

AVANCES EN ALIMENTACIÓN Y MANEJO DE CERDAS HIPERPROLÍFICAS DURANTE LA LACTACIÓN

Josep Gasa y David Solà-Oriol

SNiBA, Departament de Ciència Animal i dels Aliments,
Facultat de Veterinària, UAB

1.- INTRODUCCIÓN

El potencial genético y prestaciones de la cerda comercial han cambiado considerablemente durante los últimos 30-40 años. Las cerdas tradicionales han evolucionado para alcanzar mayor envergadura (mayor formato y peso vivo adulto), ser más magras (disponen de menos depósitos grasos) y más productivas (destetan más kg de lechón) (Close y Cole, 2000, Aherne, 2008). Por lo que respecta a la productividad, según datos del Observatorio del porcino (2015), en el periodo 1995-2014, en España el número de lechones destetados por cerda productiva y año y por camada ha aumentado a un ritmo de 0,27 y 0,10 unidades por año, respectivamente. Además, mientras en el quinquenio 2004-2009 los valores muestran una tendencia muy similar a la global (0,26 y 0,10), en los últimos 5 años (2009-2014) aumentaron considerablemente (0,42 y 0,16). Ello se debería a la irrupción, cada vez más acusada en la porcicultura moderna, de las “cerdas hiperprolíficas”. No es fácil, ni es nuestra intención, definir que es una cerda “hiperprolífica” pero la realidad de nuestro País es que la productividad (medida en lechones destetados) ha aumentado de una forma sostenida en las últimas décadas con una clara aceleración en los últimos años. Por ello parece evidente que no se parte de cero; el productor de algún modo está habituado a modificar el sistema para atender a reproductoras diferentes y cada vez más exigentes. Un

buen productor se diferencia de otro no tan bueno, por conocer el potencial de sus cerdas y tener la habilidad de adaptar adecuadamente las condiciones de manejo y producción en cada caso, incluida la alimentación.

En el último párrafo de la ponencia de Tokach y Goç Alves (2015), dictada el pasado año en este mismo foro, se indica que “las diferencias de los sistemas de alimentación y dietas utilizadas en la mayoría de los países productores de porcino demuestran que las cerdas pueden alimentarse de muy diversas formas y en todos los casos se pueden obtener excelentes resultados”. Nuestra interpretación es que la alimentación de las cerdas reproductoras, más allá de ser la fracción mayoritaria del coste de producción (siempre supera el 50%), quizás no sea tan fundamental como se cree para el funcionamiento del sistema y pueda o deba ser considerada como un factor de producción “comodín” y de optimización. Desde un punto de vista estrictamente técnico los pilares fundamentales para el correcto funcionamiento de una granja de reproductoras son: i) controlar rigurosamente el ciclo productivo y reproductivo y ii) mantener el equilibrio sanitario del rebaño (Gasa y López-Vergé, 2015). Adaptar la alimentación a las circunstancias concretas de cada empresa o granja, teniendo en cuenta el potencial genético de las cerdas pero también aspectos como las instalaciones, el grado de mecanización o algunas rutinas concretas de manejo entre otros, se convertiría en un punto clave para garantizar el bienestar de los animales y optimizar el resultado productivo y económico del sistema.

La productividad de las reproductoras se valora en lechones destetados, o mejor aún kg de lechón destetado, a lo largo de toda la vida productiva. Este valor se obtiene al multiplicar la productividad media por ciclo (destetados/ciclo) por el número de ciclos que realiza la cerda (longevidad). Por lo que se refiere a la productividad por ciclo, y desde el punto de vista de la alimentación, la composición y manejo del pienso durante la gestación y lactación, unido al manejo de la cerda y su camada en lactación, suelen ser los factores más determinantes. La longevidad depende además del manejo y alimentación de las cerdas jóvenes de reposición. Según datos del Observatorio del Porcino (2105), en los últimos 15 años, en España el índice de reposición ha variado entre el 44 y 51% sin mostrar una tendencia concreta. Los valores medios no son diferentes a los de otros países y la variabilidad indica que en algunas granjas o empresas demasiado a menudo el ritmo de reposición se decide por aspectos coyunturales obligatorios (aparición o recirculación de enfermedades) o no necesariamente obligatorios (crisis económica y reducción de costes), en lugar de apostar por una política de estabilidad censal continuada.

Aunque sería deseable considerar el ciclo productivo global, y mejor aún la vida productiva en su conjunto, abordando simultáneamente cerdas jóvenes, cerdas gestantes y cerdas en lactación, este planteamiento resulta complejo y demasiado largo para ser desgranado en una sola ponencia; por ello, esta contribución se refiere tan solo a la alimentación y manejo de cerdas durante la lactación, con especial énfasis a las “hiperprolíficas”. El objetivo es: i) realizar una breve revisión de la literatura publicada en

las principales revistas científicas del área durante los últimos 10 años, centrando la atención en aspectos cuantitativos, ii) reflexionar sobre la trascendencia del periodo de lactación y analizar las dificultades técnicas y de interpretación que entraña la realización de estudios durante este periodo, y iii) profundizar en los factores que determinan la partición de la energía y nutrientes, la ingestión de pienso y la producción de leche, que a nuestro juicio son los puntos más relacionados con una correcta alimentación.

2.- RESULTADOS DE TRABAJOS RECIENTES

Si el principal objetivo es aportar información y conocimiento que ayude a los ganaderos, técnicos y/o empresas a mejorar el manejo y alimentación de la cerda actual en su paso por la maternidad, es fundamental buscar y explicar las relaciones causa-efecto de mayor interés y que se suponen limitantes de la producción y/o el bienestar de los animales. Para ello, resulta necesario contextualizar las condiciones de producción en que se han obtenido los resultados y en las que pretendemos aplicar las conclusiones.

Asumiendo que en algunos países europeos y de Norteamérica la irrupción de las cerdas “hiperprolíficas” se inició hace alrededor de una década, hemos procedido a buscar artículos y ensayos (2006-2016), referidos a cerdas en lactación, en las principales revistas científicas del área. Se han localizado unas 60 aportaciones si bien algunas de ellas han sido descartadas inicialmente por no aportar información productiva suficiente o por carecer de los datos necesarios para realizar el cálculo del balance energético global de la lactación. En la tabla 1a y 1b se presentan las condiciones más importantes en que se han realizado los ensayos seleccionados. Las tablas 2a y 2b recogen el valor medio de los principales parámetros productivos medidos en dichos ensayos.

El número de cerdas utilizadas en cada estudio varía entre menos de 20 y casi 400, y en prácticamente todos los trabajos se han utilizado líneas de cerdas que combinan sangre Large White o York Shire con sangre Landrace de diversos orígenes. Las dietas empleadas suelen ser típicamente americanas (maíz-soja y en ocasiones DDGS) o europeas (cereales-soja y en ocasiones otro suplemento proteico o salvado). El contenido energético declarado varía entre 3,1 y 3,5 Mcal EM/kg, y el de PB y lisina total entre 14 y 23% y 0,8 y 1,2, respectivamente. La curva de ingestión se ha establecido en algunos casos “ad libitum” desde el primer día, pero mayoritariamente se administra cantidades crecientes hasta los 5-10 días post parto y posteriormente “ad libitum”. En la mayoría de los trabajos se han realizado algún tipo de adopciones posteriores al parto y en pocos ensayos se ha practicado “creep feeding” u oferta de pienso lacto-iniciador. Los destetes se realizan mayoritariamente a los 21 o 28 días, aunque hay unos pocos valores intermedios, o incluso destetes más tempranos en alrededor del 25% de los ensayos.

Tabla 1a.- Características de ensayos realizados en los últimos años con cerdas en lactación utilizando diseños experimentales relacionados con aditivos o nutrientes específicos

Referencia	Nº cerdas	Genética	Tipo cerdas	Diseño	Dieta	EM	PB/Lis tot	Ds Lact
<u>Schneider et al., 2006</u>	163	PIC	Todas	Azufrados/Lys	Maiz/soja	3,37	13,9/0,97	19
<u>Birkenfeld et al., 2006</u>	40	LWxLD	Primiparas	L-carnitina	Cereales/Soja	3,11	17,3/0,99	20?
<u>Paulicks et al., 2006</u>	72	LD	Multiparas	Neces. Triptofano	Maiz/Sup. prot.	3,15	15,7/1,06	28
<u>Mateo et al., 2008</u>	38	Camborough 22	Primiparas	Arginina	Maiz/Soja	3,2	18,7/0,96	21
<u>Peters y Majan, 2008</u>	216	LWxYS	Todas	Minerales traza (Org-Inorg)	Maiz/soja	3,4	¿2/1,00	17
<u>Park et al., 2009</u>	24	YSxLD	Multiparas	Niveles Glucosa	Maiz/Soja	3,37	17,5/1,1	24
<u>Wang et al., 2009</u>	120	LDxLW	Todas	Vit C + Miner.	Maiz/Soja	3,44	17,1/1,0	28
<u>Shen et al., 2011</u>	42	Camborough 200	1,8 ciclos	Sacaromices	Maiz/Soja	3,3	19,2/¿?	21
<u>Ramis et al., 2011</u>	48	LWxLD	Prim. + Mult.	Betaina	Cereales/Soja	3,25	17/1,0	18
<u>Smits et al., 2011</u>	328	LWxLD	1-6 ciclos	n-3 PUFA	Cereales/Soja	3,16	17,2/0,90	19
<u>Sheng-Ping et al., 2011</u>	20	LWxYS	Todas	Ac Fólico	Maiz/Soja	3,22	16,7/0,79	21
<u>Shelton et al., 2012</u>	126	PIC 1050	Todas	Niveles Vit E	Maiz/Soja/DDGS	3,27	21,2/1,1	20
<u>Flobr et al., 2013</u>	84	PIC 1050	Todas	Niveles Vit D	Maiz/Soja/DDGS	3,25	¿2/1,06	21
<u>Jang et al., 2013</u>	47	YSxLD	Multiparas	Levaduras	Maiz/Soja/saly.	3,27	16,8/1,08	21
<u>Sun et al., 2014</u>	69	LDxYS	Todas	"Kanjiac floor" gestación	Maiz/saly./soja	3,10	18,2/0,82	21
<u>Nasir et al., 2014</u>	45	LWxLD Hypor	Todas	Fitasas	Cereales/Soja	3,33	21,0/1,14	15
<u>Flobr et al., 2015</u>	84	PIC 1050	Todas	Niveles Vit D	Maiz/Soja/DDGS	3,27	21,1/1,13	21
<u>Shi et al., 2015</u>	150	LDxLW	Primiparas	SID lisina	Maiz/Soja	3,33	17,7/1,15	28
<u>Wan et al., 2016</u>	20	LDxYS	3º ciclo	Aditivo "muscular"	Maiz/Soja	3,19	17,9/1,02	28

Tabla 1b.- Características de ensayos realizados en los últimos años con cerdas en lactación utilizando diseños experimentales relacionados con fracciones de la dieta o condiciones de producción y manejo

Referencia	Nº cerdas	Genética	Tipo cerdas	Diseño	Dieta	EM	PB/Lis tot	Ds Lact
<u>Crenshaw et al., 2007</u>	250	PIC C22	Todas	Plasma (0,50%)	Maíz/Soja	3,26	19,4/1,15	16
<u>Silva et al., 2009c</u>	59	PIC C22	Primiparas	Suelos/Nivel AAs	Maíz/Soja	3,5	22,2/1,23	21
<u>Quiniou et al., 2008</u>	143	LWxLD	Todas	Grasa/Almidón	Cereales/Soja	3,10	15,2/0,83	28
<u>Quensel et al., 2009</u>	18	LWxLD	Primiparas	Nivel NDF gestación	Cereales/Soja	3,52	19,9/¿?	27
<u>Mateo et al., 2009</u>	64	PIC C22	Prim. y 2º	Niveles PB y n-3	Maíz/Soja	3,2	17,9/1,01	21
<u>Silva et al., 2009a</u>	47	LW	Multiparas	PB y AAs/Clima tropical	Maíz/soja, saly.	3,4	17,3/0,80	28
<u>Shelton et al., 2009</u>	108	P 1050	Todas	<u>Sobrealiment.</u> 90d ges	Maíz/Soja	3,28	19,9/0,97	20
<u>Silva et al., 2009b</u>	89	LW	Todas	Estación/AAs	Maíz/Soja	3,4	17,3/0,92	28
<u>Park et al., 2010</u>	24	YSxLD	Multiparas	Trigo/Maíz, Seb0/A Soja	Cereal/Soja	3,37	17,6/1,15	21
<u>Song et al., 2010</u>	307	GAP genetics	Todas	DDGS/grupo vs jaula	Maíz/Soja	3,3	18/1,04	19
<u>Sulabo et al., 2010</u>	84	PIC 1050	Todas	Nivel ingestión/Creep	Maíz/Soja	3,5	19,6/1,08	21
<u>Walsh et al., 2012</u>	200	LWxLD	1-6 ciclos	Densidad ener. y enzimas	Cereales/Soja	3,40	15,6/¿?	27
<u>Rosendo et al., 2012</u>	337	PIC	Todas	calor/grasa	Maíz/Soja	3,24	21,9/1,17	19
<u>Rosero et al., 2012</u>	391	PIC	Todas	verano/grasa	Maíz/Soja	3,26	22,9/1,17	22
<u>Sotak et al., 2012</u>	140	PIC 1050	Todas	Maíz/sorgo-DDGS	Cereal/Soja/DDGS	3,27	¿?/1,08	21
<u>Quiniou et al., 2012</u>	369	LWxLD	Todas	Niveles Colza	Cereales/Soja	3,09	17/1,0	28
<u>Loisel et al., 2013</u>	30-35	LWxLD	Primiparas	Nivel NDF gestación	Cereales/Soja	3,2	17,5/0,9	21
<u>Kim et al., 2015</u>	20	LDxYS	Todas	Granulo/harina	Maíz/Soja	3,44	17,1/1,0	28
<u>De Bettio et al., 2016</u>	50	Topics	Todas	Ad Lib/50% restr.	Maíz/Soja	3,44	¿?/1,10	28

