

1. disminuyendo las emisiones naturales de metano a la atmósfera durante el almacenamiento y la gestión del estiércol.
2. disminuyendo el consumo de combustibles fósiles si éste es sustituido por el biogás.

2011, BS2020





Cambio climático



El biogás tiene un potencial de reducción de GEI desarrollados naturalmente (metano y óxido nitroso) de **3,2 kg CO₂-eq. / m³ biogás** si sustituye a los combustibles fósiles.

Fuente: BS2020, 2011

Una planta típica de DA a escala de granja que trate estiércol (junto con 5% de cosustratos) **reduce entre 50 y 70 kg CO₂ eq. /t estiércol**, con respecto a una situación de referencia en la que se utilice el estiércol como fertilizante tras 4-6 meses de almacenamiento.

Fuente: Foged et al., 2011.

DIGESTIÓN ANAEROBIA



RECOMENDACIONES en el uso de esta tecnología

- Si $C/N > 35$: el N es el factor limitante para el crecimiento de las bacterias. Si se persigue un proceso de DA adecuado, es necesario aportar N alimentando otros materiales o productos químicos.
- Si la $T < 0\text{ }^{\circ}\text{C}$ es necesario tener precaución con los sistemas de bombeo y con el consumo de energía térmica para calentar el flujo de entrada al proceso. Un aislamiento adecuado puede ser crucial para mantener la T interior de los digestores lo más constante posible.
- Usar cosustratos que no aporten azufre (S)

DIGESTIÓN ANAEROBIA



RESTRICCIONES y RECOMENDACIONES en el uso de esta tecnología

- pH: 6,5 - 8,5
- Relación C/N : 10 - 40
- Namoniacal < 6000 (mg/kg)
- Carga orgánica > 6 kg SV/m³ reactor*día
- Si C/N < 15: el contenido en Namoniacal puede ser demasiado elevado en el proceso de DA



DIGESTIÓN ANAEROBIA



El biogás en Europa

La creciente demanda de fuentes de energía renovables y la reutilización de residuos requieren buenas soluciones tecnológicas, alineadas con las actuales normativas y políticas europeas.

El aprovechamiento del biogás como fuente de energía renovable es una práctica extendida en Europa. El **66,5% de la producción primaria de biogás en la UE procede de sustratos del sector agro-ganadero y RSUs** (EurOBservER, 2013).

El uso de esta tecnología está condicionado por el **marco legislativo** local que afecta a los **sustratos**, a las **instalaciones** y sus **actividades** y a los **productos** que se obtienen (biogás y digerido), así como por la **disponibilidad de superficie agrícola** para llevar a cabo una correcta valorización agronómica.



