LIFE12 ENV/ES/000647

ANÁLISIS DE SITUACIÓN MEDIOAMBIENTAL EN LA PRODUCCIÓN PORCINA

LIFE+ FUTUR AGRARI

EXPLOTACIONS AGRÀRIES PER AL FUTUR:
INNOVACIÓ PER A LA GESTIÓ SOSTENIBLE DE LA FERTILITZACIÓ DES DE LA GRANJA FINS AL SÒL

1. Sector ganadero y su intensificación 3
1.1. Sector ganadero en España 3
1.2. Sector ganadero en Catalunya 5
2. Sector porcino 9
2.1. Sector porcino en Europa y España 9
2.2. Sector porcino en Catalunya 12
3. Análisis de recursos (entradas/salidas) 16
3.1. Inputs 17
3.1.1. Materias primas 17
3.1.2. Energía 18
3.2. Outputs 19
3.2.1. Deyecciones 19
3.2.2. Cadáveres 27
3.2.3. Residuos sanitarios 28
4. Gestión de las deyecciones ganaderas 29
4.1. Gestión administrativa 29
4.1.1. Legislación 29
4.1.1.1. A nivel europeo 29
4.1.1.2. A nivel estatal 31
4.1.1.3. A nivel autonómico 32
4.1.2. Situación en Catalunya de los Planes de gestión 34
4.1.3. Situación en Catalunya de las plantas de cogeneración de Purines 35
4.2. Alternativas actuales de gestión 36
4.2.1. Reducción en origen 36
4.2.1.1. Optimización del agua 36
4.2.1.2. Reducción de nutrientes por alimentación 39
4.2.1.2.1. Reducción en origen. 39
4.2.1.2.2. Balance del Nitrógeno en la alimentación porcina. 40
4.2.1.2.3. Estrategias de reducción de Nitrógeno. 41
4.2.1.2.3.1. Disminuir del índice de conversión. 41
4.2.1.2.3.2. Reducir el contenido de proteína bruta del pienso 42
4.2.1.2.3.3. Adecuar las aportaciones de proteína a las necesidades de producción. 44
4.2.2. Tratamientos de gestión en origen 49
4.2.2.1. Tratamientos que actúan en las propiedades físicas y químicas 50
4.2.2.2. Tratamientos de estabilización de la materia orgánica. 52
4.2.2.3. Tratamientos con producción de energía. 53
4.2.2.4. Tratamientos que actúan sobre el contenido de nutrientes (N/P) 54
4.2.2.5. Tratamientos que actúan sobre el contenido de agua. 55
4.2.3. Aplicación de los purines 56
4.2.4. Caracterización de los purines porcinos 57
4.2.4.1. Sistemas para una caracterización rápida de las deyecciones. 59
4.3. Análisis del efecto económico del uso de deyecciones como fertilizante (Planes de mejora/coste económico de les deyecciones) 60
4.4. Centros de gestión. 62
5. Retos y oportunidades en la gestión de las deyecciones 62
6. Bibliografia 65

1. Sector ganadero y su intensificación

1.1. Sector ganadero y su intensificación en España

La producción de carne en España ha aumentado vente veces en los últimos 60, sobre todo en las producciones de porcino, bovino y aves. La producción de ovino y caprino no se ha mostrado este incremento. Este incremento ha venido ligado a una intensificación e industrialización de estas producciones desligando del sistema agrario.

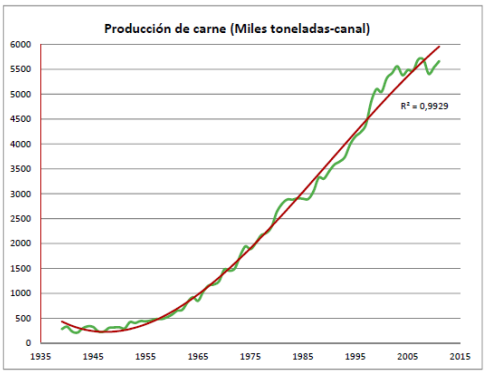


Figura 1.- Producción de carne (Miles toneladas-canales) (fuente: Olona,J., 2014)

La mejora de la eficiencia en la alimentación, junto con las mejoras sanitarias i manejo de las instalaciones ha propiciado este incremento. Actualmente, el 42% de la producción agraria española corresponde a la ganadería (INE, 2010). Este incremento ganadero no ha sido igual en toda España debido aspectos agroclimáticos, empresariales y culturales.

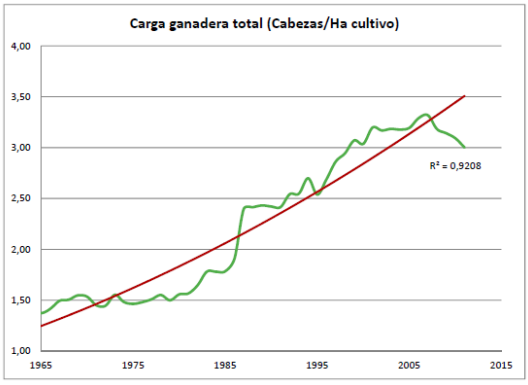


Figura 2.- Producción de carne (cabezas/Ha cultivo) (fuente: Olona,J., 2014)

La carga ganadera (cabezas/Ha cultivos) se ha doblado entre el 1967 y 2012, pasando de 1,5 a 3 cabezas/Ha de cultivo. Esta intensificación de la carga ganadera aún es mucho mayor en las provincias con una ganadería industrial.

La ganadería industrial porcina y avícola se localiza prioritariamente en el valle del Ebro (Aragón y Catalunya) y en la Región de Murcia y Valencia. Lleida, es la provincia con un mayor número de cabezas del sector ganadero en España en los dos últimos decenios.

En las provincias húmedas del norte, domina el ganado bovino de orientación láctea o mixta, frente al predominio del vacuno extensivo de carne y el porcino ibérico de las tierras adehesadas del oeste y suroeste peninsular.

Tabla 1.- Censo ganadero en unidades ganaderas (UG) en España segon tipo de ganadería y comunidades en el 2009 (Fuente: eleboración propia con datos INE, 2012)

Ganado por especies	Bovinos	Ovinos	Caprinos	Equinos	Porcinos	Aves	Conejas madres	Total	
	Unidades Ganaderas								%
Andalucía	402.443	211.894	87.758	85.267	524.371	256.808	408		
	26%	14%	6%	5%	33%	16%	0%	1.568.948	11%
Aragón	187.248	193.635	5.092	3.557	1.389.336	232.270	2.619		
	9%	10%	0%	0%	69%	12%	0%	2.013.757	14%
Asturias, Principado de	297.503	3.888	2.545	15.310	4.200	3.786	153		
	91%	1%	1%	5%	1%	1%	0%	327.386	2%
Balears, Illes	24.632	28.625	1.262	4.206	14.448	9.949	27		
	30%	34%	2%	5%	17%	12%	0%	83.148	1%
Canarias	12.276	6.195	22.164	1.402	12.548	30.972	242		
	14%	7%	26%	2%	15%	36%	0%	85.797	1%
Cantabria	217.858	5.263	1.719	20.790	902	2.535	227		
	87%	2%	1%	8%	0%	1%	0%	249.293	2%
Castilla y León	857.276	340.857	14.179	25.765	759.044	255.496	2.352		
	38%	15%	1%	1%	34%	11%	0%	2.254.969	15%
Castilla - La Mancha	242.626	258.023	37.616	9.046	336.163	299.644	1.481		
	20%	22%	3%	1%	28%	25%	0%	1.184.598	8%
Cataluña	323.646	60.008	7.175	15.482	1.698.124	627.140	6.701		
	12%	2%	0%	1%	62%	23%	0%	2.738.275	18%
Comunidad Valenciana	35.731	33.899	6.321	5.487	278.215	196.941	2.364		
	6%	6%	1%	1%	50%	35%	0%	558.960	4%
Extremadura	486.361	339.564	26.305	15.949	262.177	40.332	99		
	42%	29%	2%	1%	22%	3%	0%	1.170.786	8%
Galicia	761.979	18.605	3.513	16.048	264.777	205.842	3.345		
	60%	1%	0%	1%	21%	16%	0%	1.274.109	9%
Madrid, Comunidad de	66.595	8.644	1.761	4.118	6.973	31.778	13		
	56%	7%	1%	3%	6%	27%	0%	119.883	1%
Murcia, Región de	37.159	48.264	15.072	2.192	412.432	41.511	419		
	7%	9%	3%	0%	74%	7%	0%	557.049	4%
Navarra, Comunidad Foral de	79.592	60.038	749	11.474	155.981	52.501	473		
	22%	17%	0%	3%	43%	15%	0%	360.807	2%
País Vasco	100.871	27.217	2.155	15.404	4.330	21.413	599		
	59%	16%	1%	9%	3%	12%	0%	171.988	1%
Rioja, La	30.728	12.803	968	2.803	30.657	32.967	252		
	28%	12%	1%	3%	28%	30%	0%	111.179	1%
	4.164.527	**1.657.422**	**236.352**	**254.300**	**6.154.684**	**2.341.887**	**21.774**		
	28%	**11%**	**2%**	**2%**	**41%**	**16%**	**0%**	**14.830.946**	**100%**

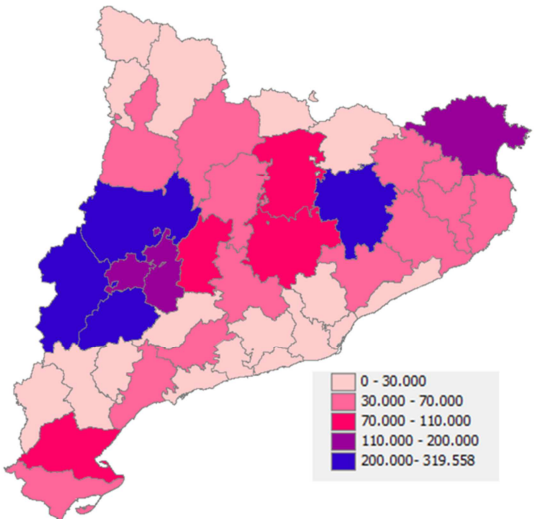
Cuando se analiza el censo ganadero español, se observa que el porcino tiene un mayor censo con más de 6 millones de Unidades Ganaderas (UG), seguido ya en mucha distancia con el bovino y las aves, 4 i 2,3 millones de UG. Estas tres producciones tienen el 85% del censo ganadero en UG.

A nivel de comunidad autonómica, hay 4 comunidades, Cataluña (18%), Castilla y León (15%), Aragón (14%) y Andalucía (11%), que concentran el 58% del censo ganadero español. La mayor parte del censo se concentra en el ganado porcino en Aragón (69%) y Catalunya (62%), cuando en Andalucía el porcino solamente representa el 33% y en Castilla y León el bovino sea la producción con mayor censo.

1.2. Sector ganadero y su intensificación en Cataluña

En Cataluña el sector ganadero tiene un papel estratégico muy importante ya que representa el 60 % de la Producción Final Agraria (PFA) y de él depende la viabilidad de otros sectores también importantes, como el de las industrias transformadoras y de la fabricación de piensos. Por otro lado, el desarrollo del sector ganadero ha sido el punto clave para estabilizar la población agraria en buena parte del territorio.

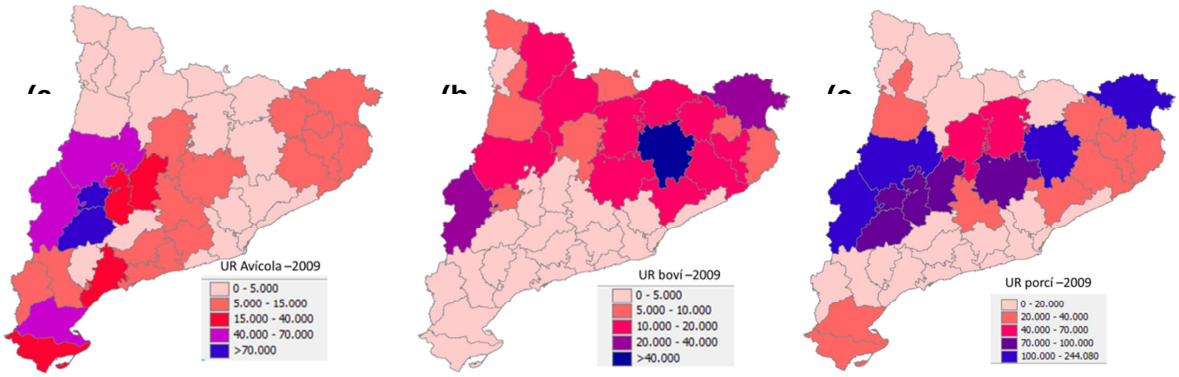
Las comarcas con una mayor intensidad ganadera son el Segrià (319.558 UR), la Noguera (309.846 UR), Osona (239.484 UR) y les Garrigues (205.791 UR). Junto con estas cuatro comarcas, la ganadería catalana se concentra en todo el eje transversal de Cataluña y en el Ebro. El litoral y el Pirineo son las zonas con una menor intensidad ganadera.



Font: Elaboración propia a partir de los datos de l'IDESCAT, 2010.

Figura 3. Concentración ganadera (UR) comarcal en Catalunya durante el año2009

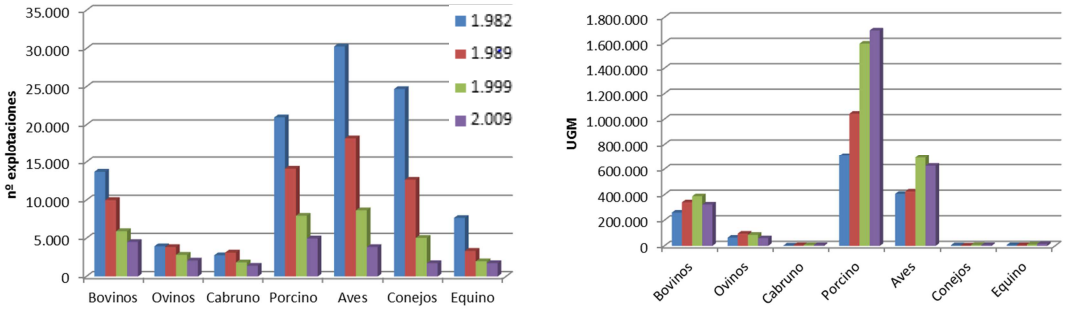
La actividad ganadera se encuentra muy distribuida por el territorio catalán, todo y que predomina en el ámbito de Ponent, que concentra el 47% de las cabezas de porcino y el 45% de las aves. En lo que se refiere a la evolución de los últimos diez años, hay que destacar el aumento de las cabezas de porcino en las comarcas de Ponent en 573.526 cabezas, principalmente en la Noguera y la Segarra y, en el caso del ámbito de las Comarcas Geronesas, en el Alt Empordà. Por contra, en las Comarcas Centrales, que ocupan el segundo lugar con más presencia de porcino, se aprecia una tendencia a la baja por el descenso en un 14,3% de las cabezas de porcino en la comarca de Osona.



Font: Elaboració pròpia a partir de les dades de l'enquesta ramadera de l'IDESCAT, 2010.

Figura 4. Distribución comarcal de censo animal (a) avícola, (b) bovino y (c) porcino en Catalunya durante el año 2009

En cuanto a las aves, ha habido un descenso en el número de cabezas del 14% para el conjunto de Catalunya y esta tendencia se ha trasladado a todos los ámbitos territoriales, excepto al Alt Pirineu y Aran. El Ámbito de Ponent, con casi 20 millones de cabezas, concentra la proporción más elevada de aves de Catalunya, y ha reducido un 8% los efectivos, mientras que en el resto de ámbitos el descenso del número de cabezas es más acusado.



Fuente: Elaboración propia a partir de les datos del IDESCAT, 2012.

Figura 5. Evolución del número de explotaciones ganaderas y censo de ganado en unidades ganaderas (UG) a Catalunya durante el período 1982 - 2009

En el caso del sector bovino, hay que destacar la reducción de los efectivos de bovinos que se ha hecho patente sobre todo en las principales comarcas productoras: el Segrià, que ha pasado de las 103.768 cabezas a las 59.113 en el 2009 (-43,0%) y Osona, que ha pasado de las 90.008 cabezas a 68.483 en el 2009 (-23,9%). Únicamente a los ámbitos de l'Alt Pirineu y Aran y del Camp de Tarragona se ha mantenido un comportamiento positivo.

Tabla 1. Evolución del número de explotaciones ganaderas y cabezas de ganado en Cataluña durante el período 1999 – 2009*

	Explotaciones			Censo			Censo/explotación		
	2009	1999	% evolución	2009	1999	% evolución	2009	1999	% evolución
Bovinos	4.523	5.928	-23,7	544.135	690.852	-21,2	120,3	116,5	3,2
Ovinos	2.085	2.811	-25,8	600.082	870.366	-31,1	287,8	309,6	-7,0
Caprino	1.416	1.814	-21,9	71.748	72.162	-0,6	50,7	39,8	27,4
Porcino	4.983	7.914	-37,0	6.742.638	6.019.399	12,0	1.353,1	760,6	77,9
Equino	1.762	1.845	-4,5	19.352	14.295	35,4	11,0	7,7	41,8
Aves	3.871	8.356	-53,7	43.890.563	51.126.511	-14,2	11.338,3	6.118,5	85,3
Conejas reproductora	1.748	4.909	-64,4	335.054	397.270	-15,7	191,7	80,9	136,9

Font: IDESCAT. Encuesta sobre métodos de producción 2009 y censo agrario 1999. * Los datos están adaptados a la aplicación de la población investigada en 2009.

El sector porcino catalán ha experimentado, pues, una profunda transformación durante las últimas décadas. En los años cincuenta, la práctica totalidad de la producción se realizaba en el marco de la ganadería tradicional. El sistema de producción se caracterizaba por explotaciones familiares con bajo grado de desarrollo tecnológico. Durante los setenta se consolida un nuevo modelo de producción porcina con una mayor especialización de los diferentes agentes implicados y con la generalización de las fórmulas de integración como mecanismo fundamental de relación. La situación de competitividad que se genera, junto con la disminución del margen económico, requiere una modernización de las explotaciones e introducción de nuevas tecnologías. Esta especialización en el sector se refleja en la evolución de las explotaciones y en la dimensión productiva sufriendo en estos últimos 25 años una reducción elevada de explotaciones ganaderas y, aumentando el número de cabezas de ganado con el incremento, sobre todo de las cabezas de porcino y de aves. En definitiva, aumentan las explotaciones de gran capacidad.

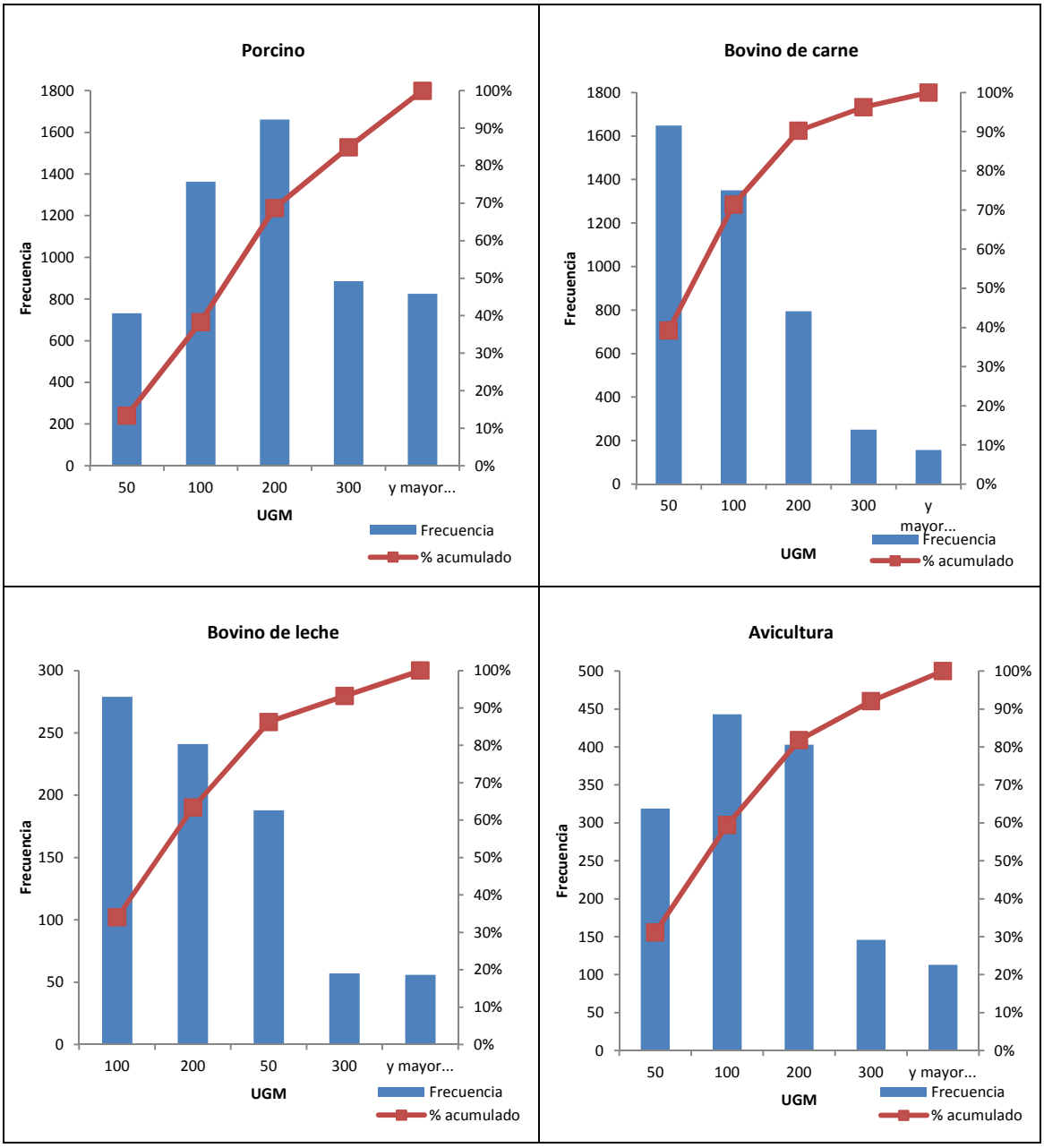


Figura 6.-Distribución según tamaño explotación (UGM) por tipo de producción (Porcino, Bovino de Carne, Bovino de leche y avicultura. (Fuente: DAAM, 2014)

El 69% de las granjas porcinas en Catalunya son mayores a 100 UGM de las cuales 825 explotaciones (9 %) son mayores de 300 UGM. Por lo contrario, la mayor cantidad de explotaciones de bovino de carne (71,4%) su tamaño es menor a 100 UGM.

El 44% de las explotaciones de bovino de leche y el 46% de las explotaciones avícolas son mayores de 100 UGM.

2. Sector porcino

2.1. Sector porcino en Europa y España

El sector porcino español es líder a nivel europeo y mundial. España es el cuarto productor mundial, únicamente superado por China, EEUU y Alemania, i a nivel Europeo, España es el segundo país a nivel de censo con el 20%, por detrás de Alemania y seguido de Francia.

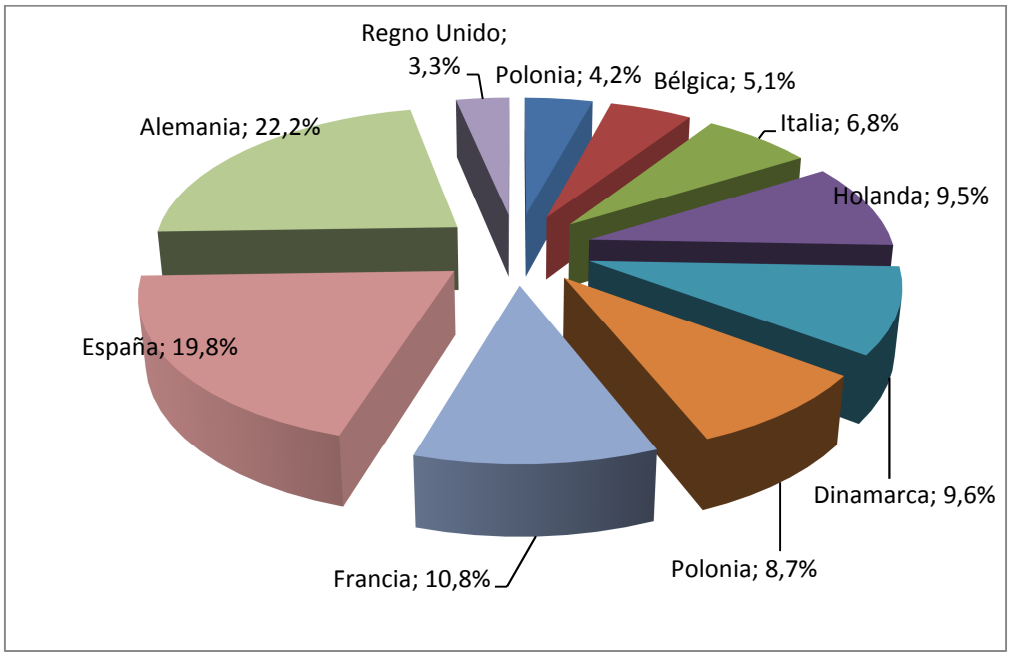


Figura 7.-Distribución del censo porcino en Europa por paises (Fuente: Eurostat, 2013).