Tabla 2a.- Rendimiento productivo medio obtenido en los ensayos de la tabla 1a. Incluye Ingestión de pienso, peso vivo y espesor de grasa dorsal (EGD) registrado alrededor del parto y pérdida durante la lactación, lechones amamantados y destetados y peso vivo del lechón al destete*

Referencia	Ingestión (kg/d)	PV parto (kg)	Pérdida PV (Kg)	EGD parto (mm)	Pérdida EGD (mm)	Lechones inicial	Lechones destetados	PV destetado (kg)
<u>Schneider et al., 2006</u>	5,86	225,2	9,3	16,8	1,8	11,0	10,2	5,72
<u>Birkenfeld et al., 2006</u>	5,25	193,0				10,4		6,57
<u>Paulicks et al., 2006</u>	6,1		9,5					
<u>Mateo et al., 2008</u>	6,1	180,4	11,9	15,4	4,5	10,9	10,3	5,26
<u>Peters y Majan, 2008</u>	5,28	219,0	6,0	18,5	3,1	11,1	10,5	6,00
<u>Park et al., 2009</u>	7,0	241,7	19,6	21,1	2,8	10,3	9,3	7,24
<u>Wang et al., 2009</u>	4,88			28,1				
<u>Shen et al., 2011</u>	5,23	210,9	11,8	14,0	2,3	10,1	9,2	5,99
<u>Ramis et al., 2011</u>	5,65		29,4	19,6	3,1	11,8	10,4	5,28
<u>Smits et al., 2011</u>	7,8					10,2		6,00
<u>Sheng-Ping et al., 2011</u>	5,57					10,2	9,7	
<u>Shelton et al., 2012</u>	6,18	215,0	6,8	15,9	3,2	12,2	11,3	5,58
<u>Flobr et al., 2013</u>	6,31	241,3	10,9	15,70	1,80	12,5	11,8	6,24
<u>Jang et al., 2013</u>	5,41	241,8	3,0	22,4	-0,2	11,9	10,7	5,49
<u>Sun et al., 2014</u>	5,88	244,5	8,4	19,4	1,9	10,0	9,9	6,22
<u>Nasir et al., 2014</u>	5,8	240,0		18,4				
<u>Flobr et al., 2015</u>	5,8	225,0	7,7			12,5	11,1	5,50
<u>Shi et al., 2015</u>	4,62	212,7	31,6	25,8	7,5	11,4	10,8	7,44
<u>Wan et al., 2016</u>	5,6	231,0	12,0	18,9	3,3	10,4	9,8	7,80

* En cada ensayo se ha optado por incorporar valores medios, bien del mejor tratamiento experimental o bien del tratamiento control, cuando los diseños ensayados no son suficientemente contundentes.

Tabla 2b.- Rendimiento productivo medio obtenido en los ensayos de la tabla 1b. Incluye Ingestión de pienso, peso vivo y espesor de grasa dorsal (EGD) registrado alrededor del parto y pérdida durante la lactación, lechones amantados y destetados y peso vivo del lechón al destete*

Referencia	Ingestión (kg/d)	PV parto (kg)	Pérdida PV (kg)	EGD parto (mm)	Pérdida EGD (mm)	Lechones inicial	Lechones destetados	PV destetado (kg)
Crenshal et al., 2007	5,20					10,8	9,75	5,45
Silva et al., 2009c	4,71	209,0	20,3	14,70	2,20	10,0	9,9	5,35
Quiniou et al., 2008	6,18	255,5	25,0	19,40	3,85	13,1	11,4	9,02
Quensel et al., 2009	6,72	195,1	16,8	15,65	1,80	12,0	11,7	5,87
Mateo et al., 2009	6,10	205,5	12,4	15,60	2,65	11,0	10,3	5,64
Silva et al., 2009a	5,13	250,2	24,0	14,64	3,68		11,1	7,62
Shelton et al., 2009	5,58	229,8	11,7	16,68	2,48	11,9	11,0	6,30
Silva et al., 2009b	4,20	227,0	24,7	17,80	4,20	12,0	10,3	7,31
Park et al., 2010	6,80	254,0	21,0	22,30	3,40	9,7	8,7	7,93
Song et al., 2010	6,73		3,0		0,60			5,45
Sulabo et al., 2010	4,25	216,0	20,1	16,73	4,10	11,0	10,4	5,71
Walsh et al., 2012	6,78	218,0	4,4	14,05	1,60	11,2	10,6	7,70
Rosendo et al., 2012	4,28	224,4	2,1	21,29	3,14	11,6	10,4	5,65
Rosero et al., 2012	4,37	215,3	2,7			12,2	10,8	6,04
Sotak et al., 2012	5,77	248,6	14,4	16,40	2,20	12,6	11,8	6,25
Quiniou et al., 2012	5,86	231,0	26,5	19,90	4,40	11,6	11,4	7,63
Loisel et al., 2013	5,25	202,1	16,3	22,75	3,75	12,3	11,0	6,32
Kim et al., 2015	6,45	245,2	7,1	19,55	4,40	10,4	9,9	7,65
De Bettio et al., 2016	5,31	223,0	18,0	16,00	2,95	15,1	12,9	7,15

* En todos los experimentos figura el valor medio de las medias de los tratamientos ensayados

La ingestión media de pienso registrada es de $5,3 \pm 0,87$ kg/d con valores extremos de 4,2 y 7,8 kg/d. La pérdida media de peso vivo y espesor de grasa dorsal a lo largo de todo el periodo es de $14,0 \pm 8,30$ kg y $2,98 \pm 1,425$ mm, con valores extremos de 2,1 y 31,6 kg y -0,2 y 7,5 mm, respectivamente. El número medio de destetados es de $10,6 \pm 0,87$ con valores extremos de 9,2 y 12,9 lechones/camada. Señalar que tan sólo un 32% de los trabajos superan los 11,0 destetados/camada. Como era previsible el peso del lechón al destete aumenta linealmente con la duración de la lactación ($r=0,776$; $p<0,001$) y la pérdida de peso vivo y de espesor de grasa dorsal también tienden a aumentar ($p<0,05$) con la duración de la lactación (valores de “r” de 0,475 y 0,381, respectivamente).

Aunque se trate de valores medios de experimentos realizados con distinto número de cerdas, y la respuesta individual dentro de cada ensayo posiblemente sea incluso más variable que la obtenida entre ensayos, estos resultados merecen algunas reflexiones: 1) la inmensa mayoría de los ensayos han sido realizados en condiciones experimentales y muy pocos en condiciones comerciales. Los ensayos puramente experimentales han de primar el diseño experimental, homogenizando los grupos de animales y reduciendo la variabilidad al máximo; mientras en condiciones comerciales, en la práctica, la variabilidad entre cerdas del mismo grupo suele ser elevada. 2) en la mayoría de los casos no se ha trabajado con cerdas “hiperprolíficas”; 11 lechones destetados/camada corresponde al rendimiento medio obtenido en 2006 en España o en 1996 en Francia o Dinamarca (Observatorio del porcino, 2015). 3) en algunos ensayos la batería de parámetros evaluados o medidos es de tal magnitud que en ocasiones parece más un ejercicio de alarde tecnológico que el resultado de un enfoque razonable destinado a resolver un problema o explicar una situación determinados. Los resultados obtenidos con los distintos diseños sin duda son valiosos para cuantificar y explicar relaciones causa-efecto, pero no siempre podrán ser linealmente extrapolados a una situación comercial determinada.

Vistos los antecedentes, y reafirmando que la alimentación puede utilizarse como un excelente factor de optimización, parecería razonable apostar por un mayor esfuerzo experimental realizando ensayos en condiciones comerciales. Para ello es recomendable conocer en detalle el sistema productivo e intentar controlar aspectos de dicho sistema que introducen o puedan introducir variabilidad en la respuesta o puedan afectar a la alimentación.

3.- COMPLEJIDAD DE LA ALIMENTACIÓN DURANTE LA LACTACIÓN

Los efectos derivados de la alimentación durante la lactación no son fáciles de medir e interpretar. Tanto el diseño experimental como la interpretación de los resultados resultan complejos como consecuencia de las propias características de la producción láctea y de la relación que se establece entre la cerda y su camada.

3.1.- Características del periodo de lactación

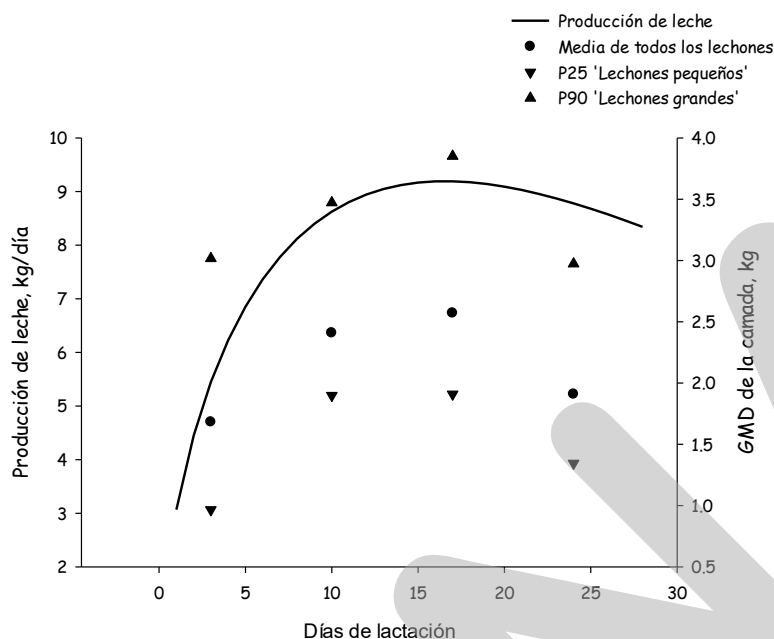
La instalación de maternidad es un espacio de “convivencia” entre la cerda y su camada. La normativa actual permite mantener la cerda en una camisa de parto que de algún modo condiciona su movilidad y no le permite realizar el comportamiento natural (Ringgenberg et al., 2012). Los lechones se mantienen libres en la plaza, protegidos de las corrientes de aire y disponen de focos y/o placa calefactores. Tras el parto, la principal relación que se establece entre la cerda y su camada es primero la toma del calostro y más tarde las secuencias de amamantamientos que se reproducen secuencialmente a lo largo de la lactación. En efecto, la lactación propiamente dicha no se suele establecer hasta 22-40 horas postparto (Valdmand et al., 2015). Según Krogh et al. (2012) podría existir un periodo crítico para la camada, ya que la disponibilidad de calostro suele reducirse a partir de las 12-15 h y la secreción regular de leche se inicia por término medio a las 33-34 h después del nacimiento del primer lechón. El calostro se sintetiza principalmente durante el final de la gestación, se almacena en la glándula mamaria y la cantidad producida suele ser bastante constante y está predeterminada (Devillers et al., 2007, Quesnel et al., 2015). La producción media de calostro en las cerdas actuales es de alrededor de $5,9 \pm 0,1$ kg por cerda, pero varió entre 2,7 y 8,5 kg (Theil et al., 2014). El calostro y la leche no sólo difieren en el momento de producción y consumo sino también en su composición. Comparado con la leche, el calostro contiene alrededor de tres veces más de proteína, con concentraciones muy elevadas de inmunoglobulinas, y menores concentraciones de lactosa y grasa (Theil et al., 2014).

