

INFLUENCIA DEL ALOJAMIENTO SOBRE LA NUTRICIÓN DE AVES Y CERDOS

G. Santomá y M. Pontes
Tecna/Trouw Nutrition International

1.- INTRODUCCIÓN

En trabajos presentados en las dos ediciones anteriores de FEDNA (Santomá y Pontes, 2004 y 2005), abordamos de forma general la importancia que tiene, para el nutricionista práctico actual, el conocimiento de los principales factores extrínsecos al animal que influyen sobre los rendimientos productivos, así como sobre sus necesidades nutricionales. Entonces ya indicamos que Hyun et al. (1998) observaron que, si bien el potencial genético actual del ganado porcino permite alcanzar el peso al sacrificio en 140 días, la media en EE.UU. está en 180 debido a la influencia de los numerosos factores que limitan la productividad de los animales. Más recientemente Martin (2002) señala que la velocidad de crecimiento de los cerdos entre destete y sacrificio en Irlanda no ha superado los 603 g/d entre 1992 y 2001.

En las dos ediciones pasadas, presentamos la influencia de los **factores ambientales** y de los **factores sanitarios**. El objetivo de este trabajo es estudiar otro grupo de factores que en condiciones prácticas influye de una forma muy importante sobre los rendimientos productivos de aves y cerdos, como son los **factores relacionados con el alojamiento**, mientras que dejaremos para ediciones posteriores de FEDNA los **factores relacionados con el manejo de los animales** y los **factores relacionados con la alimentación**.

Precisamente los factores vinculados al alojamiento y al manejo están siendo objeto de un intenso debate dentro de la UE como consecuencia de la implantación de las nuevas

normativas relativas al bienestar animal. En concreto éstas ya son vigentes para el caso del ganado porcino (Directivas 91/630; 2001/88; 2001/93; y Real Decreto 1135/2002), mientras que para el caso del pollo de carne, hoy inminentes, fijarían una limitación de la densidad a 30 kg/m² –38 kg excepcionalmente-, un acceso apropiado a cama, bebederos y comederos, las normas de ventilación, iluminación, temperatura, tratamientos veterinarios y tasas de mortalidad, y la obligación de al menos dos inspecciones diarias. Quizás también un etiquetado obligatorio indicando las normas de bienestar animal aplicadas.

En el caso de las gallinas ponedoras tenemos la posible prohibición del alojamiento en jaulas convencionales a partir de 2012, decisión ésta todavía pendiente de aprobación definitiva; se debía revisar en 2005, pero no hay noticia de que esto haya sido así.

De cualquier modo, independientemente de las especificaciones legales que introduzca la normativa europea, la realidad es que los animales monogástricos en producción intensiva están sometidos a unas condiciones de alojamiento que pueden determinar su potencialidad productiva, y en consecuencia la alimentación idónea puede ser diferente, en función de esas condiciones. La influencia de estas condiciones sobre los rendimientos productivos y sobre las especificaciones nutricionales será el objeto de este trabajo.

2.- FACTORES MÁS RELEVANTES RELACIONADOS CON EL ALOJAMIENTO

En el intento de clasificación de los factores extrínsecos que afectan a la producción de monogástricos presentado en el año 2004, agrupamos los factores relacionados con el alojamiento del modo siguiente:

- Sistemas de alojamiento
- Diseño de plaza (individual, grupo)
- Tipo y espacio de comedero
- Disponibilidad del pienso
- Tipo de bebedero y flujo de agua
- Yacija
- Densidad de población

Algunos de estos factores ya han sido estudiados en las dos ediciones anteriores por su implicación directa sobre los factores ambientales y sanitarios. Tal es el caso por ejemplo de todos aquéllos factores de instalaciones y alojamiento relacionados con los factores ambientales (aislamiento, suelos, muros, techos, ventilación, calefacción, refrigeración, iluminación, etc.), de modo que no se va a insistir sobre ellos.

3.- FACTORES DE ALOJAMIENTO

3.1.- Sistemas de alojamiento

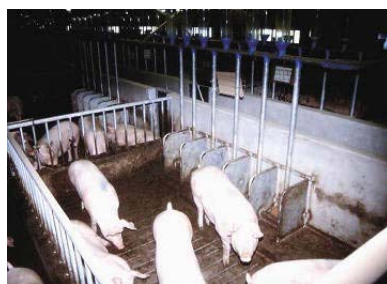
Por imperativo legal, en los últimos tiempos se está reconsiderando el sistema de alojamiento de los animales domésticos, con especial énfasis en cerdos reproductores y en gallinas ponedoras, donde la intensificación ha llegado a niveles que socialmente han sido cuestionados por sus implicaciones sobre el bienestar animal.

3.1.1.- Alojamiento individual o en grupos en cerdas gestantes

En las cerdas gestantes, la implantación de la nueva legislación sobre alojamiento de cerdas en grupo ya está vigente desde 2003 para granjas nuevas, y será obligatoria para todas las explotaciones a partir del año 2013. En función de las nuevas normas, el tipo de alojamiento que se vaya a utilizar, entre numerosas alternativas en estudio, tendrá repercusiones sobre el diseño de los piensos de cerdas gestantes, tal como nos indicó Coma (2002) y el año pasado, Manteca y Gasa (2005).

En los sistemas de restricción de pienso -sistemas de caída lenta, individuales, sobre suelo, o con la estación electrónica-, se podrán mantener diseños similares a los actuales, aunque habrá que tener en cuenta el **mayor gasto energético de las cerdas alojadas en grupo** en relación a las alojadas individualmente y, por otra parte, seguramente habrá que introducir **componentes que ayuden a disminuir la agresividad**.

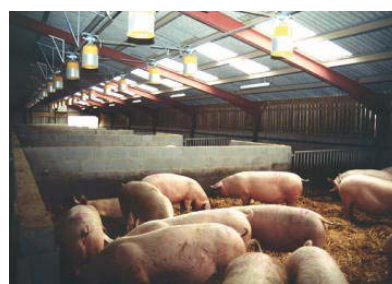
Figura 1.- Diferentes sistemas de alojamiento para cerdas en grupo



Suministro lento (BIOFIX)



Alojamiento en grupo con comederos autobloqueantes



Yacija de paja y alimentación sobre suelo

En relación al mayor gasto energético, de acuerdo con Quiniou (2004), las cerdas alojadas en grupo están unos $\frac{3}{4}$ de hora al día más tiempo de pie que las cerdas alojadas individualmente. El consumo energético extra que representa el cambio postural y el ejercicio representa 27 kJ de EM/kg^{0,75}/100 minutos, según Noblet et al. (1993).

En condiciones prácticas, estas necesidades suplementarias son pequeñas (alrededor de un 2,5-3% de las necesidades de mantenimiento, o unos 50 g más de pienso al día).

Si se adoptan sistemas tipo tolva con alimentación ad libitum, será necesaria la inclusión de agentes saciantes para evitar un excesivo engrasamiento de las cerdas. Esta alternativa fue revisada por Borja y Medel (1998), quienes señalaron que esta opción es posible, aunque, el elevado volumen de pienso consumido por cerda y año, hace que esta alternativa deba ser estudiada detenidamente desde un punto de vista económico, frente a otras alternativas.

Una ventaja adicional de este sistema es la mejora en la calidad del calostro y de la leche, *así como del apetito de la cerda en lactación* (Close, 2004).

Dado que estos sistemas de alojamiento favorecen una mayor agresividad, para disminuirla, Arey y Edwards (1998) recomiendan las siguientes medidas:

- Heterogeneidad en el tamaño de los animales, puesto que ayuda a establecer las jerarquías
- Lotes de tamaño pequeño, para disminuir el número posible de jerarquías
- Barreras para facilitar la huida
- Supervisión de los nuevos grupos creados
- Administración de pienso ad libitum

Por el contrario estos autores no encontraron un efecto positivo en la disminución de la agresividad, ni con el suministro de cama de paja, ni con la disponibilidad de espacio en exceso. Intervenciones con fármacos retrasan más que previenen la agresividad.

El efecto de la temperatura sobre cerdas alojadas en grupo, tal como se comentó hace dos años (Santomá y Pontes, 2004), es inferior al experimentado por cerdas alojadas individualmente.

3.1.2.- Influencia del sistema de alojamiento en ponedoras

El 3 de Agosto de 1999 se publicó en el Diario Oficial de las Comunidades Europeas la Directiva 1999/74/CE del Consejo de 19 de Julio del mismo año, por la que se fijan las normas mínimas de protección de las gallinas ponedoras.

Entre las medidas más importantes que establece esta Directiva se hallan el aumento de la superficie mínima disponible por ave de los 450 cm² vigentes hasta el momento, a los 550 cm²/ave alojada en jaulas, y la prohibición de la cría de ponedoras en jaulas convencionales a partir del 1 de Enero de 2012, momento a partir del cual sólo

estará permitida la cría de ponedoras en jaulas “acondicionadas” (750 cm²/ave, nido, yacija, aseladeros, dispositivo de recorte de uñas) o en sistemas “alternativos” (aviarios con o sin acceso a patios exteriores). Con todo, esta directiva preveía un dictamen del comité científico veterinario sobre los distintos sistemas de cría tomando en cuenta aspectos patológicos, zootécnicos, fisiológicos, etológicos así como las repercusiones sanitarias y medioambientales de estos sistemas antes del 1 de enero de 2005, para que el Consejo tomara una decisión definitiva antes de 12 meses posteriores a la presentación de dicho dictamen. A nuestro conocimiento, ello todavía no se ha producido.

Desde la aparición de la mencionada Directiva se han realizado, y se están realizando, numerosos estudios en los que se analizan las consecuencias productivas, económicas y de bienestar de las ponedoras, de las medidas propuestas. Entre estos estudios se halla la revisión de Aerni et al. (2005) quienes tras el análisis de los resultados de 19 trabajos que incluían 36 manadas alojadas en aviarios y 26 en jaulas, concluyen que el sistema de alojamiento en aviarios implica un 3,6% de menos masa de huevo, un 3% de mayor consumo y un 6,7% de peor conversión que las gallinas alojadas en jaulas (ver cuadro 1), aunque no queda claro si el mayor consumo, es consumo real o mayor desperdicio. Por el contrario la mortalidad y el canibalismo no difirieron significativamente entre ambos sistemas; estos parámetros están estrechamente asociados a la estirpe, y en el caso del canibalismo, también al corte de picos. El acceso precoz a yacija favoreció los rendimientos productivos de las aves alojadas en aviarios.

Cuadro 1.- Influencia del tipo de alojamiento sobre los resultados productivos y parámetros de bienestar en ponedoras (Aerni et al., 2005)

Diseño de tolva	Sistema de alojamiento		Significación estadística
	Aviario	Jaula	
Peso del huevo (g)	60,81	60,83	n.s.
Masa de huevo (kg/ave alojada/4 semanas)	1,37	1,42	*
Porcentaje de puesta	79,39	81,38	n.s.
Alimento consumido (g/gallina y día)	121,2	117,5	**
Índice de conversión	2,38	2,22	***
Tasa de mortalidad (%/gallina alojada/4 sem.)	0,55	0,50	n.s.
Tasa de canibalismo (%/gallina alojada/4 sem.)	0,08	0,05	n.s.

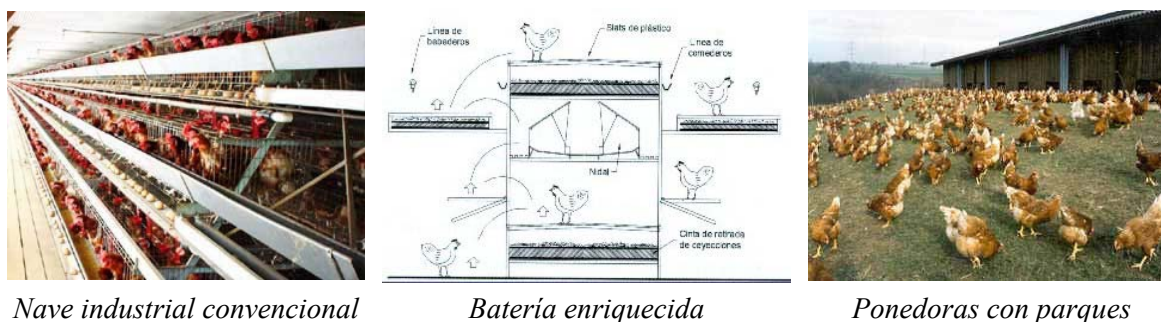
Este mayor consumo de pienso, sumado por una parte, a unos mayores costes de inversión por ave alojada, por otra, a unos mayores costes de mano de obra, a unos mayores gastos generales, y a un mayor coste de la pollita recriada en suelo en relación a la recriada en jaulas, permite a van Horne (2006) realizar una estimación del aumento de costes que supone este cambio en la legislación (ver cuadro 2).