El censo porcino español consta de 25.971.442 cabezas de las cuales unos 2,2 millones son de cerdo ibérico. Las comunidades con un mayor censo porcino son Catalunya (28%), Aragón (23%), Castilla y León (13%), Andalucía (8%) y Región de Murcia (7%).

La comunidad con un mayor número de reproductoras es Catalunya con (457.792 cabezas), seguido de Aragón y Catilla y León con 454.376 y 362.126 cabezas de reproductoras respectivamente. La producción de cerdos de engorde también se concentra en estas tres comunidades con el mismo orden de importancia.

En concreto, Catalunya, Aragón y Castilla y León producen el 64% de los cerdos de engorde, el 67% de lechones y tienen el 59% de las reproductoras de España.

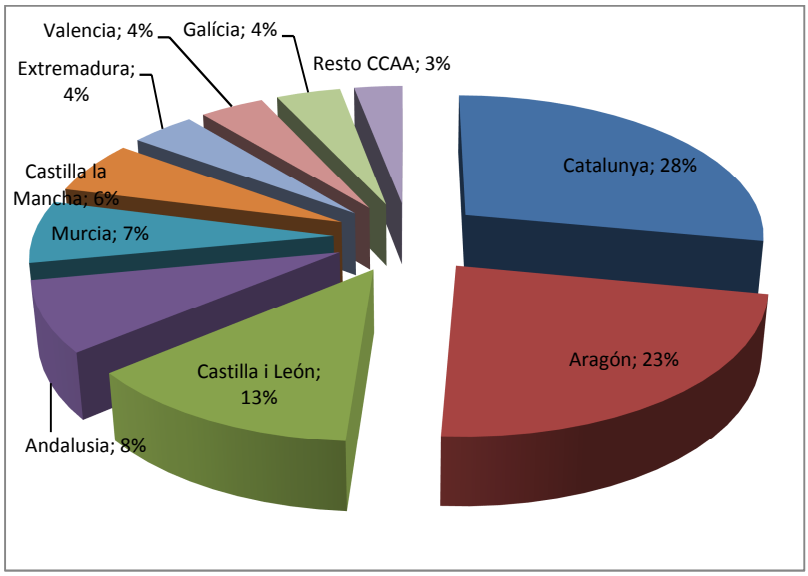


Figura 7.- Censo de porcino en España (25.161.080 cabezas) distribución entre comunidades en 2012. (Fuente: Observatorio Porcino 2013).

El número de cabezas porcinas ha incrementado por 5 des del 1960, pasando de 5 a 25 millones de cabezas en el 2010. A parte del incremento del censo porcino, la productividad (kg-canal/cabeza censada) ha pasado de 50 a 130 entre el 1962 i el 2012.

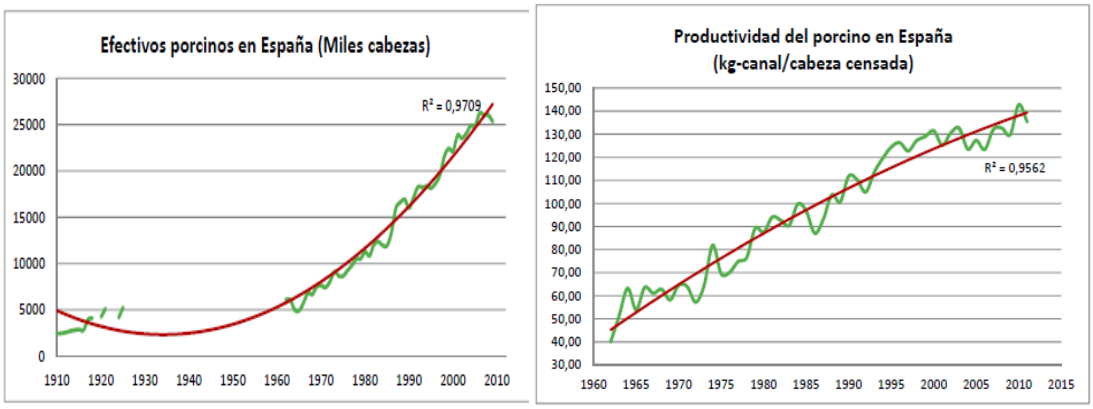


Figura 8.- Efectivos porcinos (Miles de cabezas) y productividad (kg-canal/cabeza censada) en España (fuente: Olona,J., 2014).

Tabla 2.- Censo de cerdos por tipo según Comunidad Autónoma (Fuente: Magrama, 2013)

	número de cabezas				
Comunidades Autónomas	Lechones	Cerdos entre 20-49kg	Engorde	Verracos	Reproductoras
ANDALUCIA	469.024	530.359	569.047	6.975	187.775
ARAGON	1.771.800	1.680.793	2.174.437	2.318	454.376
BALEARES	27.153	8.608	12.738	1.386	13.817
C. VALENCIANA	266.304	179.532	427.915	655	68.174
CANARIAS	19.971	13.335	24.613	501	8.682
CANTABRIA	957	226	527	50	503
CASTILLA LA MANCHA	450.355	230.354	410.273	1.453	157.402
CASTILLA LEON	1.058.491	563.151	1.318.452	5.211	362.126
CATALUÑA	1.889.548	1.667.635	2.569.171	2.964	497.792
EXTREMADURA	255.623	138.891	361.306	11.128	130.881
GALICIA	288.713	257.820	437.656	772	107.852
LA RIOJA	12.465	22.177	46.796	68	4.832
NAVARRA	125.611	43.711	236.562	387	70.472
P. DE ASTURIAS	3.723	3.102	5.585	160	1.939
PAIS VASCO	5.893	2.591	9.188	121	3.499
R. DE MURCIA	451.654	467.419	915.162	2.042	162.111
MADRID	5.757	2.210	3.756	67	2.847
Total general	**7.103.042**	**5.811.914**	**9.523.184**	**36.258**	**2.235.080**

En España hay 87.272 explotaciones porcinas, de las cuales, el 16% son extensivas, el 80% son intensivas y el resto (4%) son mixtas. Las comunidades con un mayor número de explotaciones extensivas son Andalucía, Extremadura y Castilla y León. Y las comunidades con una mayor proporción de explotaciones intensivas son Cataluña, Región de Murcia y Aragón.

Tabla 3.- Número de explotaciones de ganado porcino por sistema productivo en España: distribución por comunidades autónomas

Comunidad Autónoma	extensivo	intensivo	mixto	**total**
Andalucía	6.236	5.611	125	**11.981**
Aragón	6	3.784	1	**3.881**
Principado de Asturias	16	1.492	15	**1.569**
Illes Balears	608	1.539	434	**2.581**
Canarias	17	581	176	**777**
Cantabria	36	339	101	**559**
Castilla La Mancha	185	1.269	48	**1.627**
Castilla y León	1.079	8.244	338	**10.876**
Cataluña	14	6.094	11	**6.119**
Extremadura	5.485	8.858	5	**14.348**
Galicia	38	27.180	669	**28.140**
Madrid	16	91	11	**147**
Región de Murcia	2	1.599		**1.622**
Comunidad F. Navarra	16	1.417	11	**1.444**

Comunidad Autónoma	extensivo	intensivo	mixto	**total**
País Vasco	25	330	53	**408**
La Rioja	2	207	5	**220**
Comunidad Valenciana	2	929		**973**
ESPAÑA	13.783	69.564	2.003	**87.272**

Fuente: Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA), 2012

2.2. Sector porcino en Cataluña

El sector porcino representa el 57,4% de la producción total ganadera y el 34,3% de la producción agrícola catalana. El peso a nivel nacional es del 28% del censo y el 41% de la producción de carne (Observatori del Porcí, 2013)

En los últimos 15 años el censo de ganado porcino se ha incrementado en general. En la globalidad de Cataluña el censo ha aumentado un 33% respecto al año 1997. Si se analiza a nivel de sistema productivo, el incremento de reproductoras se ha estancado con un incremento del 3%, cuando el incremento de lechones y cerdos de engorde es del 49 i 32% respectivamente. Esto es debido a un incremento de la productividad de las granjas de cerdas y que en estos últimos años las granjas de cerdas se han tenido que adaptar a la Directiva de bienestar animal disminuyendo un número importante de granjas reproductoras, mayoritariamente granjas pequeñas.

Si se analiza a nivel provincial los censos del 2013, la provincia de Lleida concentra la mitad del censo de cerdos en Cataluña. En concreto, el 57% de cerdos de engorde, el 52% del censo de lechones y el 51% censo de reproductoras. La segunda provincia con una mayor producción es Barcelona, destacando las plazas de reproductoras, que representa el 31% de total de Catalunya.

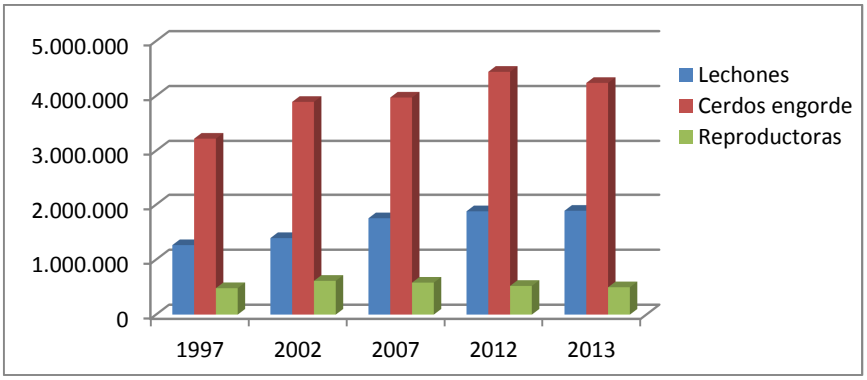


Figura 8.- Evolución del censo porcino en Catalunya (1997-2013). (Fuente: DAAM, 2013)

En estos últimos 15 años, el censo se ha estabilizado con excepción de la provincia de Lleida que ha incrementado drásticamente. En concreto, si se compara con el censo del 1997 el número de lechones se ha incrementado un 92%, el número de cerdos de

engorde se ha incrementado un 85% y el número de reproductoras se ha incrementado un 48%.

El tamaño de las explotaciones también se ha modificado en estos últimos años, con explotaciones más grandes y más especializadas. Actualmente, el 37% de las plazas de porcino están repartidas en únicamente 701 explotaciones, todo y que a la mayor parte de las explotaciones (76,1%) son inferiores a 2.500 plazas y mayores de 200 plazas con un número total de 4.846.622 plazas.

Tabla 4.- Nº de explotaciones de porcino agrupadas por tamaño en el 2012. (Fuente: DAAM, 2013)

Tamaño explotación	Nº explotaciones	Plazas	Nº explotaciones	Plazas
< 1 UR [1] (<2,5 places)	84	156	1,4%	0,002%
≥ 2,5 - 200	643	49.404	10,7%	0,6%
201 - 2.500	4.555	4.846.622	76,1%	62,4%
> 2.500	701	2.874.612	11,7%	37,0%
	5.983	7.770.794		

1UR: Unidades Ganaderas.

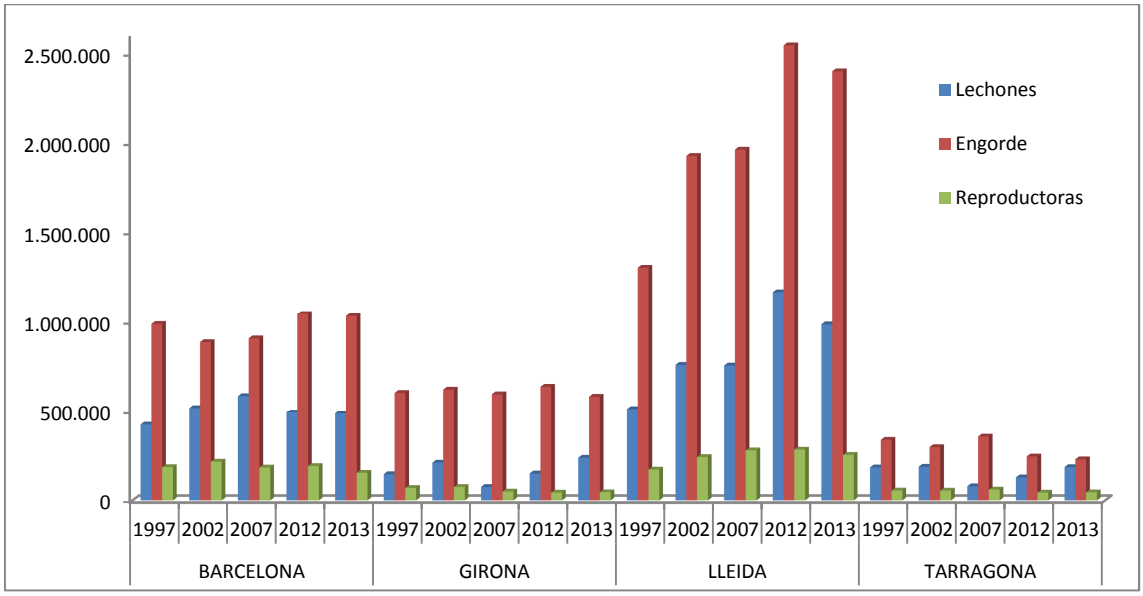


Figura 9.- Evolución del censo porcino en Catalunya por provincias entre 1997 y 2013. (Fuente: DAAM, 2013).

El régimen de propiedad de las explotaciones porcinas varía según si son granjas de reproductoras o de cebo. En el caso de las granjas de reproductoras, el 74,6% de las granjas es en propiedad, en cambio, en el cebo el 77,6% de las granjas están integradas.

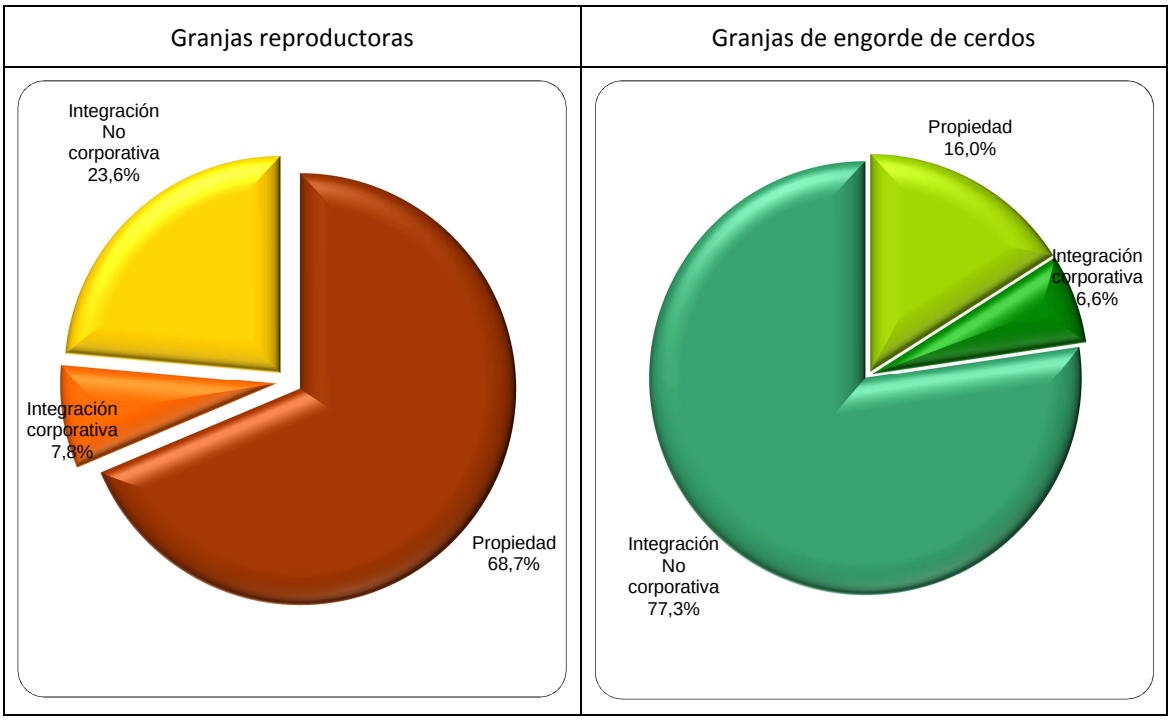
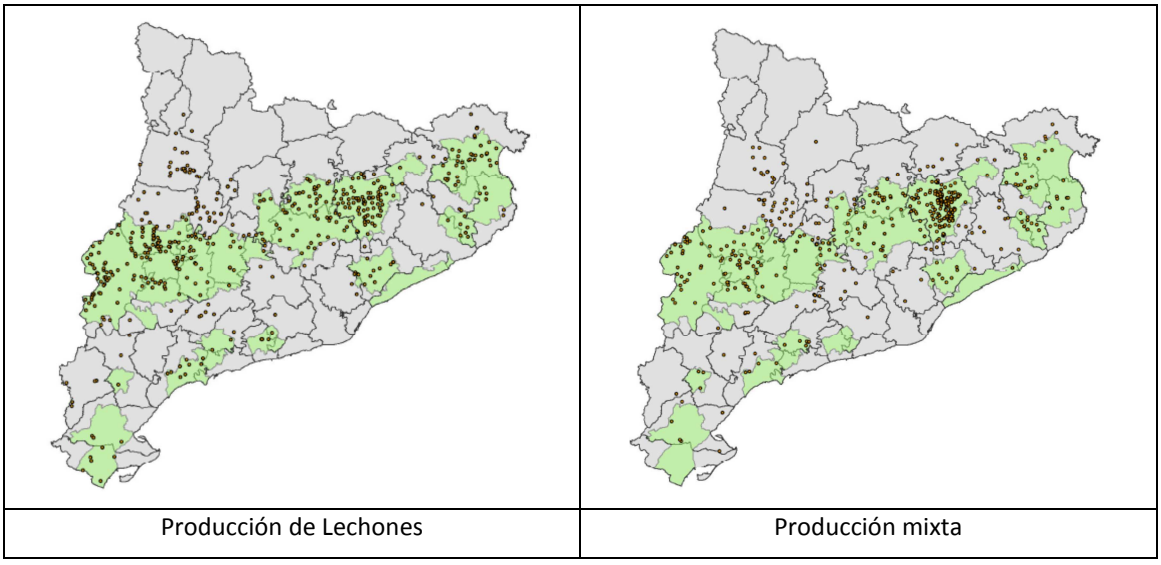


Figura 10.- Régimen de propiedad de las explotaciones porcinas (granjas de reproductoras, granjas de engorde). (Fuente: DAAM 2013)

La mayor parte de las explotaciones porcinas en Catalunya son de cebo, representando el 73% de las explotaciones. El 8% de las explotaciones son de producción de lechones, el 7% de las explotaciones son de producción mixta y el 6% de ciclo cerrado. Las explotaciones de transición solamente son un 3% y el resto de granjas son de multiplicación, selección y de distribución de material genético.

La mayor parte de las explotaciones porcinas se ubican alrededor del eje Transversal, con una mayor concentración en la plana de Lleida, Osona y l'Empordà.



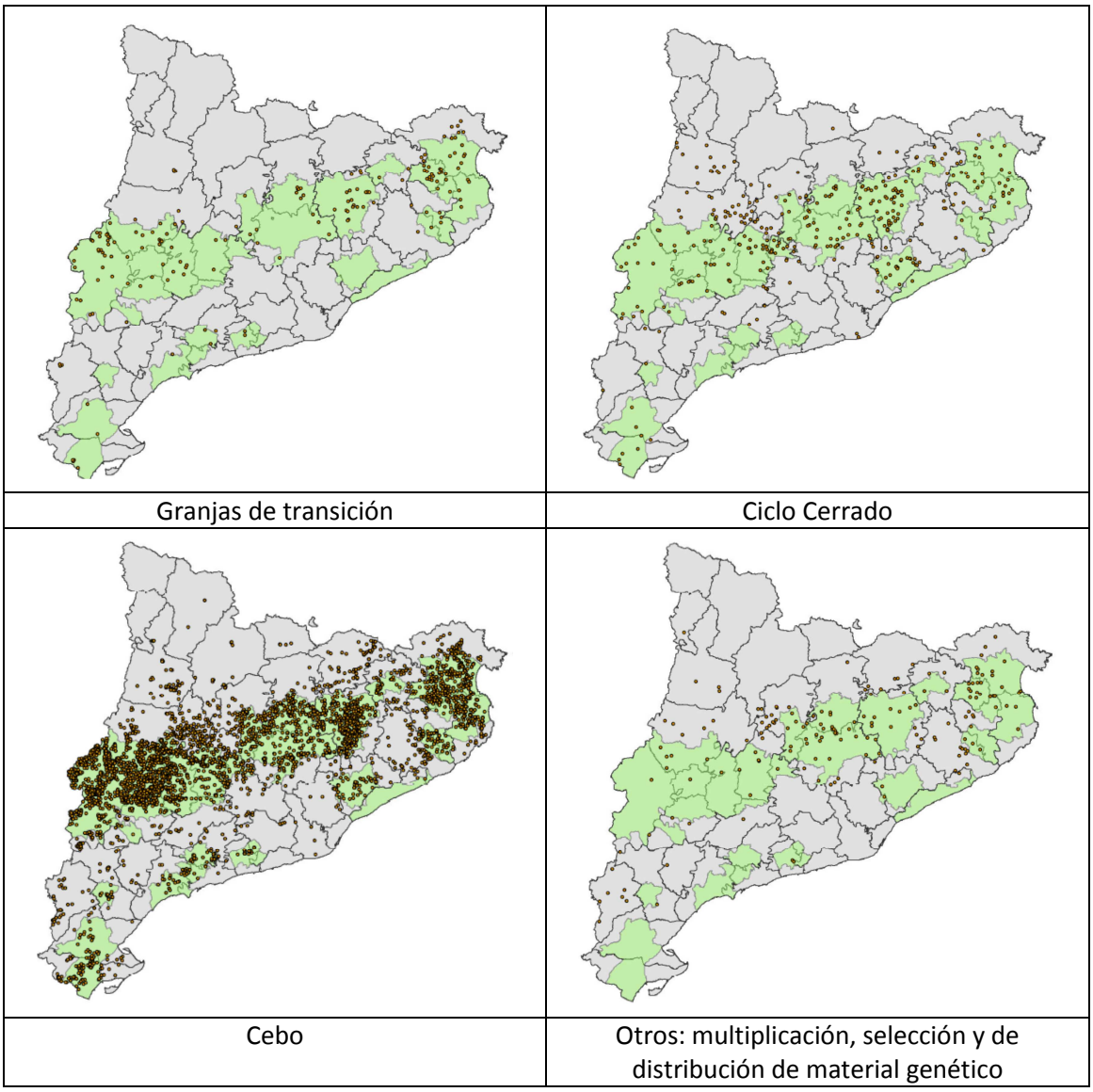


Figura 11.- Distribución de las explotaciones de porcino en Cataluña según tipología de producción (Fuente: DAAM, 2013)

*La superficie de color verde son zonas declaradas vulnerables por nitratos.

Las instalaciones de porcino se pueden clasificar según su producción en:

- instalaciones de gestación,
- instalaciones de lactación,
- alojamiento para la cría de lechones de transición,
- alojamientos para cerdos de engorde.

A partir de enero de 2013 todas las explotaciones ganaderas han tenido que adaptarse a las normas de bienestar descritas en el Real Decreto 1135/2002, de 31 de octubre relativo a las normas mínimas para la protección de cerdos (transposición de la Directiva 91/630/CEE). Este hecho ha obligado a incrementar la superficie útil por animal y en el caso de las plazas de gestación se prohíbe estar en jaulas entre las 4

semanas después de la cubrición y una semana después del parto. La gran mayoría de las instalaciones todas o parte del suelo es slat. Este sistema de slat permite el paso de las deyecciones y su recogida en una fosa interior subyacente.