En general, la curva de lactación presenta una fase de ascenso que llega hasta la primera semana o diez días postparto, seguida de un periodo de estabilización para iniciar un descenso al final de la tercera semana de lactación. La curva de lactación de la cerda ha sido modelizada recientemente por Hansen et al. (2012b). Según estos autores la producción media de leche de las cerdas actuales puede aumentar de 5,7 kg los primeros días hasta 11-14 kg a lo largo de la segunda semana, con picos para las cerdas más productoras de 15-17 kg en la tercera semana de lactación.

La producción de leche es el principal factor limitante del crecimiento de la camada durante la lactación; de hecho cuando la camada que está con la madre se suplementa con leche artificial se asiste a un aumento del crecimiento (Wolter et al., 2002; Miller et al., 2012). En efecto, la figura 1 muestra la curva de producción de leche (kg/d), el crecimiento medio de la camada (kg/d) y el de los lechones más pesados (P90) y más ligeros (P25) (Solà-Oriol y Gasa, 2016). En lactaciones largas (27-28 d) el crecimiento medio de la camada, y de todos los lechones derivado únicamente del consumo de leche, se reduce pero también se ralentiza para los lechones grandes en lactaciones cortas (20-21 d). Los resultados indicarían la necesidad de administrar “creep feed”, al menos en lactaciones largas.

Figura 1.- Curva de producción de leche (28 d) y ganancia media diaria de diferentes categorías de peso de lechones (percentil 25, P25, “lechones pequeños” y P90 “lechones

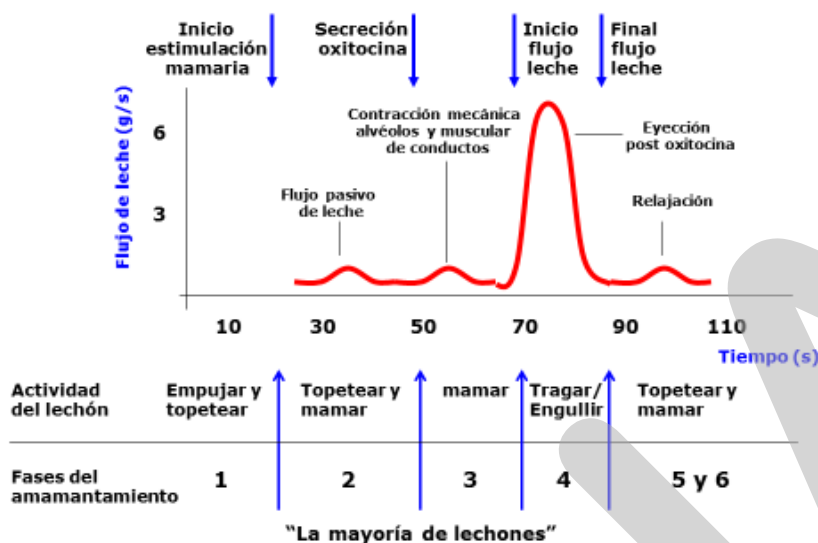
pesados”). Datos de 115 camadas con una media de 12,5 lechones/camada tras la realización de las adopciones



Un aspecto clave de la relación cerda-camada es que mientras el lechón obtiene el calostro a demanda (“ad libitum”), la producción de leche sigue una pauta concreta. Progresivamente se establece una secuencia de amamantamiento muy bien protocolizada (figura 2) que obliga a los lechones a obtener la leche en cantidades pequeñas (entre 40 y 80 g/lechón y secuencia de amamantamiento) y toda la camada al mismo tiempo. Según Whittemore (1993) una secuencia de amamantamiento se inicia cuando la cerda se tumba en decúbito lateral y emite un sonido específico para llamar a los lechones, los lechones se acercan y empiezan a masajear la ubre y mamar y, tras un periodo corto pero variable, se produce una descarga de oxitocina que coincide con un aumento de la frecuencia de los ronquidos de la madre y que desencadena la bajada de la leche. Los lechones disponen de un corto periodo de tiempo (entre 5 y 15 segundos) para ingerir dicha leche. El episodio finaliza con todos los lechones masajeando la ubre durante otro corto periodo de tiempo. Esta rutina se suele repetir entre 17 y 35 veces al día (Jensen et al., 1991), si bien no todas las secuencias de amamantamiento terminan necesariamente con la eyección de leche.

Por otra parte está demostrado que desde muy pronto cada lechón tiene adjudicado un determinado pezón en la ubre que raramente se intercambia (Rosillon-Warnier y Paquay, 1984). Este hecho resulta especialmente relevante dado que los pezones torácicos (craneales) suelen dar más leche que los inguinales (caudales), probablemente como consecuencia de que la extracción de leche es más fácil y cómoda.

Figura 2.- Principales eventos ocurridos durante un ciclo de amamantamiento (Whittemore, 1993)



Finalmente, el destete suele ser una rutina muy semejante en la mayoría de las granjas y su interés está fundamentalmente asociado a la duración de la lactación. En teoría la lactación tiene una duración que suele variar entre tres y cuatro semanas (ver tabla 1a y 1b); las lactaciones largas siempre favorecen a la camada pero pueden ser causa de problemas para las madres. De hecho a partir de los valores medios de la tabla 2a y 2b se obtiene una buena ecuación que relaciona linealmente el peso vivo medio al destete del lechón (Y, kg) con la duración de la lactación (X, d) ($Y = 0,205 X - 1,827$; $R^2=0,602$, $p<0,001$). Así mismo, la pérdida de peso de la madre (Y, Kg) también aumentó linealmente con la duración de la lactación (X, d) ($Y = 0,619 X$, $R^2=0,226$, $p<0,05$). Con todo, en condiciones comerciales, existe una clara tendencia, al menos en Europa, a realizar lactaciones largas. Las lactaciones largas se justifican tanto por motivos de bienestar animal como productivos (Baxter et al., 2013) pero la necesidad de espacio y de realizar inversiones en la maternidad frena esta tendencia.

3.2.- Adaptación digestiva y metabólica durante el periodo de "transición"

La lactación de la cerda representa un periodo relativamente corto del ciclo productivo, que varía entre el 15 y 19% según se realice el destete a los 21 o 28 días (Tabla 3). Ninguna otra especie de las que figuran en la tabla 3 ofrece porcentajes tan bajos. Por otra parte, el esfuerzo digestivo y metabólico que la cerda ha de realizar en tan corto periodo de tiempo (cifrado en un aumento del nivel de producción de aproximadamente 2,3 veces) está por debajo únicamente del de la vaca lechera (3,8) y por encima de las demás especies (tabla 3). Además este esfuerzo la cerda lo realiza en una semana o diez días mientras la vaca invierte entre 4 y 8 semanas en alcanzar el pico de producción láctea.

Tabla 3- Proporción de tiempo que representa la lactación en el ciclo productivo global y aumento de nivel de producción (NP; definido como ingestión total diaria de EN/EN destinada al mantenimiento) entre el final de gestación y el pico de lactación

	Gestación (ds)	Lactación (ds)	Lactación/total x 100	NP Final Gest.	NP Max. lactación	ΔNP
Cerda	114	20-28	15-19	1,2	3,5	2,3
Vaca leche	270	305	>80	1,2	5,0	3,8
Vaca carne	270	>90	>25	1,2	1,7	0,5
Oveja	147	>30	17->50	1,3	> 2,7	1,4
Cabra	150	>30	17->50	1,3	> 3,0	1,7
Perra	60-65	>40	>40	1,1	2,1?	1,0
Coneja	31	>20	>40	1,2	3,0?	1,8
Mujer	270	>90	>25	1,1	2,0	0,9

Por otra parte al final de la gestación se produce el máximo crecimiento intrauterino de la camada y de la glándula mamaria sin que la ingestión de alimento aumente de forma paralela; según Noblet et al. (1985), hasta un tercio del peso de la camada al nacimiento se deposita durante los últimos 10 días de gestación. En estas condiciones no todas las cerdas mantienen el mismo estado metabólico; de hecho muchas ya entran en balance negativo de energía y nutrientes (ver figura 3).

Theil (2015) define la “transición” de la cerda como el periodo que va desde diez días antes del parto hasta diez días después. Este periodo es especialmente crítico por la importancia del parto, por el hecho que una proporción muy elevada de la mortalidad de lechones durante la lactación se registra en los tres primeros días de vida (Rootwelt et al., 2013, Edwards y Baxter, 2015), y por ser un periodo con una alta incidencia de enfermedades de la cerda (Oliviero et al., 2010). Por otra parte, las camadas más numerosas dan lugar a lechones más ligeros, a menudo más débiles, y aumentan los lechones nacidos muertos (Sorensen et al., 2000). Durante los primeros días de lactación no solamente se asiste a un aumento en la producción de leche sino también a un cambio de su composición que permanece muy constante a partir del día 10 de lactación (Hurley, 2015); conforme avanza la lactación se reduce ligeramente el contenido en grasa, proteína y energía mientras la lactosa permanece prácticamente constante.

Tradicionalmente la alimentación durante este periodo se realiza utilizando dos piensos de composición bien diferente (tabla 4). El pienso de gestación comparado con el de lactación es más diluido, con menor contenido de energía y nutrientes y más fibra, especialmente en Europa. Además el paso de un pienso a otro se realiza en días diferentes y siguiendo distintas pautas de ingestión. El cambio obedece tanto a aspectos de tipo fisiológico como a conveniencias logísticas. Desde situaciones en que el cambio se realiza a la entrada de las cerdas a la maternidad varios días antes del parto, hasta granjas donde

comienzan a administrar el pienso de lactación tres y cuatro días post parto. Theil (2015) señala que el principal argumento que abala la primera opción es logístico, al utilizar un solo pienso en la maternidad, y que el pienso más concentrado ayuda a adaptar el ritmo digestivo y metabólico para la lactación inminente. Por el contrario la segunda opción defiende que el pienso fibroso reduce los episodios de estreñimiento en el parto y favorece la posterior ingestión voluntaria de pienso durante la lactación.

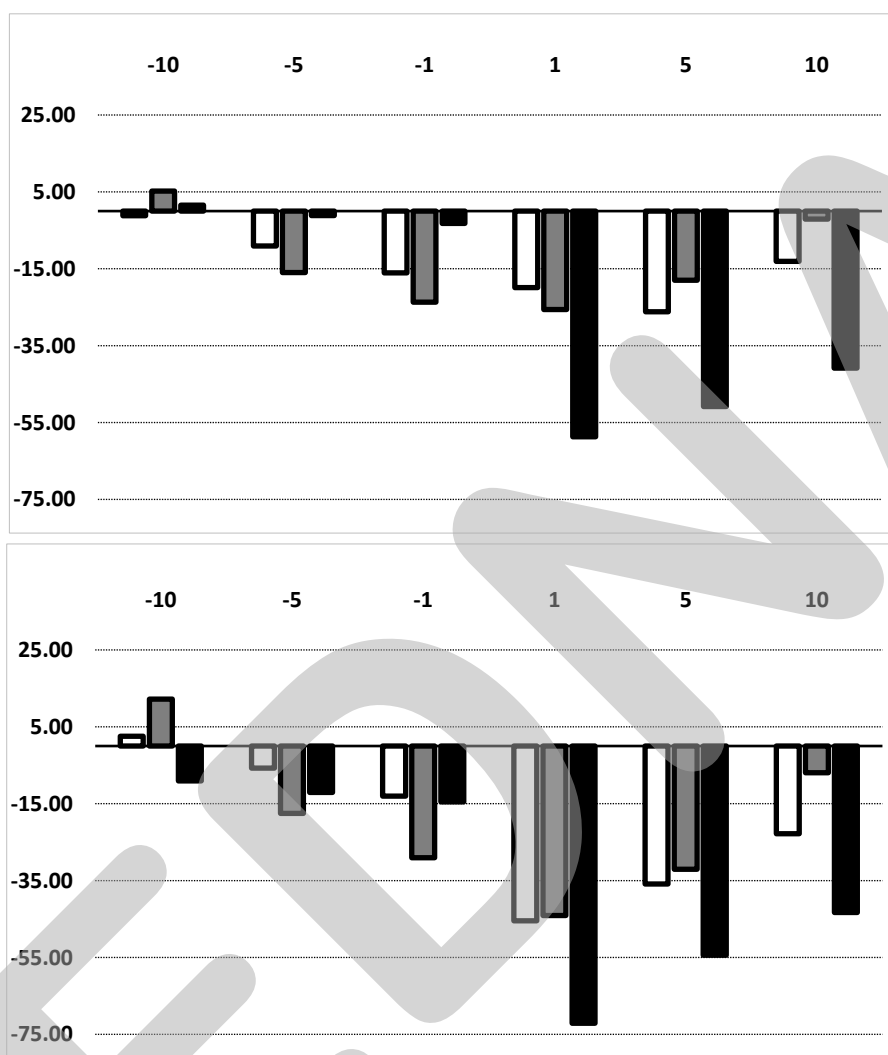
Tabla 4.- Características medias de los piensos de gestación y lactación en algunos países

	Gestación		Lactación	
	EM (Mcal/Kg)	Lis DIS (%)	EM (Mcal/Kg)	Lis DIS (%)
Holanda (CVB)	2,89	0,50	3,11	0,75
Francia (INRA)	2,89	0,50	3,08	0,89
España (FEDNA)	2,88	0,51	3,07	0,85
EEUU (NRC)	3,25	0,58	3,30	1,00

La figura 3 muestra el cálculo del balance medio de EM, lisina DIS y Ca, expresado en porcentaje de las necesidades teóricas, para cerdas multíparas y primerizas. Los valores se han obtenido utilizando el método factorial, cambiando de pienso a partir del día del parto y asumiendo una determinada ingestión y la composición del pienso de la tabla 5. Se ha considerado que las cerdas primerizas siguen creciendo (66% de la media del periodo de gestación) durante los diez últimos días de gestación, las multíparas no ganan peso y que en este periodo se acumulan progresivamente los 2/3 del calostro en la glándula mamaria (Hurley, 2015). Para una información más exhaustiva consultar la revisión realizada recientemente por Theil (2015).