Cuadro 2.- Influencia del tipo de alojamiento sobre los costes de producción en ponedoras (van Horne, 2006)

Diseño de tolva	Sistema de Alojamiento			
	Jaula (450 cm ² /ave)	Jaula (550 cm ² /ave)	Jaula enriquecida	Aviario
Mano de Obra (aves/trabajador)	50.000	50.000	45.000	35.000
Inversión (€/ave alojada)	18,4	22,5	30,9	26,8
Consumo de pienso (g/ave y día)	109	110	115	121
Coste pollita 17 semanas (€)	3,1	3,1	3,1	3,35
Costes generales (€/ave alojada)	0,3	0,3	0,33	0,42
Costes Totales (€/kg huevo)	0,74	0,77	0,84	0,91
Aumento (% vs 450 cm ² /ave)	-	3,7	13,7	22,3
Aumento (% vs 550 cm ² /ave)	-	-	9,6	17,9

Datos económicos basados en la coyuntura de precios de Holanda en 2005.

Figura 2.- Diferentes sistemas de alojamiento para ponedoras

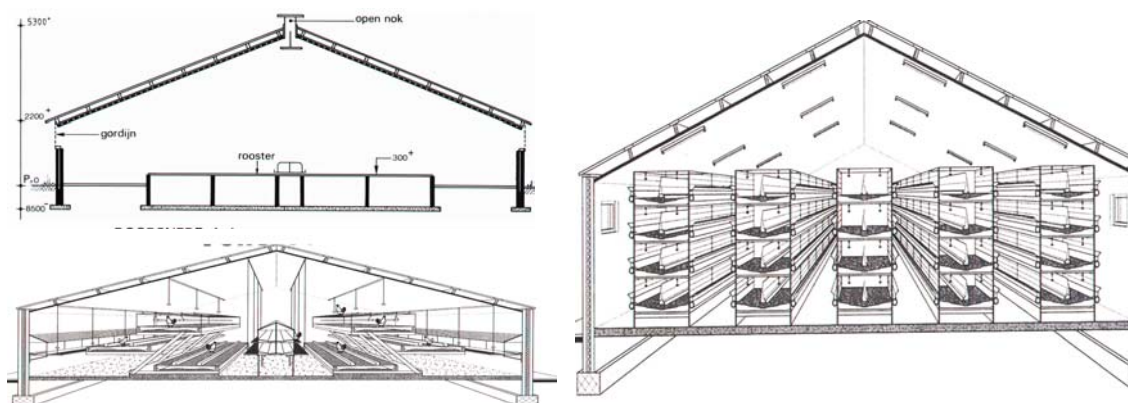


Nave industrial convencional

Batería enriquecida

Ponedoras con parques

Figura 3.- Diferentes esquemas de alojamiento para ponedoras, Holanda, 2000



Arriba, nave convencional; Abajo, aviario

Esquema con baterías enriquecidas

Por su parte Tauson (2002) indica mayores problemas de parasitosis y de lesiones plantares, y una tendencia a menores problemas metabólicos (como el síndrome de hígado graso) y una mayor fortaleza del esqueleto, en aves alojadas en aviarios en relación a las aves alojadas en jaulas.

Como consecuencia de este mayor consumo de pienso experimentado por las aves alojadas en aviarios, fruto de las mayores necesidades de mantenimiento por una mayor actividad, cabe plantearse la posibilidad de suministrar dietas con otra relación energía/nutrientes a la convencional para gallinas alojadas en batería. Eits et al. (2005) presentaron resultados preliminares al respecto y concluyen **que para un mismo nivel de energía, la proteína equilibrada puede reducirse en un 5-10%**. Para las condiciones experimentales de su estudio, los máximos rendimientos económicos se alcanzaron con un 17,5% de proteína bruta en dietas de 2800 kcal EM/kg para las gallinas alojadas en jaulas, y del 16% para las gallinas alojadas en aviarios. Las gallinas alojadas en aviarios tendieron a mostrar yemas más claras, y una menor sensibilidad a los cambios de proteína, en cuanto a resultados productivos, que las gallinas alojadas en jaulas. Cepero (2002) propuso unos valores del 9 al 13% inferiores en la relación proteína/energía en ponedoras alojadas en sistemas alternativos.

3.2.- Diseño de las corralinas en lechones y cebo

Wiegand et al. (1994) estudiaron la influencia de cinco formas distintas de corralinas [rectangular (relación longitud/anchura=3), triangular (equilátero), cuadrada y circular (con y sin vallas interiores)] sobre los resultados productivos y comportamiento de lechones entrados con 30 kg de peso, en grupos de 15 y con 0,96 ó con 0,356 m² por cerdo. No se observaron diferencias significativas en cuanto a la influencia de la forma de la corralina para ninguno de los parámetros analizados, excepto el de una mayor agresividad entre los lechones durante la primera semana en las corralinas circulares sin vallas. Pasada esta semana, los resultados fueron similares. En todas las corralinas las áreas de defecación se concentraban en las esquinas, y en las corralinas circulares los cerdos utilizaron como tales las esquinas con el comedero.

Marco (2005) recomienda corralinas con un 30% de zona firme, para disminuir la incidencia de ileitis y de enfermedades respiratorias, con el comedero en esta zona, y el bebedero separado para que los cerdos tengan la necesidad de moverse, con una esquina diseñada para el descanso y otra para la defecación. También indica como importante el número de hileras de corralinas en las naves de cebo como factor predisponente a una mayor incidencia de enfermedades respiratorias por la mayor dificultad de ventilación.

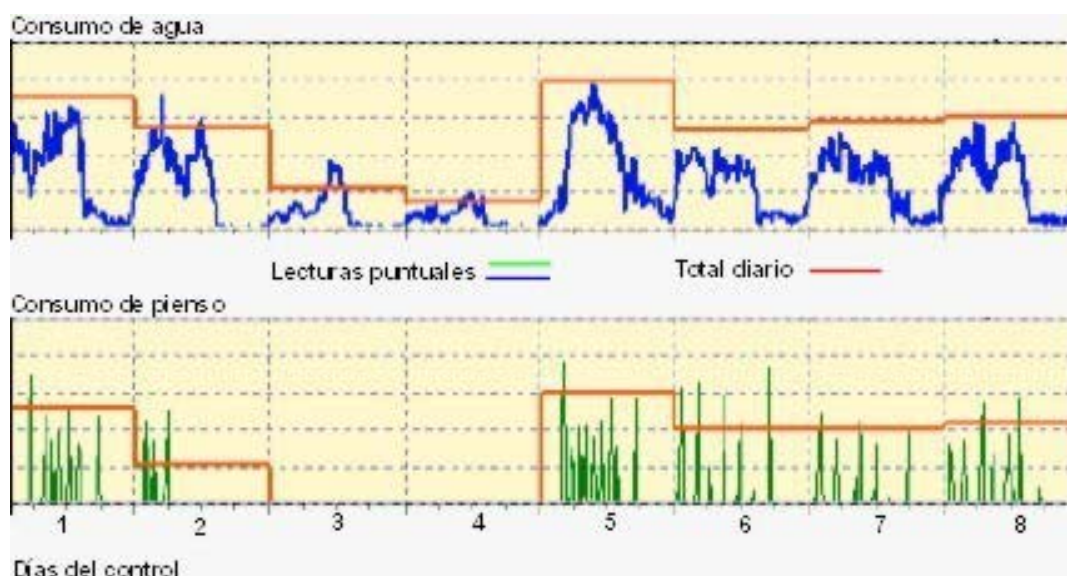
En este sentido Tielen (1978) indicó una incidencia de lesiones pulmonares del 32% en cerdos criados en naves de cebo con 4 hileras frente a un 19% cuando fueron

criados en naves con 2 hileras. En el tabajo presentado el año pasado (Santomá y Pontes, 2005) ya se indicó la gran influencia de los procesos respiratorios sobre los rendimientos productivos y sobre las necesidades nutricionales.

3.3.- Disponibilidad de pienso

El seguimiento realizado por Bird (2003) en numerosas granjas sugiere que la disponibilidad de pienso en los cerdos de engorde puede llegar a interrumpirse en diversos momentos a lo largo del ciclo de engorde, evidenciándose que, en todas las granjas estudiadas, en uno u otro momento, numerosos cerdos han retrasado o perdido comidas (figura 4).

Figura 4.- Registro del consumo de pienso y agua en granjas de cerdos de engorde (Bird, 2003)



Sin embargo, los implicados en la producción de cerdos de engorde suelen pensar en este problema como algo que no les afecta, que no sucede en su organización. Quizá cabría clasificar a los productores en dos grupos, los que tienen el problema y lo conocen, y los que lo tienen pero no lo saben. Es evidente que los descensos en el consumo se traducirán en merma de los resultados:

- Retrasos de crecimiento
- Al alargarse el ciclo de engorde, se empleará un mayor porcentaje del pienso para mantenimiento, aumentando la conversión y el coste
- Una privación de pienso superior a 18 horas resulta en procesos catabólicos: 58 kcal/hora –metabolismo basal a 115 kg en ambiente termoneutro-, que equivalen en 20 horas a 0,35 kg de pienso
- Se pierde en uniformidad del lote -al irse a acabar el pienso solo comen los líderes-
- Incrementan los comportamientos atípicos –agresividad, mordedura de colas, etc.-

Las causas mas frecuentes del problema son:

- Errores humanos por fallos en el suministro de pienso, asociado con frecuencia a imprevisiones del control de las existencias en granja.
- El pienso a granel “en harina” forma bóvedas en los depósitos y comederos y deja de fluir, con lo que, aun habiendo pienso, puede no llegar a los animales. El problema se agrava en los piensos ricos en grasa y con molturación muy fina.
- Fallos mecánicos, por averías en motores, cables desgastados, conductos, etc., generalmente atribuibles a un mal mantenimiento.

Para evaluar la realidad del problema veamos datos de una experiencia de Brumm y Colgan (2006), realizada en la Universidad de Nebraska, con 240 cerdos, desde 6 semanas después del destete y durante 109 días (unas 16 semanas) (cuadro 3).

Cuadro 3. Efectos de la interrupción del suministro de pienso (Brumm y Colgan, 2006).

Interrupción del pienso	Nunca	Semanal
Nº de cochiqueras	8	8
Peso inicial, kg	24,1	23,3
Peso a 53 días, kg	70,4	65,9
Peso a 109 días, kg	118,8	114,1
Uniformidad inicial c.v.	17,4	16,1
Uniformidad a 53 d c.v.	10,7	10,9
Uniformidad a 109 d. c.v.	8,1	8,2
Aumento hasta 53 d, g/día	0,871	0,803
Aumento 53-109 d, g/día	0,862	0,857
Aumento hasta 109 d, g/día	0,866	0,835
Pienso hasta 53 d, g/día	2,005	1,873
Pienso 53-109 d, g/día	2,980	2,935
Pienso hasta 109 d, g/día	2,504	2,418
IT hasta 53 d	2,30	2,33
IT de 53 a 109 d	3,45	3,41
IT hasta 109 d	2,89	2,90
Peso canal, kg	93,6	89,6
Grasa dorsal, mm	25,9	24,6
Grosor del lomo, mm	69,9	67,8
Lomo, %	53,5	53,5
Nº de cerdos eliminados	1	1
Nº de menores de 90 kg	2	4

Se hicieron dos grupos y a uno de ellos se les suministró pienso de forma regular durante todo el engorde, mientras que al otro se les dejó 20 horas seguidas sin pienso, un día a la semana –elegido al azar, para evitar que se adaptaran-. Como se aprecia, el efecto inicial es marcado, luego se produce un cierto grado de adaptación pero, en todo caso, sin llegar a desaparecer el efecto negativo de la supresión del pienso. El principal problema de las interrupciones en el suministro de pienso es que parecen no importar. Cuando se produce la incidencia parece no haber pasado nada grave. Podría ser incluso bastante costoso, y afectar al bienestar animal, pero no hay indicaciones que lo sugieran. Aun si uno es conocedor de la incidencia, como parece no haber pasado nada, tampoco hay una motivación poderosa para tratar de evitar que se repita. Sin embargo, este problema es real, sucede en la mayoría de las granjas, en un momento u otro, y cuesta una cantidad importante de dinero a la industria porcina.

A efectos del diseño del pienso, es un factor más a tener en cuenta tanto desde el punto de vista tecnológico (fluidez del pienso), como de especificaciones nutricionales, porque nos está penalizando el potencial productivo de los animales. El medio mas eficaz para evitar los fallos en el suministro de pienso es un control frecuente de los comederos y del consumo de agua –el 80 % del consumo de agua depende de que se consuma pienso (ver figura 4).

3.4.- Tipo y espacio de comedero

Tal como hemos visto en el apartado anterior, en primer lugar el pienso debe llegar hasta el comedero, de modo que hay que controlar el estado del silo y del sistema de distribución, tanto desde un punto de vista mecánico, como microbiológico y de limpieza, para evitar obstrucciones, y distribución de pienso deteriorado.

Una vez el pienso se halla disponible, tanto **el tipo como el espacio de comedero** pueden determinar los rendimientos productivos de los animales. Efectivamente, el diseño influye sobre las condiciones de higiene del comedero, la facilidad de su manejo, el uso del espacio, la cantidad consumida de pienso, así como su desperdicio -en casos extremos hasta en un 30% (Hutson, 1997)-. Los principales factores de diseño del comedero que influyen sobre el desperdicio de pienso son: insuficiente profundidad del comedero, ángulos muertos, forma de la cazoleta inferior, presencia o no de divisores para permitir acceso simultáneo de mas de un animal, pulsadores mal regulados, e incluso del espacio disponible por cabeza.