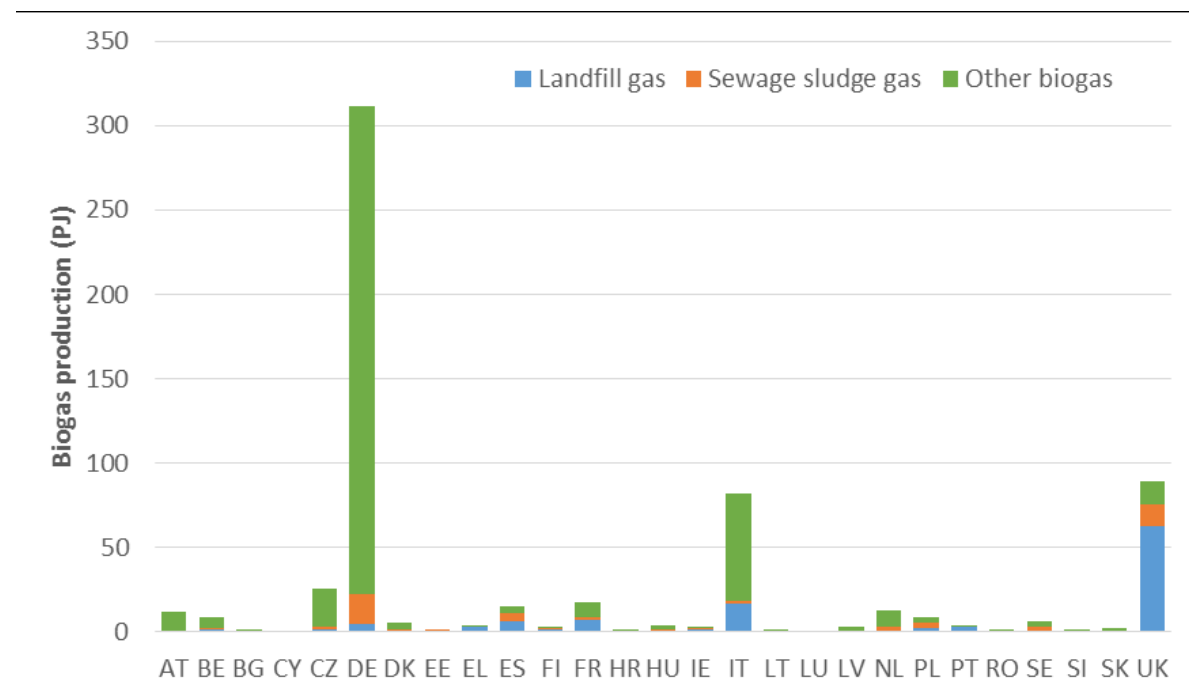
DIGESTIÓN ANAEROBIA



El biogás en Europa

En algunos países de la UE la ausencia de políticas de promoción de biogás significa que actualmente no se está utilizando todo su potencial.

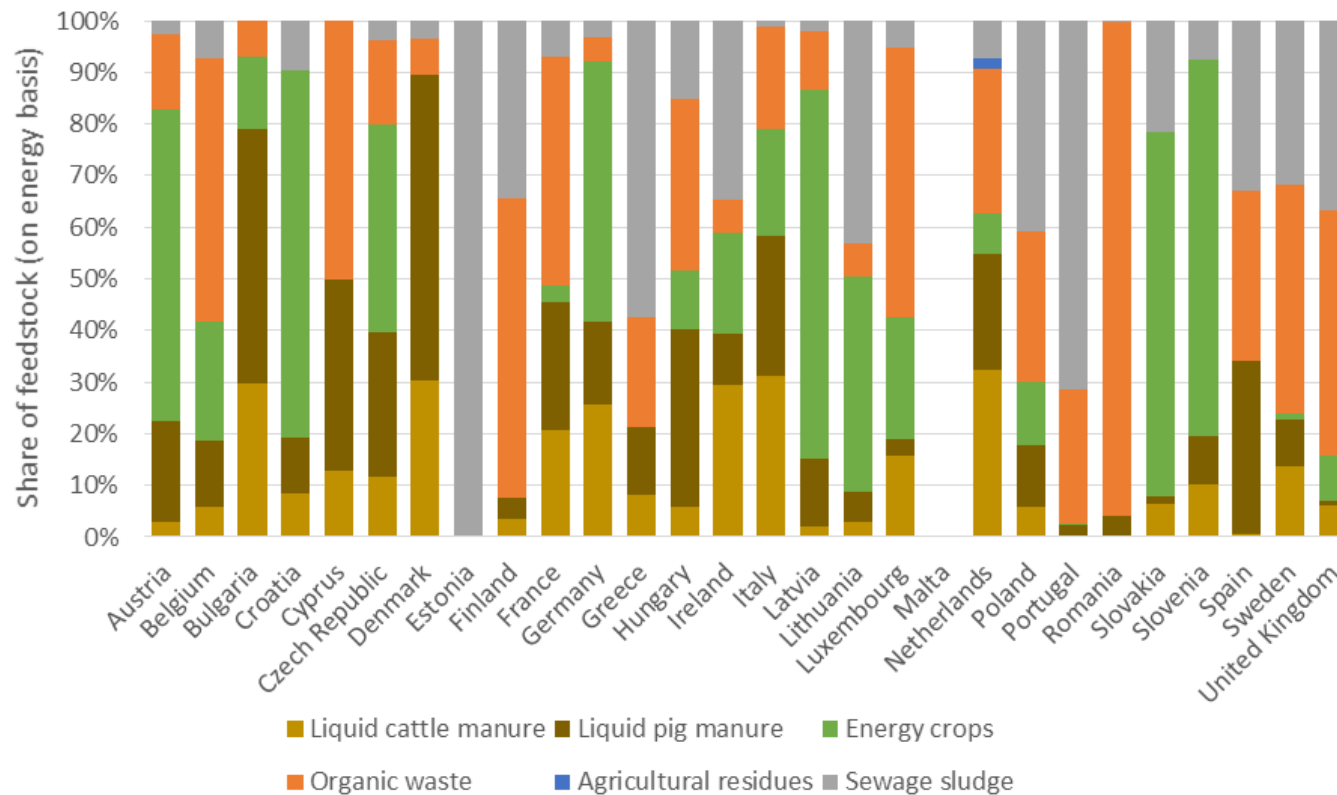
Alemania, Italia y Reino Unido son responsables de más del 77% de la producción de biogás de la UE.