Al final de la gestación el balance de EM, de lisina DIS y de Ca es próximo a cero (Ca en multíparas), ligeramente negativo (hasta el -15% para Ca en primíparas y EM) y claramente negativo (>-15%, para la Lis DIS). Al inicio de la lactación todos los valores se tornan muy negativos con valores de EM y lis DIS próximos al -20% y -30% para multíparas y primíparas, respectivamente. EL balance de Ca supera el -50%. Las pérdidas de peso corporal durante la primera semana de lactación comúnmente sobrepasan con creces el kg diario, en especial en algunas cerdas primíparas, y la movilización de Ca puede llegar a 20g/cerda y día. Es también destacable que, al inicio de la lactación, las cerdas primíparas, además de registrar una mayor movilización corporal en términos absolutos, vienen de un final de gestación donde la movilización de energía es más modesta que en las multíparas. En cualquier caso el cambio de las necesidades diarias durante este periodo de “transición” es considerable y no va a ser fácil satisfacerlas día a día.

Figura 3- Balance medio (% de las necesidades teóricas diarias) de EM (blanco), lisina DIS (gris) y Ca (negro) en cerdas multíparas (arriba) y primerizas (abajo) durante el periodo de “transición”.



Los cálculos se han realizado a partir de los de Theil (2015), utilizando el método factorial descrito por FEDNA (2013) para EM y lis DIS y el NRC (2012) para el Ca. La curva de ingestión de pienso se ha estimado en 2,8 y 2,7; 1,75 y 1,00; 4,0 y 3,25 y 6,50 y 5,50 kg/d durante los diez últimos días de gestación y los días 1, 5 y 10 de lactación para cerdas multíparas y primerizas, respectivamente. Se ha supuesto que no hay efecto de la temperatura ambiental y que los diez últimos días de gestación las multíparas mantienen peso, las primerizas aumentan de peso el 66% de la media de la gestación y que se sintetiza el 66% del calostro (Hurley, 2015).

Pedersen (2015) compara la administración de un pienso único tradicional con dos piensos diferentes destinados a satisfacer las necesidades durante la lactación. Administra una cantidad fija de un pienso base, bajo en PB (3,00 Mcal EM y 0,48% lis DIS), y una cantidad variable según producción de leche de otro más concentrado (3,46 Mcal EM y 0,86% lis DIS). La producción de leche y el peso del lechón al destete mejoraron en un 15 y

10%, respectivamente, y en ambos casos las cerdas estuvieron en balance negativo de energía y nutrientes. También recientemente, Sumay y Puig (2016) han realizado un ensayo de campo en condiciones comerciales donde administraron un “pienso periparto” (entre una semana antes y dos días después del parto) a más de mil cerdas en un periodo de seis meses. Los autores no indican la composición del pienso experimental pero señalan que difería del estándar por ser más alto en fibra, más bajo en balance electrolítico y suplementado con ácidos orgánicos y ácidos grasos omega-3. Comparando con los seis meses anteriores, los resultados muestran una mejora numérica del número de lechones destetados de 0,57 lechones/camada que deriva de más nacidos totales y vivos y menor mortalidad durante la lactación (11,0 vs 12,5%). Los propios autores señalan que la introducción de un nuevo pienso complica las rutinas de manejo en la maternidad.

Hansen et al. (2012a) no encontraron efecto de la dieta sobre el crecimiento y la mortalidad perinatal de los lechones. Ensayaron niveles y tipos de fibra en gestación y niveles y tipos de grasas en lactación. Sin embargo, el crecimiento y la mortalidad perinatal estuvieron directamente correlacionadas con el espesor de grasa dorsal de la cerda al parto y el nivel plasmático de lactato a día 112 de gestación e inversamente con el peso del lechón. La conclusión sería que aunque durante este periodo la variación en las necesidades diarias sea de consideración no será fácil satisfacerlas modificando la composición del pienso y ajustando la curva de ingestión, y por tanto, es inevitable que la cerda experimente un cierto grado de movilización de reservas corporales.

3.3.- Dificultades para realizar estudios con cerdas en lactación

Aparentemente la lactación debería ser el periodo del ciclo productivo de la cerda donde el efecto de cambiar la alimentación o su manejo ofreciera una respuesta más nítida y contundente. Los trabajos realizados en condiciones experimentales, utilizando animales homogéneos previamente seleccionados, ofrecen una excelente información para evaluar y entender relaciones causa-efecto, pero sus conclusiones en ocasiones son poco aplicables a las condiciones de campo donde el sistema de producción y las rutinas de manejo generan una alta variabilidad individual de la respuesta. Para que los resultados sean extrapolables a las condiciones de campo se precisa aumentar el volumen de estudios en granjas comerciales y para ello es absolutamente imprescindible realizar planteamientos y diseños experimentales que incluyan un número elevado de animales, reduzcan la variabilidad individual de la respuesta y que a la vez sean compatibles con el normal funcionamiento del sistema productivo.

El primer aspecto a considerar es el día “cero” o día del parto. En la práctica los partos de un grupo de cubrición determinado se suelen producir en un periodo mínimo de dos a cuatro días (ver figura 4); este periodo de tiempo puede representar entre el 10 y el 20% del total de la lactación y este tiempo tiene un efecto muy marcado sobre la respuesta productiva de los animales, en especial durante la primera parte de la lactación. Para poder

realizar un balance global adecuado y comparable entre todas las cerdas del grupo no hay más solución que fijar una misma duración de la lactación aunque el destete real se realice a día fijo (ver figura 4). Por otra parte, el consumo de pienso, producción de leche o la movilización de reservas suele ser muy diferente para una cerda que lleve cuatro u otra de siete días de lactación, pero a efectos prácticos cuando buscamos la evolución de estos parámetros, ambas cerdas se consideran “contemporáneas” que, al no serlo, indirectamente aumenta la variabilidad de la medición.

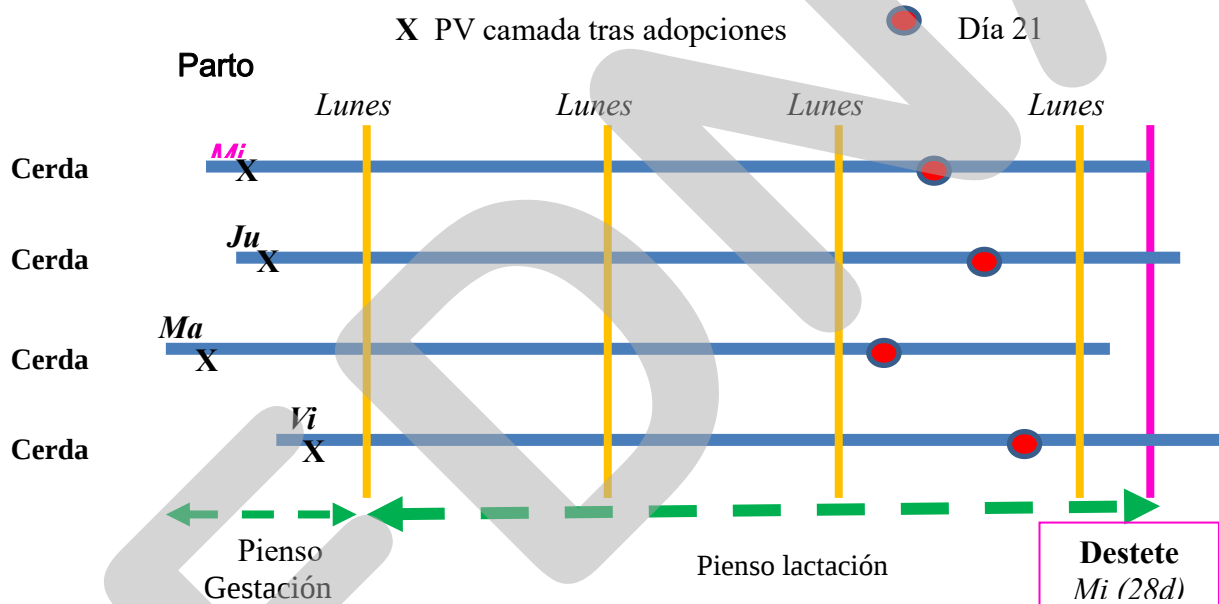
Para corregir esta situación existen dos posibles medidas; la primera sería realizar una programación muy agresiva de los partos reduciendo el periodo de paridera a un máximo de 24-48 h; esta solución es poco recomendable dado que puede afectar al peso vivo y vitalidad del lechón recién nacido, su desarrollo posterior y a la producción de leche. La segunda solución, más razonable, pasaría por realizar un ajuste matemático de la evolución de las principales mediciones registradas a partir de los valores obtenidos a lo largo de toda la lactación (ver figura 4) y así corregir el efecto del día de parto. Esta última opción resulta bastante adecuada para parámetros como la ingestión de pienso o el crecimiento de los lechones pero resulta más incierta para otros parámetros como la evolución del peso de la cerda o del espesor de grasa dorsal. Además, estos dos parámetros son buenos predictores del estado de reservas de la madre (ver las ecuaciones de Dourmad et al., 2008 y NRC, 2012), y conociendo la evolución de ambos se puede predecir la evolución de las reservas corporales de la cerda. Por otra parte, parece incuestionable que uno de los factores que más contribuyen a optimizar la productividad y bienestar de las reproductoras es realizar una gestión eficiente de las reservas corporales a partir de la entrada de las cerdas jóvenes y en los sucesivos ciclos productivos.

Para interpretar correctamente los resultados de pruebas de lactación es fundamental conocer la evolución del peso vivo de las cerdas. Inicialmente, disponiendo de una balanza, se puede registrar el peso vivo de las cerdas a la entrada a la maternidad y al destete. Sin embargo es poco razonable en condiciones comerciales registrarlo de nuevo varias veces a lo largo de la lactación para conocer su evolución. Por otra parte el peso vivo a la entrada a la maternidad puede diferir sustancialmente del peso vivo postparto, aun cuando se puede realizar la corrección por el peso de la camada (NRC, 1998).