También es necesario considerar aspectos de bienestar: si el acceso del animal al comedero es complicado, si es difícil de regular el flujo de pienso o si tiene tendencia a bloquearse, todo ello favorecerá un menor consumo, una mayor tasa de agresiones y una menor uniformidad del peso final.

3.4.1.- Porcino

Los comederos que distribuyen pienso seco (la alimentación líquida ha sido objeto de otras ponencias en FEDNA) se pueden clasificar fundamentalmente en si incorporan o no bebedero, si los cerdos pueden mezclar agua y pienso o no, si son monoplaza o multiplaza, y finalmente si el comedero corrido es lineal o circular, con todas las combinaciones posibles (Laitat et al., 2005).

En los cuadros siguientes se reflejan los resultados de algunas experiencias que han comparado diversos tipos de comederos.

De acuerdo con Gonyou y Lou (2000), la **inclusión del bebedero en el comedero** determina un aumento de la ingesta de un 5% con pienso en harina, aumento que puede ser mayor en épocas calurosas y menor, si se trata de pienso granulado -comparando con comederos sin agua-, disminuyen el tiempo empleado en la ingesta, lo cual permite un mayor número de animales por comedero, y disminuyen hasta en un 25-30% el agua ingerida –y sobre todo la excretada, contaminación ambiental- (ver cuadro 4).

Cuadro 4.- Diseño de comedero, con o sin bebedero, y rendimientos en engorde Gonyou y Lou (2000)

Diseño del comedero	Sin bebedero	Con bebedero
Duración de las comidas (min/día)	104,1	86,3 *
Frecuencia de accesos al comedero (nº/día)	60,1	36,7 *
Alimento consumido/cerdo, kg /día	2,66	2,82 *
Ganancia/cerdo, g /día	873	917 *
Agua, L/cerdo/día (1)	5,25	4,4*
Producción de purines, % (2)	100	71,1*

(1) Amornthewaphat et al. (2000) ; (2) Brumm y Dahlquist (1997)

Cerdos de 27 a 106 kg alojados en lotes de 12 en 10 m² slat total, alimentados con pienso en harina

* Estadísticamente significativo

Según estos autores estas mejoras productivas se deberían tener en cuenta al diseñar los programas de alimentación. En el caso concreto de esta experiencia, los cerdos que disponían de comedero con bebedero incorporado dieron lugar a canales más grasas que los cerdos alimentados con el comedero sin bebedero.

En este tipo de comederos es importante la cantidad de pienso liberada por cada golpe del cerdo al pulsador. Un exceso de pienso conducirá a un mayor desperdicio, y una

cantidad insuficiente supondrá un menor consumo final. De acuerdo con la revisión de Laitat et al. (2005), el aporte óptimo está entre 5 a 7 g/golpe.

Otro aspecto de amplia discusión en relación a los comederos de cerdos se refiere al **número de cerdos por hueco y en general, el espacio de comedero requerido por cerdo**. Las recomendaciones tradicionales sugieren un número inferior a 10 cerdos, e incluso un máximo de 4 (English et al., 1988), pero publicaciones posteriores indican que se puede llegar hasta 20, incluso 30, sin que la productividad se vea penalizada (Walker, 1991; Nielsen et al., 1995).

Trabajos más recientes sobre este tema reflejan cifras intermedias. Así Spoolder et al. (1999) estudiaron la influencia del *espacio de comedero* sobre los rendimientos productivos de cerdos de 36 a 85 kg de peso con la utilización de 1 ó 2 comederos de una boca por 20 cerdos. La disponibilidad de un solo comedero afectó más negativamente al crecimiento hasta los 65 kg de peso, y aunque posteriormente los animales fueron capaces de igualar el crecimiento, el resultado final fue de un peor crecimiento para los animales con menor disponibilidad de comedero (cuadro 5). Con tan sólo un espacio de comedero para 20 animales, el comportamiento de los mismos se vio alterado al dedicar más tiempo a la actividad de ingestión de pienso. Los animales permanecían mas tiempo de pie haciendo cola, en los alrededores del comedero, aumentando el número de interacciones entre ellos, de forma que el número de agresiones por grupo se vio aumentado. Estos resultados pueden explicarse en base a la observación de Gonyou y Lou (2000), según los cuales el espacio de comedero necesario por cerdo es mayor en cerdos en crecimiento que en acabado, por la mayor duración de las comidas y la mayor tasa de ocupación de los cerdos jóvenes (ver cuadro 6).

Cuadro 5.- Influencia del espacio de comedero sobre el crecimiento de cerdos de 36 a 85 kg de peso (Spoolder et al, 1999).

Fase de cebo	Nº Comederos por 20 cerdos		Significación estadística
	1	2	
Crecimiento hasta 65 kg (g/d)	721	760	***
Crecimiento desde 65 kg (g/d)	822	810	
Total (g/d)	752	769	*

Cuadro 6.- Influencia del tamaño del cerdo en el comportamiento alimentario (Gonyou y Lou, 2000).

Peso (kg)	40	80
Duración de las comidas (min/día)	102	85,6*
Frecuencia de accesos al comedero (nº/día)	55,6	42,2*
Tasa de ocupación del comedero (%)	64,3	54,1*

Algo parecido fue observado por Turner y Edwards (1998) en el caso de bebederos al disminuir de 2 a 1 bebedero por 20 cerdos para distintos tamaños de grupo. En el cuadro 7 se reflejan los resultados obtenidos por Gonyou (1999) en los que se puede observar que desde un punto de vista productivo, se alcanzaron rendimientos óptimos con un solo hueco de comedero para lotes de hasta 12 cerdos, por lo menos, si bien el comportamiento alimentario cambió. Así estos autores detectaron que al aumentar el número de huecos aumenta la duración de las comidas, pero se reduce la tasa de ocupación del comedero.

Cuadro 7.- Diseño de tolva -simple o múltiple- y rendimientos en engorde (Gonyou, 1999).

Diseño de tolva	Simple	Múltiple
Duración de las comidas (min/día)	84,0	97,6 *
Tasa de ocupación del comedero (% de tiempo)	71,5	50,3 *
Alimento consumido/cerdo, kg /día	2,69	2,77
Ganancia/cerdo, g /día	885	905
Agua, L/cerdo/día (1)	5,4	5,1

(1) Amornthewaphat et al, 2000. * Estadísticamente significativo

Como base para la estimación de los requerimientos de espacio, Finn (2006) considera que el *tiempo medio dedicado a la ingestión de pienso* durante la etapa de crecimiento-cebo es de unos 60 minutos al día de media, y que la tasa de ocupación máxima del comedero no debe superar el 80%, para no limitar la capacidad de ingestión de los cerdos.

Con estas premisas se podría concluir que un espacio de comedero podría suministrar pienso a 19 cerdos. Si el tiempo dedicado a consumir pienso aumenta a 70 u 80 minutos por día, el número de cerdos que se puede abastecer disminuye a 16 ó a 14 cerdos por hueco. De acuerdo con Laitat et al. (2005), el tiempo medio de ingesta es de 106 vs 68 minutos por cerdo y día cuando los cerdos consumen harina en tolva seca y tolva holandesa respectivamente. Este tiempo es de 59 vs 60 minutos con los mismos sistemas, si el pienso se administra como gránulo. El tiempo empleado en ingerir pienso depende de la edad/peso del animal (los lechones comen menos pero más despacio), de la presentación física del pienso (el pienso en gránulo es consumido más rápidamente que el pienso en harina) y del tipo de comedero (la tolva holandesa con chupete admitiría hasta un 40% más de animales que una tolva en seco).

Por otra parte Laitat et al. (2005) indican que aunque los resultados zootécnicos medios puedan ser similares entre lotes de 10 ó 20 cerdos por hueco de comedero, la variabilidad aumenta y el número de agresiones entre cerdos también. En conclusión, desde un punto de vista productivo y de bienestar, parece prudente que el espacio de comedero sea de un hueco para un número inferior a 20 animales en crecimiento-cebo.

Autores como Plagge (1989) recomiendan 1 hueco para 12 cerdos y Walker (1991), un hueco para 10-15 cerdos. Marco (2005) recomienda 12-14 cerdos por tolva de hormigón con 2 huecos (4 cm/cerdo) y una tolva holandesa por cada 14 cerdos. Una tolva modelo holandés, bien diseñada, con bebedero incorporado, según Young (2004), puede ser utilizada para 12 cerdos, mientras que sin agua no deberían superarse los 10 animales. Para el caso de los cerdos en post-destete o transición las cifras recomendadas disminuyen a valores no superiores a 4 lechones por hueco, debido a su menor velocidad de ingestión. Los estándares recomendados en Gran Bretaña se muestran en el cuadro 8 y los de Gonyou (1999) en el cuadro 9.

Cuadro 8.- Estándar británicos en cuanto a necesidades de espacio de comedero según el sistema de alimentación (En: *Pig International*, 2006).

Peso vivo (kg)	Longitud de comedero por cerdo (mm)	
	Alimentación restringida	Alimentación ad libitum
10	130	35
20	160	40
50	215	60
90	260	70
110	275	75

Cuadro 9.- Duración de las comidas y estimaciones del número de cerdos por hueco en comederos comerciales para cerdos en cebo, con pienso en harina (Gonyou, 1999).

Tipo de Comedero	Duración de las comidas (min/día y cerdo)	Estimación del nº cerdos/comedero
Monoespacio-seco	92-98	11-12
Espacio doble-Seco	99-101	22
Monoespacio-con-chupete	73-81	14-15
Espacio doble con chupete	79-110	20-28

La interacción entre espacio de comedero (monoespacio o multiespacio), la presencia de bebedero o no, y la edad de los cerdos, fue estudiada por Magowan (2005) con lotes de 20 cerdos por corralina (cuadro 10). Según estos autores, en la fase de lechón es preferible un comedero multiespacio seco, y en la fase de crecimiento cebo, un comedero tipo tolva holandesa. Esta observación coincide con Laitat et al. (2005), quienes estiman que el hábito de chupar del lechón le dificulta un comportamiento correcto ante un comedero tipo tolva holandesa. Finalmente, en la experiencia mostrada en el cuadro 11, Connor y Dritz (2006) estudiaron la influencia de la **inclusión de separadores sólidos en la tolva** sobre los rendimientos productivos de cerdos en cebo (figura 5). La inclusión de estos separadores alteró el comportamiento social de los cerdos, de modo que los rendimientos productivos fueron similares, pero el porcentaje de colas (no reflejado en el cuadro), fue significativamente inferior.

Cuadro 10.- Tipo de comedero (M: multiespacio, seco; H: tolva holandesa) en transición (4 a 10 sem.) y cebo (hasta 100 kg) en corralinas de 20 cerdos y efecto en los resultados productivos globales (Magowan, 2005).

	H-H	M-M	H-M	M-H
Crecimiento (g/d)	702	699	701	730
Consumo (kg/d)	1,63	1,65	1,61	1,65
Ind. Conversión	2,34	2,37	2,29	2,26

Cuadro 11.- Efecto del tipo de divisor entre bocas de la tolva (Connor y Dritz, 2006)

Divisor entre bocas de la tolva	Sólido	Sin divisor
Peso medio inicial, kg	28,80	28,80
Peso medio final, kg	103,87	102,96
Ganancia/cerdo, kg	75,07	74,16
Alimento/ganancia	2,77	2,77
Alimento consumido/cerdo, kg	207,92	205,43

Figura 5. Diseño de tolva con separadores (Connor y Dritz,2006)



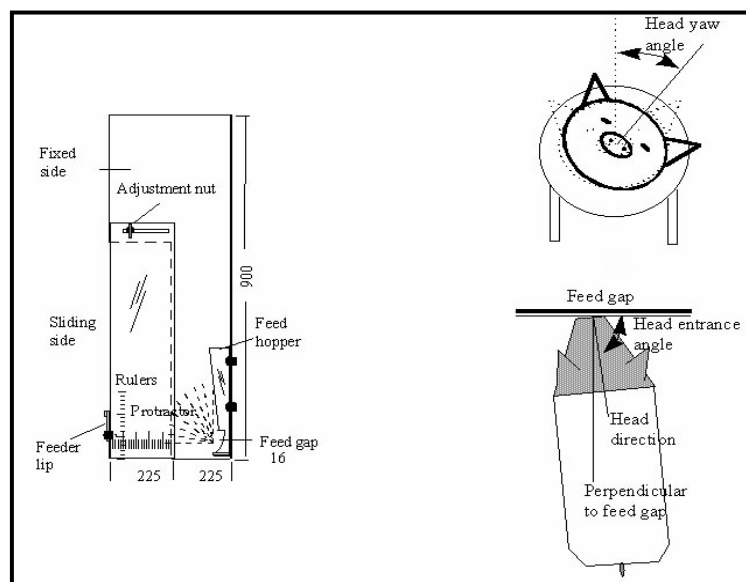
Por otra parte según la presentación física del pienso y el diseño y espacio de comedero se puede llegar a un desperdicio de pienso mayor del 10% (hasta el 30%, tal como se ha indicado anteriormente), cuando lo deseable sería no superar el 5% (Close, 2005). A pesar de los claros efectos del diseño de los comederos, parece ser bastante usual que el mismo se lleve a cabo con conocimiento limitado del comportamiento de los cerdos, comercializándose los comederos sin pruebas de campo suficientemente contrastadas.