3. Análisis de recursos (entradas/salidas)

El desarrollo de la ganadería intensiva durante las últimas décadas se ha basado en la implantación de profundos cambios en los sistemas de producción que han permitido satisfacer la demanda creciente de alimentos de origen animal a un precio accesible para toda la población, contribuyendo en este sentido de forma importante al desarrollo de la sociedad del bienestar. Al mismo tiempo, esta intensificación de la producción ganadera ha originado un aumento de la problemática medioambiental ligada a la actividad pecuaria en las zonas donde el crecimiento ha sido desordenado.

En España para producir carne se necesita una entrada de materias primas, cereales (energía) y leguminosas (proteína) principalmente, para poder alimentar al ganado intensivo. El hecho hace que España y Cataluña, como la principal autonomía, necesiten de la importación de estas materia primas, haciendo que el balance territorial de todos aquellos elementos que no aprovecha el 100% el sistema (N, P, K, Cu i Zn) acaben siendo un problema de gestión ambiental.

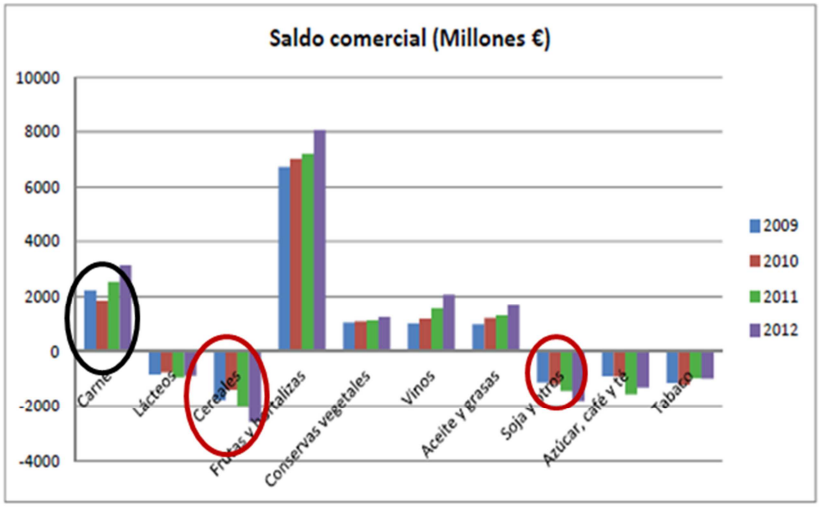


Figura 9.- Saldo comercial de las diferentes producciones agrarias en España des de 2009 al 2012 (Fuente: Olona, J., 2014)

La producción porcina es una de las principales presiones agrarias sobre el medio ambiente ya que se ha ido concentrando en explotaciones más grandes y más especializadas. Este hecho ha implicado una desvinculación del sector con la tierra llegando en zonas como Catalunya donde el censo de cerdos representa 28% del censo español pero la superficie agrícola útil de Catalunya solamente representa el 5%. Este hecho hace que para producir esta cantidad de cerdos se haya que importar una gran cantidad de nutrientes. Debido a que la eficiencia en la alimentación no es

una relación 1 a 1, gran cantidad de estos nutrientes importados se tendrán que gestionar en forma de deyección y emisiones.

3.1. Inputs

3.1.1. Materias primas

La producción porcina necesita de una gran cantidad de materias primas para la producción de pienso. Los cereales y sus productos-subproductos representan el 65% del volumen de las materias primas usadas para la fabricación de pienso (Observatori del porcí, 2013), seguido de las oleaginosas que representan alrededor del 20%. Dentro del primer grupo, se encuentra el maíz, la cebada y el trigo. I del grupo de las oleaginosas se encuentra la colza y la soja con sus diferentes formatos.

Como se ha comentado anteriormente, la base agrícola en Catalunya solamente representa el 5% del territorio español cuando produce más de una cuarta parte de la producción porcina de España. Este hecho hace que haya una gran entrada de materias primas (Colza, Soja y Maíz, principalmente) procedente de otros territorios de la UE y de otros países exportadores como EEUU, Brasil y Argentina. Por otro lado, una parte de los cereales procede de otras comunidades de España.

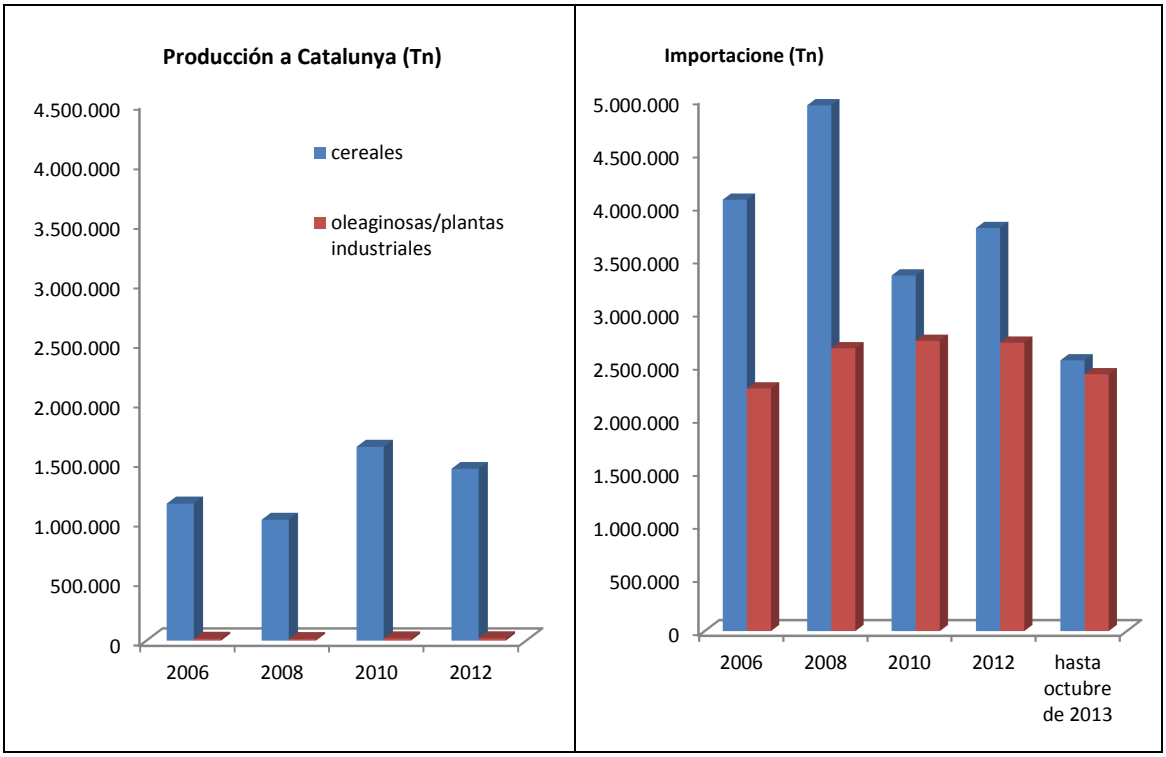


Figura 12.- Evolución de la producción e importación de materias primas (cereal y oleaginosas) en Catalunya entre el 2006 y 2012 (Fuente: DAAM, 2013)

España es netamente importadora de oleaginosas y sobretodo de grano y torta de soja. Más del ochenta por ciento de las importaciones fueron de soja. El punto de entrada de las oleaginosas son el puerto de Barcelona y Tarragona.

Las importaciones de haba de soja superaron los tres millones de toneladas (3.142.530t), fundamentalmente desde Brasil con más del 80% de las importaciones (2,5 millones de toneladas). Las importaciones de torta de soja fueron similares a la campaña anterior y se importaron 2.269.552 toneladas cuyo principal origen fue Argentina (más del 70%) y Brasil (25%). Las importaciones de torta de colza fueron de 618.916 toneladas, similares a la campaña anterior.

Tabla 5.- Importaciones realizadas en el año-2011/12 de oleaginosas

	Importaciones (t)	
	España	Importaciones
Colza	51.500	618.916
Soja	1.200	5.412.082
Girasol	619.000	692.956

Fuente: Magrama, 2014

3.1.2. Energía

El consumo energético en el sector porcino difiere mucho si se analiza el sistema en globalidad o si se analiza el consumo en la granja. A nivel de sistema, la distribución de las materias primas, del pienso y de los animales es donde se consume mayor energía fósil, mayoritariamente gasoil. La elaboración de los piensos en las fábricas de pienso y en los mataderos y salas de despiece también hay un elevado consumo energético en forma de electricidad y energía fósil (Gas). Finalmente a nivel de granja, en las condiciones de mediterráneas, el consume energético se genera principalmente en las granjas de madres (sala de parideras) y en las granjas o salas de transición, debido a las necesidades de calor de los cerdos en las primeras fases de vida.

A nivel de granja, en la elaboración del Plan de la energía en el horizonte 2010 en Cataluña (2000) los datos que se utilizó para calcular el consumo energético fueron 23 KWh/plaza de cerdo de engorde y 349 KWh/plaza por plaza de cerda.

Por otra parte, en la guía de las Mejores Técnicas Disponibles (MTD) también facilita un rango de consumo energético a nivel de granja que oscila entre 27 y 42 kWh por plaza de cerdo de engorde y año, y entre 350 y 891 kWh por plaza de cerda. La diferencia de consumo energético entre una plaza de cerda y una de engorde se sitúa entre 13 y 15 veces mayor.

Taula 2.- Consumo energético (kWh/plaza y día; kWh/plaza y año) según estado productivo en el sector porcino.

	kWh/plaza y día		kWh/plaza y año	
	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
Ciclo cerrado (incluye la madre y el engorde)	2,1	4,69	766,5	1711,85
Cerda con lechones(0-6 kg)	0,96	2,44	350,4	890,6
Cerda de reposición	0,2	0,26	70	91
Lechones de 6 a 20 kg	0,11	0,55	33	165
Engorde (20-100 kg)	0,09	0,14	27	42

Fuente: MARM, 2006. Guía de MTD's del sector porcino.

El consumo energético por cerdo producido en Cataluña, a nivel de granja se sitúa en 49 kWh/año y cerdo producido, de los cuales el 16% es eléctrico (7,8 kWh/año i cerdo) y el resto (84%) es térmico (35,4 kWh/año i cerdo) (ICAEN, 2007). Las instalaciones donde se produce el consumo se sitúa en orden de mayor a menor en las parideras (47%), en el destete (33%), en el engorde (12%) y en la gestación (8%).

A nivel global, teniendo en cuenta toda la cadena productiva, hay un estudio de la eficiencia energética del sector cárnico y situación en Cataluña (2006) que fue elaborado por Ismael Muñoz del IRTA, donde muestra que el consumo energético por kg de carne producida en la granja es de 0,833 kWh/kg. Si consideras un peso final de 100 kg, el consumo por animal es de 83 kWh/animal. Estos datos se entiende que se tiene en cuenta toda la cadena productiva (cerda, lechones.)

Taula 3.- Consumo energético (kWh/kg; kWh/cerdo) según estado productivo en el sector porcino en Holanda.

	kWh/kg	Per cerdo engordado de 100 kg
Granja	0,833	83,3
Transporte	1,02	102
Procesamiento	3,388	338,8
	5,241	**524,1**

3.2. Outputs

3.2.1. Deyecciones

Las grandes concentraciones a nivel local o regional implican un alto riesgo para el medio ambiente debido a que la producción de estiércol no está equilibrada con la disponibilidad de la tierra y con las necesidades de los cultivos. Este desequilibrio crea

un superávit de nutrientes, gran parte de los cuales, tarde o temprano, se pierde en el agua (nitratos y fosfatos) y en el aire (amoniaco y óxidos de nitrógeno), si no se exportan fuera de la región.

El clima mayoritario en la península es el mediterráneo cuyas características le diferencian notablemente del clima continental centroeuropeo.

Las elevadas temperaturas del clima mediterráneo suponen una dificultad para el control de algunos procesos como la volatilización de los gases, por tanto el clima se constituye, en amplias zonas como un limitante del potencial de algunas de las técnicas y estrategias medioambientales.

Algunos de los principales problemas en amplias zonas son la erosión y la desertificación de los suelos, ligados en muchos casos a la falta de fertilidad debida principalmente a un déficit de materia orgánica. Por ello la valorización agrícola de estiércoles y purines se considera una actividad prioritaria

La utilización de abonos orgánicos en sustitución de los fertilizantes químicos, debido a su contenido en macro y micronutrientes, es una de las mejores alternativas tanto desde el punto de vista agronómico como medioambiental. Su sustitución permitirá reducir el consumo de materias primes y de combustibles no renovables utilizados en la fabricación de abonos nitrogenados de síntesis.

Con la capacidad ganadera actual, Cataluña tiene que gestionar alrededor de 15 millones de metros cúbicos de purín y 4,3 millones de toneladas de estiércol y gallinaza procedentes de las explotaciones ganaderas intensivas. Este valor se ha calculado a partir de los coeficientes de generación descritos en el Decreto 136/2009 y la capacidad de ganado del Sistema d'Informació Ramadera (SIR, 2011). Este volumen de deyecciones equivale a la gestión de 105.932 toneladas de nitrógeno (DAAM, 2012), de los cuales 54.000 toneladas provienen del purín porcino.

El volumen de purín se concentra principalmente en 10 comarcas. Las tres comarcas con una generación más elevada de purín son el Segrià, Osona y la Noguera, con más de un millón de metros cúbicos anuales cada una, y las otras siete presentan producciones de purines entre 350.000 y 550.000 m3/año, y son Bages, Pla d'Urgell, Urgell, Alt Empordà, la Segarra, les Garrigues i Berguedà.

Tabla 6. Cantidad de deyecciones y cantidad de nitrógeno procedente de la producción ganadera en Cataluña

Comarca	Capacidad de recepción	Generación (kg N)			m^3 de purín	Toneladas estiércol
		Total	Purín	estiércol		
Alt Camp	861.539	1.640.971	564.258	1.076.712	141.380	71.336
Alt Empordà	5.427.633	5.219.415	3.509.528	1.709.887	788.878	195.031
Alt Penedès	666.696	927.827	146.830	780.997	28.254	64.172

Comarca	Capacidad de recepción	Generación (kg N)			m^3 de purín	Toneladas estiércol
		Total	Purín	estiércol		
Alt Urgell	2.029.751	2.155.849	1.265.452	890.397	232.053	136.975
Alta Ribagorça	289.399	334.686	28.018	306.668	4.348	43.329
Anoia	4.437.760	1.667.062	992.261	674.801	235.080	61.859
Bages	3.958.188	4.637.726	3.021.034	1.616.692	734.200	179.498
Baix Camp	607.864	1.837.598	610.287	1.227.311	156.567	84.507
Baix Ebre	2.189.071	3.192.903	629.839	2.563.064	159.233	175.779
Baix Empordà	3.224.448	2.212.156	1.436.872	775.284	322.366	87.380
Baix Llobregat	587.119	351.896	87.224	264.673	16.841	30.861
Baix Penedès	240.451	488.243	232.241	256.002	64.037	19.815
Barcelonès	6.984	6.524	2.032	4.492	380	601
Berguedà	2.225.734	3.398.219	2.239.902	1.158.316	531.668	167.010
Cerdanya	1.677.043	1.070.507	500.161	570.346	85.893	100.382
Conca de Barberà	3.500.001	777.518	459.381	318.137	114.470	27.248
Garraf	118.642	109.141	8.931	100.210	1.407	11.651
Garrigues	1.825.065	4.083.177	2.671.125	1.412.052	627.296	132.707
Garrotxa	1.627.664	2.244.487	1.122.022	1.122.465	240.024	151.166
Gironès	2.057.335	2.302.244	1.532.050	770.194	332.637	94.919
Maresme	518.278	536.477	211.141	325.336	41.183	36.929
Montsià	3.164.091	2.212.728	1.194.490	1.018.238	287.502	67.889
Noguera	11.345.749	10.357.725	7.872.653	2.485.072	1.890.640	263.536
Osona	4.347.049	10.499.066	7.983.815	2.515.251	1.928.211	373.640
Pallars Jussà	3.336.079	1.926.989	1.117.981	809.009	290.287	98.452
Pallars Sobirà	1.093.974	678.118	124.881	553.237	21.479	86.094
Pla de l'Estany	1.317.809	2.319.435	1.506.324	813.111	335.434	97.556
Pla d'Urgell	3.330.211	4.652.863	3.585.169	1.067.694	822.982	114.036
Priorat	210.739	314.853	80.461	234.391	18.809	14.170
Ribera d'Ebre	487.059	737.900	373.563	364.337	95.514	27.277
Ripollès	1.128.912	972.728	308.983	663.745	61.629	120.191
Segarra	7.273.271	3.863.925	2.364.734	1.499.191	575.085	125.489
Segrià	8.108.471	14.452.700	10.426.469	4.026.231	2.440.511	465.411
Selva	1.616.417	1.609.106	976.721	632.385	212.770	80.483
Solsonès	3.572.747	2.328.405	1.479.070	849.335	363.610	102.239
Tarragonès	414.524	508.449	96.160	412.289	20.683	31.236
Terra Alta	529.370	760.973	392.690	368.283	103.144	24.308
Urgell	5.585.488	4.558.998	3.249.924	1.309.074	767.415	118.834
Val d'Aran	339.087	115.292	1.842	113.450	229	17.055
Vallès Occidental	771.494	821.266	370.077	451.189	85.187	51.788
Vallès Oriental	1.436.862	3.045.431	1.548.179	1.497.252	329.077	188.062
Catalunya	**97.486.068**	**105.931.576**	**66.324.775**	**39.606.800**	**15.508.393**	**4.340.901**

Fuente: GESFER, 2009 con datos de capacidad del SIR, 2009.

El tipo de deyección que se genera en las explotaciones porcinas es el purín con un volumen estimado de alrededor de 1,65 m^3/plaza engorde y año y una generación de nitrógeno de 7,25 kg de nitrógeno/plaza de engorde y año. La generación de nitrógeno procedente del purín de las cerdas es de 15 kg N/plaza y año con un volumen de 5,1 m^3 /plaza y año.

La gestión actual de las deyecciones consiste mayoritariamente en su aplicación directa al campo como fertilizante, todo y que en algunas zonas de Cataluña esta gestión resulta muy costosa. Esto es debido a que, por un lado, las zonas con una elevada intensidad ganadera se encuentran muy alejadas de las tierras susceptibles de utilizar el purín como a fertilizante y, por otro, este purín está formado por un 95% de agua que también ha de ser transportada, aumentando los costes de fertilización.

Los estiércoles y la gallinaza tienen un mercado mucho más aceptado como fertilizante para sus propiedades agronómicas que el purín, dado que este último, produce emisiones de gases de efecto invernadero, contiene, como se ha dicho anteriormente, un gran volumen de agua y su gestión como fertilizante es mucho más complicada.

El nitrógeno generado estimado por cada tipo de ganado se presenta en la Tabla adjunta.

Tabla 7. Generación de nitrógeno estimada por cabeza de ganado.

Ganado	Nitrógeno estimado
Vacuno (de carne – leche)	51,10
Porcíno	8,5
Ovino y caprino	4,50
Équidos	63,80
Aves	0,50
Lagomorfos	4,30

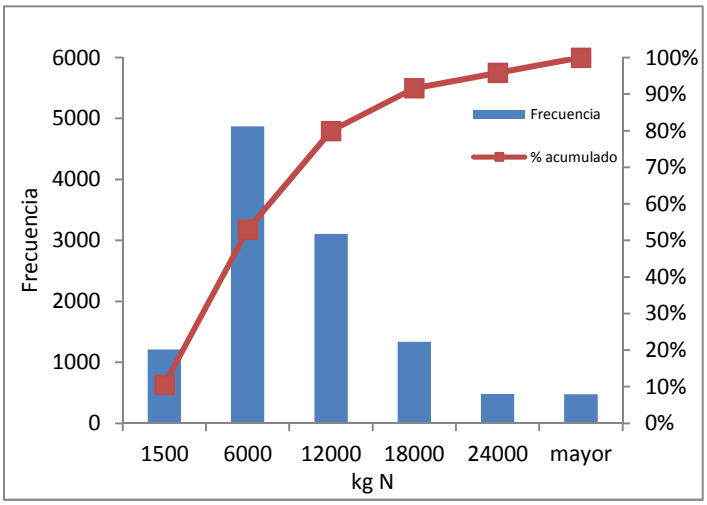
Fuente: DOGC núm. 2761 i BOE núm. 58

Cuando se analiza la generación de nitrógeno según el tamaño de la explotación, se observa que el 42,39% de las explotaciones ganaderas catalanas generan entre 6.000 y 12.000 kg de nitrógeno anuales, el 27,03% generan entre 12.000 y 18.000 kg N/año y el 11,67% producen entre 1500 y 6000 kg N/año y el 10,53%, menos de 1.500 kg N/año. El 8,37% restante genera más de 18.000 kg N/año.

Taula 8: Distribución del número de explotaciones ganaderas según la generación de nitrógeno procedente de las deyecciones.

Generación de nitrógeno (kg)	Frecuencia	%
100-1.500	1.210	10,53%
1.500-6.000	4.869	11.67%
6.000-12.000	3.105	42.39%
12.000-18.000	1.340	27.03%
18.000-24.000	484	4,21%
>24.000	478	4,16%

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos del Sistema de Información Ganadera (SIR, 2013) y de los coeficientes de nitrógeno descritos en el Decreto 136/2009.



Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema d'Informació Ramadera (SIR, (2013) y de los coeficientes de nitrógeno descritos en el Decret 136/2009.

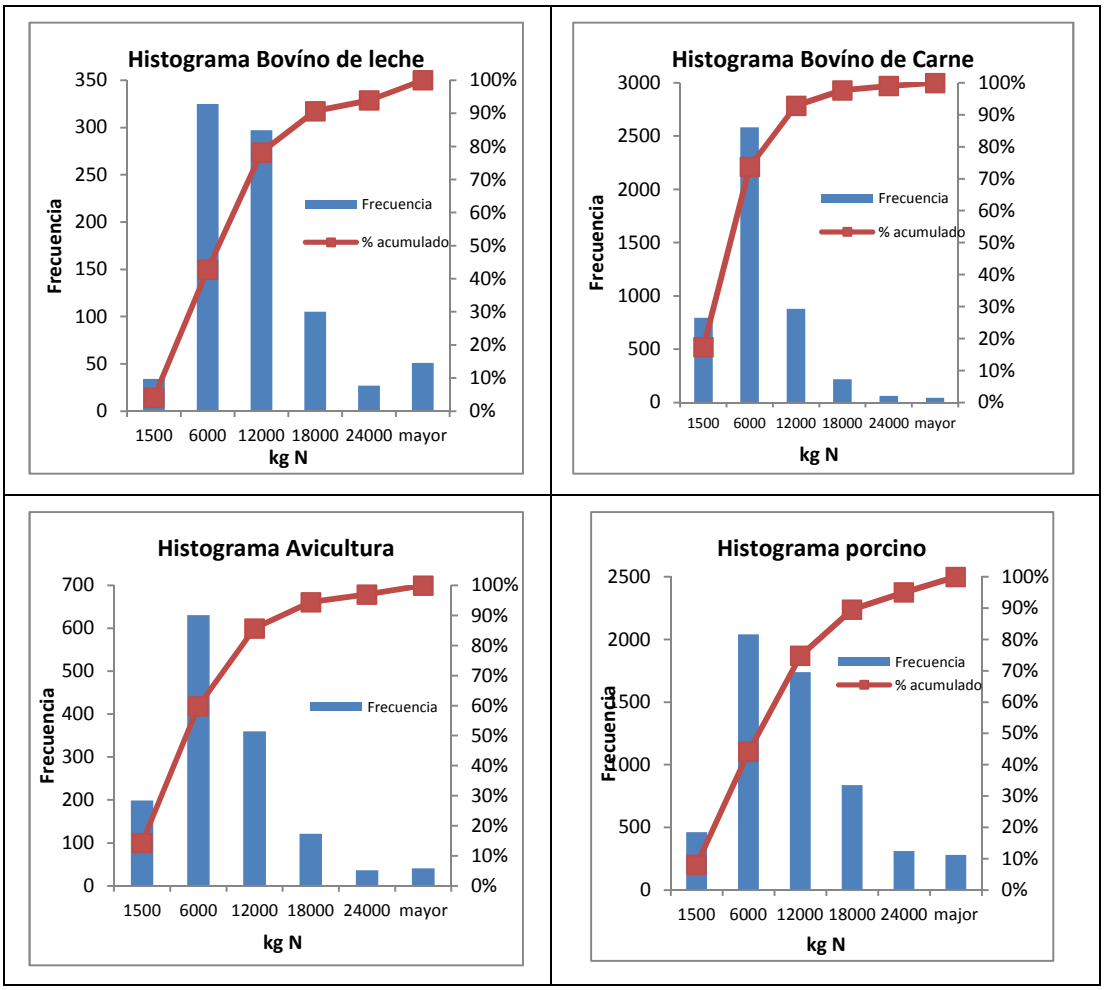
Figura 15. Frecuencia del número de las explotaciones ganaderas (bovino, porcino y aves) según el nitrógeno que generan (kg de N)

A nivel de tipo de explotación se observa que donde hay una proporción de explotaciones que generan más de 24.000 kg de nitrógeno según su estado productivo es el bovino de leche. En cambio donde hay una proporción mayor de explotaciones que generan más de 12.000 kg N anuales son las de porcino (25,2%), seguido de las explotaciones de vacuno de leche (21,8%) y de las explotaciones de producción de gallinas y pollos (14,3%). Por otra parte, solamente el 7,1% de las explotaciones de vacuno de carne generan más de 12.000 kg de nitrógeno.