Como alternativa a la balanza existen métodos que utilizan el análisis de imagen (Brandl y Jorgensen, 1996) y numerosos autores (Iwasawa et al., 2004; O’Connell et al., 2007; Agostini et al., 2011) han demostrado que el peso vivo de las cerdas puede predecirse con un grado de precisión aceptable ($R^2 > 0,80$) a partir de la variación de algunas medidas morfológicas. Entre estas medidas destacan la del perímetro torácico (heart girth) y la distancia entre flancos (flank to flank). Utilizando el perímetro torácico Boix (2015) demostró (figura 5) que el grado de precisión en la predicción era muy semejante cuando se realizaba a la entrada de la maternidad o al destete (R^2 de 0,84 y 0,85, respectivamente), que la pendiente de ambas ecuaciones era la misma (3,81 kg de peso vivo/cm de perímetro

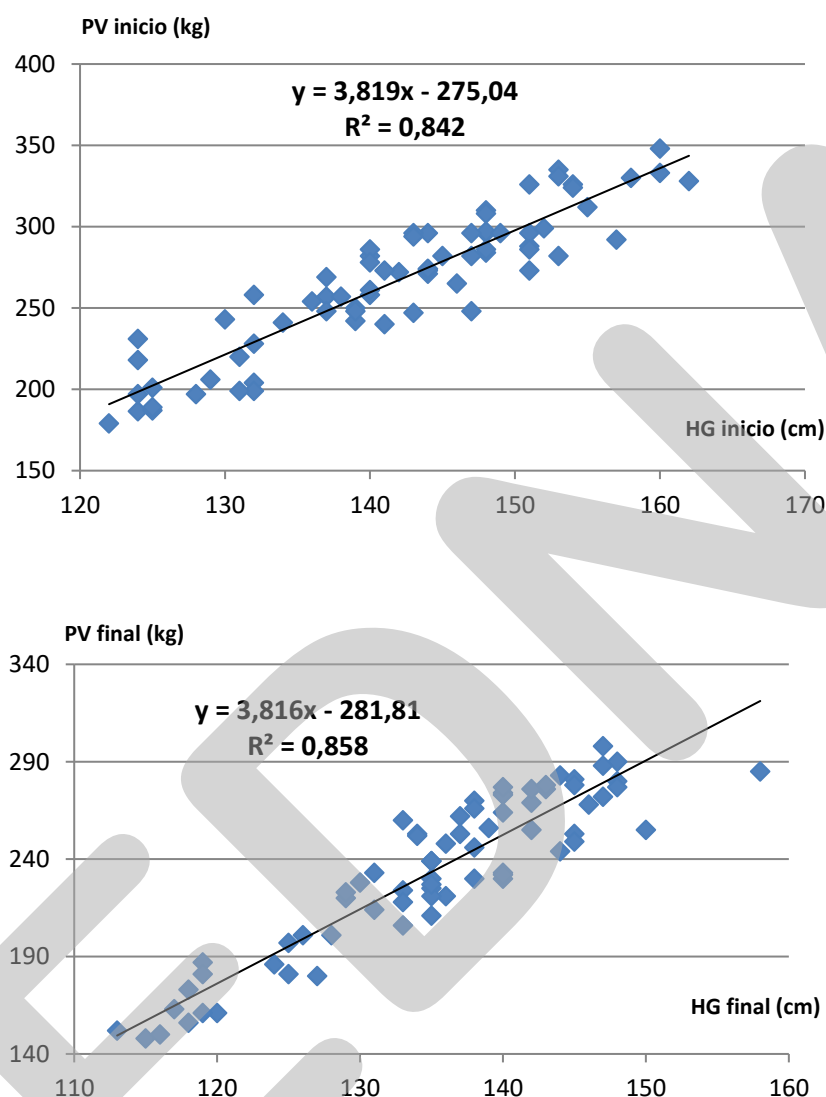
torácico) y que la ordenada en el origen era de 6,8 kg superior al inicio que al final de la lactación. Desafortunadamente esta ecuación tan sólo puede aplicarse con garantías a cerdas de la misma genética y manejo semejante. En la práctica, cuando se dispone de la ecuación adecuada, se podría conocer la evolución del peso vivo de la cerda durante la lactación midiendo tan solo la evolución del perímetro torácico.

Figura 4.- Organigrama general de una prueba de lactación realizada en condiciones comerciales donde los partos se distribuyen en cuatro días, de martes (Ma) a viernes (Vi), y se desteta en miércoles (Mi) a los 28 días. Las distintas mediciones se realizan a día fijo (en este caso lunes), a excepción del peso de la camada o el control de ingestión que además se lleva a cabo tras las adopciones y al final a día fijo para cada cerda (en este caso a día 21)



Por otra parte, registrar el balance del espesor de grasa dorsal en el total de la lactación es tarea fácil utilizando los ecógrafos actuales, sin embargo seguir su evolución es otro punto complicado dado que las variaciones registradas en cortos periodos de tiempo (ej.: semanalmente) muy comúnmente están asociadas a un error elevado, ya sea debido a la persona que realiza la medición o a la postura que adopta el animal o pequeños movimientos en el momento de la medición. Demasiado a menudo se presupone que la evolución del espesor de grasa dorsal durante la lactación sigue una tendencia lineal.

Figura 5.- Predicción del peso vivo de la cerda a la entrada a la maternidad (arriba) y al destete (abajo) a partir del perímetro torácico (heart girth) (Boix, 2015)



Finalmente señalar que muchas de las preguntas sobre alimentación de la cerda durante el ciclo reproductivo, en especial aquellas que se refieren a la cuantía y evolución de las necesidades nutritivas, se podrían responder acudiendo al sacrificio seriado y comparativo de un número significativo de animales. Sin embargo hoy en día esta opción, además de ser éticamente cuestionable, resultaría enormemente onerosa y, dado que el progreso genético es continuo, tampoco sería definitiva. En nuestra opinión insistir en la realización de pruebas en condiciones comerciales, bien diseñadas y correctamente ejecutadas, es la mejor alternativa para avanzar en el abordaje de los puntos más limitantes de la alimentación de las cerdas reproductoras.

4.- PARTICIÓN DE LA ENERGÍA EN LA CERDA EN LACTACIÓN

Alimentar correctamente la cerda durante la lactación tiene como objetivo maximizar la producción de leche, y consecuentemente el crecimiento de la camada, y preservar la integridad de la madre para alargar/optimizar su vida productiva. Ello requiere satisfacer las necesidades de energía y nutrientes a lo largo de todo el periodo. Aunque desde el punto de vista cualitativo la energía y nutrientes (proteína, grasas, minerales,...) tienen la misma importancia, en términos cuantitativos la energía y en menor medida la proteína (y más concretamente los aminoácidos que aporta) son los principales factores implicados. Este apartado se refiere únicamente a la energía.

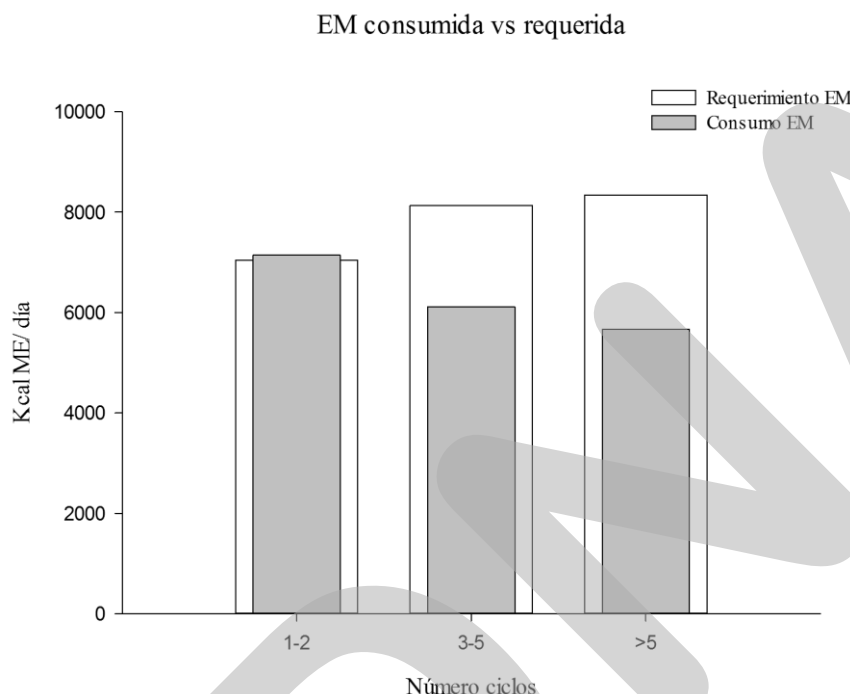
La ecuación de partición de la energía (EM) para una cerda en lactación es:

$$\text{EM ingerida} = \text{EM mantenimiento} + \text{EM para leche} \pm \text{EM para/de reservas}$$

La EM ingerida se obtiene al multiplicar la ingestión de pienso por su concentración energética; el cálculo de la EM mantenimiento y EM leche se realiza siguiendo las indicaciones de Dourmad et al. (2008) (adoptadas mayoritariamente por el NRC, 2012), y la EM reservas o balance se puede obtener “por diferencia”. La EM reservas o balance de EM tendrá signo positivo (para) o negativo (de) según la cerda gane o pierda energía corporal, respectivamente. La mayoría de las cerdas en global experimentan pérdida de reservas corporales. La excesiva pérdida de energía es importante dado que según Thaker y Bilkey (2005), utilizando más de 1600 lactaciones, las pérdidas superiores a 10% del peso vivo pueden aumentar el intervalo destete-cubrición y reducir el tamaño de camada en el siguiente ciclo.

La EM de mantenimiento está directamente relacionada con el peso vivo metabólico y, comparado con los otros tres miembros de la ecuación, variará cuantitativamente poco a lo largo del periodo (NRC, 2012, FEDNA, 2013). Sin embargo, en la práctica esta constancia no parece tan cierta. Sòla-Oriol et al. (2016) realizaron un ejercicio práctico al comparar la ingestión de EM con el cálculo factorial de las necesidades según el NRC (2012) de cerdas gestantes en diferentes ciclos productivos. Los resultados (figura 6) indican que para las cerdas jóvenes (Condición Corporal media a la entrada ≤ 3 y a la salida >3 ;) que están en crecimiento, la ingestión satisface correctamente, o incluso exceden ligeramente, las necesidades. Sin embargo, para las cerdas adultas o viejas (CC media entrada $\geq 3,2$ y a la salida $>3,7$) la ingestión registrada únicamente satisface un 75 y 71%, respectivamente, de las necesidades teóricas. Teniendo en cuenta que para las cerdas adultas y viejas el mantenimiento representa el 80% o más de las necesidades totales de EM durante la gestación, no es arriesgado concluir que las necesidades de mantenimiento posiblemente están sobreestimadas para estos animales. En cualquier caso, este hecho es menos relevante en lactación donde las necesidades de mantenimiento (EM) no representa una proporción tan elevada del total (máximo un tercio) y se asume que la EM para mantenimiento es proporcional al peso vivo metabólico (NRC, 2012; FEDNA, 2013).

Figura 6.- Energía Metabolizable consumida respecto a la requerida según el NRC (2012) (Kcal EM/día) durante los últimos 2,5 meses de gestación para una cerda joven, adulta o vieja (Solà-Oriol y Gasa, 2016)



Por lo que se refiere a los otros tres miembros de la ecuación, la tabla 5 incluye valores medios y desviaciones estándar de la EM ingerida, EM destinada a la producción de leche y EM supuestamente procedente de las reservas corporales (balance). La tabla 5 aporta información bibliográfica obtenida de los ensayos realizados en las referencias de las tablas 1 y 2 (valores medios de cada experimento como punto de partida) y los resultados de un experimento llevado a cabo por nuestro grupo de investigación en condiciones comerciales donde la unidad experimental es la cerda. En el primer caso se presentan los resultados medios en global, y también fraccionados según la duración de la lactación (<22 y >22 d), y en el segundo caso, el global de la lactación se ha dividido en dos mitades (de 0 a 10 y de 11 a 20 ds).

La EM ingerida (Mcal/d) es superior en lactaciones largas que en lactaciones cortas (18,5 vs 17,1; $p=0,048$) y mucho mayor la segunda mitad de lactación que la primera (21,4 vs 11,6; $p<0,0001$). La EM destinada a la producción de leche (Mcal/d) sigue una tendencia similar con valores de 13,5 vs 15,2 ($p=0,002$) y 13,6 vs 16,6 ($p<0,0001$), para lactaciones cortas y largas y primera y segunda mitad de lactación, respectivamente. El balance de EM (EM reservas) es negativo (moviliza reservas), no varía sustancialmente con la duración de la lactación ($p=0,537$) y es mucho mayor la primera que la segunda mitad de la lactación (-8,7 vs -2,1; $p<0,0001$). En la tabla 5 también se observa que el balance de EM es superior en el experimento comercial “total” que para los datos bibliográficos de lactaciones <22d,

debido a una menor y mayor ingestión de pienso y producción de leche, respectivamente, registrada en el experimento comercial (tabla 5).