Según todo ello, los puntos esenciales para el diseño de comederos (Lou y Gonyou, 2003) (figura 6), deberían fundamentarse en:

1. Determinar cuales serían las mediciones ergonómicas a tomar para la mejora de la interacción entre las dimensiones del comedero y las posturas tomadas por el cerdo durante la ingesta de pienso, y

- Determinar las dimensiones que limitarían que el cerdo pueda introducir las extremidades en el comedero, sin dificultar el acceso del cerdo al pienso, ni la limpieza del comedero.

Figura 6. Mediciones ergonómicas previas al diseño de comederos (Lou y Gonyou, 2003).



3.4.2.- Avicultura

En el caso de los pollos el tipo de comedero está más tipificado que para el caso del ganado porcino. Así el sistema más habitual en las granjas modernas es el de platos con arrastre bien por sinfín, bien por discos de plástico. Con todo, también en el caso de las aves, la disponibilidad espacio de comedero en los broilers se relaciona generalmente con la densidad de alojamiento, pero con un significado propio. Una valoración específica del efecto de la disponibilidad de espacio de comedero ha sido estudiada por Oluyinka et al (2002), describiendo las repercusiones de las diferencias de espacio disponible por ave sobre el comportamiento agonístico –empujones, pisadas, picadas, intimidación, persecución- y sobre el rendimiento zootécnico entre las 4 y las 8 semanas de edad en pollos (cuadro 12).

Cuadro 12.- Espacio de comedero, comportamiento y rendimientos en pollos (Oluyinka et al., 2002)

Espacio de comedero (cm/ave)	Actos agonísticos		Pienso g/ave/día	Δ peso g/ave/día	Conversión
	Al comer	Sin comer			
2,4	431 a	77 a	112,5	36,8	3,1
3,0	331 b	66 a	115,1	37,9	3,1
3,6	249 c	61 a	114,0	38,5	3,1

Además del espacio de comedero, es importante la altura del mismo con objeto de que esté lo suficientemente alto como para minimizar el desperdicio de pienso, y lo suficientemente bajo, como para que el ave acceda al pienso. Las recomendaciones en broilers están entorno a 1 plato de 33 cm de diámetro por cada 65 aves, 1 tolva de 38 cm de diámetro por 70 aves ó 2,5 cm por ave en comederos tipo cadena. En ponedoras 2 cm en el período de 0 a 4 semanas, 7 cm entre las 5 y las 17 semanas y 12 cm por ave alojada en jaulas durante la puesta (establecida por la Directiva 1999/74/CE del Consejo).

3.5.- Tipo de bebedero y flujo de agua. Cantidad de bebederos

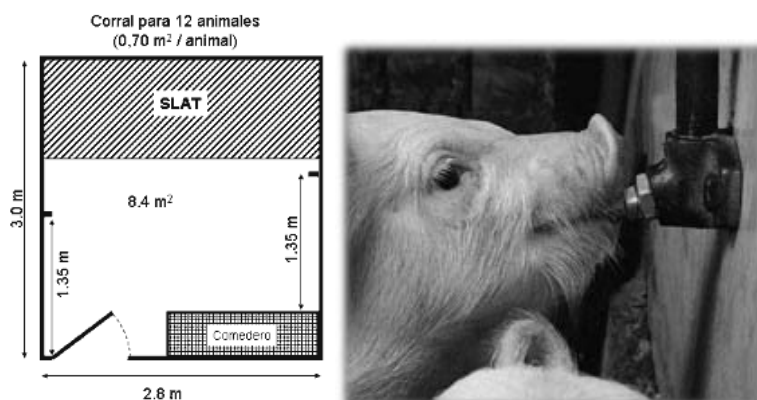
Hemos visto que si el animal no come, restringe la bebida, pero a la inversa, si no bebe, tampoco come la cantidad usual. En ambos casos se afectan los rendimientos.

3.5.1.- Porcino

En el caso de **lechones** recién nacidos, Deligeorgis et al. (2006), encuentran diferencias en el consumo de agua en las primeras 48 horas de vida del lechón en función de su sexo, del color de bebedero y de su localización, observando que el consumo de agua se produce durante el día –en el espacio de tiempo comprendido entre cada dos mamadas– y que los lechones que no van al bebedero crecen mas lentamente y tienen un menor peso ya a las 48 horas de edad.

En cuanto a los **cerdos en crecimiento**, Li et al (2005), indican que estos animales en grupos de 8 a 20 cerdos, dedican aproximadamente 10 minutos al día a beber con bebederos tipo chupete, a un ritmo de unas 2 veces por hora (26-33 veces en 24 horas). Por su parte, Young (2004), señala que la restricción de agua a los cerdos en engorde y acabado no tiene justificación alguna, ni económica, ni de ninguna otra índole. Así, los mejores resultados se alcanzan con agua ad libitum, lo que representa que la situación de los bebederos en cuanto a altura, localización, etc. no debería plantear ninguna limitación, encubierta o no.

Figura 7. Localización a izquierda y derecha de los bebederos, y ángulo de ataque.



En **cerdas**, Almond (2004), correlaciona la presencia de anomalías en la orina (presencia de nitritos, leucocitos, proteinuria, densidad elevada) con el suministro mas o menos liberal de agua. Sus estudios revelan que un 30 % de las cerdas gestantes sometidas a un suministro intermitente de agua tienen una densidad de orina superior a 1,020, mientras que las cerdas con chupete o cazoleta en su plaza, tan solo un 3 % superan esa misma densidad. El abrevado intermitente, por lo tanto, plantea un mayor riesgo de infecciones del tracto urinario, causa de un porcentaje elevado de los desechos de hembras.

Consecuentemente, creemos que la disponibilidad del agua es básica, y no ya tan solo por respeto al bienestar animal, sino incluso por criterios zootécnicos.

En el caso de los cerdos hay diversos factores que afectan el consumo de agua, como el **tipo de bebedero**, la **calidad del agua** –que ya ha sido presentada en otros contextos-, el **número de bebederos**, su **accesibilidad**, y el mismo **flujo de agua**.

Torrey y Widowski (2004) encontraron una influencia significativa del **tipo de bebedero** sobre el comportamiento y el consumo de pienso de lechones destetados a los 15 días de edad durante los primeros días después del destete. El bebedero en cazoleta estimuló el consumo de pienso, mientras que el bebedero tipo chupete estimuló el comportamiento de chupeteo con desperdicio de agua (cuadro 13). Según los autores esta actitud forma parte de la evolución del comportamiento del lechón, desde la predisposición natural a chupar (mamar), al consumo de pienso sólido y de agua, por separado. La facilidad de acceso y similitud a esta predisposición natural a chupar del bebedero tipo chupete, estimula su mayor uso y un menor consumo de pienso por retrasar esta transición de hábitos de consumo.

Cuadro 13.- Influencia del tipo de bebedero sobre el consumo de pienso y agua en lechones destetados a los 14 días, durante los primeros dos días post-destete (Torrey y Widowski, 2004)

Tipo de Bebedero	Chupete	Cazoleta
Comportamiento alimentario (min/cerdo)	41,99	71,16
Consumo de pienso aparente (g/cerdo y día)	44,4 a	61,7 b
Comportamiento de bebida (min/cerdo)	26,08 a	14,52 b
Utilización de agua (l/cerdo/día)	2,08 a	0,67 b

El efecto del tipo de bebedero durante el cebo está recogido por Brumm (1998), detectando tendencias a un peor crecimiento, en paralelo a un descenso significativo en el consumo de agua y de pienso, al disponer de bebedero tipo cazoleta en relación a bebederos tipos chupete (cuadro 14).

Cuadro 14.- Efecto del tipo de bebedero sobre los rendimientos en cerdos cebo (Brumm, 1998).

Tipo de bebedero	Cazoleta	Chupete	Probabilidad
Peso inicial, kg	17,4	17,5	-
Peso final, kg	114,0	115,1	>0,10
Aumento de peso, kg/día	0,821	0,830	>0,10
Pienso ingerido, kg/día	2,046	2,118	<0,01
Conversión	2,49	2,55	<0,10
Uso de agua, litros/cerdo/día	3,8	5,3	<0,075
Purines, litros/cerdo/día *	3,3	4,2	-

* estimación

En lo que respecta a *accesibilidad*, Li et al (2005), observaron un aumento del agua desperdiciada del 17,7 al 39,1% al mantener la altura del bebedero a 330 mm de altura, respecto a los cerdos a quienes se ajustó la altura del mismo a 50 mm por encima de la cruz del lechón más pequeño entre los 40 y los 60 kg. Young (2004) concluye que un bebedero de chupete mas elevado que el dorso del cerdo determina un menor consumo de agua. Por su parte, Brumm (1998) señala que un bebedero de chupete adjunto al comedero-tolva, o montado de forma independiente sobre el muro de la cochiguera, afecta a la cantidad de agua gastada por cerdo y día; el significativo descenso en el uso de agua que se produce en el primer caso se acompaña de una disminución del volumen de purines, tal como se ha comentado en el apartado de tipo y espacio de comedero (cuadro 15).

Cuadro 15.- Localización del bebedero y uso del agua durante el engorde (Brumm, 1998).

Bebedero	En el comedero	Independiente
Agua, litros/cerdo/día	4,50 b	6,06 a
Consumo de pienso diario, kg	2,377 a	2,250 b
Aumento de peso diario, kg	0,780 a	0,762 b
Purines, litros/cerdo/día (invierno)	3,22	4,92
Purines, litros/cerdo/día (verano)	5,03 b	7,08 a

a, b Probabilidad < 5 %; * Resultados promedios en 103 días de engorde

Centrándonos en la importancia del *número de bebederos*, según Whittington et al. (2000), para un nivel de producción adecuado se necesita que esté *operativo* un bebedero tipo chupete por cada 12 cerdos. Por su parte, Young (2004) distingue entre bebederos de chupete (15 cerdos por bebedero) y de cazoleta (20 cerdos). También Payne (2004) cita recomendaciones desde un bebedero de chupete por cada 8-10 lechones hasta uno por cada 20 cerdos en engorde-acabado, y un bebedero de cazoleta por cada 15-20 cerdos, aunque reconoce que cada cochiguera debe disponer de mas de un punto de agua. Las normas de bienestar inglesas establecen la siguiente pauta (cuadro 16):

Cuadro 16.- Requerimientos de puntos de bebida en cerdos (UK Welfare Guidelines).

Tipo de bebedero	Fase	Nº de animales/bebedero
Chupete	De destete a acabado	10-15
Chupete protegido	De destete a acabado	10-15
Cazoleta	Acabado	17
Nivel constante	Acabado	20 (para 300 mm)
Nivel constante	Cerdas	15 (para 300 mm)

En cuando al *flujo de agua de los bebederos*, debemos considerar que una cantidad insuficiente representa una restricción, pero que un exceso significa un desperdicio de agua que acaba en los purines, acentuando el problema de los vertidos. Por supuesto, en el caso de medicación a través del agua de bebida, los desperdicios de la medicación acentúan la importancia de limitar el agua gastada no bebida. Conseguir un punto intermedio es importante, pero hay discordancia entre las diferentes estimaciones, probablemente por el diferente tipo de bebedero considerado. De acuerdo con los resultados de Li et al. (2005), el % de agua desperdiciada por cerdos entre 18 y 30 kg de peso pasó del 6 al 33% al aumentar el caudal de 500 a 1000 ml/min, mientras Young (2004) propone un límite mínimo de 1,5 litros / minuto durante el engorde, y 1,7-2 litros / minuto durante el acabado. Whittington et al. (2000), fija un límite inferior en 700 ml/min y el máximo en 1.500 ml/min. Finalmente Leibbrandt et al. (2001) eleva el máximo algo más, como veremos seguidamente. Precisamente, un aspecto esencial, que se intuye siempre, pero que no suele documentarse, es el efecto diferencial de la disponibilidad de agua (flujo) según la estación del año, que se muestra en los trabajos de Leibbrandt et al. (2001) (cuadro 17), en donde se hace evidente el efecto beneficioso del aumento de flujo de agua en circunstancias de verano, y sobre todo en animales de elevado peso.

Cuadro 17.- Resumen de los efectos del flujo de agua según la estación del año (Leibbrandt et al., 2001).

Índice	Cambio de peso de la cerda (kg 0-21 d)	Diferencia
Verano	- 0,83	0,37 b
Invierno	- 0,46	
Bebedero con 700 ml/minuto	- 0,46	0,37 c
Bebedero con 70 ml/minuto	- 0,83	
Índice	Peso de la camada, kg	Diferencia
Verano	49,58	3,22 d
Invierno	52,80	
Bebedero con 700 ml/minuto	51,24	0,10
Bebedero con 70 ml/minuto	51,14	

b Estación (P < 0.01). c Flujo de agua (P < 0.01).d Estación (P < 0.05).