Taula 9: Distribución del número de explotaciones ganaderas según la producción y generación de nitrógeno procedente de las deyecciones, por tipo de ganado

Generación de nitrógeno (kg)	Bovino de Leche		Bovino de carne		Gallinas y pollos		Porcino	
	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%	Frecuencia	%
100-1.500	34	4,05%	796	17,36%	199	14,34%	461	8,13%
1.500-6.000	325	38,74%	2583	56,35%	631	45,46%	2041	35,99%
6.000-12.000	297	35,40%	879	19,18%	360	25,94%	1740	30,68%
12.000-18.000	105	12,51%	219	4,78%	121	8,72%	836	14,74%
18.000-24.000	27	3,22%	63	1,37%	36	2,59%	312	5,50%
>24.000	51	6,08%	44	0,96%	41	2,95%	281	4,96%

Fuente: Elaboración propia a partir de datos del Sistema de Información Ganadera (SIR, (2013) y de los coeficientes de nitrógeno descritos en el Decret 136/2009.



Fuente: Elaboración propia partir de los datos del Sistema de Información Ganadera (SIR, (2013) y de los coeficientes de nitrógeno descritos en el Decret 136/2009.

Cuando se realiza el balance de nitrógeno a nivel municipal, teniendo en cuenta únicamente las deyecciones que se aplican al suelo como fertilizante, se observa que hay municipios con una dificultad de gestión de las deyecciones ganaderas. En la figura 13 se muestra la capacidad de recepción de nitrógeno de los diferentes municipios de Cataluña calculada a partir de los usos descritos en el SIGPAC del 2009 y de la capacidad legal de nitrógeno orgánico que se puede aplicar como fertilizante y descrito en el Decreto 136/2009.

En la zona de la plana de Lleida y el sur de Tarragona (Tierras del Ebro) se encuentran los municipios con una capacidad más grande de recepción de nitrógeno gracias a la superficie arable y el tipo de cultivo.

Por otro lado, en la Figura se muestra la capacidad de generación de nitrógeno procedente de la ganadería en Cataluña, que como ya se ha comentado, las zonas de la Plana de Lleida, la zona de Osona y la zona este de las Tierras del Ebro es donde se genera un mayor cantidad de nitrógeno en forma de deyecciones.

Figura 13. Capacidad de recepción de nitrógeno según superficie agrícola y uso (kg)

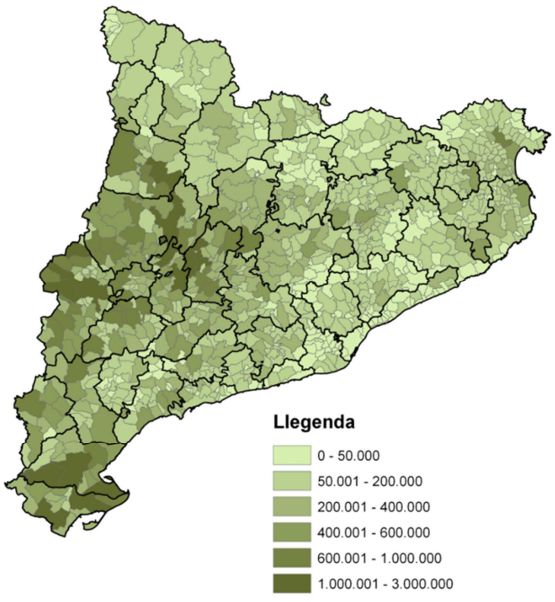
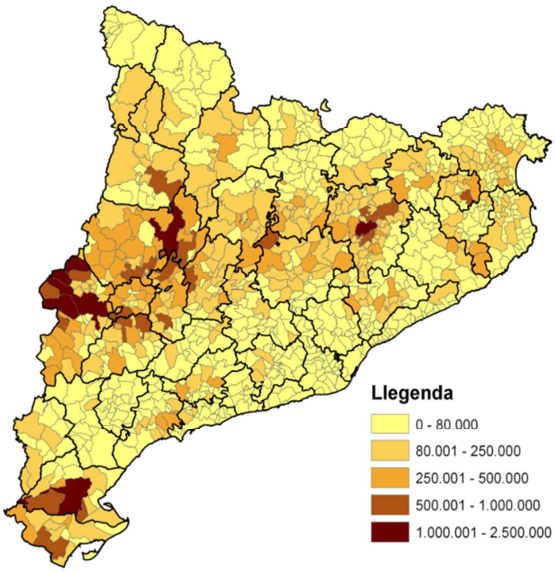


Figura 14. Generación de nitrógeno procedente de las deyecciones ganaderas por municipio (kg)



Fuente: Consorcio de Gestión de la Fertilización Agraria de Cataluña (GESFER), 2010.

Si solapamos el mapa de generación con el mapa de recepción podríamos observar que hay municipios con un balance positivo, es decir, que tienen excedentes de este subproducto. Esto implica que tienen dificultades en la gestión de las deyecciones ganaderas y es necesario buscar alternativas de tratamiento. Estas zonas coinciden mayoritariamente con zonas con una fuerte intensidad de explotaciones porcinas. Las

comarcas con más municipios con dificultad de gestión son Osona, Vallès Oriental, Pla de l'Estany, Garrotxa, Pla d'Urgell, Segrià, Garrigues, Urgell y Baix Ebre.

Figura 16. Evolución del número de explotaciones ganaderas y censo de ganado en unidades ganaderas (UG) a Catalunya durante el periodo 1982 – 2009

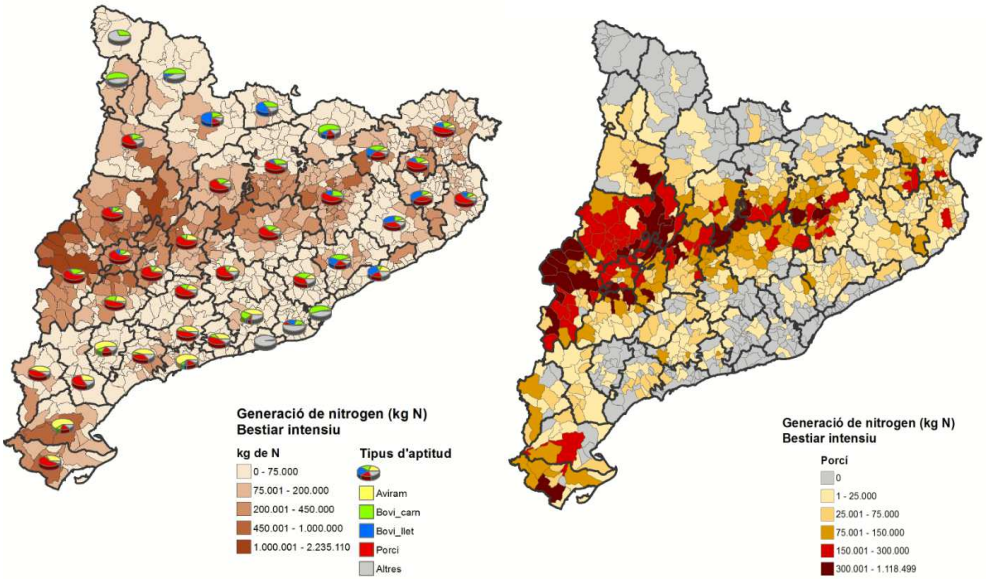


Figura 17. Balance de nitrógeno procedente de la ganadería sin tener en cuenta los tratamientos (kg)

Para facilitar la gestión es estas zonas de alta densidad ganadera, los Ministerios de Industria y Agricultura fomentaron la creación de planta centralizadas de tratamiento de purines con cogeneración asociada con el *Real decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración.*

En concreto, en Catalunya se instalaron 6 plantas que se encuentran en Osona y Les Garrigues (con dos instalaciones en cada comarca) y el Segrià y el Pla d'Urgell, con una planta cada una. La capacidad de tratamiento de las 6 plantas colectivas de tratamiento de purines es de 675.000 m^3, equivalente a 3.037 toneladas de nitrógeno

Actualmente debido el recorte de las primas eléctricas estas plantas son difícilmente viables, dificultando aún más la gestión en estas zonas de alta densidad ganadera.

En la comarca del Segriá se ha instalado una nueva planta colectiva de tratamiento de deyecciones ganaderas con una capacidad anual de 116.000 m^3 de purines porcinos más otros tipos de deyecciones (estiércol vacuno y gallinaza (31.000 t) y otros co-sustratos (lodos y/o residuos de industrias agroalimentarias). Tratará el purín de unas 136 granjas pertenecientes a la SAT Ganadera de Almenar del Porcino.

Los productos finales de la planta de tratamiento está constituido por agua para fertirrigar (100.000 m^3/año); fracción sólida destinado a la venta como subproducto para el compostaje (28.000 t/año); y fracción líquida para la producción de fertilizantes

orgánicos (13.700 m^3/año). La cantidad total de nitrógeno que tratará la planta se estima en 1.056 t/año.

La planta también produce biogás con una producción estimada de 6,7 millones de Nm^3 de biogás/año. Con esta producción se espera inyectar a la red eléctrica 23.380 MWh/año y por otra parte, se espera aprovechar la cantidad máxima de calor generado por los motores de cogeneración para los mismos procesos de la planta.

La tecnología de la planta de Almenar es parecida a los sistemas de tratamiento en Holanda (Proyecto de fertilizantes minerales autorizado por Decisión de la Comisión Europea) y en Alemania. Utiliza una serie de tecnologías (biodigestión, separación sólido-líquido, stripping y absorción, ultrafiltración y ósmosis inversa)

3.2.2. Cadáveres

Los animales que son baja en la explotación pueden suponer un riesgo de difusión de enfermedades. La retirada higiénica de los cadáveres y su correcta gestión constituye una medida efectiva para controlar, eliminar o reducir este riego hasta niveles aceptables. Por tanto es necesario tener en cuenta que:

- No se han trasladar animales muertos entre explotaciones ni compartir puntos de recogida.
- Transportarlos lo antes posible al punto de recogida, que no se descompongan dentro de las naves, de los corrales...
- Llevar a cabo medidas básicas de higiene y bioseguridad para transportar-los.
- Dejarlos dentro del punto de recogida tapados, que no estén a la vista y que no puedan acceder posibles vectores de enfermedades (animales salvajes, roedores, etc.)
- Avisar a la empresa de retirada de cadáveres correspondiente para que haga el servicio más rápido posible. Debemos poder identificar que cargamos en buenas condiciones. El titular de la explotación debe contratar un seguro de recogida de cadáveres a través de un agente de seguros o contratar la recogida con una empresa autorizada;

La recogida, el transporte y la destrucción de animales muertos en las explotaciones ganaderas de Cataluña se han organizado en los últimos años bajo la cobertura de Agroseguro. Esto ha permitido tener un sistema seguro y con plenas garantías sanitarias. Su financiación constaba de tres partes: el Sistema Nacional de Seguros Agrarios (ENESA), el Departament d'Agricultura y el mismo ganadero.

Durante el año 2013, ENESA decidió unilateralmente reducir sus aportaciones, en unas cuantías que en algunos casos suponían más del 90%. Este hecho provoca que el coste de algunas pólizas sufra incrementos del 600%, 700% o 800%, cosa que afecta especialmente al porcino y a las aves. Desde el primer momento, el

Departament d'Agricultura, a través de la Direcció General de Desenvolupament Rural, y en coordinación con la Dirección General d'Agricultura i Ramaderia, comienza a hacer gestiones con el Ministerio de Agricultura en Madrid y con el sector para intentar redireccionar esta situación y buscar alternativas, ya que era previsible que la mayoría de los ganaderos de porcino y avicultura, al no poder asumir estos gastos adicionales imprevistos, no asegurasen esta parte de su actividad, y que entrase, por tanto, en crisis todo el sistema, con las posibles consecuencias que se podían derivar de una mala gestión de estos residuos. Ante esta problemática, y después de diversas negociaciones, el Departamento ha presentado una alternativa: transitoriamente, y para dar salida a este ejercicio, todas las partes implicadas harán un esfuerzo responsable y habrá un reparto diferente de los costes de estos servicios.

3.2.3. Residuos sanitarios

Todas las explotaciones porcinas deben disponer de un contrato con una empresa que gestione los residuos de medicamentos y productos zoosanitarios (residuos especiales ganaderos). En estas explotaciones, los envases y los restos de medicamentos, biocidas, desinfectantes, productos zoosanitarios y cualquier otro material con contaminación biológica, se almacenan en un contenedor aparte ya que son residuos especiales y han de ser incinerados en plantes de tratamiento autorizadas.

El titular de la explotación debe firmar un contrato con una empresa autorizada para la recogida de este tipo de material o bien con un centro de recogida y transferencia que se haga cargo de llevar los residuos especiales a una planta de incineración autorizada. Estos residuos, en la explotación se depositan en un contenedor exclusivo, rígido, estanco con cierre hermético y guardado bajo cubierto. Este contenedor debe estar identificado. Las prácticas correctas de esta gestión son:

- Tener el número de contenedores adecuado al volumen de residuos especiales que se generan y la frecuencia de recogida.
- Separa los residuos especiales del resto, no tirar otros desechos al contenedor de los residuos especiales.
- No dejar envases vacíos, ni medicamentos o productos zoosanitarios caducados fuera del contenedor.
- Mantener el contenedor en buen estado y tapado.
- Trasladar el contenedor al Centro de Recogida y Transferencia cuando esté lleno o bien avisar a la empresa de transporte autorizada con unos días de antelación, antes de que se llene del todo para que lo recojan.

El titular archiva los documentos de recogida y entrega de los contenedores de residuos especiales y los guarda durante 4 años.

4. Gestión de las deyecciones ganaderas

4.1. Gestión administrativa

4.1.1. Legislación

El aumento de la dimensión media de las explotaciones y la elevada concentración territorial de las mismas, ya hace augurar el impacto medioambiental generado. La directiva europea que incide más directamente sobre la problemática medioambiental generada por las explotaciones porcinas es la *Directiva 91/676 relativa a la protección de aguas de la contaminación por nitratos* utilizados en agricultura. También conocida como Directiva Nitratos.

La Directiva Nitratos establece limitaciones a la cantidad de nitrógeno de origen orgánico o mineral que puede ser incorporado a la superficie e introduce el concepto de zona vulnerable por contaminación de nitratos.

Esta directiva europea no se traslada a la legislación española hasta 1996 (*Real Decreto 2611/1996 sobre la protección de aguas contra la contaminación por nitratos procedentes de fuentes agrarias*) y 2000 (*Real Decreto 324/2000 de ordenación de explotaciones porcinas)*. En el Estado español, las Comunidades Autónomas también disponen de competencias en medioambiente. Dada la grave problemática ambiental generada por las explotaciones porcinas en Catalunya, el gobierno autonómico ha endurecido las normativas medioambientales sobre el sector. En este caso, resultan especialmente relevantes el *Decret 220/2001 de gestión de deyecciones ganaderas,* y su modificación mediante el *Decret 50/2005.* Este último además, permite a los Ayuntamientos fijar limitaciones más estrictas en la aplicación agrícola de las deyecciones que las establecidas por el propio decreto.

La piedra angular de todo este entramado legislativo es el Plan de Gestión de Deyecciones Ganaderas (PGDG). El PGDG es de obligado cumplimiento para las explotaciones ganaderas catalanas. En él deben establecerse la previsión anual de deyecciones e indicar los métodos utilizados para gestionar dichas deyecciones. Tal como hemos señalado, la forma habitual de gestión de los purines porcinos es su uso como fertilizante orgánico en la superficie agrícola.

Por consiguiente, en el Plan debe acreditarse la disponibilidad de tierras suficientes donde verter el purín.

El marco regulatorio que puede implicar las obligaciones en relación con la fertilización agrícola y manejo del estiércol del ganado en tres niveles: Europeo, nacional y regional.

4.1.1.1. Nivel europeo

- **Directiva 2010/75/UE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 24 de noviembre de 2010, sobre las emisiones industriales (prevención integrados de la contaminación y control) (Directiva DEI) (DOUE Nº 334, 17/12/2010).** Esta directiva integra la Directiva IPPC y seis directivas sectoriales en una única política sobre las emisiones industriales. La Directiva tiene por objeto establecer las normas de prevención y control integrado de la contaminación por actividades industriales. Establecer las normas para evitar o, cuando esto no sea posible, reduciendo las emisiones a la atmósfera, el agua y el suelo y evitar la generación de residuos con el fin de lograr un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto**.**

- **Reglamento (CE) no 1069/2009 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 21 de octubre de 2009, por el que se establecen las normas de salud aplicables a los subproductos animales y productos derivados no destinados para el consumo humano (DOUE L-2009-82155) y por el que deroga el Reglamento (CE) n ° 1774/2002 (Reglamento sobre subproductos a nimales) y Reglamento (UE) nº 142/2011 de la Comisión25 de febrero de 2011, por la que se establecen las disposiciones para la aplicación del Reglamento 1106/2009.** Estos dos reglamentos son el marco legal comunitario aplicable a productos de origen animal no destinados al consumo humano y productos lácteos. La gestión de subproductos de origen animal (SANDACH) desde el momento en que se generan hasta su uso final, explotación o destrucción está regulada para garantizar que durante el mismo no generará riesgos para la salud humana, salud animal o el medio ambiente y especialmente para garantizar la seguridad de la cadena alimenticia humana y animal.
- **Directiva 2006/118/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 12 de diciembre de 2006, relativa a la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro (DOUE Nº 372, 27/12/2006).** La Directiva establece medidas específicas para prevenir y controlar la contaminación de las aguas subterráneas, en particulares criterios para evaluar el buen estado químico de las aguas subterráneas y los criterios para la identificación y reversión de tendencias significativas y levanté a mayor y para la definición de puntos de partida para cambios de tendencia. Al mismo tiempo, la Directiva completa las disposiciones de la Directiva 2000/60/CE para prevenir o limitar entradas de contaminantes en las aguas subterráneas y evitar el deterioro de la situación de todos los cuerpos de agua.
- **Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, que establece un marco comunitario para la acción en el campo de la política del agua (Directiva marco del agua) (96-327, 22/12/2000) y sus modificaciones.** El objeto de la presente Directiva es establecer que un marco para la protección de la superficie de las aguas, aguas de transición, costeras, continental y el suelo para evitar el deterioro de las aguas, para proteger y mejorar los ecosistemas acuáticos, para promover el uso sostenible del agua, para reducir los vertidos y emisiones de sustancias peligrosas, entre otros. Con respecto a la contaminación del agua por nitratos, esta Directiva adopta las disposiciones de la Directiva de los nitratos.
- **Directiva 2000/60/CE del Parlamento Europeo y del Consejo, de 23 de octubre de 2000, que establece un marco comunitario para la acción en el campo de la política del agua (Directiva marco del agua) (96-327, 22/12/2000) y sus modificaciones**. El objeto de la presente Directiva es establecer que un marco para la protección de la superficie de las aguas, aguas de transición, costeras, continental y el suelo para evitar el deterioro de las aguas, para proteger y mejorar los ecosistemas acuáticos, para promover el uso sostenible del agua, para reducir los vertidos y emisiones de sustancias peligrosas, entre otros. Con respecto a la contaminación del agua por nitratos, esta Directiva adopta las disposiciones de la Directiva de los nitratos.
- **Directiva 91/676/CEE, del Consejo, de 12 de diciembre, relativa a la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola (Directiva sobre nitratos) (96-375, 31/12/1991).** Es la política más importante relacionada con la contaminación de las aguas por nitratos. Esta directiva representa un estado regulador despliegue y catalán y conlleva la obligación para los Estados miembros identificar las áreas vulnerables afectadas

por la contaminación por nitratos de fuentes agrícolas y la designación como zonas vulnerables de las superficies de drenaje que produce la contaminación por nitratos, así como el establecimiento de programas de acción para estas áreas con el objetivo de minimizar los efectos de los nitratos en estas áreas.

Directiva 86/278/CE del Consejo, de 12 de junio, relativo a la protección del medio ambiente y en particular del suelo, el uso de las aguas residuales de lodos en la agricultura (DOUE núm. 181, 04/07/2186). La Directiva tiene por objeto regular el uso de lodos de depuradora en agricultura de tal manera que prevenir los efectos perjudiciales sobre el suelo, vegetación, animales y de seres humanos, al mismo tiempo que aumenta su uso.

4.1.1.2. Nivel estatal

- **Ley 16/2002, de 01 de julio de 2002 sobre control y prevención integrados de la contaminación (BOE nº 157, 07/02/2002).** Como la Directiva parcialmente transponer (Directiva 2010/75/UE) pretende evitar, o cuando no es posible, reducir y controlar la contaminación de la atmósfera, el agua y el suelo, mediante el establecimiento de un sistema de prevención y control integrado de la contaminación con el objetivo de alcanzar un alto nivel de protección del medio ambiente en su conjunto.
- **Real Decreto 1528/2012, de 8 de noviembre, por el que se establecen las normas aplicables a los subproductos animales y productos derivados no destinados al consumo humano (BOE Nº 277, 17/11/2012).** El objetivo de este Real Decreto es establecer las condiciones específicas de la aplicación del derecho comunitario sobre SANDACH (Reglamento (CE) 1069/2009 y el Reglamento (CE) 142/2011. Entre otras medidas define la distribución de responsabilidades entre los departamentos de la administración general del estado y las comunidades autónomas en relación con los SANDACH y crea la Comisión Nacional de subproductos de origen animal no destinados al consumo humano.
- **Real Decreto 486/2009, de 3 de abril, que establece los requisitos legales y buenas condiciones agrícolas y gestión ambiental que debe cumplir a los agricultores que reciban pagos directos en el marco de la política agrícola común (PAC), los beneficiarios de determinadas ayudas de desarrollo rural y los agricultores que reciben financiación de programas de apoyo a la reestructuración y reconversión y la prima por arranque del viñedo (BOE núm. 9417 de abril, 2009).** El real decreto establece los requisitos legales y buenas condiciones agrícolas y gestión ambiental que deben cumplir a los agricultores en sus anexos I y II.
- **Real Decreto 1514/2009, de 2 de octubre, por el que se regula la protección de las aguas subterráneas contra la contaminación y el deterioro (BOE núm. 255, 22/10/2009).** Este Real Decreto se pretende establecer los criterios y medidas concretas para prevenir y control de la contaminación de las aguas subterráneas, entre los que incluyen: a) los criterios y el procedimiento para evaluar el estado químico de las aguas subterráneas; b) criterios para determinar cualquier tendencia significativo y sostenido aumento de las concentraciones de contaminantes, grupos de contaminantes o indicadores de contaminación encontrado en cuerpos de aguas subterráneas y definir puntos de partida para las revocaciones de tendencia y; c) medidas destinadas a prevenir o limitar la entrada de contaminantes en las aguas subterráneas y prevenir el deterioro de la situación de todos los cuerpos de agua subterránea.