Tabla 5.- Medias y desviaciones estándar de la ecuación de partición de la energía metabolizable (EM, Mcal/d) de cerdas en lactación de los ensayos realizados por los autores de la tabla 1 y 2 (bibliográfico) o de un experimento comercial llevado a cabo en nuestro grupo de trabajo. La tabla no incluye la EM de mantenimiento

Origen de los datos	Condiciones	EM ingerida	EM para leche	EM para balance
Bibliográfico ⁽¹⁾ (32 artículos, >3000 cerdas)	Todos (70 ensayos)	17,7 ± 2,94	14,2 ± 2,32	-2,9 ± 3,54
	Lactación <22ds (41)	17,1 ± 2,56	13,5 ± 1,61	-2,7 ± 2,72
	Lactación >22ds (29)	18,5 ± 3,27	15,2 ± 2,80	-3,1 ± 4,51
Experimento comercial ⁽²⁾ (66 cerdas)	Total	16,5 ± 2,01	15,1 ± 2,77	-5,7 ± 3,13
	1-10 d de lactación	11,6 ± 2,05	13,6 ± 2,96	-8,7 ± 4,25
	11-20 d de lactación	21,4 ± 2,96	16,6 ± 2,79	-2,1 ± 3,63

(1) Los valores corresponden a la media y desviación estándar de las medias de cada uno de los ensayos utilizados. Incluye el total de ensayos (todos) y fraccionados según la duración de la lactación (menos y más de 22 d).

(2) Los valores corresponden a un rebaño de cerdas LWxLD entre primer y séptimo parto, destete a los 21 d que consumieron un pienso cereales-soja de 3,09 Mcal EM/kg. Se presentan los valores para el total de la lactación y fraccionada en dos mitades utilizando la recomendación del apartado 3.3.

Las desviaciones estándar son muy homogéneas (tabla 5); lo que sugiere que la variación encontrada entre ensayos, derivada de las condiciones experimentales, sería semejante a la registrada dentro del mismo ensayo, derivada de la variación individual entre cerdas. El hecho que, en general, la desviación estándar sea superior para la EM balance que para los otros dos parámetros se debería a que aquella acumula mayor error al obtenerse por diferencia.

La tabla 6 muestra las correlaciones obtenidas entre los tres miembros de la ecuación. Con independencia del origen de los datos, las peores correlaciones se obtienen entre la EM ingerida y la EM leche ($r < 0,30$ y mayoritariamente sin significación estadística), mientras las correlaciones de estos dos parámetros con la EM balance son todas significativas y aumentan considerablemente. Las mejores correlaciones se registran entre la EM ingerida y la EM balance para los datos bibliográficos ($r > 0,71$) y entre la EM leche y la EM balance en el experimento comercial (" r " entre -0,60 y -0,83).

Tabla 6.- Matriz de correlación de Pearson (coeficiente de correlación, " r " y probabilidad, " p ") entre las tres fracciones de la ecuación de partición de la energía metabolizable. Incluye la misma distribución de datos establecida en la tabla 5

		EM ingerida	EM para leche	EM para balance
EM ingerida	Todos	-	0,161 (p=0,183)	0,709 (p<0,0001)
	Lactaciones <22d	-	0,264 (p=0,096)	0,769 (p<0,0001)
	Lactaciones >22d	-	-0,032 (p=0,859)	0,749 (p<0,0001)
	Total	-	0,120 (p=0,332)	0,373 (p=0,002)
	1-10 d lactación	-	0,034 (p=0,858)	0,502 (p<0,0001)
	10-20 d lactación	-	0,267 (p=0,028)	0,417 (p=0,0005)
EM para leche	Todos		-	-0,571 (p<0,0001)
	Lactaciones <22ds		-	-0,403 (p=0,009)
	Lactaciones >22ds		-	-0,678 (p<0,0001)
	Total		-	-0,826 (p<0,0001)
	1-10 d lactación		-	-0,722 (p<0,0001)
	10-20 d lactación		-	-0,600 (p<0,0001)
EM para balance	Todos			-
	Lactaciones <22d			-
	Lactaciones >22d			-
	Total			-
	1-10 d lactación			-
	10-20 d lactación			-

Por otra parte, alternativamente al método de cálculo del balance de EM “por diferencia” se puede calcular la movilización de energía del cuerpo de la madre (en EN) a partir de la ecuación de Dourmad et al. (2008) (Energía en el cuerpo de la madre en Mcal = $-256,7 + 3,26 \times \text{PVV}$ (peso vivo vacío) + 10,98 EGD (espesor grasa dorsal)). El balance de EM calculado “por diferencia” está directamente correlacionado tanto con el contenido total de energía de la madre al parto como con la EN movilizada durante la lactación. Las correlaciones obtenidas son, respectivamente, de 0,396 (p=0,002) y 0,338 (p=0,009) utilizando los valores medios bibliográficos (tabla 2) y de 0,232 (p=0,033) y 0,647 (p<0,0001) para el ensayo realizado en granja comercial. De algún modo la movilización de reservas estaría ligera y directamente relacionada con la cantidad total de energía de la cerda al parto y los dos métodos alternativos de cálculo del balance energético (“por diferencia” vs ecuaciones) mostrarían mayor semejanza dentro del mismo rebaño (prueba comercial) que entre las medias de los distintos experimentos obtenidos de la bibliografía.

En definitiva, dado que los valores de balance de EM obtenidos “por diferencia” muestran sintonía con los calculados a partir de las ecuaciones de Dourmad et al. (2008), los resultados sugieren que la mayor o menor ingestión de pienso no siempre se refleja en la producción de leche, y sí en el grado de movilización de reservas. Por otra parte, la producción de leche sería la fuerza motriz que mueve el sistema y que, dada una determinada ingestión de pienso, condiciona el grado de movilización de reservas y el futuro reproductivo

y longevidad de la cerda. En consecuencia, conseguir el mejor rendimiento de la cerda en lactación requiere maximizar la producción de leche y optimizar la ingestión de pienso, para garantizar la mejor gestión de las reservas corporales que garantizará la longevidad de la cerda.

En los dos próximos epígrafes se revisan los factores que afectan a la producción de leche y la ingestión de pienso en la cerda sana. Aunque la composición en materias primas, energía y nutrientes del pienso o las condiciones ambientales son aspectos de los más importantes, no se contemplará en este trabajo dado que han sido ampliamente tratados en los últimos años en este mismo foro por Santomá (2012) y Morillo et al. (2014). Nos ocuparemos principalmente de aspectos relacionados con la cerda, la camada y su manejo y el manejo del pienso.

5.- FACTORES QUE CONDICIONAN LA PRODUCCIÓN DE LECHE

La producción de leche depende de numerosos factores (ver revisiones de Santomá, 2012 o Quesnel et al., 2015) entre los que destacan el potencial genético de la cerda, el número de lechones amamantados y su vitalidad, las condiciones ambientales o el estatus nutritivo y endocrino de la madre (Hurley, 2001).

La producción máxima de leche de la cerda depende de su potencial genético (NRC, 2012) y está asociada al número de células epiteliales productoras y secretoras de la glándula mamaria (Theil et al., 2012). Nielsen et al. (2001) encontraron una correlación positiva entre el peso de la glándula mamaria y el crecimiento de la camada. En condiciones comerciales las cerdas que muestran poco instinto maternal o que no logran adaptarse a la instalación de maternidad suelen ser desviejadas y abandonan pronto el rebaño. Prunier et al. (2015) indican que son varios los proyectos de ámbito europeo dedicados a buscar criterios de selección genética relacionados con el comportamiento y la calidad maternal de las cerdas actuales. Entre estos criterios destacan el peso y uniformidad de la camada, la producción de calostro y de leche, o la habilidad para movilizar reservas corporales o ingerir pienso.

Por otra parte la producción de leche está relacionada con la paridad y el estado de reservas de la cerda (King, 2000). La máxima producción se alcanza entre el segundo y cuarto parto y Revell et al. (1998) muestran un 15% más de producción de leche en las cerdas delgadas en comparación a las engrasadas. King (2000) indica que el efecto del estado de reservas sobre la producción de leche es superior durante la primera mitad de la lactación que en la segunda, posiblemente como consecuencia de la mayor dificultad para satisfacer las necesidades de energía y nutrientes (Theil et al., 2012) (ver figura 3).

Valdmand et al. (2015) utilizaron los datos de cinco experimentos (121 cerdas) para investigar el efecto de las características de la cerda y la camada sobre la producción de

calostro y de leche en lactaciones de 28 días. La producción de calostro está directamente correlacionada ($p < 0,05$) con la producción de leche únicamente las dos primeras semanas de lactación, mientras el inicio de la lactación (establecido entre 22 y 40 h postparto dependiendo de la cerda) está inversamente correlacionada ($p < 0,01$) con la producción de leche en toda la lactación. Las cerdas que reciben lechones en adopción inician antes la lactación y la producción de calostro se puede predecir a partir del peso de la camada al nacimiento ($R^2 = 0,58$). Los mejores predictores de la producción de leche son el tamaño de camada, en positivo, y la proteína de la leche, en negativo, (R^2 de 0,54 a 0,88), para la segunda, tercera y cuarta semana de lactación, y se añade el peso vivo al parto, en positivo, para la primera semana ($R^2 = 0,96$).

Los parámetros ambientales a controlar para la camada son parecidas a los de la cerda pero mucho más restrictivos. De hecho en las maternidades se procura crear dos ambientes diferentes, uno a la altura de los lechones más cálido y sin corrientes de aire, y otro en el resto de la sala más acorde con la demanda ambiental que precisa la madre (Manteca y Gasa, 2008). Cuando no se pueden conseguir los dos ambientes simultáneamente se suele optar por priorizar las condiciones ambientales que demanda el lechón durante los primeros días de vida (2 a 4) para posteriormente priorizar las de la madre para que produzca la máxima cantidad de leche.

El diseño de las camisas de parto y el espacio disponible en las plazas de maternidad también pueden afectar la producción de leche. Pedersen et al. (2011) señalan que el peso medio del lechón aumentó un 11% cuando las cerdas se mantenían libres comparado con aquellas enjauladas en camisa de parto; como consecuencia de que los lechones tuvieron un mejor acceso a la glándula mamaria.

Con todo, para alcanzar el potencial de producción de leche, además de la participación directa de la cerda y controlar las condiciones ambientales, se precisa contar con la colaboración de la camada. En la práctica, la producción de leche está muy relacionada con el número de pezones funcionales y la intensidad con que se vacían durante los ciclos de amamantamiento (Auldist et al., 2000). De hecho, la producción de leche aumenta con el tamaño de camada (Revell et al., 1998; Hansen et al., 2012b), como consecuencia de aumentar el número de pezones funcionales (Auldist et al., 1998). Noblet et al. (1998) calculan un aumento en la producción de leche de 0,6 kg/d por lechón añadido a la camada; mientras Auldist et al. (1998) apuntan que al aumentar de 6 a 14 lechones el crecimiento diario de camada pasó de 1,7 a 2,8 kg/d pero sucesivos aumentos del tamaño de camada redujeron la producción de leche y el crecimiento diario. La producción de leche también aumenta al reducir el periodo entre secuencias de amamantamiento (Auldist et al., 2000). Para procurar el máximo estímulo de la glándula mamaria, además del número de lechones, es fundamental disponer de lechones fuertes y vitales así como manejar la camada adecuadamente.

Los lechones más pesados y vitales masajean más intensamente y vacían mejor la glándula mamaria (Kim et al., 2000) y el masaje intenso favorece el crecimiento mamario (Todberg y Sorensen, 2006). King et al. (1997) investigaron la relación entre el peso del lechón y la producción de leche; simplemente permutaron las camadas de cerdas dos días después del parto con cerdas en su segunda semana de lactación. El resultado fue que en los siguientes días las cerdas recién paridas aumentaron un 26% la producción de leche, mientras las de segunda semana la redujeron un 22%. Las genéticas hiperprolíficas justamente se caracterizan por reducir el peso vivo medio del lechón al nacimiento y aumentar la variabilidad (Sorensen et al., 2000; Baxter et al., 2013) y, a priori, no queda claro que en global favorezcan el aumento de la producción de leche. Por fortuna, el peso al nacimiento no es el único responsable de la vitalidad del lechón (Muns et al., 2013) y el proceso del parto juega un papel fundamental sobre cada lechón individual (ver Santomá, 2012).