Las recomendaciones de Close (2005) en cuanto a caudal y altura de los bebedero según el peso se ofrecen en el cuadro 18.

Cuadro 18.- Recomendaciones de caudal y altura de bebederos tipo chupete en cerdos de engorde (Close, 2005).

Peso, kg	Altura, cm	Caudal, ml/min
< 30	30-40	1000
30-50	40-60	1500
50-100	60-75	1800
> 100	75-90	2000

Como resumen de los aspectos a tener en cuenta a la hora de considerar el tema de los bebederos, los podemos resumir del siguiente modo:

1. *Tipo de bebederos.* Modelos erróneos para la edad de los cerdos, por ejemplo, bebederos para adultos usados en lechones o viceversa; o distintos tipos de bebederos a lo largo de una misma tubería que determina diferencias de flujo entre cada punto.
2. *Flujo* inadecuado, por sedimentos o diseño del bebedero (de alta o baja presión).
3. *Número de bebederos* insuficiente. Esto resulta en menor agua disponible sobre todo para los cerdos con menor estatus social dentro del grupo.
4. *Accesibilidad.* Posición demasiado alta o baja, o con ángulo incorrecto que implica dificultad para beber y más desperdicio de agua, que irá a los purines. Es el mismo caso de los bebederos ‘spray’ por presión con la jeta, en que acertar en la garganta con el chorro de agua es aleatorio. También si los bebederos están demasiado cerca unos de otros, o demasiado próximos a la pared, uno o más cerdos pueden dominar el acceso a uno o más bebederos.

3.5.2.- Avicultura

De acuerdo con Pesti et al. (1985) el consumo de agua de los pollos sigue una evolución lineal con la edad que responde a la ecuación:

$$\text{Consumo de agua (litros/1000 aves y día)} = \text{Edad (días)} \times K$$

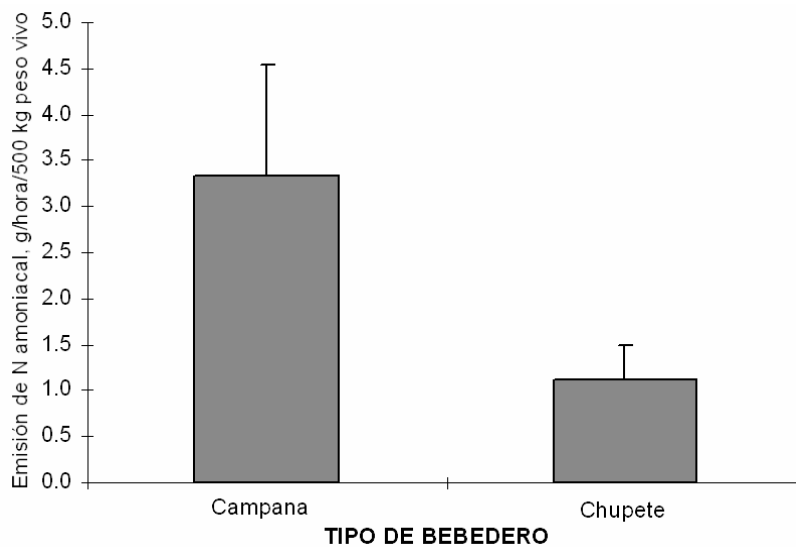
K = 5,284 para los meses templados y K = 5,590 para los meses cálidos en sus condiciones.

Probablemente se trate de estimaciones que se deben actualizar con la evolución de la genética y en función del clima y climatización de la granja. Está reconocido que el tipo de bebedero utilizado afecta la humedad de la yacija, fundamentalmente en relación con la

distinta cantidad de agua desperdiciada por los diferentes tipos de bebedero, pero también en dependencia del flujo de agua y de la temperatura ambiente, que determinan el nivel de consumo de agua.

Hay numerosos trabajos que muestran que los bebederos de chupete, con o sin cazoleta de recuperación del goteo, reducen el volumen de agua servido por los bebederos, y que esta reducción da lugar a una yacija más seca y de mejores condiciones higiénicas (figura 8).

Figura 8.- Efecto del tipo de bebedero sobre la emisión de amoníaco (DEFRA, 1999).



Sin embargo en condiciones de altas temperaturas (28,5°C de media con 26,1 y 35,6°C de temperaturas extremas), Lott et al. (1998) observaron un empeoramiento del crecimiento y de la conversión entre las 4 y las 6 semanas cuando el tipo de bebedero fue tipo tetina en relación al bebedero corrido (533 vs 745 g de crecimiento y 3,15 vs 2,57 de conversión respectivamente). Estos autores atribuyen el empeoramiento a la menor ingesta de agua de los pollos, debido a que con tetinas, este tipo de bebedero impedía beber lo mismo que con el sistema de bebedero corrido. Por esta razón es de gran importancia, al igual que hemos indicado en el caso del ganado porcino, **el flujo de agua**. Así, Carpenter et al. (1992) observaron aumentos de peso en pollos, como consecuencia de aumentar el flujo de 24 a 138 ml/min. En este sentido es bastante usual y práctica la ecuación propuesta por el “método Lott” que propone el flujo de agua expresado en ml/min = Edad (en semanas) x 7 + 20, similar al propuesto por Pey (2000) (cuadro 19).

De acuerdo con Cornelison et al. (2005), esta recomendación de carácter general se debe ajustar al tipo de bebedero empleado en granja. Para conseguir un adecuado flujo de agua es muy importante el filtrar adecuadamente el agua para prevenir goteos, y evitar bolsas de aire en las conducciones que pueden reducir el flujo (Tabler, 2003).

Cuadro 19.- Caudal (ml/min) recomendado de agua según la edad de los pollos y época del año (Pey, 2000).

Edad (días)	Invierno	Verano
1	40	40
7	55	55
14	70	70
21	80	80
28	90	90
35	110	120
42	130	150
49	150	180

La **disponibilidad de los bebederos en aves** es también un aspecto importante para los rendimientos, estudiados por Anderson y Adams (1992) en aves en recría y puesta (cuadro 20).

Cuadro 20.- Efecto de la disponibilidad de bebederos en aves de puesta (Anderson y Adams, 1992)

Relación bebederos/pollitas	1 / 7	1 / 14
Peso a 18 semanas, kg	1,295	1,302
Edad al 50 % de puesta, semanas	22,1 b	22,4 a
Puesta, %	74,5	73,9
Pienso/ave, g/ave (*)	108,3	103,9
Conversión/kg de huevos (*)	2,631	2,564
Aumento de peso, % (*)	21,5 b	23,7 a

* Media entre 20 y 60 semanas

Por su parte Hulzenbosh (2004) realiza la siguiente propuesta de disponibilidad de bebederos para las distintas producciones avícolas (cuadro 21).

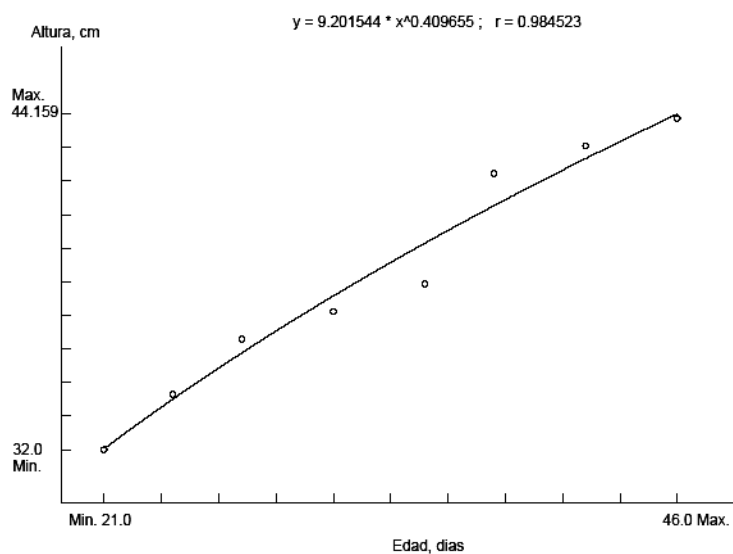
Cuadro 21.- Necesidades de bebederos en producción avícola. Climas moderados (Hulzenbosh, 2004).

Tipo de Producción	Canaleta (cm/ave)	Campana (redondo) (cm/ave)	Tetina (aves/tetina)
Pollitas de puesta (0-18 sem)	1,6	0,6	15
Ponedoras	2,0	0,8	12
Pollitas reproductoras (0-18 sem)	2,0	1,0	10
Reproductoras pesadas	3,0	1,5	8
Broilers	0,8	0,6	12

Distancia mínima entre tetinas: 15 cm en ponedoras y broilers, 20 cm en reproductoras pesadas

Considerando la disponibilidad de agua en función de su ajuste en altura –en particular refiriéndonos a los bebederos tipo ‘tetina’- Lott et al. (2001), estudiaron en broilers el crecimiento y la conversión en función de su reglaje en altura (a 25° C y a 30 ° C). Llegan a la conclusión de que los mejores resultados se consiguen a un nivel relativamente bajo del bebedero –en contraposición con un nivel medio y otro alto-, que permite al pollito beber sin forzar el estiramiento del cuello y por el lateral del pico. Obviamente la altura se varía en función de la edad del pollito, siguiendo una fórmula exponencial (figura 9, cuadro 22).

Figura 9. Altura de bebederos tipo ‘nipple’ según la edad (Lott et al., 2001).



Cuadro 22.- Altura de bebederos y rendimientos en broilers (Lott et al., 2001)

Temperatura °C	Tipo de bebedero	Altura	Periodo estudiado, semanas			
			3-4	4-5	5-6	6-7
25	Canal	--	589 a	687 a	642 a	520 a
25	Nipple	Bajo	574 ab	657 b	631 b	500 a
25	Nipple	Medio	565 bc	652 b	604 c	477 ab
25	Nipple	Alto	548 cd	618 c	566 d	426 b
30	Canal	--	530 de	575 d	427 e	281 c
30	Nipple	Bajo	517 e	529 e	372 f	158 de
30	Nipple	Medio	509 e	493 f	290 g	185 d
30	Nipple	Alto	484 f	457 g	295 g	99 e

a-g Dentro de cada columna, subíndice diferente indica diferencias significativas ($P < 0.05$).

La ventaja de no forzar la posición del ave durante el acto de beber –mejora de la disponibilidad de agua- se traduce en una mejora del crecimiento, más evidente a temperaturas más elevadas, aunque el efecto sobre la conversión no es siempre significativo. Según estos autores si se alcanzan temperaturas en las que el ave empieza a

jadear, el bebedero tipo tetina da lugar a problemas de coordinación del jadeo (respiración) con la deglución del agua. En estas condiciones sería necesario implantar medidas para disminuir la temperatura efectiva, tal como indicamos hace dos años.

Es muy importante resaltar el reglaje de los bebederos, ya que la reducción de emisiones de gases se basa en el mantenimiento de un buen estado de la yacija, lo que a su vez depende de la clase de bebedero y de su ajuste. Hay cifras sugeridas por el MAPA en cuanto a la reducción en la emisión de gases en función del control de las pérdidas de agua, y sobre su coste (cuadro 23).

Cuadro 23.- Eficacia y costes de los bebederos recomendados (MAPA, 2006)

Sistema recomendado	Instalaciones existentes (sobrecoste, €/plaza y año)	Reducción emisiones, %			
		NH ₃	CH ₄	N ₂ O	CO ₂
Pérdidas mínimas de agua	0,25	-	57	76	-

3.6. Tipo de suelo, yacija

Kornegay y Lindemann (1984) revisaron la influencia de diversos tipos de suelo sobre los rendimientos productivos en lechones. Estos autores concluyen que los slats de hormigón no son deseables para lechones jóvenes por su abrasividad, por la mayor dificultad de su limpieza, por las pérdidas de calor y por la capacidad que tienen de albergar microorganismos indeseables.

Corroborando estos resultados, McGlone et al. (1987), encontraron resultados zootécnicos superiores en lechones criados en suelo de slat metálico que los criados en suelo de slat de hormigón (cuadro 24).

Cuadro 24.- Influencia del tipo de suelo sobre los rendimientos zootécnicos de lechones destetados a los 28 días durante las 4 semanas posteriores (McGlone et al., 1987).

Tipo de suelo	Slat metálico	Slat de hormigón
Consumo (kg/d)	0,76 a	0,65 b
Crecimiento (kg/d)	0,43 a	0,35 b
Conversión	1,754	1,852

Junto con el tamaño de grupo, que estudiaremos en una próxima edición de FEDNA, este es el único factor tenido en cuenta por Wellock et al. (2003 a y b) en su modelo de predicción de la influencia de las condiciones ambientales y de las características del pienso sobre los rendimientos productivos de los cerdos. Según el coeficiente de transmisión de calor del tipo de suelo, las pérdidas de calor serán unas u otras.

La influencia del tipo de suelo en cerdos y del estado de la yacija en broilers sobre los resultados productivos, así como las medidas a adoptar para mantener las buenas condiciones de ésta, para prevenir los problemas que comporta, por una parte una elevada humedad, y por otra una elevada emisión de amoníaco de la misma, fueron revisadas hace dos años (Santomá y Pontes, 2004). En este trabajo destacamos tan solo la influencia del distinto material de la yacija, y su cantidad, sobre la liberación de Nitrógeno (cuadro 25).