- **Real Decreto 479/2004, de 26 de marzo, que establece y regula el registro general de explotaciones (BOE núm. 89, 13/04/2004).** Tiene por objeto establecer y regular al general registro de operaciones de ganado y los datos necesarios para llevar a cabo la inscripción en este registro.
- **Real Decreto 324/2000, de 3 de marzo, por el que se establecen las reglas básicas de las granjas de cría de cerdos, modificado por el Real Decreto 4332/2000, de 29 de diciembre (BOE núm. 11, 01/12/2001).** Establece la normativa básica por la cual se regula la aplicación de medidas de planificación zootécnica de granjas de cría de cerdos que permitan un desarrollo de la actividad ganadera eficiente y correcta conforme a la legislación vigente en materia de higiene, salud y bienestar animal y la protección del medio ambiente y salud.
- **Real Decreto 261/1996, de 16 de febrero, sobre la protección de las aguas contra la contaminación producida por nitratos de origen agrícola (BOE núm. 61, 03/11/1996), que transpone la Directiva sobre nitratos (Directiva 91/676/CEE), tiene por objeto establecer las medidas necesarias para prevenir y corregir los continentales y las aguas costeras, la contaminación, causaron por los nitratos de origen agrario.** Como se mencionó en la sección anterior, debido a la Directiva sobre los nitratos y su transposición por medio de este Real Decreto, requiere que todos los Estados miembros identificar las áreas vulnerables afectadas por la contaminación por nitratos de origen agrícola y la designación como zonas vulnerables de las superficies de drenaje que produce la contaminación por nitratos así como el establecimiento de programas de acción para estas áreas con el objetivo de minimizar los efectos de los nitratos en estas áreas.

4.1.1.3. Nivel autonómico

- **Llei òmnibus Llei 10/2011 de simplificació i millorament de la regulació normativa** (DOGC núm. 6035, de 30/12/2011). Los puntos de esta ley que afectan el procesamiento del estiércol del ganado los planes de manejo son por un lado cambiar el tamaño de las fincas incluidas en cada régimen y por lo tanto, sus derechos y deberes y por el otro la disminución de la intensidad de intervención ambiental con la excepción de las granjas afectadas por la Directiva 2008/1.
- **Ordre AAR/506/2010, de 2 de novembre, per la qual s'estableixen els criteris per a l'aplicació dels nivells de reducció en l'excreció de nitrogen del bestiar porcí** a través del mejoramiento de los alimentos, con arreglo al Anexo 2 del Decreto 136/2009, de 1 de septiembre, aprobación del programa de acción aplicable a las zonas vulnerables en relación con la contaminación por nitratos de origen agrícola y ganadera de manejo del estiércol (DOGC núm. 5750, 11/08/2010).
- **Llei 20/2009, del 4 de desembre, de prevenció i control ambiental de les activitats** (DOGC núm. 5524, de 11/12/2009). Esta ley pretende establecer el sistema de actividades de intervención administrativa de impacto ambiental, que deberá tomar en consideración los efectos sobre el medio ambiente y las personas. Este sistema de intervención administrativa integra la evaluación de impacto ambiental de las actividades.
- **El Decret 136/2009, d'aprovació del programa d'actuació aplicable a les zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats que procedeixen de fonts agràries i de gestió de les dejeccions ramaderes** (DOGC núm. 5457, de 03/09/2009)**.** Además de aprobar el programa de acción aplicable señalado zonas vulnerables en Cataluña, tiene como objetivo regular el manejo del estiércol del ganado y otros fertilizantes en Cataluña y una refundición y adaptación del régimen

de gestión de estiércol de ganado establecido en el Decreto 220/2001, 1 de agosto, ganado manejo del estiércol, modificado por el Decreto 55/2005del 29 de marzo, por el cual desarrolla la ley 4/2004, de 1 de julio, regula el proceso de adaptación de las actividades existentes en la ley 3/1998, de 27 de febrero, la intervención integral de la administración ambiental y la modificación del Decreto 220/2001.

La designación de zonas vulnerables en Cataluña ha sido llevada a cabo por medio de:

- **Decreto 283/1998, de 21 de octubre, la designación de zonas vulnerables en relación con la contaminación por nitratos de origen agrícola (DOGC nº 2760, 11/06/1998).** Es la primera designación de los municipios de las zonas vulnerables con territorio en catalán y se desarrolla a través del Decreto 119/2001, de 2 de mayo, por el cual las medidas ambientales están aprobadas para la prevención y corrección de la contaminación de las aguas por nitratos (DOGC núm. 3390, 17/05/2001).
- **Decret 476/2004, de 28 de desembre, pel qual es designen noves zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats procedents de fonts agràries (DOGC núm. 4292, de 31/12/2004).**
- **Acord de GOV 128/2009, de 28 de juliol, de revisió i designació de noves zones vulnerables en relació amb la contaminació per nitrats procedents de fonts agràries. (DOGC núm. 5435, de 04/08/2009).**
- **Decret Legislatiu 1/2009, de 21 de juliol, pel qual s'aprova el text refós de la Llei reguladora dels residus**. El propósito de este decreto es obtener un alto nivel de protección del medio ambiente y proporcionar a los organismos públicos competentes por razón de la materia de los mecanismos de intervención y control necesaria para asegurar la gestión de los residuos que se lleva a cabo sin poner en peligro la salud de las personas, reducir el impacto ambiental: prevención de riesgos para el agua, aire, suelo, flora y fauna; eliminando las molestias por ruidos y olores; respetando el paisaje y los espacios naturales y, especialmente, las áreas protegidas; prevenir el abandono, dumping y descontrolada de eliminación de residuos como un todo, en general, y; alentadores, en ese orden, prevenir y reducir la producción de residuos y su peligrosidad, su reutilización, reciclado y otras formas de material de desecho.
- **Decret 50/2005, de 29 de març, pel qual es desplega la Llei 4/2004, d'1 de juliol, reguladora del procés d'adequació de les activitats existents a la Llei 3/1998, de 27 de febrer, i de modificació del Decret 220/2001, de gestió de les dejeccions ramaderes** (DOGC núm. 4353, de 31/03/2005). Este decreto tiene por objeto la implementación de la ley 4/2004, de 1 de julio, regula el proceso de adaptación de las actividades con impacto ambiental en la ley 3/1998, de 27 de febrero, la intervención integral de la administración ambiental (en lo sucesivo como ley 3/1998), conforme a las determinaciones establecidas en la ley 4/2004, de 1 de julio, regula el proceso de adaptación de las actividades de impacto ambiental en las disposiciones de la ley 3/1998 y al mismo mediante este decreto que modifica algunas disposiciones del Decreto 220/2001, 1 de agosto, ganado manejo del estiércol.
- **Llei 4/2004, d'1 de juliol, reguladora del procés d'adequació de les activitats reguladora de les activitats d'incidència ambiental al que estableix la Llei 3/1998, del 27 de febrer, de la intervenció integral de l'Administració ambiental** (DOGC núm. 4167, de 05/07/2004). Como su nombre lo indica, regula el proceso de adaptación de las actividades de impacto ambiental o que pueda afectar el medio ambiente, la salud y seguridad de las personas en las determinaciones de la

ley 3/1998 y también establece un procedimiento específico para garantizar la efectividad de este proceso de adaptación.

4.1.2. Situación en Catalunya de los Planes de gestión

Todas las explotaciones ganaderas en Cataluña deben disponer y aplicar un Plan de Gestión de Deyecciones Ganaderas para acreditar la correcta gestión de los mismos y además deben cumplimentar el Libro de Gestión de deyecciones ganaderas.

Los Planes de gestión de les deyecciones ganaderas el titular de la explotación junto con un técnico acuerdo con el modelo de la Dirección General competente en materia de agricultura y ganadería describe la generación de nitrógeno y volumen de purín según tipo de deyección, las instalaciones de manejo (fosas, balsas, estercoleros y/o sistemas de tratamiento) y la gestión del purín o del subproducto obtenido de una tratamiento previo. En el caso que la gestión posterior sea dentro el marco agrario como fertilizante, el titular de la explotación tendrá que acreditar las tierras donde se podrá aplicar, y en el caso que lo gestione un gestor, el titular tendrá que facilitar el contrato con el gestor. Los Planes de gestión pueden ser individuales (para una sola explotación) o conjuntos (en el caso de que diversas explotaciones gestionen las deyecciones de manera conjunta).

Los Libros de gestión deben contener los datos reflejados en el artículo 22.1 del Decret 136/2009. Deben de estar a disposición de las administraciones competentes y las anotaciones deben realizarse dentro de los 7 días siguientes a la realización de las acciones. Se deben conservar durante los cinco años posteriores a la data de la última anotación o del cese de la actividad.

Un Pla de gestión de les deyecciones ganaderas tiene una triple consideración:

- Es considerado como sistema de gestión válido a los efectos de cumplimiento de la normativa de regulación de las explotaciones ganaderas (Decret 61/1994, de 22 de febrero)
- Tiene también la consideración de sistema de gestión válido en cuanto a lo que dispone la Llei d'intervenció integral de l'administració ambiental. (Llei 3/1998, de 27 de febrero)
- Es un instrumento básico para alcanzar el cumplimiento de la Directiva Nitratos y otros requerimientos de legislaciones diversas (condicionalidad) para una correcta gestión de las deyecciones ganaderas.

El ganadero debe disponer de depósitos de capacidad suficiente y estancos para el almacenamiento de deyecciones, o, en su caso, disponer de la justificación de los sistemas de retirada de la explotación.

Las aplicaciones de deyecciones ganaderas y el resto de fertilizantes nitrogenados deben respetar, entre otros aspectos, las cantidades máximas de nitrógeno a aplicar, las épocas de aplicación agrícola, el método de aplicación de los fertilizantes nitrogenados y se tiene que tener en cuenta las condiciones particulares del terreno. Además, las aplicaciones deben respetar unas distancias y plazos máximos de incorporación de fertilizantes al suelo.

4.1.3 Situación de las plantas de tratamiento de los purines porcinos

A partir de principios del presente siglo, de forma pactada entre los Ministerios de Industria y Agricultura, se pusieron en marcha plantas centralizadas de tratamiento de purines con cogeneración asociada, para resolver problemas ambientales de la gestión de purines, en combinación con complejos y eficientes sistemas de gestión desarrollados por los propios ganaderos (*Real decreto 2818/1998, de 23 de diciembre, sobre producción de energía eléctrica por instalaciones abastecidas por recursos o fuentes de energía renovables, residuos y cogeneración)* Estas instalaciones se han implantado en zonas de elevada densidad porcina que se corresponden con zonas rurales, caracterizadas por la ausencia de otras alternativas de impulso económico y laboral. En la actualidad existen en España 29 plantas de tratamiento de purines con cogeneración asociada. Es incuestionable que estas centrales han dado un servicio insustituible al sector porcino y a la defensa del medio ambiente, sin embargo su continuidad depende de que se mantenga un régimen estable en la retribución eléctrica. La ley 15/2012, que implanta una nueva estructura fiscal para la producción eléctrica y para la generación con gas natural, supuso un duro revés para la viabilidad de las plantas y un enorme desequilibrio para las expectativas de rentabilidad razonable de los inversores que habían desarrollado tecnologías singulares, sin mayor expectativa de rentabilidad que la que producían las unidades autorizadas.

La capacidad de las 6 plantas colectivas de tratamiento de purines existentes en Cataluña es de 675.000 m^3, equivalente a 3.037 toneladas de nitrógeno[1] (un 5% del purín producido en Cataluña) de las cuales 3 tienen un tratamiento de biodigestión. La potencia asociada a estas 6 plantas es de a 91 MW, con una producción estimada de 732.800 MWh/año. Estas plantas eran económicamente viables gracias a las ayudas a la producción eléctrica que otorgaba el Real Decreto de cogeneración RD 2818/98, seguido por los RD 436/2004 y RD 661/2007.

Taula 10. Listado de las plantas de tratamiento de purines porcinos con cogeneración eléctrica en Cataluña

Nombre planta	Biodigestores	Año inauguración	Volumen gestionado (m^3)	Potencia (MW)	Producción eléctrica (MWh/any)[1]
DDP ALCARRAS (E-620.99)	No	1.999	115.000	14,64	117.120
DDP VOLTREGÀ (E-622.99)	No	1.999	115.000	14,64	117.120
TRACJUSA (E-771.02)	Si	2.001	110.000	16,34	130.752
DDP CORCÓ (E-818.03)	No	2.003	115.000	14,64	117.120
VAG (E-882.04)	Si	2.004	110.000	16,34	130.752
SAVA (E-1256.11)	Si	2.009	110.000	15	120.000

Fuente: Documento interno del DAAM, 2013. [1] La producción eléctrica se ha calculado teniendo en cuenta un régimen de explotación de 8.000 h/.

[1] *Se ha considerado una concentración de 4,5 kg de nitrógeno por metro cúbico.*

4.2. Alternativas actuales de gestión

4.2.1. Reducción en origen

Para llevar a cabo una buena gestión del purín en la explotación es necesaria, en primer lugar, tomar medidas preventivas, con el fin de disminuir el purín producido, reduciendo así la necesidad de aplicar medidas correctores más adelante.

Existen 3 motivos básicos por los que los ganaderos deben hacer hincapié en la reducción del volumen generado en su explotación:

1. Medioambiental: reducir las emisiones al medio es uno de los pilares del desarrollo sostenible (reducir, reciclar, reutilizar)
2. Económico: en la cuenta de gestos de una explotación la gestión de purín representan un coste fijo por m^3
3. Legislativo: explotaciones sometidas a autorización ambiental integrada (AAI) tienen la obligación de seguir las mejoras técnicas disponibles (MTD) en el control y reducción del volumen de purín producido en su explotación.

Las alternativas de reducción en origen que hay en la gestión de las deyecciones son dos:

- Reducción del volumen de deyección, que en el caso de los purines se enmarca dentro de la reducción y optimización del agua.
- Reducción de nutrientes y otros elementos contaminantes de los purines. En este caso básicamente hay dos estrategias, reducción y/o substitución de estos elementos en las dietas, o mejorar las eficiencias de digestión para que quedan retenidos al animal y no sean excretados.

4.2.1.1. Optimización del agua

El agua es el elemento de mayor consumo en la explotación imprescindible para la vida del animal, y es el factor que más contribuye a la variabilidad del volumen de purín generado en la explotación.

El agua se suministra de acuerdo con la normativa de bienestar animal (Real Decreto 348/2000), que dispone que todos los animales tengan en todo momento libre acceso al agua.

El equilibrio entre el consumo de agua y la pérdida de esta es influenciado por numerosos factores incluyendo el estado de salud, la composición de la dieta del cerdo y el medio ambiente. Por eso saber cuál es el consumo normal de agua en cerdos es difícil de saber, sirva como referencia que el consumo de agua en cerdos con libre acceso al alimento es aproximadamente de 2.2 a 3.0 la ingesta de éste.

Tabla 11. Consumo de agua medio de los animales (litros/plaza y día).

Plaza de ganado porcino	litros/plaza y día
Cerdo en ciclo cerrado	59,82-73,12
Cerda con lechones hasta destete (de 0 a 6 kg)	14,00-17,11
Cerda con lechones hasta 20 kg	20,97-25,63
Cerda de reposición	10,44-12,76
Lechón de 6 a 20 kg	2,70-3,30
Cerdo de 20 a 50 kg	5,40-6,60
Cerdo de cebo de 20 a 100 kg	7,47-9,13
Cerdo de 50 a 100 kg	10,80-13,80
Verraco	14,76-18,04

Fuente: Guía de Mejores Técnicas Disponibles del Sector Porcino, 2007

Todo y que la mayoría de explotaciones porcinas cada vez realizan un manejo más preciso del uso del agua, hay aspectos que se deberían mejorar ya que contribuyen a aumentar la cantidad de agua utilizada, generando, por tanto, un incremento del volumen de purines a gestionar en la explotación. La buena gestión del agua implica para el ganadero, a parte de una mejora en los rendimientos de producción, una disminución de emisiones y una reducción de costes.

El volumen de agua a gestionar proviene mayoritariamente del agua administrada a los animales, del agua de limpieza y del agua de refrigeración. El consumo de agua depende de diversos factores, que van desde los **ambientales** (temperatura, humedad y ventilación), los relacionados con las **instalaciones** y **manejo de los bebederos** (tipo, caudal, altura, inclinación, localización, equilibrio entre el número de bebederos y el número de cabezas), **tipos y forma de presentación de la alimentación**, entre muchos otros factores.

De acuerdo con las mejoras técnicas disponibles (MTD) se deben utilizar bebedero que reduzcan al máximo el desperdicio de agua.

- El empleo de bebederos tipo cazoleta reduce el consumo de agua en un 24% respecto a los bebederos de chupete. Esto supone reducciones de entre el 5 y el 14% del volumen de purín producido.
- El empleo de sistemas de tolva seco-húmeda o tolva holandesa para cerdos de cebo reduce el consumo de agua un 20% y entre un 4 y un 12% el volumen total de purín producido.

El suministro de agua tiene una incidencia sobre el crecimiento del animal, de ahí la importancia del flujo de agua en los bebederos, que tiene que ser suficiente para cubrir las necesidades de agua del cerdo, pero no debe sobrepasarse en exceso lo que conduciría a una utilización superior de agua. El caudal óptimo va a variar en función de la fase de producción.

Tabla 12. Caudal óptimo en función de la fase de producción.

ESTADO FISIOLÓGICO	Caudal (l/minuto)		
	CAZOLETA	CHUPETE	DUCHA
Lechones en maternidad	0.5	0.5	
Lechones en pre-cebo	1.0	0.5	
Cerdos en cebo	1.0	0.8	1.0
Cerdas gestación jaulas		1.5	1.5
Cerdas en grupo	3.0	1.5	
Cerdas en maternidad	3.0		3.0

Caudal óptimo de bebederos en función de la fase de producción (Abaigar et al.,2005)

La baja presión de salida del agua de bebida (de 0.8 a 2.0 Kg) permite un mayor accionamiento de los bebederos disminuyendo el volumen desperdiciado y las averías en el sistema

Sin embargo, no es sólo es importante el suministro adecuado de agua, sino también la calidad de ésta. Las variables en la calidad del agua incluyen: el contenido mineral y la presencia de microorganismos. El grado de contaminación por bacterias, se estima tradicionalmente midiendo la concentración de coliformes, que es un indicador de contaminación fecal y una fuente potencial de enfermedad. Las principales bacterias patógenas asociadas a la contaminación del agua incluyen: E. coli, Salmonella y Leptospira.

Se realizan una serie de pautas para conseguir una adecuada calidad en el agua de las granjas. Primeramente se debe controlar la calidad del agua de la captación, al menos es conveniente hacer controles regulares (calidad físico-químico-microbiológica). Es recomendable colocar filtros, a ser posible en suficiente número y tamaño, en aquellos lugares donde se acumule suciedad (antes de las bombas, a la salida de los depósitos, antes de los caudalímetros, etc) y además éstos deben limpiarse regularmente. Los filtros nunca se deben quitar, si se observa falta caudal, hay que colocar filtros más grandes. Finalmente, cada vez más, se hacen tratamientos del agua cumpliendo las siguientes premisas:

1) que la descontaminación sea rápida y eficaz,
2) que evite la recontaminación del agua en la granja,
3) que evite la proliferación de microorganismos en el tracto digestivo del animal,
4) que sea seguro para los animales, operarios e instalaciones y
5) que el manejo sea sencillo y de fácil mantenimiento.

Los productos recomendados son los peróxidos, el hipoclorito sódico y los ácidos orgánicos tamponados.

En la actualidad, cuando se construyen granjas nuevas como recomendación práctica de diseño de la granja se hacen varias líneas de conducción de agua, de limpieza, de bebida de agua normal, de bebida de agua medicada, para que pueda limpiarse bien después de la medicación sin interrumpir el suministro normal de agua y además medicar de forma independiente cada lote.

Según la guía de Mejoras Técnicas Disponibles del sector, el manejo del agua es uno de los puntos críticos dentro de las actividades que se llevan a cabo en los alojamientos. Reducir el consumo de agua es un ejercicio simple, sencillo y no excesivamente caro. En contrapartida, los beneficios van a ser mayores que el esfuerzo invertido en su control.

4.2.1.2. Reducción de nutrientes por alimentación.

4.2.1.2.1. Reducción en origen

En los últimos años las granjas se han adaptado a nuevas tecnologías que han permitido un manejo más eficiente de la alimentación con la consiguiente mejora en el índice de conversión. Consecuencia de ello ha sido también una mejor utilización del fósforo en la dieta mediante el empleo de fitasas y por tanto una disminución de excreción del mismo en las deyecciones. Estas fitasas también juegan un papel importante en la absorción de otros nutrientes.

La reducción y optimización de los nutrientes en la alimentación de los cerdos se puede realizar mediante diferentes estrategias que se pueden dividir en tres grandes grupos:

1. Disminuir el índice de conversión
    - 1.1- Disminuir el pienso malogrado
    - 1.2- Ingredientes más digestibles
    - 1.3- Aditivos (enzimas, promotores crecimiento...)

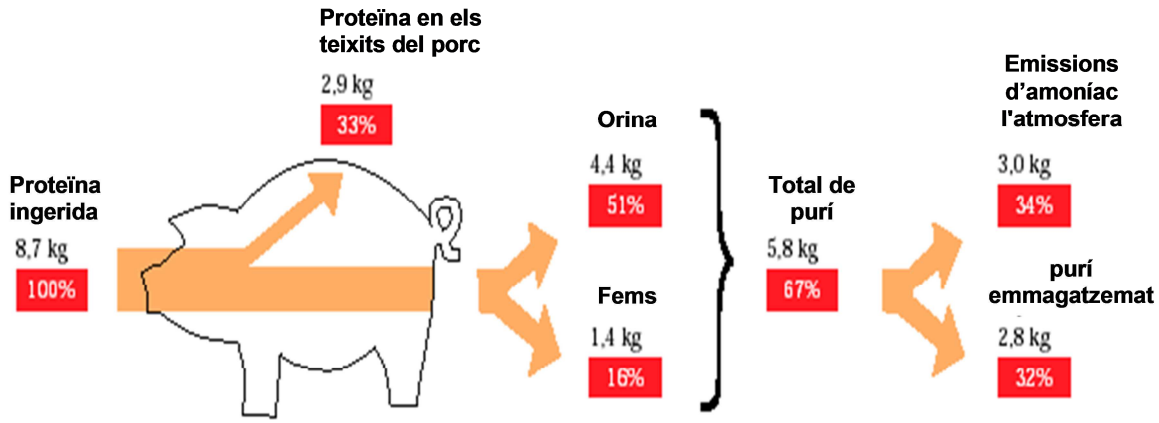
2. Reducir el contenido de proteína bruta (PB) del pienso mediante:
    - 2.1- Reducción del nitrógeno no proteico
    - 2.2- Mejorar el balance de la proteína
    - 2.3- Ingredientes con perfiles complementarios en aminoácidos
    - 2.4- Utilizar aminoácidos esenciales de síntesis como la Lisina (Lys), Treonina (Thr), Metionina (Met) i el Triptófano (Trp)

3. Adecuar las aportaciones de proteína a las necesidades de producción
    - 3.1- Alimentación por fases
    - 3.2- Alimentación líquida
    - 3.3- Robot de alimentación de precisión

En definitiva se trata de aumentar la eficiencia del nitrógeno en la alimentación de los animales.

4.2.1.2.2. Balance del nitrógeno en la alimentación porcina.

Los cerdos en crecimiento sólo utilizan entre el 30 y el 35% del nitrógeno y fósforo ingeridos diariamente (Babot,et al., 2004), todo y eso, gracias al avance del conocimiento en la nutrición del ganado porcino, la mejora de las tecnologías de producción y suministro del pienso hacen posible que, en los animales alimentados con dietas que tengan en cuenta las características de los animales y su estadio de desarrollo, la cantidad total de nitrógeno excretado se reduce.



Consum, utilització i pèrdues de proteïna en la producció d'un porc de 108 kg.

Figura 18.- Balance del nitrógeno (consumido, retenido y excretado) durante la producción de un cerdo de engorde de 108 kg de peso vivo La relativa contribución de la madre está también incluida.
Fuente: Dourmad i Sève, 1997

Como se puede comprobar en la figura 18, Dourmad i Sève, en 1997, ya observó que un cerdo de engorde solamente aprovecha el 33% del nitrógeno ingerido, eliminando el 67% restante. Del 67% del nitrógeno eliminado aproximadamente 3/4 partes se eliminan en forma de orina y ¼ parte en forma de excrementos. Esta baja eficiencia, junto con el coste de la gestión del nitrógeno de las deyecciones hace que sea muy importante maximizar la retención del nitrógeno aportado en alimentación.