Producción de biogás de los Estados Miembros en 2014 (EurObserv'ER, 2015)

DIGESTIÓN ANAEROBIA

El biogás en Europa



Optimal use of biogas from waste streams

An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020

European Commission, December 2016

DIGESTIÓN ANAEROBIA



El biogás en Europa

Las principales barreras en el desarrollo de las tecnologías de producción de biogás en Europa se han identificado como:

- *Ausencia de un marco normativo y un esquema de apoyo efectivo estable y fiable*
- *Complejidad y duración de los trámites administrativos*
- *Acceso a la financiación*
- *Percepción social negativa*
- *Falta de estrategia a largo plazo*
- *La gestión y/o tratamiento del digerido*

Optimal use of biogas from waste streams

An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020

European Commission, December 2016

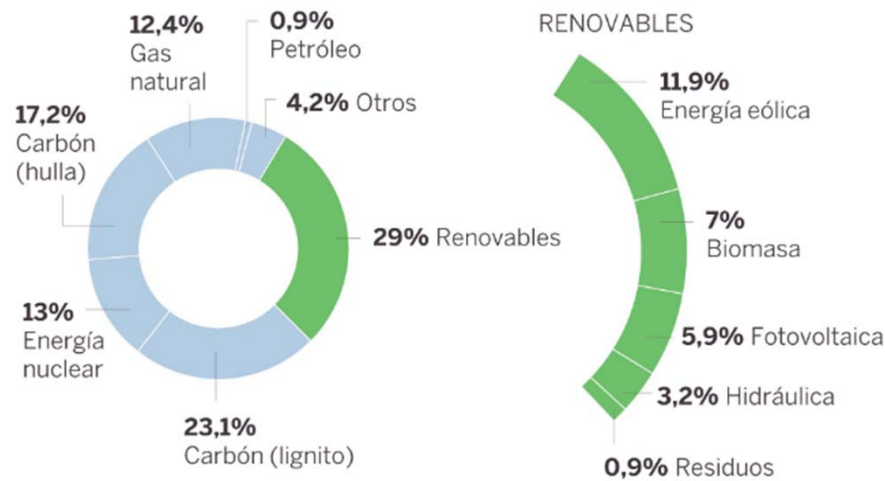
DIGESTIÓN ANAEROBIA

El biogás en Europa



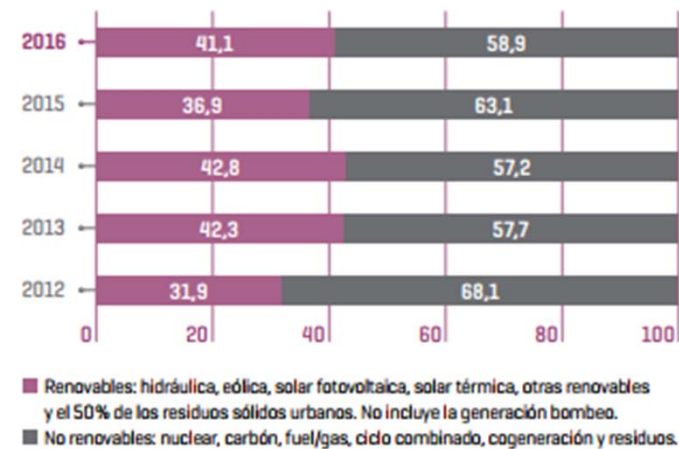
PRODUCCIÓN DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN ALEMANIA

En 2016



Fuente: Ministerio de Economía y Energía alemán. EL PAÍS

EVOLUCIÓN DE LA GENERACIÓN ELÉCTRICA RENOVABLE Y NO RENOVABLE



Producción eléctrica en España a partir de residuos en 2016: 1,22%

DIGESTIÓN ANAEROBIA



El biogás en España

Las principales barreras en el desarrollo de las tecnologías de producción de biogás en España se han identificado como:

- *Ausencia de un marco normativo y un esquema de apoyo efectivo en el sector eléctrico*
- *Falta de instrumentos de apoyo basados en la producción de biogás*
- *Escasos objetivos en el mercado del transporte con biocarburantes.*

Optimal use of biogas from waste streams

An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020

European Commission, December 2016

DIGESTIÓN ANAEROBIA



El sistema tarifario energético español hace que la producción de electricidad a partir del biogás no sea atractiva.

Necesidad de **desarrollar modelos alternativos** para el uso del biogás, como el biometano, la inyección a red y su uso en el transporte.

Para el desarrollo de una industria del biometano en España, sería necesario **establecer políticas**, inexistentes hoy en día, **en un amplio espectro de sectores incluyendo energía, medioambiente, gestión de residuos y agricultura.**



Optimal use of biogas from waste streams

An assessment of the potential of biogas from digestion in the EU beyond 2020

European Commission, December 2016



**MUCHAS GRACIAS
POR SU ATENCIÓN**

eherrero@cita-aragon.es