Cuadro 25.- Influencia del tipo de yacija sobre la liberación de Nitrógeno (DEFRA, 1999)

Estación del año	Invierno				Verano			
	Paja	Paja	Viruta	Viruta	Paja	Paja	Viruta	Viruta
Tipo de yacija								
Grosor yacija, cm	5	7,5	5	7,5	5	7,5	5	7,5
Sustancia seca, %	59	58	58	57	64	67	64	71
N Total, kg/t	31,8	28,6	29,7	30,0	30,9	28,5	29,6	31,1
N Urico, kg/t	4,3	4,0	4,8	4,3	4,5	3,1	3,5	4,2
N amoniacal, kg/t	4,1	3,6	4,1	4,2	5,2	4,9	5,7	4,9

3.7.- Densidad de animales

La influencia de este factor sobre los rendimientos de los animales ha sido objeto de numerosos estudios tanto en aves como en cerdos. En general se aprecia una disminución de los rendimientos productivos, para la que son especialmente sensibles los animales cuánto mayor es su peso.

3.7.1.- Influencia de la densidad sobre los rendimientos productivos de los cerdos

Cuando son alojados en grupo, los cerdos implantan su jerarquía mediante interacciones agresivas. Esta jerarquía establece cuales son los animales con prioridad de acceso a los diferentes recursos, que en el caso de cerdos en cebo son, básicamente, el acceso al comedero y el espacio de descanso. Una elevada densidad implica una mayor competencia por estos recursos, y en consecuencia, un incremento de las interacciones agresivas que atentan contra el bienestar de los animales. Por esta razón la directiva 2001/88/EC del 23 de Octubre de 2001 del Consejo Europeo traspuesta al ordenamiento jurídico español en el Real Decreto 1135/2002 de 31 de octubre y publicado el 20 de Noviembre de 2002, establece unos espacios mínimos por cerdo (cuadro 26):

Cuadro 26.- Requerimientos legales de espacio por cerdo (Real Decreto 1135/2002).

Peso, kg	10	10-20	20-30	30-50	50-85	85-110	> 110
Espacio, m ² /cerdo	0,15	0,20	0,30	0,40	0,55	0,65	1,00

Al aumentar la densidad de los animales, normalmente empeoran sus rendimientos zootécnicos. Con todo, a diferencia de las temperaturas elevadas, en las que las disminuciones de crecimiento vienen condicionadas básicamente por una disminución del consumo, sin que el índice de conversión se vea alterado en demasía, para el caso de la densidad de animales, la disminución del crecimiento viene fundamentalmente determinada por alteraciones en la conducta de los animales, caracterizada, tal como hemos indicado, por una mayor agresividad (Jensen, 1971; Bryant y Ewbank, 1972; Randolph et al., 1981). Este cambio de comportamiento implica un mayor gasto energético, una reducción del crecimiento y un empeoramiento de la conversión.

Así Hyun et al. (1998) determinaron unos empeoramientos del crecimiento, consumo y conversión en cerdos de 35 kg durante 4 semanas de cebo del 16, 6 y 10%, respectivamente, al reducir el espacio de 0,56 a 0,25 m²/cerdo. Edmonds et al. (1998) observaron unos valores del 15,4; 9,5 y 6,8%, respectivamente, para cerdos entre los 55 y 127 kg de peso al comparar una densidad de 0,6 y 0,37 m²/cerdo entre 55 y 91 kg y de 0,74 m² y 0,5 m² por cerdo entre 91 y 127 kg en suelos de slat total.

Más recientemente, Leek et al. (2004) observaron un empeoramiento del índice de conversión del 5,6% (2,82 vs 2,67) en cerdos LW x LD entre 75 y 100 kg al disminuir el espacio de 0,88 m²/cerdo a 0,53 m², en suelos 20% slat; 80% firme. El consumo y el crecimiento no se vieron afectados, aunque la respuesta inmunitaria se vió deprimida. Con todo hay autores que no recogen este efecto sobre el índice de conversión (e.g. Brumm y Miller, 1996; Ferguson et al., 2001, O'Doherty y McKeon, 2000), aunque en alguno de estos casos las limitaciones de espacio no fueron tan severas.

Finalmente, según Close (2005) la disminución del espacio de 0,81 a 0,49 m²/cerdo en cerdos de 60 kg hasta el final, condujo a una disminución del consumo de 2,4 a 2,08 kg/día. Además de esta disminución media de los rendimientos, la heterogeneidad de peso aumenta por el distinto comportamiento de los animales ante situaciones de competitividad. Según Hanyne y Gonyou (2000), los animales mas cautos, o los menos temerosos ante la presencia del hombre, tienen una tendencia a ser menos activos y a una mayor ganancia de peso en situaciones de competitividad.

Sin embargo, en el caso de lechones, Kornegay et al. (1993) no encontraron diferencias en la homogeneidad de los lechones como consecuencia de restringir el espacio disponible (cuadro 27), en corralinas de 4 lechones, confirmando las conclusiones de una revisión anterior (Kornegay et al., 1985), en donde tampoco se detectaron diferencias en variabilidad de peso de los lechones a partir de los resultados de 8 trabajos diferentes, desde los 5,7 a los 30 kg, alojados en corralinas desde 4 a 10 lechones, y con densidades desde 0,11 a 0,28 m²/lechón.

Cuadro 27. Influencia del espacio disponible sobre los rendimientos productivos y sobre la variabilidad en lechones (Kornegay et al., 1993)

Espacio (m²/lechón)	0,28	0,14
Peso Inicial	7,1	7,0
Peso Final	20,4	18,8
Aumento Peso (g/d)	381	335
Consumo (g/d)	675	597
Índice de Conversión	1,77	1,763
Coefficiente de Variación del crecimiento	23,1	22,5
Coefficiente de Variación del Peso Final	15,2	14,4

En la experiencia de 1993 no observaron diferencias de respuesta inmunitaria humoral entre las dos densidades, medida por el nivel de anticuerpos frente a dos inyecciones de ovalbúmina. Por otra parte en situaciones sanitarias no adecuadas, una mayor densidad favorecerá la transmisión de enfermedades que empeorarán aún más los resultados productivos, por encima de lo previsto por un simple aumento “físico” de la densidad (Marco, 2005). Lo mismo cabe decir si una elevada densidad es acompañada de una elevada temperatura, puesto que en situaciones de calor, los cerdos tienden a echarse en decúbito lateral (de lado), para eliminar más fácilmente el calor, pero en estas condiciones las necesidades de espacio son del orden de 2,5 veces mayores. La interacción entre distintos factores extrínsecos que afectan a la productividad de los animales se analizará en ediciones posteriores de FEDNA.

Esta necesidad de espacio mínimo para alcanzar los óptimos rendimientos productivos según Whittemore (1998) queda expresada en la siguiente ecuación:

$$\text{Espacio necesario por cerdo (m}^2\text{)} = k \times W^{0,67}$$

en donde **k** se sitúa en torno a un valor de 0,05 -coincidiendo con la recomendación de Petherick y Baxter (1981)- cuando el cerdo yace en el suelo con las patas extendidas, mientras que en posición esternal, este valor se reduce a 0,018.

Cambios en el valor de **k** del orden del 0,005 por debajo del óptimo puede conducir a disminuciones del consumo del 4-5% (Gonyou, 1999), aunque un factor adicional que complica esta cuestión, es el tiempo en que los cerdos están sometidos a una elevada densidad, puesto que en condiciones prácticas, los cerdos se alojan en una corralina de una superficie determinada a lo largo de todo el cebo, de modo que al principio, sobra espacio y sólo es al final cuando hay sobredensidad.

Este es un aspecto no del todo bien estudiado, lo mismo que el espacio ocupado por el comedero y la influencia de slat total frente a slat parcial mas suelo firme. En base a este criterio, Edwards y Armsby (1988) recomiendan un coeficiente k de 0,03 (0,6 m²/cerdo de 90 kg) para corralinas de slat total, por cuestiones de rendimiento económico de las instalaciones, aunque al aumentar de 0,03 a 0,034, el crecimiento aumentó (897 vs 883 g/d entre los 34 y los 86 kg de peso, especialmente los últimos 28 días del ensayo 924 vs 884 g/d).

Con todo, Gonyou y Stricklin (1998), no observaron empeoramientos de los parámetros zootécnicos al disminuir el coeficiente k de 0,048 a 0,039 en cerdos en crecimiento desde los 25 a los 97 kg alojados en corralinas con slat total, modificando el espacio de la corralina cada dos semanas, a lo largo de todo el cebo para mantener este coeficiente. Sin embargo al disminuir el coeficiente k a 0,03, se produjo una disminución del crecimiento del 5% (833 vs 876 g/d), y del consumo del 4% (2,25 vs 2,36 kg/d), sin que la conversión se viera modificada (2,69). Según estudios del propio Gonyou (1997), la reducción en crecimiento observada en cerdos en crecimiento ‘no’ se compensa posteriormente si se facilita a los animales espacio suficiente, creciendo únicamente al nivel propio del peso que tenían. Esta pérdida de crecimiento la cuantifica en 16 g/d por cada mes que el cerdo se halla en condiciones de hacinamiento excesivo durante el período de crecimiento-cebo (Gonyou, 1999).

El NRC (1998) propone una disminución del consumo en función de la densidad y del peso de los animales. Las ecuaciones propuestas son:

Para lechones con menos de 20 kg y con espacio (S) inferior a 0,41 m²:

$$\text{Ajuste del consumo} = 0,7227 + (1,324 \times S) - (1,5954 \times S^2) - 1$$

Para cerdos de 20 a 50 kg con S inferior a 1,059 m²:

$$\text{Ajuste del consumo} = 0,7725 + (0,4293 \times S) - (0,2025 \times S^2) - 1$$

Para cerdos con más de 50 kg con S inferior a 1,095 m²:

$$\text{Ajuste del consumo} = 0,6165 + (0,7005 \times S) - (0,32 \times S^2) - 1$$

Con todo los cerdos alojados individualmente consumen más pienso y crecen más, aunque el índice de conversión es similar al de los alojados en grupo (Ferguson et al., 2001).

Los efectos del hacinamiento sobre la composición de la canal muestran una tendencia hacia la ausencia de efecto (e.g. Brumm y Miller, 1996; Leek et al., 2004) o a canales ligeramente más magras (Edmonds et al., 1998). Sin embargo, el estrés del hacinamiento determina cambios metabólicos –aumento de glucocorticoides- responsables

de cambios en el reparto de los nutrientes y del turn-over de la proteína (Chapple, 1993), con lo que, por el contrario, se podría pensar que se producirían canales más grasas.

Marco (2005) considera importante no sólo la superficie de alojamiento disponible por cada cerdo, sino también el volumen. En este sentido indica un volumen mínimo de 3 m³ por cerdo en las naves de cebo e indica posibles empeoramientos del crecimiento del orden del 12-15% para volúmenes inferiores en condiciones prácticas españolas, debido a las mayores dificultades de ventilación y mayor presión microbiana.

3.7.2.- Influencia de la densidad sobre los rendimientos productivos de las aves

Como datos representativos para el caso de la producción de pollos, en el cuadro 28 se reflejan los resultados de Cravener et al. (1992) en relación a la influencia de la densidad sobre los resultados productivos y algunos parámetros de estrés de esta especie animal.

Cuadro 28.- Influencia de la densidad sobre los rendimientos productivos y parámetros de estrés en pollos (Cravener et al., 1992).

Densidad (aves/m ²)	Resultados a 7 semanas					
	Peso Vivo (g)	Ind. Conv.	Grasa Abd. (g)	Mortalidad (%)	Callos en pechuga (%)	Heterófilos/ Linfocitos
20	1895 b	2,25	43,0 b	1,9 b	30,40 a	0,282 b
14,3	2001 a	2,20	48,1 ab	5,2 a	2,50 b	0,297 b
11,1	2064 a	2,22	45,1 b	0,0 b	0,63 b	0,424 a
9,1	2055 a	2,33	51,4 a	2,5 ab	0,00 b	0,445 a

En este trabajo, la densidad más elevada penalizó el peso vivo final, y penalizó la calidad de la canal, como se manifiesta en el % de aves con callo en pechuga. Por el contrario la relación Heterófilos/Linfocitos (H/L) muestra una respuesta contraria a la esperada ya que, como se indicó en la presentación de 2004 (Santomá y Pontes, 2004), diversos autores señalan que una relación H/L más elevada es indicadora de mayor estrés. De acuerdo con lo que indican Cravener et al. (1992), las condiciones de la granja experimental no permitieron ajustar la ventilación a las necesidades de la densidad más elevada.

A la vista de estos resultados es indicativo que, en el caso concreto de los pollos, a la hora de hablar de la influencia de la densidad sobre los parámetros productivos, es necesario tener en cuenta que, más que la densidad *per se*, puede que sean más importantes otros factores productivos. Además, los resultados económicos mejores correspondieron a la densidad más elevada.