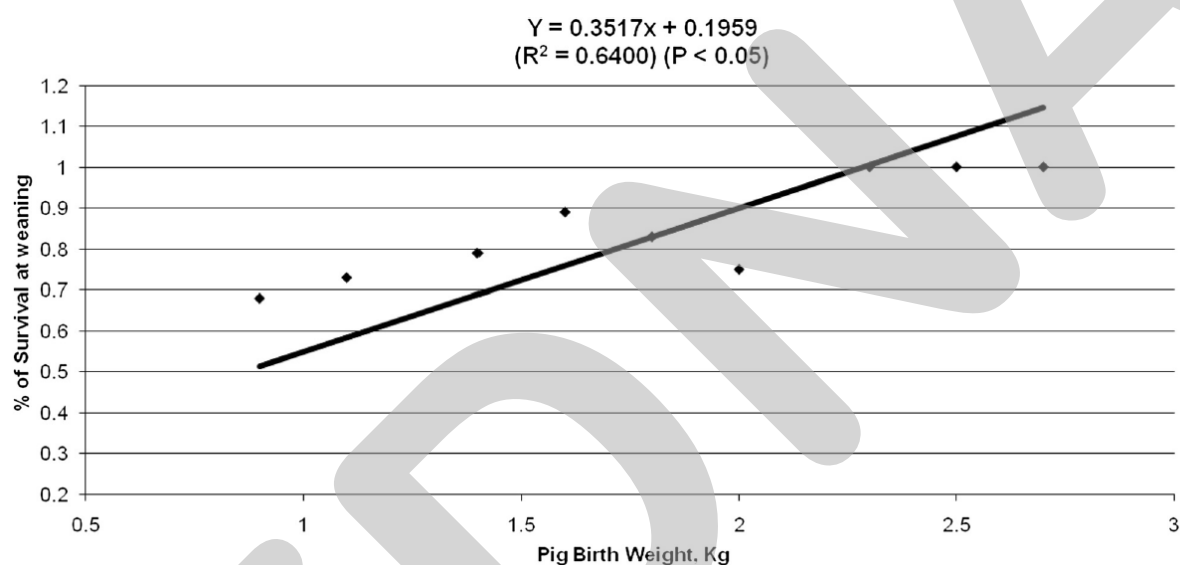
Aunque el manejo de la camada suele centrarse siempre en las mismas maniobras, el modo de ejecución puede diferir sustancialmente entre granjas y/o empresas. El efecto del manejo del lechón sobre la producción de leche de la cerda se centra muy especialmente en el encalostrado individual y el programa de adopciones y trasposos. En menor medida también pueden influir el “procesado” de los lechones o la posible administración de “creep feed”.

El lechón precisa tomar una mínima cantidad de calostro para garantizar su supervivencia a lo largo de las primeras semanas de vida (Quesnel, 2011). Según Quesnel et al. (2012) la cantidad media de calostro ingerida es de 250-300 g/kg peso vivo de lechón, aunque puede variar entre 0 y 700g. Además la cantidad de calostro por lechón suele disminuir conforme aumenta el tamaño de camada (Devillers et al., 2007). Santomá (2012) realiza una exhaustiva revisión sobre los factores que determinan la producción y calidad del calostro, y Quesnel et al. (2015) además indican que el consumo de calostro está altamente relacionado con el crecimiento de los lechones durante la primera semana de vida. En efecto, el calostro, además de aportar inmunoglobulinas protectoras, hormonas y factores de crecimiento, es siempre la primera fuente de energía y nutrientes de la que dispone el lechón recién nacido para mantenerse y crecer (Quesnel et al., 2012). Por tanto, el encalostrado correcto de los lechones mejora su supervivencia y favorece su potencial productivo.

Los lechones que nacen primero, que suelen ser los más grandes, no necesitan ayuda y suelen ingerir incluso más calostro del estrictamente necesario para crecer y garantizar su salud (Cabrera et al., 2012; figura 7). Además, los lechones más grandes poseen una mayor reserva de glucógeno en el hígado y músculo (Theil et al., 2011). Por el contrario los lechones más pequeños y débiles, que suelen nacer en la última fase del parto, tienen más dificultades y muy a menudo hay que actuar para que se protejan mínimamente. A nivel comercial, las actuaciones más comunes son: a) separar durante un tiempo los lechones más grandes para favorecer el acceso de los pequeños a la glándula mamaria, b) administrar calostro vía oral; este calostro puede ser previamente ordeñado en el propio rebaño o un

preparado comercial (generalmente calostro de vacuno o suplementos energéticos). Muns et al. (2015) compararon estas tres estrategias en granja comercial, suplementando lechones de peso vivo al nacimiento igual o inferior a 1,3 kg, y no obtuvieron mejoras significativas del peso de la camada a los 18 días de vida, posiblemente como consecuencia de que la suplementación fue única y solamente de 15ml/lechón. Sin embargo el grupo suplementado oralmente con calostro ordeñado aumentó el peso vivo a las 24 horas de los lechones de las cerdas primerizas pero no el de las múltiparas.

Figura 7- Efecto del peso vivo al nacimiento sobre la supervivencia del lechón durante la lactación (Cabrera et al, 2012)



Las adopciones y los trasposos en esencia son la misma maniobra; se trata de adjudicar un número y vitalidad de lechones por cerda acorde con su supuesto potencial de producción láctea. Las adopciones se llevan a cabo durante la primeras 12-36 h de vida y los trasposos se realizan en días posteriores y responden a errores o defectos en la realización de las adopciones; de hecho en un rebaño bien manejado los trasposos suelen ser anecdóticos. La efectividad de realizar adopciones ha sido puesta de manifiesto por varios autores (Bierhals et al., 2012; Heim et al., 2012). La “carga” de lechones adjudicada a cada cerda (número y vitalidad) es de gran interés dado que constituye un factor esencial del grado de estimulación y succión de la glándula mamaria y por tanto, indirectamente, de la producción de leche de la cerda. El peso vivo del lechón al nacimiento es un buen índice de su vitalidad pero no es el único factor implicado; Muns et al. (2013) proponen estimar la vitalidad del lechón recién nacido a partir del peso vivo y de otros parámetros como la facilidad de movimiento o la capacidad de estimulación de la glándula mamaria.

En un trabajo realizado por Muns et al. (2014) se evaluó, en cerdas múltiparas, el efecto conjunto del encalostrado artificial (15 ml de calostro ordeñado por lechón de menos

de 1,35 kg al nacimiento) y la manera de realizar las adopciones (mínimo movimiento de lechones formando camadas donde los lechones de menos de 1,35 kg fueran menos del 50% (HL) o fueran la gran mayoría (LL)). Los principales resultados se presentan en la tabla 7 y señalan que los lechones pequeños que permanecían en las camadas pesadas (HL) presentaron una menor mortalidad y registraron un mayor crecimiento que aquellos de las camadas ligeras (LL). Estos resultados sugieren que en buenas condiciones sanitarias, como era el caso de la granja utilizada, sería preferible realizar cambios mínimos, para igualar en número de lechones, que segregar por pesos y confeccionar camadas de pequeños. Los autores señalan que las conclusiones no serían necesariamente aplicables a granjas con un estado sanitario comprometido.

Tabla 7.- Efecto de la administración de calostro (15 ml/lechón de peso vivo inferior a 1,35 kg) y la realización de adopciones (HL, camadas con más del 50% de lechones de peso vivo >1,35 kg; LL, camadas con la mayoría de lechones con peso vivo <1,35 kg) sobre los rendimientos productivos de la camada y de los lechones ligeros (<1,35 kg) dentro de la camada. (Muns et al., 2014)

	Control		Calostro		SEM	Probabilidad		
	HL	LL	HL	LL		Cal.	Adp.	CxA
<i>Camada</i>								
Nº Camadas	14	6	19	7				
Peso vivo d1	1,55	1,18	1,52	1,21	0,125	0,962	0,011	0,087
(kg/lechón)	5,64 ^a	4,71 ^b	5,52 ^a	4,40 ^b	0,125	0,079	<0,001	<0,001
Peso vivo d19	1,14a ^b	1,67 ^a	0,47 ^b	1,71 ^a	0,350	0,162	0,027	0,110
Lechones muertos	0,57 ^{ab}	1,00 ^a	0,11 ^b	1,00 ^a	0,300	0,177	0,006	0,108
0-19 ds								
Lechones muertos								
5-19 ds								
<i>Lechones ligeros</i>								
<i>(<1,35 kg)</i>								
Nº lechones	58/152	69/72	77/211	72/81				
ligeros/totales	1,17	1,15	1,20	1,17	0,036	0,310	0,314	0,673
Peso vivo d1	4,38	4,54	4,84	4,40	0,287	0,894	0,759	0,027
(kg/lechón)	3,27	3,42	3,66	3,24	0,310	0,591	0,551	0,040
Peso vivo d19								
Aumento de PV								

Otro tema de interés relacionado con las adopciones, en especial con cerdas hiperprolíficas, es que a menudo en un lote de partos se dispone de más lechones nacidos vivos que pezones funcionales disponibles. En estas circunstancias se podría intentar aumentar el número de ciclos de amamantamiento dividiendo la camada pero es más práctico

y efectivo realizar nodrizas o practicar la lactancia artificial. Baxter et al. (2013) han publicado una interesante revisión sobre este tema y varios autores como Azain et al. (1996), Kinget et al. (1998), Dunshea et al. (1999) y Wolter et al. (2002) exponen las ventajas e inconvenientes de la lactancia artificial. En cerdas hiperprolíficas con mayor número de nacidos vivos que pezones funcionales disponibles, la combinación de la lactación materna con leche artificial puede mejorar el rendimiento de la camada y reducir el desgaste de la madre (Spencer, 2003).

Actualmente las leches artificiales que existen en el mercado permiten criar lechones a partir de los dos días de vida y alcanzar un 20% más de peso al destete que sus hermanos criados con la madre (Zijlstra, 1996 y Azain et al., 1996). Además en nuestro grupo recientemente hemos observado que los lechones previamente criados con leche artificial presentan una mejor adaptación al destete y mayores rendimientos post-destete (Blavi et al., 2015). Los principales inconvenientes para utilizar leche artificial siguen siendo el precio del sustitutivo lácteo y la complicación del manejo en las maternidades, incluido mantener un alto grado de limpieza del utillaje.

En la práctica existen dos formas bien diferenciadas de realizar lactancia artificial: 1) la primera consiste en separar los lechones excedentarios de la madre (en grupos de unos 10 lechones) y alojarlos en una unidad/corral donde los lechones se alimentan solamente con leche artificial suministrada mediante chupetes anti-retorno y cazoleta con control de nivel. Estas unidades pueden instalarse dentro de las mismas salas de maternidad o en salas anexas diseñadas exclusivamente para esta finalidad. Se establece un patrón o curva de administración de leche que permita un crecimiento del lechón a precio competitivo. Actualmente para granjas hiperprólicas en lugar de separar lechones de la camada también se está implantando con éxito un método alternativo; 2) la lactación artificial “de apoyo” a la camada. En base al mismo concepto de fondo, se pretende ayudar a los lechones más débiles y con menor vitalidad a acceder a la mamas, mejorando el peso vivo de estos lechones más pequeños e indirectamente la media de kg de lechón destetado. Esta forma de lactación artificial puede ser manual o automática y consiste básicamente en ofrecer a la camada completa la posibilidad de disponer de leche artificial a voluntad o según una pauta de alimentación preestablecida. Esta estrategia facilita el manejo en granja pero en camadas muy numerosas y con alta variabilidad de pesos no necesariamente implica atender y satisfacer a los lechones más desfavorecidos sino que puede ocurrir justo lo contrario. Si bien esta forma de aplicación de la lactación artificial puede favorecer el número de lechones destetados y la media de kg de lechón destetado, puede que no mejore e incluso aumente la variabilidad de PV al destete. Por otra parte el método posiblemente no optimiza la producción de leche de las cerdas y, consecuentemente, puede resultar económicamente muy caro. En la práctica un punto positivo es que con este método se puede ofrecer pienso de iniciación en forma líquida a todos los lechones y reducir el estrés del destete.