Este hecho todavía es más importante en zonas con una alta densidad ganadera ya que el potencial de nitrógeno que puede absorber el suelo agrícola como a fertilizante puede ser inferior al nitrógeno generado. En estas zonas se produce un sobrecoste en la importación de nitrógeno en forma de alimento y en la posterior exportación de nitrógeno en forma deyección o como subproducto de algún tratamiento.

4.2.1.2.3. Estrategias de reducción de nitrógeno.

4.2.1.2.3.1 Disminuir el índice de conversión

a) Disminuir el pienso malogrado:

El primer paso para una reducción del volumen de nitrógeno del purín es disminuir el pienso malogrado de los comederos, ya que éste se introduce directamente a la fosa de purín implicando un incremento del nitrógeno a gestionar. El pienso que se tira en una explotación está alrededor del 5%, implicando un incremento del 7% del nitrógeno del purín a gestionar (Torrellardona, 2007).

Muy importante es la forma en que se presenta el pienso. Si la presentación es en granulo, las pérdidas son menores que en harina. Por otra parte, la adecuada dosificación de salida del pienso de los comederos, el tipo de comedero, las condiciones ambientales de la granja y el mantenimiento y revisión de las instalaciones evitaran que las pérdidas sean incluso mucho mayores.

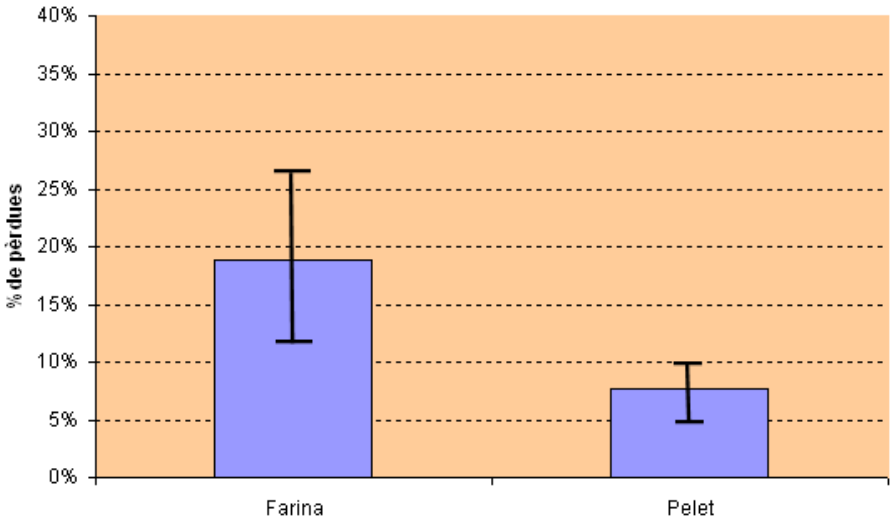


Figura 19.- Porcentaje de pérdidas de pienso según la forma de presentación (7 explotaciones la presentación del pienso era en harina y 3 en pelet). Fuente: Adaptado de Willis S., 2001

b) Incrementar la digestibilidad de la proteína bruta.

La mejora del 1% de la digestibilidad de la proteína bruta puede reducir la excreción de nitrógeno en un 1,4%. (Torrallardona, 2010). Por tanto, es muy recomendable el uso de materias primas de alta digestibilidad y ajustar las condiciones de procesado del pienso para que no exista una desnaturalización de la proteína.

c) Aditivos, enzimas y promotores del crecimiento.

El uso de aditivos, enzimas afectan de forma directa o indirecta en la generación de nitrógeno de las deyecciones ganaderas. El uso de aditivos y/o enzimas facilitan la

digestión de los alimentos, mejorando la biodisponibilidad y la absorción de estos. Para la absorción de la proteína, y por tanto el uso más eficiente del nitrógeno, la adicción de enzimas proteolíticas en la dieta puede hacer incrementar la digestibilidad de los aminoácidos (proteasas, endopeptidasas, exopeptidasas).

Por otra parte, en el caso de lechones la utilización de acidificantes (ácidos orgánicos o inorgánicos) ayudan a mejorar la digestibilidad.

No se ha de olvidar que el uso de todos aquellos aditivos que mejoran la ganancia media diaria de peso (GMP) y reducen los índices de conversión (IC) acostumbran a tener también un efecto en la disminución del nitrógeno.

4.2.1.2.3.2. Reducir el contenido de proteína bruta (PB) del pienso.

a) Reducción del Nitrógeno no proteico

En lo que se refiere al aprovechamiento del nitrógeno del pienso por parte del animal, en la actualidad hay muchos estudios con diferentes estrategias de reducción de nitrógeno para la alimentación. Para optimizar el aprovechamiento del nitrógeno, y por tanto, reducir la excreción de nutrientes se hace necesario una formulación más precisa con dietas con un nivel de proteína más digestible, mediante ingredientes de mayor digestibilidad, evitando el nitrógeno no proteico a las formulaciones y mejorando la digestibilidad mediante tratamientos en la preparación del pienso y la utilización de enzimas.

b) Mejorar el balance de la proteína

Las proteínas son secuencias de aminoácidos. Una vez ingeridas, son digeridas mediante enzimas que rompen los enlaces peptídicos liberando aminoácidos, que son absorbidos y utilizados en la síntesis proteica para el crecimiento y mantenimiento de las necesidades del animal. Este hecho hace que para ser más eficiente en la ayuda de las dietas en lo que se refiere al nitrógeno se hace necesario conocer las necesidades de aminoácidos de los animales en función del tipo genético y el potencial de crecimiento.

Los cerdos igual que el resto de animales pueden sintetizar algunos aminoácidos pero hay otros que no los pueden sintetizar o esta síntesis se hace a una velocidad más lenta. Estos aminoácidos tienen el nombre de aminoácidos esenciales y el número de estos aminoácidos puede variar según la fase productiva o fisiológica en que se encuentra el animal.

En concreto, los aminoácidos esenciales más importantes en la producción porcina son la Lisina (Lys), Treonina (Thr), Metionina (Met) y el Triptófano (Trp).

Torrallardona et al, 2003 ya demostró que el suministro de un mismo pienso durante los primeros 47 días del engorde, pero en diferentes concentraciones de proteína bruta (del 19 al 12% de PB) en cada lote estudiado, la disminución de nitrógeno excretado podía llegar al 41% sin afectar los índices productivos (ver tabla 1). La disminución de

la PB se realizaba disminuyendo el porcentaje de soja y complementando con cebada y aminoácidos esenciales.

Dietas más ajustadas en proteína, a parte de la disminución del contenido de nitrógeno de las deyecciones, favorecen la disminución de las emisiones de amoníaco, la excreción de nitrógeno en forma amoniacal, la reducción del pH, la disminución de la ingesta del agua y por tanto, la reducción del volumen de purín producido (Babot et al., 2008). Por otra parte, también hay una reducción de olores debido a la disminución de compuestos orgánicos volátiles y la reducción de emisiones de amoníaco. Ajinomoto describe el potencial de reducir un punto el porcentaje de proteína bruta del pienso.

LA REDUCCIÓN DE UN 1 % DE PROTEÍNA
Reducción de 10 % de nitrógeno excretado
Reducción de 10 % del contenido de amoníaco (NH3) del purín
Reducción de 0,14 unidades de pH
Reducción de 10 % de emisión de NH3 al aire
Reducción de 2 a 3 % de consumo de agua
Reducción de 3 a 5 % del volumen total de purín

Fuente: Ajinomonto, 2000 extraído de Areny J., 2010.

c) Ingredientes con perfiles complementarios en aminoácidos

Con el fin de reducir la contaminación ambiental, la formulación del pienso se tiene que realizar en base a la energía limpia para poder ofrecer la energía necesaria para el mantenimiento y crecimiento del animal y para las necesidades proteicas se tiene que formular según las necesidades de aminoácidos facilitando aminoácidos esenciales digestibles.

Formular dietas bajas de proteína con la adición de aminoácidos esenciales sintéticos ayuda a disminuir el contenido de nitrógeno a las deyecciones sin afectar los índices productivos. La reducción en la excreción de nitrógeno puede llegar a ser entre el 30 y 50 % en la fase de transición y hasta un 40 % en la fase de crecimiento y finalización (Babot et al., 2004).

d) Utilizar aminoácidos esenciales de síntesis como la Lisina (Lys), Treonina (Thr), Metionina (Met) i el Triptófano (Trp)

La disminución de proteína bruta (PB) al pienso en algunos casos debe ir acompañada de la adicción de aminoácidos sintéticos esenciales, como la Lisina (Lys), Treonina (Thr), Metionina (Met) y el Triptófano (Trp), para no limitar el crecimiento, y por tanto no afectar a los índices productivos.

Tabla 42.- Resultados de la disminución de proteína bruta (PB) en el pienso disminuyendo el porcentaje de soja y con el complemento de cebada y aminoácidos esenciales para cerdos de engorde de 20 a 56 kg.

	Peso Inicial	Peso Final	Índex productivos			Nitrógeno excretado (g N/día)
			Consumo (g/d)	Crecimiento. (g/d)	Índice de conversión (IC)	
T-1 (19%PB)	20.6	55.7 a	1634 a	748 a	2.18 a	26.1 a
T-2 (15%PB)	20.8	56.5 a	1655 a	759 a	2.18 a	18.8 b
T-3 (14%PB)	20.7	54.8 a	1552 ab	724 a	2.14 a	15.4 c
T-4 (12%PB)	20.8	50.9 b	1480 b	639 b	2.31 b	14.5 c

Las letras representan el nivel de significación Fuente: Torrallardona, et al 2003.

4.2.1.2.3.3. Adecuar las aportaciones de proteína a las necesidades de producción

Las necesidades de proteína bruta varía según su estado productivo. En concreto, en los cerdos de engorde, a medida que se va incrementando la edad, sus necesidades de proteína bruta al igual que los aminoácidos esenciales va disminuyendo (ver figura 20).

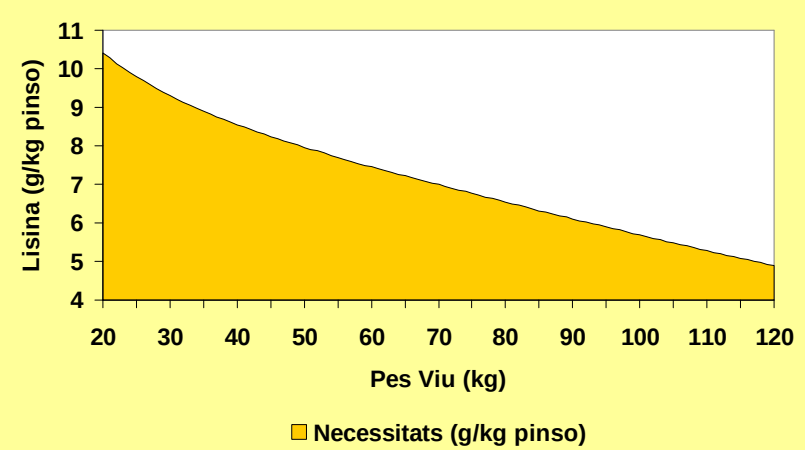


Figura 20.- Necesidades de lisina por kg de pienso de un cerdo de engorde (20-120 kg)

Fuente: Adaptación Torrallardona, 2007

Por tanto, el camino más eficaz para optimizar la ración de PB, es ajustar según las necesidades de los animales. Para alcanzar este objetivo, se pueden utilizar diferentes estrategias:

- ***Alimentación por fases:*** Suministrar varios piensos durante las diferentes fases del engorde, variando así el contenido de proteína según su necesidad fisiológica.

- Ventaja: La explotación porcina no tiene que cambiar el sistema de almacenamiento y distribución del pienso en la explotación.
- Problema: Logísticamente es complicado suministrar más de 4 piensos diferentes durante el engorde.

- ***Alimentación líquida***: Se realiza una pre-mezcla y/o pre cocción antes de suministrar el alimento húmedo a los comederos.
  - Ventaja: Incrementa la digestibilidad de los nutrientes, es más fácil ajustar las aportaciones de nutrientes a las necesidades de los cerdos (alimentación multifase)
  - Problema: Se tiene que adaptar la explotación al sistema de alimentación líquida.

- ***Robot de alimentación de precisión***: Mediante la identificación electrónica individualizada, se puede suministrar el alimento según las necesidades individuales de cada animal.
  - Ventaja: alimentación individualizada, se puede llegar a reducir los consumos de proteína y fósforo en un 25%, suponiendo una disminución del 35 al 45% del nitrógeno y fósforo del purín.
  - Problema: Tecnología no muy extendida.

a) Alimentación por fases

La alimentación por fases es el suministro de varios piensos durante las diferentes fases del engorde, variando así el contenido de proteína según su necesidad fisiológica y complementándose con aminoácidos esenciales si procede. Con la alimentación en fases se consigue un mayor equilibrio entre las necesidades y lo consumido durante todo el engorde.

Tabla 13.- Índices productivos, volumen de purín y balance de nitrógeno para tres diferentes dietas de cerdos de engorde con un contenido medio de proteína bruta (PB) del 17,55; 16,06 i 14,84 %.

PROGRAMA	Índices productivos		VOLUMEN PURNÍ m^3/cerdo	Balance de nitrógeno		
	CRECIMIENTO	ÍNDICE DE CONVERSIÓ		Kg. EXCRETADO	Kg. EXCRETADO (ANUAL)	% DE REDUCCIÓN DE N
PROTEÏNA 17,55%	**656 gr/día**	**2,56**	**0,296**	**3,70**	**3,70 (8,14 kg.)**	**3%**
PROTEÏNA 16,06%	**656 gr/día**	**2,49**	**0,267**	**3,07**	**3,07 (6,75 kg.)**	**20%**
PROTEÏNA 14,84%	**638 gr/día**	**2,59**	**0,248**	**2,87**	**2,87 (6,25 kg.)**	**25%**

* Respecto el valor del Decret 136/2009.

Fuente: Elaboración propia a partir de los datos de Nuri i Espadaler, SL 2010

Tabla 14.- Coste económico (€/cerdo) de las tres diferentes dietas de cerdo de engorde con un contenido medio de proteína bruta (PB) del 17,55; 16,06 i 14,84 %, teniendo en cuenta el precio de las materias primas del 2007, 2008, 2009 y 2010.

€/cerdo	Finales 2007	Finales 2008	Abril 2009	Mayo 2010
1) PB 17,55%	48,4	40,49	39,85	42,70
2) PB 16,06%	47,4	39,10	37,88	40,59
3) PB 14,84%	50,1	40,86	38,93	41,67
Dif 2)-1)	**-1,0**	**-1,39**	**-1,97**	**-2,11**
Dif 3)-1)	**+1,7**	**+0,37**	**-0,92**	**-1,03**

Font: Elaboración propia a partir de los datos de Nuri i Espadaler, SL 2010

En el caso de facilitar dietas más ajustadas en proteína bruta a las necesidades de los animales que implicara un incremento de coste, en la mayor parte de los casos, el balance económico global podría seguir siendo favorable, ya que el posible incremento de costes de la gestión de la alimentación podría quedar compensado con una disminución de los costes posteriores de gestión de las deyecciones por la reducción de nitrógeno a gestionar.

En el año 2004 se aprobó un acuerdo entre ASFAC (Asociación de Fabricantes de Piensos Compuestos), l'ACA (Agència Catalana de l'Aigua), l'ARC (Agencia de Residus de Catalunya) y el DAAM (Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural) en el cual se favorecía la reducción de generación de nitrógeno en el ganado porcino si se aplicaba una dieta baja en proteína bruta. En este acuerdo había tres niveles de reducción:

a) Un primer Nivel 1 con una reducción del 5% en la generación de nitrógeno en cerdos de engorde si se le suministraba tres piensos diferentes durante el período de engorde.

b) Un segundo nivel denominado Nivel 2 con una reducción del 12% que afectaba a todos los estados productivos (engorde y madres) con una alimentación de fases con unos máximos de proteína bruta

c) Un Nivel 3 con una reducción según la aprobada por el DAAM después que éste valide el estudio demostrativo de duración de un año y con un número significativo de granjas.

Este acuerdo se pudo transcribir posteriormente al **Decret 136/2009**, *d'aprovació del programa d'actuació aplicable a les zones vulnerables en relació amb la contaminació de nitrats que procedeixen de fonts agràries i de gestió de les dejeccions ramaderes*. Esto propició que la industria fabricante de pienso avanzase en la mejora de la nutrición, en las tecnologías y en el manejo de la alimentación del ganado porcino

En el año 2010 debido al avance del conocimiento en la nutrición del ganado porcino y la mejora de las tecnologías de producción y suministro del pienso, el Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (DAAM), modificó determinados criterios en relación a la aplicación de los niveles de reducción en la

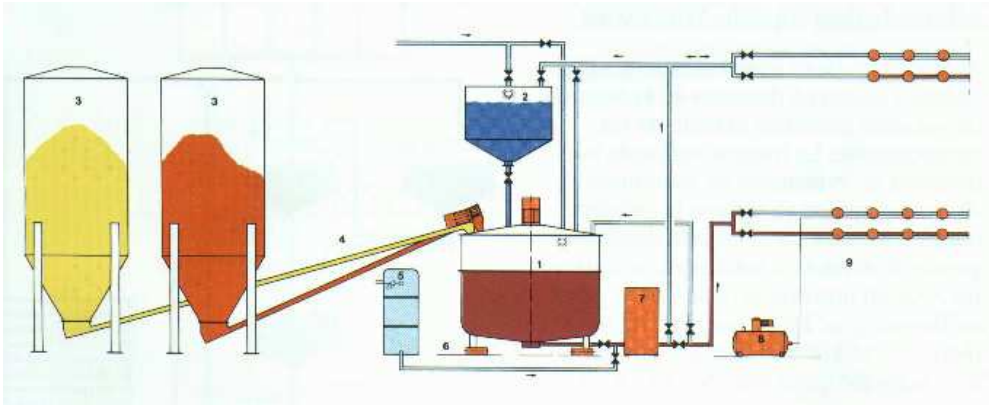
excreción de nitrógeno del ganado porcino mediante la mejora de la alimentación. El objetivo de la **Orden AAR/506/2010**.

Esta Orden, desarrolló el **nivel 3** de reducción de nitrógeno mediante la alimentación en ganado porcino, diferenciando dos subniveles en función del porcentaje de reducción a alcanzar. El **nivell 3a**, las reducciones se determinan mediante una metodología de cálculo sencilla, y es admisible para reducciones del 12% y hasta el 18% respecto a los valores de referencia. Y un **nivel3b,** que engloba las reducciones superiores al 18%, en el cual se debe presentar un estudio específico que demuestre que es alcanzable en condiciones de explotación comercial este nivel de reducción. Hasta abril de 2014 el DAAM también ha aprobado 101 dietas de porcino de cebo con una reducción de hasta el 18%. Estas dietas han sido presentadas por un total de 43 fabricantes de piensos.

En la actualidad, el Departamento de Agricultura está preparando una nueva Orden, en el cual se modificará el nivel 3 de reducción de nitrógeno gracias a la alimentación en la producción porcina. En concreto, se modificará el nivel 3a para cerdos de engorde hasta el 25% con la validación de un sistema de cálculo y el nivel 3b con reducciones del 25% hasta el 45%.

b) Alimentación líquida

La alimentación líquida es la mezcla dentro de la misma explotación ganadera de subproductos de la industria agroalimentaria, y/u otras materias primas con agua de forma que de manera electrónica se pueda formular frecuentemente a la misma explotación según las necesidades de los animales. La alimentación líquida nació para poder utilizar subproductos de la industria agroalimentaria, pero gracias a sus ventajas el número de explotaciones con este sistema de alimentación ha ido incrementando. En la figura 21 se representa un esquema de una instalación de alimentación líquida.



1) Depósito mezcladora
2) Depósito de agua
3) Silo
4) Rosca de alimentación
5) Cisterna de agua fresca
6) Balanza electrónica
7) Bomba
8) Compresor
9) Válvulas de alimentación.

Figura 21. Esquema instalación de alimentación líquida.

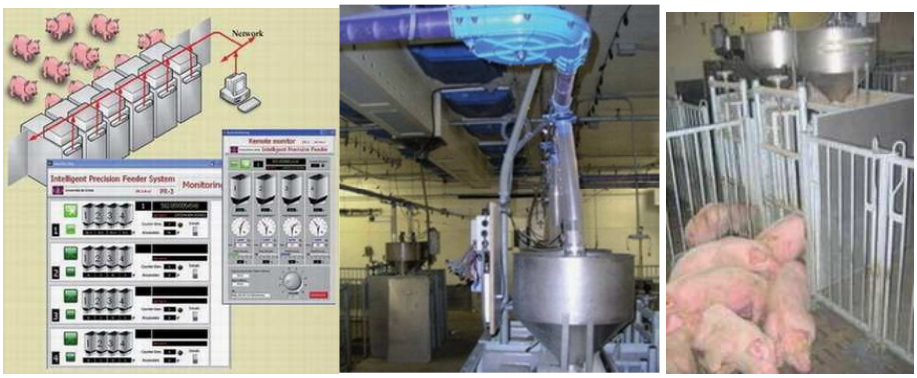
Las ventajas de un sistema de alimentación líquida, aparte de poder dosificar la alimentación según las necesidades de los grupos de animales son la flexibilidad de utilizar diferentes materias primas, mejorar en la precisión a la hora de hacer la formulación, incrementar la ingestión con pre tratamientos de temperatura y así incrementar también la digestibilidad, entre otras ventajas.

c) Robot de alimentación de precisión

Un paso más en la optimización en alimentación porcina es poder ofrecer la alimentación necesaria según las necesidades individuales, teniendo en cuenta parámetros como el sexo, el genotipo, la tasa de crecimiento y todos aquellos que puedan afectar a los rendimientos productivos.

Alcanzando aquel objetivo, se puede conseguir la minimización del nitrógeno y fósforo en la excreción de los purines, entre muchas otras ventajas como la simplificación en la fabricación y distribución del pienso, la disminución de la mano de obra, la detección prematura de algunas enfermedades.

El sistema se basa en la lectura del crotal electrónico del cerdo cuando éste llega al comedero y según la información programada se le suministra el volumen de pienso con el contenido de nutrientes necesarios. Para la elaboración de este pienso, se hace la mezcla de dos piensos base.



Font: Pomar, J., Pomar, C.. (2010).

Pomar, et al. (2008) compararon una alimentación de precisión (multifase) con una alimentación en tres fases. El resultado del estudio fue una reducción del 12% del nitrógeno de los purines respecto una alimentación de tres fases de engorde.

Una alimentación multifase mejora los índices productivos disminuyendo la excreción de nitrógeno obteniendo una disminución del 25% del consumo de proteína y fósforo, la cual cosa supone una disminución del 35 al 45% del nitrógeno y fósforo de los purines.

4.2.2. Tratamientos de gestión en origen

Se entiende por estrategia de tratamiento la combinación de procesos con el fin de conseguir un objetivo determinado. No existe una estrategia de tratamiento única: la idoneidad de una u otra y la posibilidad de éxito, se verá influenciada por las condiciones del entorno, los objetivos planteados, y la escala de tratamiento. Para definir cuál es la estrategia de tratamiento más adecuada en una circunstancia determinada, se tiene que partir de la definición clara del problema a resolver (p. e., problemas de malos olores, exceso de nitrógeno, etc.), y del objetivo que debe cumplir el sistema de tratamiento (p. e., estabilizar la materia orgánica y controlar los malos olores, eliminar el 70 % del nitrógeno amoniacal, etc.). En un escenario en que haya equilibrio entre la producción anual de deyecciones ganaderas y las necesidades de los cultivos, la construcción estratégica de balsas de homogenización y una correcta planificación son suficientes para gestionarlas correctamente. Si se plantean otros objetivos como el de cubrir consumos propios de energía y controlar los malos olores, o estabilizar la materia orgánica, tratamientos como la digestión anaerobia o el compostaje de la fracción sólida también pueden ser interesantes. En aquellas situaciones en que existe un excedente de nitrógeno y un equilibrio del resto de los nutrientes, es necesario incluir en la estrategia de tratamiento algún proceso que actúe sobre el nitrógeno, eliminándolo o recuperándolo. En un contexto en el que la tendencia es cerrar ciclos, los procesos de recuperación de nutrientes (p. e. stripping [arrastre/absorción]) se deberán priorizar frente a los de eliminación. En este caso los beneficios económicos que se pueden obtener de la venta de los productos finales obtenidos (aguas amoniacales, sales de amonio, etc.) determinan en gran medida las posibilidades de éxito. La implicación de las empresas de fabricación de fertilizantes definiendo la calidad de los productos e incorporándolos en sus procesos productivos, puede ser clave para el éxito de estos tratamientos.