En este sentido, es muy ilustrativo el reciente trabajo de Jones et al. (2005) en relación a la limitación a 30 kg/m² que quiere imponer la UE. Así, tras estudiar la influencia de la densidad de 30, 34, 38 y 42 kg/m² en 10 compañías productoras de pollos de Inglaterra, Escocia, Irlanda del Norte y Dinamarca que involucraron 114 naves y 2,7 millones de pollos, Jones et al. concluyen que el principal factor que determinó los resultados productivos, la salud y el bienestar de los animales fue el porcentaje de tiempo que una explotación podía mantener la temperatura y la humedad relativa dentro de los límites recomendables. Por tanto, aquellas naves con una elevada densidad, si disponían de los medios apropiados para mantener un buen control ambiental, los resultados productivos, de salud y de bienestar eran comparables. Para ello los factores claves de control son, según estos autores, el tipo y control de la ventilación, el tipo de bebedero, la calidad de la mano de obra y el tipo de yacija.

Para el caso de las gallinas ponedoras, ya se ha comentado con anterioridad en el apartado 3.1.2., las consecuencias productivas y económicas de la nueva legislación que obliga a un mayor espacio y libertad por ave. En el caso opuesto, permitido en los demás países fuera de nuestro entorno europeo, un aumento de la densidad conduce a disminuciones de la producción de huevo, de peso de huevo, de consumo y a un aumento de la mortalidad. Recientemente Jalal et al. (2006) han cuantificado esta pérdida en un 11,8% de menor producción de huevo (86,2 vs 76%) y un 10,2% de menor consumo (91,6 vs 82,3 g/d) en gallinas Hy-line alojadas a razón de 690 y 342 cm²/ave respectivamente entre las 20 y las 35 semanas de edad.

3.7.3.- Influencia de la densidad sobre las recomendaciones nutricionales

En principio podría pensarse en que una reducción del consumo por el incremento de la densidad podría compensarse con un aumento de la concentración nutritiva del pienso para alcanzar el máximo crecimiento.

Tal es el planteamiento de la Universidad de Iowa, que en 1996 recomienda para cerdos con una capacidad de crecimiento magro media, variaciones de la concentración de aminoácidos del pienso en relación con la densidad y el peso: así, a los 45 kg (con menos de 0,27 m²/cerdo), a los 60 kg (con menos de 0,38 m²/cerdo), a los 80 kg (con menos de 0,48 m²/cerdo), a los 100 kg (con menos de 0,55 m²/cerdo), recomienda un aumento de la concentración de aminoácidos del pienso del 4; del 6, del 8 y del 10% respectivamente.

Sin embargo, diversos autores disienten de este planteamiento (Kornegay et al., 1993; Hahn et al., 1995; Brumm y Miller, 1996; Whittington, 2000, O'Doherty y McKeon, 2000) y concluyen que los efectos negativos de la exposición de cerdos a niveles de espacio reducidos no se corrigen mediante la administración de dietas de alta

concentración nutricional, lo que sugiere que un espacio reducido conduce a un estrés crónico que empeora la eficiencia en la utilización del pienso por diferentes caminos:

- Un cambio endocrinológico en animales alojados a densidades elevadas en los que, aunque el nivel de cortisona en plasma no varía –se trata de un estrés *crónico*-, sí aparece un aumento de la resistencia adeno-hipofisaria a la supresión de corticoides (test de supresión de dexametasona) y un aumento de la reactividad a ACTH (Warnier y Zayan, 1985; Meunier-Salaun et al., 1987; Leek et al., 2004). El consecuente cambio en el turnover proteico determinaría una menor capacidad de deposición de magro. Puede ser que haya estirpes, o situaciones que permitan una adaptación del cerdo a esta situación, según su gravedad y de ahí la distinta respuesta observada según experiencias.
- Modificación del estado inmunitario; es sabido que el estrés puede dar lugar a una redistribución de las células inmunes de la sangre y bazo hacia la piel y los pulmones.; así, según el tipo de tejido que se muestree, se detectará una depresión inmunitaria –sangre y bazo- o una mejora –piel y pulmones-. El incremento en la síntesis de citoquinas, puede ser la causa del efecto típico del estrés: inapetencia y disminución de la deposición de magro. En cualquier caso, el incremento en la densidad de los alojamientos redundaría en una mayor severidad de cualquier proceso patológico previo.
- La inapetencia, se asocia con el incremento de concentración de leptina en plasma (Matteri et al., 2000), una molécula proteica de potente acción como supresora del apetito y también implicada en el metabolismo de la energía, y en particular de los lípidos (Heiman et al., 1998; Dyer et al., 1999). Además, está descrita una clara disminución de la digestibilidad de la energía en situaciones de estrés (Leek et al., 2004).
- Finalmente, las alteraciones en el comportamiento (por ejemplo, mayor agresividad), requieren gasto energético específico, alejado del estrictamente productivo (Chapple 1993). Todo ello como consecuencia de la alteración de los mecanismos bioquímicos desencadenados por el estrés.

El balance final de estas alteraciones se traduce en que las necesidades en Lisina ante situaciones de limitación de espacio de los animales, se ven poco alteradas e incluso se podrían reducir en cierta medida. Así lo observan en cerdos en crecimiento-cebo tanto Edmonds et al. (1998) como Ferguson et al. (2001) (ver cuadros 29 y 30).

Cuadro 29.- Influencia, entre 55 a 127 kg, de la densidad y del nivel de lisina del pienso sobre los rendimientos productivos y características de la canal (Edmonds et al., 1998).

Densidad (1)	Baja			Alta		
Lisina (2)	Baja	Media	Alta	Baja	Media	Alta
Ganancia Peso (g/d) a (3)	914	851	869	698	658	691
Consumo (kg/d) (a)	3,29	3,21	3,187	2,75	2,671	2,822
Ind. Conversión (ab)	3,597	3,774	3,676	3,937	4,049	4,082
% Magro	49,3	49,7	49,8	49,1	49,4	49,3
Rend. Canal (%) (a)	74,46	74,50	74,03	75,14	74,80	74,66
Espesor Graso (mm)	25,3	24,4	24,3	24,0	23,7	23,4

Cerdos alojados en grupos de 6 a 8 en los cerdos de baja densidad y de 12 a 16 en los cerdos de alta densidad. Dietas de 3280 kcal EM/kg

(1) Densidad Baja: 0,37; 0,47; 0,60 y 0,74 m²/cerdo y Alta: 0,23; 0,28; 0,37 y 0,50 m²/cerdo para los períodos de 18-36, 36-55, 55-91 y 91-127 kg respectivamente

(2) Lisina del pienso Baja: 1,09; 0,86; 0,82 y 0,65; Media: 1,27; 1,05; 1,00 y 0,83; Alta: 1,45; 1,23; 1,18 y 1,01 para los períodos de 18-36, 36-55, 55-91 y 91-127 kg respectivamente.

(3) a: Diferencias significativas para la densidad; b: Diferencia significativa de los niveles medio y alto de Lisina sobre el nivel bajo.

Cuadro 30.- Influencia de la densidad sobre los rendimientos productivos, la composición corporal y las necesidades de lisina en cerdos de 25 a 60 kg (Ferguson et al., 2001).

Densidad (m ² /cerdo)	Lisina (%)	Consumo (kg/d)	Crecimiento (kg/d)	Conversión	Consumo Lis (g/d)	Deposición Proteína (g/d)	Deposición grasa (g/d)
0,5	1,33	1,63 a	0,78	2,12	22,4 a	149,5	117 a
0,5	1,14	1,72 ab	0,81	2,12	19,9 ab	149,5	123,5 ab
0,5	0,95	1,80 ab	0,84	2,15	16,9 bc	150	125,5 b
0,5	0,76	1,89 b	0,82	2,30	14,0 c	132	161,5 c
2 (individual)	1,33	2,05	0,95	2,16	27,3 a	174 a	123
2 (individual)	1,14	2,22	0,91	2,44	25,3 a	160 ab	131
2 (individual)	0,95	2,18	0,95	2,29	20,7 b	175 a	167
2 (individual)	0,76	2,25	0,96	2,34	17,1 c	155 b	189

En el caso de los pollos, Yule (1974) ya observó que los pollos alojados a razón de 21, 27 y 32 aves/ m² no respondieron en términos de resultados zootécnicos al aumento de la concentración energética del pienso (de 3090 a 3200 kcal EM/kg) entre los 41 y 64 días de edad. A conclusiones similares llegaron Goldflus et al (1997). Estos autores alojaron a

los pollos en dos densidades distintas (10 y 22 aves/m²) y les administraron dietas con tres concentraciones energéticas diferentes (2800, 3000 y 3200 kcal EM/kg) hasta los 42 días. La respuesta de los pollos en cuanto a crecimiento, consumo y conversión fue independiente de la densidad.

Lo mismo se puede decir para el caso de gallinas ponedoras alojadas en alta densidad. Recientemente Jalal et al. (2006), no observaron mejoras a la pérdida de productividad observada en gallinas alojadas a razón de 342 cm²/ave en relación a las alojadas a 690 cm²/ave, como consecuencia de aumentar la concentración energética del pienso de 2.800 a 2.900 kcal EM/kg.

4.- CONCLUSIONES

A lo largo de este trabajo hemos intentado abordar los principales factores vinculados al alojamiento que influyen sobre los rendimientos zootécnicos, y sobre las especificaciones nutricionales de los principales animales monogástricos de producción. En este sentido se han tratado las repercusiones productivas y sobre la alimentación de la legislación publicada en los últimos años referente a la producción porcina (alojamiento de cerdas en grupo), y avícola (posible prohibición de las jaulas convencionales en ponedoras y restricción de la densidad en pollos). En todos los casos, la mayor libertad de movimientos y la disminución de la temperatura efectiva que ello supone, aumentará las necesidades energéticas y por tanto se podrán diseñar piensos con relaciones nutrientes/energía más bajas.

Por otra parte se han analizado las repercusiones productivas del tipo y espacio de comedero, especialmente para el caso del ganado porcino de cebo. Este es un área de especial relevancia por la polémica existente entorno a los distintos diseños disponibles, y nuevos que van apareciendo. Por otra parte están en estrecha relación con la presentación física del pienso (harina, gránulo, líquido fermentado o no) que será estudiado en una futura edición. En cualquier caso hay sistemas de alimentación asociados a tipos de comederos que favorecen una mayor o menor ingestión, y un mayor o menor número de animales por comedero, y por tanto, los piensos deben ajustarse en consecuencia.

En lo que a bebederos se refiere, además del diseño y de la disponibilidad es importante el caudal tanto desde un punto de vista de mínimos para no penalizar la ingesta de pienso, como de máximos para no producir excesivo purín.

Finalmente se ha estudiado la bibliografía reciente sobre la influencia de la densidad de animales por m² sobre los resultados productivos y sobre las especificaciones nutricionales. Una restricción del espacio comporta un estrés crónico que se manifiesta en una menor ingestión y en unos peores resultados zootécnicos. El intento de contrarrestar

esta menor ingestión mediante una mayor concentración nutricional del pienso se ha revelado como una medida inútil para este propósito.

5.- REFERENCIAS

- AERNI, V., BRINKHOF, M.W.G., WECHSLER, B., OESTER, H. y FRÖHLICH, E. (2005) *World's Poultry Science Journal* 61: 130-142.
- ALMOND, G. (2004) Water: Optimizing performance while reducing waste. NCSU Swine Extension. North Carolina State University Swine Extension - December 2004 <http://www.p2pays.org/ref/37/36113.htm>. (Acceso, 23-05-2006)
- AMORNTHEWAPHAT, N., HANCOCK, J.D., BEHNKE, K.C., HINES, R.H., KENNEDY, G.A., DEAN, D.W., STARKEY, C.W., LEE, D.J., JONES, C.L. y MCKINNEY, L.J. (2000) *American Society of Animal Science*, Midwestern Section, March 13–15, 2000, Des Moines, IA
- ANDERSON, K.E. y ADAMS A.W. (1992) *Poultry Sci.* 71: 53-58
- AREY, D.S. y EDWARDS, S.A. (1998) *Livest. Prod. Sci.* 56: 61-70.
- BIRD, N. (2003) *Feeding Finishing Pigs*. NPA, Noviembre 2003
- BORJA, E. y MEDEL, P. (1998) *14º Curso de Especialización FEDNA "Avances en nutrición y alimentación animal"*. Expoaviga, Barcelona 27-28 de Octubre 1998. pp. 261-312.
- BRUMM, M.C. y MILLER, P.S. (1996) *J. Anim. Sci.* 74: 2730-2737.
- BRUMM, M.C. y DAHLQUIST, J. (1997) *Nebraska Swine Report*, 1997, pp. 34-35
- BRUMM, M.C. (1998) *Manure Matters*. Vol. 4, Number 6. <http://www.p2pays.org/ref/16/15516.htm> (acceso 28-05-2006)
- BRUMM M.C. y COLGAN, S.L. (2006) *Nebraska Swine Report EC06-219*, University of Nebraska Coop. Ext., Lincoln, 3-6.
- BRYANT, M. y EWBANK, R. (1972) *Br. Vet. J.* 128: 64.
- CARPENTER, G.H., PETERSON, R.A., JONES, W.Y., DALY, K.R. y HYPES, W.A. (1992) *Poult. Sci.* 71: 1450-1456.
- CHAPPLE, P.R. (1993) *Manipul. Pig Prod.* (Proc. 4th Bienn. Conf. Australasian Pig Science Association) 4: 87–97.
- CEPERO, R. (2002) Comunicación Personal del trabajo: Nutrición y Bienestar Animal en Sistemas Extensivos en Avicultura, presentado en la *Mesa Redonda de FEDNA* del 4 y 5 de Noviembre 2002 en Barcelona.
- CLOSE, W.H. (2004) *Pig Progress.* 20: 18-20.
- CLOSE, W. (2005) *Curso de Producción Porcina. Periodo de crecimiento-cebo*. Alltech. Hotel Sehrs. Bellaterra. Mayo 2005.
- COMA, J. (2002) Comunicación personal. Trabajo presentado en la *Mesa Redonda de FEDNA* del 4 y 5 de Noviembre 2002 en Barcelona.

- CONNOR y DRITZ; Solid Dividers Do Make a Difference; http://www.farmweld.com/progressivepork/v2n2/jc_ksu_solid_dividers.html; (acceso 16-5-06)
- CONSEJO EUROPEO (2001) Directiva del Consejo 2001/88/EC del 23 de Octubre de 2001 modificando la directiva 91/630/EEC. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas*, L316 (2001/12/01)
- CORNELISON, J.M., HANCOCK, A.G., WILLIAMS, A.G., DAVIS, L.B., ALLEN, N.L. y WATKINS, S.E. (2005) Avian Advice University Arkansas. *Division of Agriculture*. 7: 1-3
- CRAVENER, T.L., ROUSH, W.B. y MASHALY, M.M. (1992) *Poult. Sci.* 71: 427-433.
- DEFRA. (1999) DEFRA project code WA0651. http://www.defra.gov.uk/science/project_data/DocumentLibrary/WA0651/WA0651_539_FRP.doc (acceso 29-05-2006)
- DELIGEORGIS, S.G., KARALIS, K. y KANZOUROS, G. (2006) *Applied Animal Behaviour Science*. 96: 233-244.
- DYER, C.J., TOUCHETTE, K.J., CARROLL, J.A., ALLEE, G.L. y MATTERI, R.L. (1999) *Domestic Animal Endocrinology* 16: 145-148
- DIRECTIVA 1999/74/CE DEL CONSEJO DE 19 DE JULIO (1999) Diario Oficial de las Comunidades Europeas del 3 de Agosto de 1999. L 203/53-57.
- EDMONDS, M.S., ARENTSON, B.E. y MENTE, G.A. (1998) *J. Anim. Sci.* 76: 814-821.
- EDWARDS, S.A. y ARMSBY, A.W. (1988) *Anim. Prod.* 46: 453-459.
- EITS, R.M., KWAKKEL, R.P., REINDSEN, B.G.E., ZANDSTRA, T. y MAATMAN, A.A. (2005) *Proceedings of the 15th European Symposium on Poultry Nutrition*. Balatonfüred, Hungría. 25-29 Septiembre 2005. pp. 129-131.
- ENGLISH, P.R., FOWLER, V.R., BAXTER, S. y SMITH, B. (1988) *The growing and finishing pig: Improving efficiency*. P 148. Farming Press, Ipswich, U.K.
- FERGUSON, N.S., LAVERS, G. y GOUS, R.M. (2001) *Anim. Sci.* 73: 459-469.
- FINN, J. (2006) Citado en *Pig International*. March 2006. pp. 14-18.
- GOLDFLUS, F, ARIKI, J., KRONKA, S.D., SAKOMURA, N.K. y DEMORAES, V.M.B. (1997) *Rev. Sociedade Brasil Zootecn.* 26: 310-315.
- GONYOU, H.W. (1997) *Can. J. Anim. Sci.* 77: 205-209.
- GONYOU, H.W. (1999) *Advances in Pork Production*. 10: 103-113.
- GONYOU, H.W. y STRICKLIN, W.R. (1998) *J. Anim. Sci.* 76: 1326-1330.
- GONYOU, H.W. y LOU, Z. (2000) *J. Anim. Sci.* 78: 865-870.
- GRENNWOOD, M.W., CRAMER, K.R., CLARK, P.M. y BEYER, R.S. (2003) *Poult. Sci.* 82: S106.
- HAHN, J.D., BIEHL, R.R. y BAKER, D.H. (1995) *J. Anim. Sci.* 73: 773-784.
- HANYNE, S. y GONYOU, H. (2000) *Prairie Swine Centre Animal Research Report*. p 29.
- HEIMAN, M.L., CHEN, Y. y CARO, J.F. (1998) *J. Nut. Biochem.* 9: 553-559
- HYUN, Y., ELLIS, M., RISKOWSKI, G. y JOHNSON, R.W. (1998) *J. Anim. Sci.* 76: 721-727.

- HULZENBOSCH, J. (2004) *World Poultry* 20: 20-23.
- HUTSON, G. (1997) *Pig International*. 27: 21-22
- IOWA STATE UNIVERSITY (1996) *Life Cycle Swine Nutrition*. Iowa State University Extension, Ames, Iowa. PM-489
- JALAL, M.A., SCHEIDELER, S.E. y MARX, D. (2006) *Poult. Sci.* 85: 306-311.
- JENSEN, A.H. (1971) *J. Anim. Sci.* 32, 560-565.
- JONES, T.A., DONNELLY, C.A. y DAWKINS, M.S. (2005) *Poult. Sci.* 84: 1155-1165.
- KORNEGAY, E.T. y LINDEMANN, M.D. (1984) *Pig News and Infomation* 5: 351.
- KORNEGAY, E.T. NOTTER, D.R., BARTLETT, H.S. y LINDEMANN, M.D. (1985) *Anim. Prod.* 41: 369-373.
- KORNEGAY, E.T., LINDEMANN, M.D. y RAVINDRAN, V. (1993) *J. Anim. Sci.* 71: 552-556.
- LAITAT, M, VANDENHEEDE, M. y NICKS, B. (2005) *Ann. Méd. Vét.* 149: 61-74.
- LEEK, A.B.G., SWEENEY, B.T., DUFFY, P., BEATTIE, V.E. y O'DOHERTY, J.V.(2004) *Anim. Sci.* 79: 109-119.
- LEIBBRANDT, V.D., JOHNSTON, L.J., SHURSON, G.C., CRENSHAW, J.D., LIBAL, G.W. y ARTHUR, R.D. (2001) *J. Anim. Sci.* 79: 2770-2775
- LI, Y.Z., CHÉNARD, L., LEMAY, S.P. y GONYOU, H.W. (2005) *J. Anim. Sci.* 83: 1413-1422.
- LOTT, B.D., SIMMONS, J.D. y MAY J.D. (1998) *Poultry Sci.* 77: 391-393.
- LOTT, B. MAY, D.J.D. SIMMONS, J.D. y BRANTON, S.L. (2001) *Poultry Sci* 80: 408-410
- LOU, Z. y GONYOU, H.W. (2003) *Ergonomic Evaluation of Feeder Design*. <http://www.prairieswine.com/whatsnew/june03/FeederDesign.htm> (acceso 22-05-2006)
- MAGOWAN, E. (2005) *Pig Progress* 21: 18-19.
- MANTECA, X. y GASA, J. (2005) *XXIº Curso de Especialización FEDNA: "Avances en Nutrición y Alimentación Animal"* Madrid. 7 y 8 de Noviembre 2005. pp 213-236.
- MAPA. (2006) *Documento técnico sobre MTDs en España para el sector de la avicultura de carne*
- MARCO, E. (2005) *Jornadas Internacionales de Producción Porcina*. Ed. Trouw Nutrition International. Madrid. 17 de Mayo 2005 pp. 1-10.
- MARTIN, M. (2002) *Pig farmers conference proceedings*, October, 2002. Teagasc, Sandymount, Dublin, Ireland.
- MATTERI, R.L., CARROLL, J.A. y DYER, C.J. (2000) En: "The biology of animal stress". Basic principles and implications for animal welfare (ed. G. P. Moberg and J. A. Mench), pp. 43-76. CABI Publishing, Wallingford, UK.
- MCGLONE, J.J., STANSBURY, W.F. y TRIBBLE, L.F. (1987) *J. Anim. Sci.* 65: 456-462.
- MEUNIER-SALAUN, M.C., VANTRIMPONTE, M.N., RAAB, A. y DANTZER, R. (1987) *J. Anim. Sci.* 64: 1371-1377.

- NIELSEN, B.L., LAWRENCE, A.B. y WHITTEMORE (1995) *Livest. Prod. Sci.* 44: 73-85.
- NOBLET, J., SHI, X.S. y DUBOIS, S. (1993) *Liv. Prod. Sci.* 34: 127-136.
- NRC. (1998) *Nutrient Requirements of Swine*, 10th revised Edition. National Academy Press, Washington, D.C. 20418.
- O'DOHERTY, J.V. y McKeon, M.P. (2000) *Anim. Sci.* 71: 281-288.
- OLUYINKA, A., OLUKOSI, OLAJUMOKE, C., DANİYAN y OPES MATANMI (2002) *Arch. Tierz., Dummerstorf* 2: 205-209
- PAYNE, H. (2004) *Drinkers for growing pigs*. Department of Primary Industries and Fisheries (Queensland Government) <http://www2.dpi.qld.gov.au/pigs/14855.html>. (acceso 28-05-2006)
- PESTI, G.M., AMATO, S.V. y SIMMONS, J.D. (1985) *Poult. Sci.* 64, 803-808
- PETHERICK, J.C., y BAXTER, S.H. (1981) En: *Modeling, Design and Evaluation of Agricultural Buildings*. J.A.D. MacCormack (Ed.) Scottish Farm Buildings Investigation Unit, Aberdeen, pp. 75-82.
- PEY, J. (2000) *Avicultura profesional* 18: 18-22.
- PIG INTERNATIONAL (2006) March 2006. pp. 14-18.
- PLAGGE, J.G. (1989) *Praktijk-Onderzoek Varkenshonderij, Rosmalen* 3: 16-18.
- QUINIOU, N. (2004) *Journées Rech. Porcine Fr.* Citado en *TechniPorc* 27: 34.
- RANDOLPH, J.H., CROMWELL, G.L., STAHLY, T.S. y KRATZER, D.D. (1981) *J. Anim. Sci.* 53: 922-927.
- REAL DECRETO 1135/2002 DE 31 DE OCTUBRE (2002) Publicado el Miércoles 20 de Noviembre de 2002 en el B.O.E. num 278 pp. 40830-40833.
- SANTOMÁ, G. y PONTES, M. (2004) *XXº Curso de Especialización FEDNA: "Avances en Nutrición y Alimentación Animal"* Barcelona. 22 y 23 de Noviembre 2004. pp 151-210.
- SANTOMÁ, G. y PONTES, M. (2005) *XXIº Curso de Especialización FEDNA: "Avances en Nutrición y Alimentación Animal"* Madrid. 7 y 8 de Noviembre 2005. pp 237-274.
- SPOOLDER, H.A.M., EDWARDS, S.A. y CORNING, S. (1999) *Anim. Sci.* 69: 481-489.
- TABLER, G.T. (2003) *Avian Advice University Arkansas. Division of Agriculture.* 5: 9-12
- TAUSON, R. (2002) *World's Poultry Science Association Journal.* 58: 49-63.
- TIELEN, (1978)
- TORREY, S. y WIDOWSKI, T.M. (2004) *J. Anim. Sci.* 82: 2105-2114.
- TURNER, S.P. y EDWARDS, S.A. (1998) *Proc. Brit. Soc. Anim. Sci.* p.114.
- VAN HORNE, P. (2006) *Poultry International.* March 2006. pp. 22-25.
- WALKER, N. (1991) *Anim. Feed Sci. Tech.* 35: 3-13.
- WARNIER, A. y ZAYAN, R. (1985) En: *Social Space for Domestic Animals* (Ed. R. Zayan), pp. 128-150. Martinus Nijhoff, Dordrecht.
- WELLOCK, I.J., EMMANS, G.C. y KYRIAZAKIS, I. (2003a) *Anim. Sci.* 77: 255-266.
- WELLOCK, I.J., EMMANS, G.C. y KYRIAZAKIS, I. (2003b) *Anim. Sci.* 77: 267-276.
- WEBSTER, A.J. (1990) *Outlook on Agriculture.* 19: 31-35.

- WHITTEMORE, C.T. (1998) "*The science and practice of pig production*" 2ª edición. Blackwell Science Ltd. Oxford.
- WHITTINGTON, D.L., NYACHOTI, C.M., PATIENCE, J.F., GONYOU, H.W., ZIJLSTRA, R.T. y LEMAY, S.P. (2000) *Prairie Swine Centre Animal Research Report* 2000 pp. 13-20. Saskatoon, SK.
- WIEGAND, R.M., GONYOU, H.W. y CURTIS, S.E. (1994) *Applied Animal Behaviour Science* 39: 49-61.
- YOUNG, M. (2004) 6th Annual Red Deer Swine Technology Workshop Proceedings.
- YULE, W.J. (1974) *Australian J. Exp. Agr. Anim. Husb.* 14: 141-145.