Los procesos de eliminación como la nitrificación-desnitrificación (NDN) también pueden tener un papel importante en el tratamiento de la fracción líquida de subproductos con alto contenido de nitrógeno amoniacal, sobre todo en aquellas circunstancias en las que la economía de escala no permite la implantación de un sistema de recuperación.

Finalmente, cuando existe un excedente estructural de nutrientes (nitrógeno y fósforo), son necesarias estrategias que tengan como objetivo facilitar el transporte de excedente estructural fuera de la zona, o bien que combinen la eliminación del nitrógeno y el transporte fuera de la zona de excedente estructural de la fracción restante que todavía contenga el fósforo. Evidentemente, si los productos de los tratamientos aplicados tienen valor añadido y por lo tanto demanda en el mercado de fertilizantes orgánicos y/o minerales, será posible la autofinanciación de los tratamientos (cuando menos, parcialmente).

Las propias características del purín también son determinantes para el tipo de tratamiento a aplicar.

Considerando la composición de los purines, su tratamiento puede resultar una herramienta muy útil para aumentar la capacidad de gestión y mejorar las

características como producto de calidad con un importante valor nutricional para los cultivos en determinadas circunstancias.

Objetivo principal	Proceso
1.Tratamientos que actúan sobre las propiedades físicas y químicas	1.1-Incorporación de aditivos 1.2-Incorporación de aditivos 1.3-Electrocoagulación 1.4-Membranas / Ósmosis inversa
2.Tratamientos de estabilización de la materia orgánica (m.o.)	2.1-Compostaje (de la m.o. solida o apilable) 2.2-Digestión aeróbica autotérmica (ATAD) 2.3-Ozonización
3.Tratamientos con producción de energía	3.1-Digestión anaerobia 3.2-Conversión termoquímica (TCC) 3.3-Producción de hidrógeno 3.4-Bioelectricidad (MFC)
4.Tratamientos que actúan sobre el contenido de nutrientes (N y/o P)	4.1-Nitrificación-desnitrificación (NDN) 4.2-Nitrificación parcial-anammox *4.3-Stripping* / Absorción 4.4-Eliminación de fósforo
5.Tratamientos que actúan sobre el contenido de agua	5.1-Evaporación / Secado 5.2-Biosecado

Figura 20.- Síntesis de operaciones aplicables al tratamiento de las deyecciones ganaderas. (Fuente: Informe para la mejora de la gestión de los purines porcinos en Cataluña, 2009)

4.2.2.1. Tratamientos que actúan sobre las propiedades físicas y químicas:

Todos los tratamientos modifican de una manera u otra las propiedades físicas y químicas de los purines aun cuando éste no sea su objetivo principal. En este apartado únicamente se hace referencia a los tratamientos el objetivo principal de los cuales es modificar las propiedades por medios químicos o microbiológicos (incorporación de aditivos) y aquellos que tienen como objetivo eliminar sólidos en suspensión, y en algún caso disueltos, de la matriz líquida, para obtener una fracción sólida y una líquida (separación sólido-líquido, electrocoagulación, filtración por membrana y ósmosis inversa).

a) Incorporación de aditivos:

Existe un gran número de productos químicos o biológicos que se aplican a los purines o en algún caso a los piensos (cuando son coadyuvantes alimentarios autorizados)

con el objetivo de mejorar el bienestar animal, mejorar el ambiente en los locales de estabulación y el manejo, así como la aplicación agrícola posterior de las deyecciones. Estos aditivos se pueden aplicar directamente a los corrales, fosos o balsas, o en el momento de cargar el purín en la cisterna de abono. Actúan reduciendo las emisiones gaseosas contaminantes, fluidificando, homogeneizando, transformando parte del nitrógeno amoniacal en orgánico y mejorando la separación de fases. Es importante conocer con exactitud la acción de estos compuestos y su eficacia (en muchos casos no contrastada), y el manejo recomendable con el fin de que sean eficientes (dosis a aplicar, frecuencia, etc.). Hace falta señalar, no obstante, que estos compuestos pueden ser efectivos para una cosa, pero perjudiciales para otra, y que según las condiciones de trabajo de la explotación se pueden obtener rendimientos muy variables con resultados que no siempre son satisfactorios.

b) Separación sólido-líquido:

El proceso de separación de fases permite dividir los purines en dos fracciones diferentes, una fase sólida (FS), con un contenido en sólidos más elevado que las deyecciones originales, y una fase líquida (FL), una fracción acuosa que contiene elementos disueltos y en suspensión. La separación sólido-líquido no modifica el contenido de componentes de las deyecciones, pero permite una redistribución de los constituyentes y, por lo tanto, mejora la capacidad de gestión. Así se favorece la aplicación de líneas de tratamiento, transporte y aplicación al suelo diferentes para cada una de las dos fases obtenidas. En este sentido, la FS resultante se podrá estabilizar mediante un proceso de compostaje o transportar a zonas lejanas, y la FL se podrá tratar o bien aplicar directamente a tierras agrícolas en las inmediaciones de la explotación.

Con respecto a sistemas mecánicos de separación, se pueden clasificar en tres grandes grupos según cuál sea el tipo de fuerza que posibilita el proceso: la gravedad, la compresión o la centrífuga.

En explotaciones porcinas se encuentra un gran número de equipos de separación de fases como tratamiento individual o como pretratamiento de algún otro sistema de tratamiento más intensivo. Los rendimientos másicos que se obtienen en estos casos son muy elevados, y reportan una mejora importante en la gestión de las deyecciones.

b.1) Electrocoagulación:

La electrocoagulación se puede definir como un proceso mediante el cual se desestabilizan las partículas en suspensión, en emulsión o disueltas en un medio acuoso, haciendo pasar una corriente eléctrica a través de éste. El agente que provoca la desestabilización de los coloides es la corriente eléctrica, que sería el equivalente a los agentes coagulantes químicos en un proceso de coagulación floculación convencional. La electrólisis que se produce en el seno del líquido, provocada por la corriente eléctrica, afecta los compuestos oxidables y reducibles, y solubiliza los cationes metálicos (Fe3+, Al3+, etc.) procedentes de los denominados “electrodos sacrificio”. La formación de hidróxidos que precipitan, junto con las corrientes de iones y partículas cargadas, creadas por el campo eléctrico, aumentan la

probabilidad de colisión entre partículas y forman agregados fácilmente separables. Una vez formados los agregados, éstos se separan del líquido mediante un proceso de flotación, aprovechando la formación de O2 y H2 durante la electrólisis, o por sistemas mecánicos convencionales de separación de fases.

b.2) Filtración por membrana / ósmosis inversa:

El objetivo de esto proceso es el de separar los sólidos de un determinado tamaño de la matriz líquida y obtener una corriente con un bajo contenido de sólidos (permeato) y una corriente concentrada. En función del tamaño de poro de la membrana semipermeable se habla de microfiltración, ultrafiltración o nanofiltración. En el supuesto de que se suministre presión para invertir el flujo osmótico se denomina ósmosis inversa. Su viabilidad económica limita seriamente la aplicación en el tratamiento de purines de cerdo puesto que es necesario un pretratamiento intensivo, se producen obturaciones e incrustaciones que obligan a cambiar frecuentemente las membranas, y tienen un elevado coste energético.

4.2.2.2. Tratamientos de estabilización de la materia orgánica:

Aun cuando el purín tiene un contenido de materia orgánica (MO) bajo, se puede plantear estabilizarla para obtener así un producto con mejores características como fertilizante y para minimizar la emisión de olores molestos durante su aplicación al suelo.

a) Compostaje:

El proceso de compostaje consiste en la descomposición biológica aeróbica y la estabilización de sustratos orgánicos, bajo condiciones que permiten el desarrollo de temperaturas termófilas (entre 50 y 70º C), como resultado de la generación de energía calorífica de origen biológico, del cual se obtiene un producto final estable, libre de patógenos y semillas, denominado compost. Debido a la acción de los microorganismos se consume oxígeno y se producen dióxido de carbono, agua y calor

El tratamiento requiere aire, que puede ser suministrado por volteo del montón o por sistemas de aireación forzada, más complejos. Para que el proceso de compostaje tenga lugar son necesarias unas condiciones iniciales:

- Una humedad entre el 40 y el 65 %
- Porosidad del residuo suficiente para permitir el paso del aire, con estructura y evitar zonas de anaerobiosis.
- La relación C/N es clave para el correcto desarrollo del compostaje. Se recomiendan valores entre 25 y 35, puesto que valores superiores limitan la velocidad del proceso y valores inferiores provocan la emisión de grandes cantidades de nitrógeno en forma de amoníaco.

En muchos casos hace falta mezclar la fracción sólida de los purines con material vegetal, tanto para regular la humedad o la porosidad, como la relación C/N. Las altas temperaturas del proceso permiten la higienización de las deyecciones, eliminando patógenos, semillas y huevos de insectos. Por ello es conveniente asegurar que se

llega a temperaturas termófilas durante un tiempo lo suficientemente largo. También se eliminan malos olores, por descomposición de compuestos volátiles, y se reducen el peso y el volumen durante la degradación de la materia orgánica a CO_2, sobre todo por la evaporación de agua.

b) Digestión aerobia:

Es el proceso equivalente al compostaje pero aplicado a un residuo líquido. Cuando el residuo tiene la suficiente materia orgánica como para que su degradación genere un incremento de temperatura hasta el rango termófilo y se mantenga esta temperatura, el proceso recibe el nombre de ATAD, acrónimo inglés de Autoheated Thermophilic Aerobic Digestion. Del mismo modo que en el compostaje, la materia orgánica se degrada biológicamente en presencia de oxígeno, mediante reacciones exotérmicas, de forma que si el proceso se desarrolla en reactores convenientemente aislados, la temperatura se incrementará hasta por encima de los 50º C.

c) Ozonización:

El ozono (O3) es un oxidante muy potente. La aplicación en el tratamiento de deyecciones ganaderas tiene interés como apoyo para tratamientos posteriores. Existe alguna experiencia en plantas centralizadas de tratamiento de purines. La principal limitación es la generación de espumas (la oxidación violenta genera grandes cantidades de CO2 y otros compuestos volátiles) y su alto coste económico en relación con su efectividad.

4.2.2.3. Tratamientos con producción de energía:

Alternativamente a la estabilización de la materia orgánica en medio aerobio, se puede aplicar una estabilización de la materia orgánica en medio anaerobio con la ventaja de recuperar parte de la energía contenida en ella en forma de metano. El proceso más conocido e implantado es la digestión anaerobia para la producción de metano.

a) Digestión anaerobia:

La descomposición microbiológica anaerobia de la materia orgánica produce un gas combustible. Si este gas contiene metano (CH4) en concentraciones superiores al 60 %, con un poder calorífico inferior del orden de 5.500 kcal/m3 se designa como biogás. Controlando el proceso se puede optimizar la descomposición de la materia orgánica y la producción de biogás.

Codigestión

La codigestión es la digestión conjunta de dos o más sustratos diferentes. Se utiliza para optimizar la digestión anaerobia y superar algunas de las limitaciones en la implantación de este proceso. La ventaja principal radica en el aprovechamiento de la sinergia de las mezclas, compensando las carencias de cada uno de los sustratos por separado. Un contenido en nutrientes equilibrado, una relación C/N apropiada y un pH

estable son prerrequisitos necesarios para que el proceso se desarrolle de manera estable.

b) Conversión termoquímica (TCC)

Este proceso (TermoChemical Conversion –TCC) pretende obtener un combustible líquido a partir de la materia orgánica que contienen las deyecciones ganaderas, mediante la aplicación de altas temperaturas y presión en ausencia de oxígeno. En estas condiciones los compuestos orgánicos de cadena larga se rompen formando moléculas de cadena corta (combustible líquido), con lo que se obtiene una mezcla de (CH4, CO2, etc.), agua tratada y un residuo sólido.

c) Producción de hidrógeno

El proceso de producción de hidrógeno es una digestión anaerobia en la cual se han inhibido los microorganismes metanogénicos que utilizan el hidrógeno para producir metano. La inhibición de estos microorganismos se puede realizar mediante un tratamiento térmico (100º C durante 2 horas) para seleccionar las bacterias formadores de esporas, combinado con un control específico sobre el proceso (tasas de dilución elevadas, pH bajo, bajos tiempos de retención, etc.)

d) Generación de bioelectricidad

Otro proceso prometedor, pero que todavía requiere ser optimizado por la aplicación a escala industrial. Consiste en la generación de bioelectricidad en las denominadas celdas microbiológicas. El proceso se basa en la generación directa de electricidad a partir de la oxidación de la materia orgánica en condiciones anaerobias cuando el receptor final de electrones es un electrodo. Los electrones transferidos al ánodo, mediante intermediarios o directamente, se transfieren al cátodo donde junto con el protón liberado en la degradación de la materia orgánica y oxígeno formarán agua.

4.2.2.4. Tratamientos que actúan sobre el contenido de nutrientes (N/P):

Tal y como se ha indicado anteriormente, conceptualmente, en un contexto tendente a cerrar ciclos, los procesos de recuperación de nutrientes deben priorizarse respecto a los de eliminación. Desgraciadamente, condicionantes económicos, de localización, o bien dificultades para valorizar los productos recuperados, pueden influir en la decisión del tipo de tratamiento a aplicar, haciendo aconsejable “eliminar” en lugar de reciclar.

a) Nitrificación-Desnitrificación (NDN)

Los tratamientos de eliminación de nitrógeno mediante nitrificación-desnitrificación se aplican siempre sólo a la fracción líquida de las deyecciones, hecho que implica separar previamente las fases sólida (FS) y líquida (FL) del residuo. El principal objetivo que logra el tratamiento, radica en transformar el nitrógeno amoniacal en molecular (N2), gas inocuo que será transferido a la atmósfera. A grandes rasgos, según el tipo de flujo hidráulico es posible hablar de sistemas continuos o bien de sistemas discontinuos. La diferencia básica entre un sistema de flujo continuo y uno discontinuo es que el funcionamiento del primero está orientado en el espacio, en cambio, el segundo lo está en el tiempo.

b) Nitrificación parcial (NP)-anammox

Anammox es el acrónimo de anaerobic ammonium oxidation, proceso microbiológico autótrofo descubierto recientemente en el que el amonio y el nitrito son transformados en nitrógeno molecular en ausencia de oxígeno. Dado que se trata de un proceso autótrofo, el proceso anammox permite desnitrificar sin necesidad de materia orgánica.

c) Stripping (arrastre)/absorción:

El proceso de stripping pretende forzar la volatilización del amoníaco haciendo circular aire a contracorriente del purín, acompañado de un aumento de pH y/o temperatura. El amoníaco y otros compuestos volátiles que contiene la corriente de aire (strippados), se absorben mediante una corriente líquida acidificada, con lo que se obtiene un líquido con una alta concentración de amoníaco. La principal limitación del proceso aplicado a purines de cerdo es el desplazamiento del equilibrio amonio-amoníaco. Esto se puede conseguir aumentando el pH hasta 12 y/o aumentando la temperatura.

d) Tratamientos que actúan sobre el contenido de fosforo**:**

Actualmente el nutriente que despierta más interés en referencia a los problemas de contaminación ambiental es el nitrógeno. No obstante, la acumulación de fosforo en suelos agrícolas y los posibles problemas de contaminación de aguas superficiales (eutrofización) han llevado a algunos países europeos a regular la aplicación. Para eliminar (acumular en la fracción sólida) el fósforo, se pueden seguir varias estrategias. Para eliminar (acumular en la fracción sólida) el fósforo, se pueden seguir varias estrategias. El alto coste de implantación y explotación de este proceso hacen que sólo se justifique en circunstancias muy determinadas, en las que la depuración completa de la fracción líquida sea imprescindible.

Hay dos procedimientos posibles:

- La eliminación biológica de fósforo, causada por la actividad de un amplio grupo de microorganismos acumuladores de fósforo (OAF), que lo acumulan en forma de polifosfatos cuando se encuentran en condiciones aerobias (mientras consumen moléculas orgánicas previamente acumuladas) y liberan en condiciones anaerobias.
- La precipitación química (formación de estruvita), que consiste en la co-precipitación del nitrógeno amoniacal y fósforo ortofosfórico contenido en las deyecciones mediante la adición de óxido de magnesio, de dónde resulta una sal denominada estruvita (fosfato amónico magnésico hexahidratado).

4.2.2.5. Tratamientos que actúan sobre el contenido de agua

La reducción de la masa y el volumen de las deyecciones mediante la eliminación del agua es una opción para abaratar el transporte de los purines a largas distancias y así redistribuir el excedente de nutrientes existente en determinadas zonas geográficas.

a) Evaporación / secado:

El proceso por el cual se separa el agua de los purines mediante calor es la evaporación. Normalmente se realiza en dos etapas:

- Evaporación: el líquido a tratar tiene una baja concentración en sólidos y se obtiene un concentrado con un contenido de sólidos totales alrededor del 25-30 %.
- Secado: la materia prima es un sólido húmedo (concentrado del proceso de evaporación o deshidratado por medios mecánicos) y se obtiene un producto prácticamente libre de agua.

Con el fin de que los vapores no causen problemas de contaminación en la atmósfera, la evaporación se realiza normalmente en depresión, a temperaturas moderadas (60-70º C), y con un condensado posterior de los vapores (recuperación de agua evaporada).

b) Biosecado:

Este proceso es “un compostaje” dirigido, no necesariamente a la producción de compuesto, sino a aprovechar el calor que desprende el proceso para evaporar parcialmente el agua de un residuo líquido que se incorpora a la masa en compostaje.

El limitante más importante es la emisión de gases (nitrógeno amoniacal) y compuestos orgánicos volátiles a la atmósfera. Esto se puede controlar con la aplicación previa de un proceso de eliminación o recuperación de nutrientes (NDN, Stripping / Absorción, etc.) y de degradación de la materia orgánica (digestión aerobia o anaerobia). No obstante, el hecho de que el proceso tenga un mayor rendimiento cuando se realiza al aire libre (gracias a la acción del viento, la radiación solar, etc.) implica un alto riesgo ambiental si no se opera correctamente, que se puede minimizar implementando instalaciones cerradas con circulación forzada de aire.

Los diferentes procesos de tratamiento presentados se pueden combinar para crear una estrategia que solucione diferentes problemáticas concretas. La decisión sobre qué tratamiento es el idóneo no es simple, puesto que, entre otros factores, pueden existir soluciones tecnológicas diferentes que cubran los mismos objetivos. Las opciones de tratamiento se pueden agrupar de acuerdo con el objetivo final que se quiere conseguir. Éste depende básicamente de la problemática que se quiere resolver, de las características de la explotación y del grado de excedencia de nutrientes, y de la seguridad o confianza que puede dar el suministrador de la tecnología.

4.2.3. Aplicación de los purines.

Una de las dificultades mayores en la aplicación de las deyecciones como fertilizante es ajustar la dosis de aplicación a la dosis objetivo. Esta dificultad viene dada por una parte por la heterogeneidad de la composición (N, P, K) de las deyecciones y su dificultad en conocerla de una forma rápida, i por otro lado, adaptar las maquinaria de aplicación a la dosis objetivo.

Por otra parte, el manejo y la tecnología juegan un factor importante en la optimización y la reducción de los nutrientes. La aplicación de purines en el momento óptimo a las necesidades del cultivo, o la aplicación en las horas del día que haya menos

emisiones (primeras o últimas horas del día) son dos ejemplos de manejo que ayuda a la reducción de olores, disminuye la emisión de amoniaco y de gases con efecto invernadero, mejora la calidad del aire y, por tanto, también la aceptación social de este tipo de prácticas. A nivel tecnológico, sistemas de aplicación en mangueras y sistemas automáticos que controlen la dosis de aplicación también ayudan a la reducción de emisiones.

Los sistemas de precisión en definitiva tienen que ayudar a una aplicación ajustada a la dosis objetivo, y por tanto, el sistema tiene que conocer la cantidad de nutrientes aportados, tiene que favorecer a la reducción de emisiones y facilitar una aplicación uniforme.

Los sistemas de aplicación tienen que avanzar en poder conocer el contenido de nutrientes mediante análisis indirectos i saber ajustar la aplicación mediante caudalímetros. Por otro lado, la utilización de sensores (radar y ultrasónicos) permite la determinación exacta de la velocidad de avance. Otra alternativa para la medición de este parámetro es la utilización de la señal del global positioning system (GPS) del tractor, caso de que disponga. Los sistemas de control automático, que incorporan receptores GPS, caudalímetros, sensores de velocidad y una unidad central de control (ordenador en la cabina) permiten, por ejemplo, mantener la dosis aplicada constante independientemente de la velocidad.

4.2.4. Caracterización de los purines porcinos

Los purines porcinos se caracterizan por un gran contenido en agua, entre el 85 y 99% y un bajo contenido en materia seca. Como promedio, el contenido en materia seca se sitúa alrededor del 5%. El contenido de nutrientes de los purines está muy relacionado con el contenido en materia seca. Cuanto mayor es el contenido en materia seca del purín, el contenido en nitrógeno (orgánico principalmente) y fósforo incrementa. Básicamente la variabilidad del contenido de nutrientes del purín, está muy directamente relacionada en factores como el tipo de abrevaderos y su mantenimiento, el contenido de proteína bruta y de sales del pienso, el sistema de limpieza, la instalación de canalización del agua de lluvia, el sistema de refrigeración, la evaporación en función de la época del año, la geometría del almacenamiento de los purines (Teira, 2008).

Por otra parte, según de donde proceda el purín (granja de cebo, de madres o de ciclo cerrado) el contenido de nutrientes difiere. Por ejemplo, el purín de cerdo de engorde se caracteriza por un contenido en nitrógeno amoniacal y total de 4,0 y 5,9 kg m-3 respectivamente, y un contenido en fósforo (P2O5) y potasio (K2O) de 3,2 y 4,4 kg m-3. En cambio, el purín de las explotaciones de madres, el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio es menos de la mitad que en el purín de engorde. En las explotaciones de ciclo cerrado, la riqueza en nitrógeno (3,5 kg Nm-3), fósforo (2,2 kg P2O5 m-3) y potasio (2,5 kg K2O m-3) del purín es superior a la de las explotaciones de madres pero menor que en el purín procedente de las explotaciones de engorde.

Taula 5.- Caracterización del purín procedente del cerdo de engorde, explotaciones de madres y de ciclo cerrado (n: 305)

	Engorde (n: 123)				Cerdas (n: 92)				Ciclo cerrado (n: 90)			
	X	Min	Max	Desv std	X	Min	Max	Desv std	X	Min	Max	Desv std
Materia seca (%)	***6,7***	0,7	17,5	3,1	***2,7***	0,4	11,9	2,4	***3,8***	0,6	13,1	3,1
Densidad (kg m^{-3})[1]	***1.050***	964	1.166	44,8	***1.033***	1.001	1.097	23,7	***1.043***	987	1.100	29,3
$N_{amoniacal}$ (kg m^{-3})	***4,0***	1,0	7,2	1,3	***2,0***	0,5	4,9	0,7	***2,5***	0,7	5,5	0,9
N_{total} (kg m^{-3})	***5,9***	1,2	9,8	1,8	***2,6***	0,6	6,4	1,0	***3,5***	0,9	7,5	1,5
P_2O_5 (kg m^{-3})	***3,2***	0,2	13,6	2,0	***1,7***	0,1	9,4	1,8	***2,2***	0,1	10,0	2,1
K_2O (kg m^{-3})	***4,4***	1,1	9,8	1,6	***1,9***	0,2	4,8	0,8	***2,5***	0,9	6,5	1,2
CE (mS/cm)	***30,4***	10,7	46,2	7,2	***18,5***	6,2	37,9	5,5	***21,9***	10,5	38,2	6,1

[1]Para el cálculo de la densidad se ha tenido en cuenta un total de 42 muestras de purín de granjas de engorde, 10 muestras de purín de granjas de ciclo cerrado y 18 muestras de purín de granja de cerdas.

X: promedio; Mín: mínimo; Máx: Máximo; Desv std: Desviación estándar.

Fuente: Parera et al, 2010

El contenido de nitrógeno en el purín de cerdo, se encuentra en forma amoniacal (70% del nitrógeno), aunque según la procedencia del purín el contenido de nitrógeno amoniacal puede ser mayor. Por ejemplo, la media de nitrógeno amoniacal en el purín de madres llega al 77% del nitrógeno total (Figura 1)

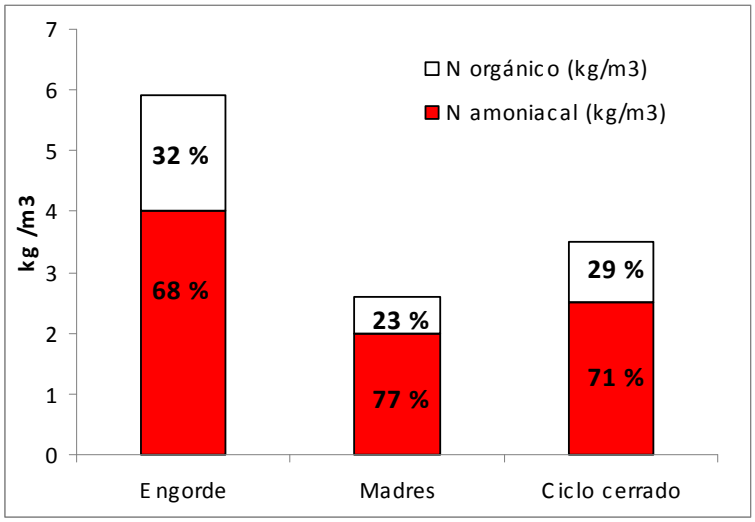


Figura 1.- Forma química del nitrógeno según procedencia (explotaciones de engorde, ciclo cerrado y madres) (n: 305)

Fuente: Parera et al, 2010

4.2.4.1. Sistemas para una caracterización rápida de las deyecciones

Debido a la gran heterogeneidad del contenido de nutrientes de los purines, se hace necesario sistemas rápidos para conocer con precisión la composición de los purines que se aplica para conseguir una aplicación con una calidad equivalente a la que se logra en la aplicación de los fertilizantes minerales.

En la actualidad, hay sistemas rápidos de determinación del contenido de nutrientes del purín, como el Cuantofix, Agroliser, Conductímetro y el NIR (Near Infrared Reflectometry).

El Cuantofix y el Agrolisier son dos sistemas que proporcionan una medida rápida y directa del contenido de nitrógeno amoniacal del purín (forma en la que mayoritariamente se encuentra el nitrógeno en los purines de cerdo). El Cuantofix proporciona una medida del nitrógeno amoniacal del purín haciendo reaccionar el purín con una solución de hipoclorito sódico transformando el nitrógeno amoniacal en nitrógeno gas y medir la presión que ejerce este gas en el recipiente hermético que contiene agua y en cambio, el Agrolisier hace reaccionar el purín con hipoclorito de calcio y mide la presión que ejerce el gas nitrógeno (N2) formado mediante un manómetro.

La medida de la conductividad eléctrica (CE) mediante un conductímetro permite estimar de manera muy rápida la concentración de nitrógeno amoniacal, orgánico y potasio. En cambio, la correlación de la CE con el fósforo es muy baja. El DAAM tiene en su página web una tabla que relaciona el contenido de nitrógeno y potasio del purín porcino con la conductividad eléctrica.

CARACTERITZACIÓ DEL PURÍ DE PORC MITJANÇANT CONDUCTÍMETRE

(n= 308)
Valors de la conductivitat elèctrica (CE) entre 9 – 50 mS/cm

	Pendent	Constant	r2
N_{total}	0,197	-0,598	0,6
$N_{amonical}$	0,139	-0,453	0,7
K_2O	0,177	-1,191	0,7

Valor N P K per 1 m^3

Concentració segons valor conductímetre:

(kg/m^3) (N_{total}, $N_{amoniacal}$, K_2O)

$CE_{mS/cm}$	N_{total}	$N_{amoniacal}$	K_2O	$CE_{mS/cm}$	N_{total}	$N_{amoniacal}$	K_2O	$CE_{mS/cm}$	N_{total}	$N_{amoniacal}$	K_2O
9	1,2	0,8	0,4	23	3,9	2,7	2,9	37	6,7	4,7	5,4
10	1,4	0,9	0,6	24	4,1	2,9	3,1	38	6,9	4,8	5,5
11	1,6	1,1	0,8	25	4,3	3,0	3,2	39	7,1	5,0	5,7
12	1,8	1,2	0,9	26	4,5	3,2	3,4	40	7,3	5,1	5,9
13	2,0	1,4	1,1	27	4,7	3,3	3,6	41	7,5	5,2	6,1
14	2,2	1,5	1,3	28	4,9	3,4	3,8	42	7,7	5,4	6,2
15	2,4	1,6	1,5	29	5,1	3,6	3,9	43	7,9	5,5	6,4
16	2,6	1,8	1,6	30	5,3	3,7	4,1	44	8,1	5,7	6,6
17	2,8	1,9	1,8	31	5,5	3,9	4,3	45	8,3	5,8	6,8
18	2,9	2,0	2,0	32	5,7	4,0	4,5	46	8,5	5,9	7,0
19	3,1	2,2	2,2	33	5,9	4,1	4,7	47	8,7	6,1	7,1
20	3,3	2,3	2,3	34	6,1	4,3	4,8	48	8,9	6,2	7,3
21	3,5	2,5	2,5	35	6,3	4,4	5,0	49	9,1	6,4	7,5
22	3,7	2,6	2,7	36	6,5	4,6	5,2	50	9,3	6,5	7,7

Mitjana segons procedència del purí:

($Kg\ P_2O_5\ /\ m^3$)

Purí d'engreix (n= 123)	Purí de mares (n= 92)	Purí de cicle tancat (n= 90)
3,24	1,70	2,19

S'autoritza la utilització del contingut d'aquest estudi amb l'obligació de fer constar la font / se autoriza la utilización del contenido de este estudio con la obligación de hacer constar la fuente:
Generalitat de Catalunya – Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural – 15/06/2012

Figura 10.- Tabla del DAAM que relaciona la conductivievidad eléctrica con el contendio de nutrientes de los purines porcinos (www.ruralcat.cat)

El sistema más preciso para el análisis rápido del nitrógeno (amoniacal y total), fósforo y potasio, pero también más caro es la espectroscopia NIR (Near Infrared Reflectometry). Este sistema permite registrar espectros de muestras y correlacionar con propiedades físicas o químicas de la muestra.

4.3 ***Análisis del efecto económico del uso de deyecciones como fertilizante.***

Los fertilizantes minerales o de síntesis expresan su riqueza en macroelementos (N-P-K) en forma asimilable para el cultivo a través de las denominadas unidades fertilizantes (UF).

Por una parte el purín contiene esos mismos macroelementos, entre otros, pero su relación, presenta una gran variabilidad, dependiendo el tipo de producción, de las instalaciones, del manejo entre muchos otros factores.

El hecho que des del 2005 el coste de los fertilizantes minerales haya subido junto con los costes energéticos, los márgenes de producción se han ajustado haciendo mucho más atractivo el uso de fertilizantes orgánicos como los purines. Por ejemplo, el nitro sulfato amónico (26%) en los últimos 8 años ha incrementado su coste un 90%.

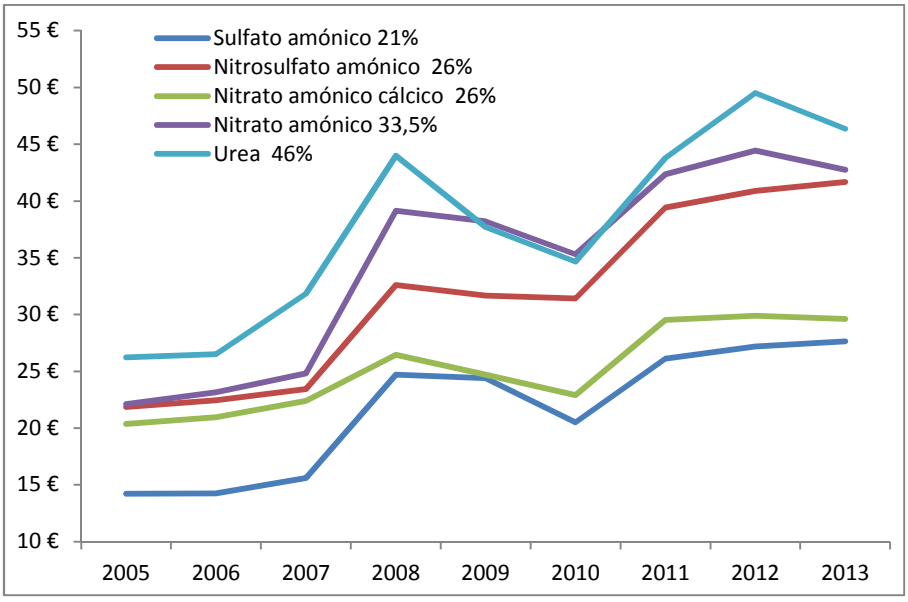


Figura 11.- Evolución de los precios de los fertilizantes minerales nitrogenados más utilizados en Catalunya (€/100kg) desde el 2005 hasta el 2012. Fuente: DAAM, 2014

Cuando se hace un análisis del valor económico como fertilizante de los purines porcinos, cogiendo como ejemplo, un purín porcino de engorde con un contenido fertilizante N-P-K de 4,42-2,62-4,4 kg/m3 de purín se obtiene un valor económico de 10,21€/m^3 de purín porcino. Para realizar este cálculo se ha tenido en cuenta unas eficiencias fertilizantes del 32% para el nitrógeno, del 85% en el caso del P y del 100% en el caso del K contenido en el purín (Iguácel et al., 2008; Abaigar et al., 2004).

En contra, el purín llega una gran cantidad de agua, y si no se hace ningún tratamiento de concentración de nutrientes, el coste de transporte limita su aplicación.

Como coste en la gestión de las deyecciones como fertilizante se tienen que contabilizar principalmente dos actuaciones: el almacenaje y el transporte y aplicación de las deyecciones. No se tiene que olvidar en algunos casos otros costes, como los aditivos y/o tratamientos para una mayor aceptación/viabilidad del purín como fertilizante.

El coste de almacenaje está limitado por el volumen de purín que genera la explotación y de los periodos que se puede aplicar en el cultivo. Estos periodos depende del tipo de cultivo y de las condiciones agroclimáticas de la zona. El mínimo de autonomía de almacenaje en Catalunya para los purines es de 4 meses. Por otra parte, el volumen mínimo de purín que se genera un cerdo de engorde es de 1,65 m^3/plaza y año. Este volumen cambiará próximamente en una nueva Orden por el valor de 1,20 m3/plaza y año para aquellas explotaciones que realicen una buena gestión del agua en la explotación (disponibilidad de contadores de agua, limpieza a presión, bebederos con cazoleta…). Con los meses de autonomía necesarios y con el volumen de purín por plaza se calcula el volumen necesario de almacenaje. El coste de fabricación de una balsa de almacenaje se sitúa en 14 €/m^3 (balsa de polipropileno).

El coste más elevado en la gestión como fertilizante de los purines es el transporte/aplicación. El coste horario de un aplicador se sitúa entre 55 – 65 €/hora. El volumen de la cisterna es entre 18 y 25 m3. Considerando que el tiempo de llenado y aplicación del purín se sitúa alrededor de unos 20-25 minutos, el máximo de aplicaciones por hora que se puede realizar es de 2 con un coste mínimo de 1,5 €/m^3. Este coste incrementa cuando debido a la distancia solamente se realiza una única aplicación por hora con un precio de 3,0 €/m^3. Teniendo en cuenta tiempos superiores a 4 horas por aplicación (ida y vuelta) debido a estar en largas distancias el coste se acerca entre 9 y 11 €/m^3.

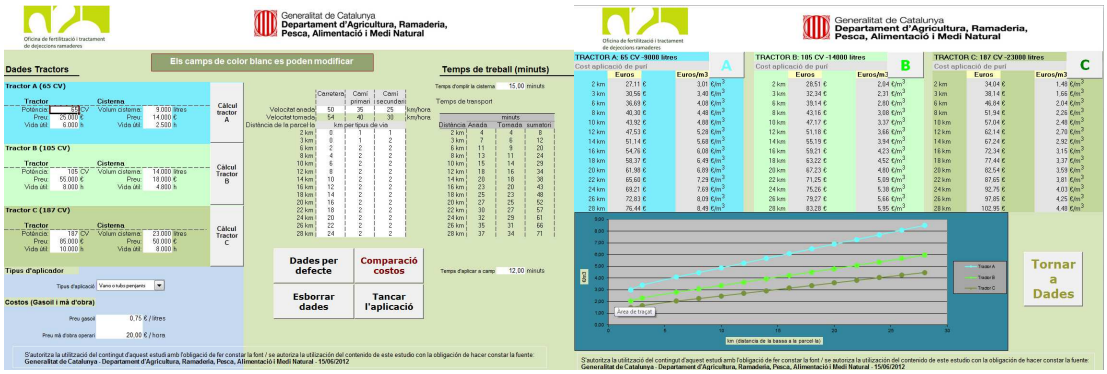


Figura 12.- Imagen de la aplicación de cálculo de costes de aplicación de purines según distancia y tamaño de la cuba (Fuente: ruralcat.cat, 2014)

4.4. ***Centros de gestión.***

Los centros de gestión de deyecciones ganaderas son personas físicas o jurídicas que efectúan todas o algunas de las funciones de recogida, almacenamiento, transporte, aplicación, tratamiento o suministro de deyecciones para su aplicación agrícola directa, o bien para ponerlas a disposición de personas gestoras de residuos o empresas fabricantes de fertilizantes. Esta figura empezó a estar regulada con el Decret 136/2009 y actualmente aún no está muy explotada.

Los centros de gestión tienen como objetivo la externalización y profesionalización de la gestión de las deyecciones ganaderas, para ello, estos han de disponer de medios y/o instalaciones para gestionar físicamente las deyecciones ganaderas, para gestionarlas correctamente, de manera que se eviten riesgos de contaminación del medio, y deben disponer de un Plan de gestión de las deyecciones ganaderas.

Aquellos que dispongan de las instalaciones para la gestión física de las deyecciones están bajo la normativa sobre prevención y control ambiental de actividades. Aquellos que no dispongan de instalaciones para gestionar físicamente las deyecciones ganaderas (como es la recogida y transporte) sólo tienen que hacer una comunicación previa al inicio de la actividad. En todos los casos, de cualquier forma, es obligatorio cumplimentar el libro de gestión de las deyecciones ganaderas, actualizado dentro de los 7 días siguientes a las acciones y conservarlo durante 5 años. Éste se entregará anualmente al Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural (DAAM), aportando una copia informatizada.

5. *Retos y oportunidades en la gestión de las deyecciones*

Actualmente el DAAM está tramitando el Plan Estratégico de la fertilización agraria y gestión de las deyecciones ganaderas en Catalunya con un modelo avanzado de gestión del nitrógeno que permita el crecimiento y el desarrollo del sector acompañado de medidas de gestión y valorización de los nutrientes producidos per la ganadería intensiva, y con una mejora de los estándares de calidad ambiental. Muchas de las medidas contenidas en este Plan, ya se están aplicando.

Para ello, el DAAM está impulsando y fomentando la mejora en la gestión de las deyecciones ganaderas, en la gestión de la fertilización y estableciendo y fomentando mecanismos de transferencia tecnológica, divulgación, coordinación y de trabajo en red.

Este nuevo modelo de gestión pasa sobre todo por los cambios en la nutrición de los animales que pueden reducir los nutrientes (N, P, K; Cu y Zn), la creación de sistemas de gestión mancomunadas, la introducción del uso de los separadores sólido-líquido y la exportación de la fracción sólida de las zonas de alta densidad ganadera, así como otros sistemas de tratamiento en granjas.

Dentro de este contexto los retos y oportunidades en la gestión de las deyecciones, principalmente purín porcino es el siguiente:

Como retos:

Para la mejora de la gestión de las deyecciones en las explotaciones ganaderas:

- Mejora de la gestión administrativa y controles en la gestión fertilización y deyecciones ganaderas.
    - La creación de los centros de gestión para una gestión más profesionalizada, tecnificada y eficiente de la fertilización y de las deyecciones ganaderas.
    - Incrementar la transferencia entre Universidades y centros tecnológicos con el sector.

- Fomento del uso de las mejores técnicas disponibles y buenas prácticas agrarias.
    - Mejorar la gestión del agua en las explotaciones
    - Mejorar la eficiencia del uso de nutrientes i minerales en la alimentación
    - Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero
    - Mejorar la logística de transporte y aplicación de las deyecciones mediante:
        - sistemas SIG,
        - fomento del uso de sistemas indirectos de medida para conocer el contenido de nutrientes de los purines.
        - fomento de sistemas de aplicación más eficientes

- Fomento de los sistemas de tratamiento de las deyecciones.
    - Implantar sistemas de tratamiento eficientes en granja.
    - Fomentar iniciativas novedosas de tratamiento con recuperación de nutrientes.

- Fomentar la disminución de olores para aceptar mejor el uso de los purines como fertilizantes

- Implementar un nuevo modelo de gestión, que se pueda externalizar y profesionalizar la gestión de las deyecciones y la fertilización.

Para la mejora de la fertilización:

- Investigación, transferencia y asesoramiento en la fertilización en las condiciones agroclimáticas de Catalunya.
- Implantación de sistemas de aplicación de purines eficientes y precisos

Como oportunidades:

El hecho que los márgenes agrarios se están reduciendo y los precios de los fertilizantes minerales están incrementando fomenta la substitución de los fertilizantes minerales por los orgánicos. Esta oportunidad puede ayudar a crear un mercado más sostenible ya que las balanzas entre la oferta y la demanda se equilibran.

El incremento de los costes energéticos y la futura penalización de emisiones de CO_2, hace cada vez más atractiva la biodigestión de los purines en la explotación para poder obtener una energía neta y utilizarla en la misma explotación. Sobre todo en aquellas explotaciones ganaderas que necesiten de energía térmica como las granjas de madres, lechos y ciclo cerrado.

El modelo de gestión a desarrollar que permite optimizar los costes y mejorar la gestión ambiental se basa en la reducción en origen (volumen y nutrientes), en una gestión más eficiente (logística y tratamientos) y más profesionalizada (centros de gestión).

Otra oportunidad es seguir otros modelos europeos donde también tienen dificultad en la gestión de las deyecciones, principalmente purín, como es el caso de Holanda. El estado holandés promueve una nueva gestión de los purines que consiste en la recuperación de nutrientes mediante varios sistemas de tratamiento en continuo con el objetivo final de obtener un fertilizante mineral (nitrógeno y potasio). Este sistema también se está llevando a cabo en otras zonas europeas de alta densidad.

El sistema de tratamiento de la planta de Almenar (ver página 26) tiene como objetivo obtener un concentrado de fertilizante líquido con un sistema muy parecido al holandés.

Con estos retos y oportunidades se tiene que conseguir una mejora ambiental en la producción porcina y en la gestión del nitrógeno dentro y fuera de las granjas.

6. Bibliografia

Areny, J., (2010) Exemples i resultats tècnics i econòmics de l'aplicació de dietes ajustades. Jornada Tècnica Nova eina per aplicar reduccions de la càrrega nitrogenada dels purins en funció de l'alimentació dels animals, 13 de maig de 2010, Europorc, Vic.

Babot, D., Andrés, J., Peña, L. Chávez, E. (2004). Tècniques de gestió mediambiental en producció porcina. Projecte Trama. Departament de producció animal. Escola Tècnica d'Enginyeria Agrària. Universitat de Lleida.

Babot, D., Chávez, E., Teira, R.M. (2008). L'alimentació porcina i els purins porcins. Informe per a la millora de la gestió dels purins porcins a Catalunya. (Informes del CADS;5) ISBN 978-84-393-7712-2

Babot, D.; Andrés, N.; Peña, L.; Chávez, E.R. (2004). Tècniques de gestió mediambiental en producció porcina. Projecte Trama. ETSEA.

Capdevila, J., Rafael., J (2007). Mesures a aplicar en alimentació animal per reduir el nitrogen. Situació actual i visió de futur. Experiència pràctica realitzada per Nuri i Espadaler, SL. Jornada tècnica Alimentació i maneig en porcí. Reducció de nitrogen i volum en les dejeccions ramaderes. 23 de novembre de 2007.

DAAM, 2014 Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca, Alimentació i Medi Natural. Estadístiques ramaderes. http://www20.gencat.cat/portal/site/DAR/

Dourmad J.Y. Sève, B. (1997). Consumo, utilización y pèrdidas de fósforo y nitrogeno en la producción porcina. XIII Curso de Especialización FEDNA, 191-201.

Forcada, F.; Babot, D.; Vidal, A.; Buixadé, C. (2009). Ganado porcino. Diseño de alojamientos e instalaciones. Grupo Asis. Biomedia, S.L.

IDESCAT, 2010 Institut d'Estadística de Catalunya. Cens agrari i enquesta sobre l'estructura de les explotacions agràries. http://www.idescat.cat/cat/economia/agricultura/

INE, 2012. Instituto Nacional de Estadística. Censo Agrario 2009. http://www.ine.es/inebmenu/mnu_agricultura.htm

ITG Ganadero (2005). Necesidades de agua y producción de purines en porcino. Residuos de Ganadería, Porcino. www.itgganadero.com

La Vola, 2008. Estudios de evaluación energética en explotaciones agrarias de ganadería intensiva de porcino. Programa de asesoramiento energético a explotaciones ganaderas. Institut Català d'Energia (ICAEN) i Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural.

MAGRAMA, 2014 Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Estadísticas ganaderas. http://www.magrama.gob.es/es/ganaderia/estadisticas/

Mejores Técnicas Disponibles (MTD) 2006. Guía de mejores técnicas disponibles del sector porcino. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Ministerio de Medio Ambiente.

Observatori del porcí, 2013. Informe anual. Informe del sector porcí. Exercici 2012. Grup Gestió Porcina (Departament de Producció Animal, Universitat de Lleida). DAAM. ISBN: 978-84-694-7337-5

Olona, J; 2014. Economía de la agricultura española. Evolución y tendencias. Quasar Consultores http://www20.gencat.cat/docs/DAR

Pomar, C., Pomar, J., Babot, D. (2008). Mejora de la eficiencia y reducción del nitrógeno y del fósforo residual mediante aplicación de la alimentación de precisión en producción porcina. I Congreso Español de Gestión Integral de Deyecciones Ganaderas. ISBN: 978-84-936421-0-5

Pomar, J., Pomar, C.. (2010). La porcinocultura de precisión. Portal Veterinari Albeilar. http://albeitar.portalveterinaria.com/

Rafael, J. (2010). Exemples i resultats tècnics i econòmics de l'aplicació de dietes ajustades. Nuri i Espadaler, SL. Europorc. Vic, 13 de maig de 2010.

Registro General de Explotaciones Ganaderas (REGA),2012 Base de datos del MAGRAMA.

Relandeau C., Van Cauwenbergue S., Le Tutour L., (2000). Prevention of nitrogen pollution from pig husbandry through feedint measures. Ajinomoto animal nutrition. Eurolysine Information. http://ajinomoto-eurolysine.com/

Teira, R. (2008). Informe per a la millora de la gestió dels purins porcins a Catalunya. Informes del CADS:5. ISBN 978-84-393-7712-2

Torrallardona, D. (2006). Mesures alimentàries per reduir l'impacte mediambiental de les dejeccions ramaderes. Dossier Tècnic: bones Pràctiques Agràries (II), 14, 16-20. Internet: www.ruralcat.net.

Torrallardona, D. (2007). Reducció de nitrogen a les dejeccions ramaderes per alimentació: Fases i Dietes. Jornada Tècnica alimentació i maneig en porcí: reducció de nitrogen i volum en les dejeccions, 23 de novembre de 2007, Fira de Lleida.

Torrallardona, D. (2010). Contribució de les dietes d'alimentació animal en la reducció del nitrogen dels purins. Jornada Tècnica Nova eina per aplicar reduccions de la càrrega nitrogenada dels purins en funció de l'alimentació dels animals, 13 de maig de 2010, Europorc, Vic.

Torrallardona, D., Esteve-Garcia, E., Brufau, J. (2003). Environmental impact of replacing soybean meal with barley and amino acids in diets for growing pigsl In: Ball, R. (ed.). Digestive Physiology in Pigs. Vol 2, 326-328. Unversity of Alberta, Edmonton, Canada.

Willis S. (2001) Attack feed wastage. Pig International May 2001. Vol 31, No 5 (pp 13-14).