En definitiva, en granjas hiperprolíficas que destetan lechones con un peso aceptable, y siempre que el número de lechones nacidos vivos viables exceda el número pezones

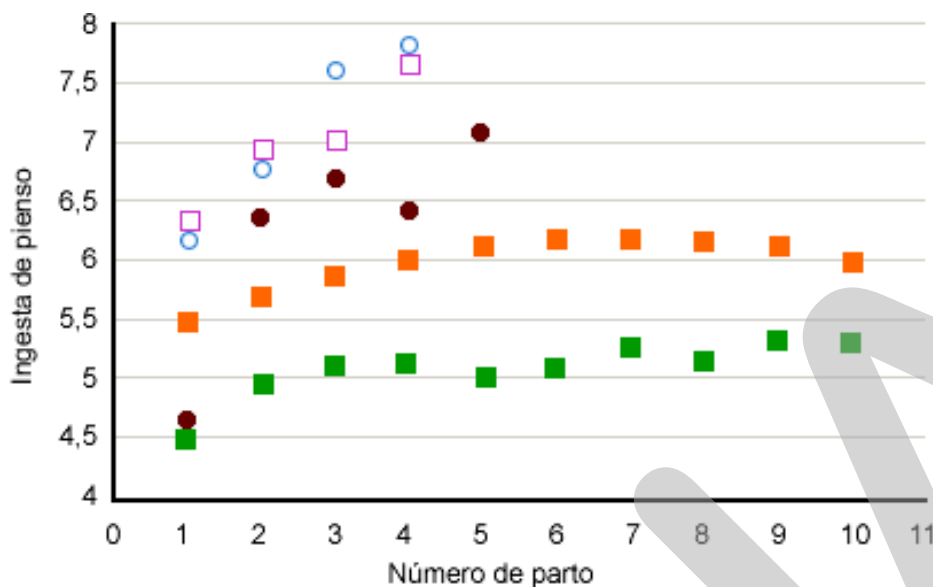
funcionales disponibles, la realización de nodrizas o la lactancia artificial pueden resultar herramientas de gran valor estratégico. En nuestra opinión la realización de nodrizas estaría indicado cuando el excedente de lechones fuera pequeño y la lactancia artificial cuando se dispone de un número mayor de lechones sobrantes. La realización sistemática de nodrizas complica el manejo, puede comprometer el estado sanitario del rebaño y requiere espacio extra en la maternidad. La lactancia artificial con segregación de lechones apunta a separar los más pequeños para garantizar la máxima producción de leche de las madres, y requiere asegurar un correcto encalostrado de los lechones segregados. La lactancia artificial “de apoyo” a la camada estaría indicado en granjas donde la movilización de reservas maternas resultan excesiva o incluso cuando sea posible la administración de pienso de iniciación en forma líquida a toda la camada para aliviar el estrés del destete y favorecer el rendimiento posterior.

6.- FACTORES QUE AFECTAN LA INGESTIÓN DE PIENSO

Aceptando que la producción de leche es la fuerza motriz del sistema, en la práctica es imprescindible que la cerda en lactación consuma la mayor cantidad de pienso posible sin incurrir en accidentes digestivos o problemas asociados (NRC, 2012). La figura 8 muestra valores medios de ingestión de pienso durante la lactación (entre 5 y 7 kg/d) registrados antes del año 2000 que no difieren sustancialmente de los expuestos en la tabla 2a y b, obtenidos de pruebas realizadas los diez últimos años. Los datos originales de la tabla 2, con la precaución necesaria al trabajar con medias y resultados ajenos, indican que la ingestión media de pienso no estuvo relacionada con el número de lechones amamantados (entre 9,5 y 15,1; $r=0,195$, $p=0,146$) o destetados (entre 8,1 y 12,9; $r=0,032$, $p=0,809$). Sin embargo mostró una mejor correlación, significativa, tanto con el peso vivo medio del lechón destetado ($r=0,355$, $p=0,014$) como con la ganancia de peso de la camada durante la lactación ($r=0,328$, $p=0,032$), lo que demostraría la importancia de la camada y su comportamiento.

En cualquier caso, la ingestión de pienso depende de numerosos factores asociados a la propia cerda y condiciones de producción (ver la revisión de Eissen et al., 2000) a las condiciones ambientales (ver Quiniou et al., 2000; Silva et al., 2009a; Rosero et al., 2012) o a la composición y preparación del pienso (ver Quiniou et al., 2008; Mateo et al., 2009; Huang et al., 2013 o las revisiones de Santomá, 2012 o Morillo et al., 2014) entre otros. En este epígrafe, tan solo se hará referencia al manejo de la alimentación en granja, incluido el suministro de agua. El manejo del pienso en granja incluye el nivel de ingestión y composición del pienso administrado durante la gestación y la curva de ingestión establecida durante la propia lactación.

Figura 8.- Efecto del número de parto sobre la ingestión media de pienso en lactación (Eissen et al, 2000). Datos obtenidos antes del año 2000: ■ Koketsu et al. (1996a); ● Mahan (1998); ■ O’Grady et al. (1985); ●, □ Neil et al. (1996)



Existe una relación inversa entre la ingestión de pienso en gestación y el consumo voluntario en lactación (ver Eissen et al., 2000). El mayor consumo en lactación estaría relacionado con el mayor tamaño y capacidad del tracto digestivo (Meunier-Salaum y Bolhuis, 2015). Close y Cole (2000) ilustran que esta relación no es lineal; para cada genética y estado de reservas existiría un nivel de ingestión en gestación por encima del cual se afectaría el consumo en lactación. Además, el efecto parece más acusado para cerdas multíparas que para primerizas. Shelton et al. (2009) aparentemente obtienen resultados opuestos; administrando 900 g/día de pienso extra entre los días 90 y 112 de gestación se observó que el consumo de pienso en lactación se reducía un 17% en primíparas pero incluso aumenta un 5% en multíparas sin afectar el rendimiento de la camada. Sin embargo en este experimento las primerizas partieron de un espesor de grasa dorsal al parto superior a las multíparas (18,5 vs 15,1 mm) y la pérdida durante la lactación fue también superior en las primerizas (3,8 vs 1,4). Numerosos autores (Aherne, 2001; Dourmad et al., 2001; Goodband et al., 2006) indican que los problemas de consumo más acusados ocurren con cerdas que superan los 22 mm de espesor de grasa dorsal al parto.

El contenido en fibra del pienso de gestación también afecta el consumo en lactación. La tabla 8 refleja las diferencias observadas entre ofrecer un pienso concentrado o fibroso (Quesnel et al., 2009). La ingestión de pienso fibroso en gestación determinó un aumento del 12,4% en el crecimiento de los lechones y de un 15,0% en el consumo de pienso de lactación, además este aumento fue uniforme a lo largo de toda la lactación. Con todo, las cerdas que recibían el pienso concentrado consumieron 1,08 Mcal de ED diaria más durante toda la gestación. Por otra parte, la administración de piensos fibrosos al final de gestación modifica la composición del calostro, aunque no la producción total, aumenta la ingestión de calostro de los lechones de bajo peso y reduce la mortalidad durante la lactación (Loisel et al., 2013).

Tabla 8.- Efecto de la composición del pienso de gestación sobre el consumo voluntario y los rendimientos productivos durante la lactación (Quesnet et al., 2009)

Pienso de gestación	Concentrado	Fibroso
FB (%)	3.2	12.4
FND (%)	17.2	30.7
ED (mcal/kg)	3.68	2.77
Ingestión en gestación (kg)	2.40	2.80
Espesor Grasa Dorsal a la inseminación (mm)	13,4	13,2
Aumento Espesor Grasa Dorsal (mm)	3.8	2.6
Ingestión en lactación (kg)	6.25 ^a	7.19 ^b
Pérdida Espesor Grasa Dorsal (mm)	2.2	2.3
Pérdida de peso vivo (kg)	6.78	7.49
Crecimiento medio de los lechones (g/d)	217 ^a	244 ^b

En cuanto a la curva de ingestión durante la lactación, recientemente se han publicado modelos matemáticos de predicción (Schinckel et al., 2010, Cabezón et al., 2016) que indican como puntos clave la ingestión máxima y el ritmo de aumento para alcanzarla. Además sugieren que si se persiste en aumentar la prolificidad y se mantiene el destete a las tres semanas será absolutamente necesario introducir la ingestión en los índices de mejora genética.

En todo caso, a pesar de la mejora genética en prolificidad y la utilización de cerdas más magras, la ingestión media de pienso en lactación no ha sufrido una gran variación en las últimas décadas (figura 8 y tabla 2 a y b), y el trabajo realizado por Koketsu et al. (1996a) se ha convertido en un clásico y es todavía de interés. Se utilizan más de 25.000 lactaciones e ingestiones medias y resultados de casi 20.000 camadas. La información se obtuvo de la base de datos PigChamp a partir del seguimiento de 30 granjas a lo largo de un año. Los autores definieron seis tipos de curvas de ingestión: 1) RAPID: aumento rápido post parto sin caídas de ingestión, 2) MAJOR: “Rapid” con caídas posteriores > de 1,8 kg/d al menos 2 ds. 3) MINOR: “Rapid” con caídas posteriores < de 1.8 kg/d al menos 2 ds. 4) LLL: Ingestión baja toda la lactación y nunca superior a 4,5 kg/d. 5) LHH: Incremento gradual con ingestiones de la primera semana <2.7. 6) GRADUAL: Aumentos progresivos con pico a los diez días sin bajadas posteriores que se interpreta como control positivo. Los resultados (tabla 9) indican que restringir la ingestión de pienso (tratamientos 4 y 5) resulta contraproducente y que la administración de pienso ad libitum desde el principio sin accidentes (RAPID) resulta comparable al control positivo; sin embargo en casi el 80% de los casos se asiste a caídas bruscas de ingestión (en el 47% la caída fue de consideración, tratamiento 2). Este porcentaje aumenta en las cerdas primerizas en relación a las multíparas. Los mismos autores (Koketsu et al., 1996b) sugieren que el descenso se debe a la resistencia

a la insulina y al aumento de estrógenos durante la lactación. Por otra parte la mayoría de las caídas de ingestión de los tratamientos MAJOR y MINOR se produjeron entre los días 8 y 18 de lactación con un pico entre los días 11 y 13 (Koketsu et al., 1996a). Aherne (2001) presenta resultados muy parecidos con un 30% de cerdas que no sufren caídas de ingestión y un 30-35% con caídas severas la segunda o tercera semana de lactación; además indica que más del 50% de las cerdas llegaron al pico de ingestión antes del día 10 de lactación.

Tabla 9.- Efecto del tipo de curva de ingestión sobre la ingestión media de pienso (kg/d) durante la lactación (Koketsu, 1996a)

Tipo de curva	Número de cerdas	Ingestión de pienso (kg/d)
RAPID	4.362	5,87 ^a
MAJOR	9.379	5,12 ^c
MINOR	6.311	5,42 ^b
LLL	289	3,24 ^e
LHH	359	3,98 ^d
GRADUAL	3.768	5,91 ^a

RAPID: aumento rápido post parto sin caídas de ingestión; MAJOR: “Rapid” con caídas posteriores > de 1.8 kg/d al menos 2 ds.; MINOR: “Rapid” con caídas posteriores < de 1.8 kg/d al menos 2 ds.; LLL: Ingestión baja toda la lactación y nunca superior a 4.5 kg/d.; LHH: Incremento gradual con ingestiones de la primera semana <2.7.; GRADUAL: Aumentos progresivos con pico a los diez días sin bajadas posteriores (control positivo).

Koketsu et al. (1996b) concluyen que las cerdas que alcanzan antes el pico de ingestión consumen más pienso y que mayores ingestiones en la primera parte de la lactación se correlacionan con mejores rendimientos reproductivos posteriores. Según Vignola (2009) restringir en exceso al principio de la lactación, para evitar hipogalaxia, diarreas de lechones o caídas de ingestión posteriores, reduce la ingestión total al no existir compensación en semanas posteriores.

En la práctica se han utilizado numerosas estrategias y protocolos destinados a conseguir el máximo consumo de pienso en lactación, minimizando el riesgo para los lechones y caídas bruscas de ingestión de la cerda. Desde el tradicional “sistema Stotfold” (MLC, 1997) que aboga por un aumento lineal y diario de la oferta de 0,5 kg hasta llegar a 7 kg el día 10 de lactación y posteriormente niveles crecientes dependiendo del tamaño de camada, pasando por sistemas más o menos sofisticados de aumento de oferta hasta una semana o 10 días y posteriormente “*ad libitum*” (Goodband et al., 2006; Aherne, 2008), hasta sistemas casi “*ad libitum*” desde el inicio (Loula, 2009) favorecidos por los avances registrados en materia de comederos y dispensadores automáticos.

Aunque la información técnica es exhaustiva y la efectividad de los distintos sistemas es innegable, no es fácil encontrar en la bibliografía científica resultados que comparen los diferentes sistemas en condiciones equivalentes. En un intento reciente, realizado por Luimes (2014) con 300 cerdas, no hubo diferencias importantes al comparar tres sistemas distintos (ingestiones medias de 6,7 a 6,8 kg/d). De hecho, el tipo de comedero, su tamaño y forma, la disponibilidad de agua y la forma de administración del pienso o el número de ofertas diarias, pueden ser tan importantes como el propio sistema (Vignola, 2009). Por lo que se refiere al tipo de comedero, son preferibles los comederos grandes y espaciosos que no condicionen el comportamiento de aprehensión de la cerda. El bebedero incorporado es un avance y mejor aún si el agua de bebida inunda permanentemente el comedero (3-5cm); la cerda en lactación precisa consumir cantidades importantes de agua en el mínimo tiempo, algo que no garantizan fácilmente muchos bebederos de chupete o cazoletas pequeñas. De hecho la ingestión de un pienso seco aumenta entre un 3 y 12% por el simple hecho de administrarlo con agua (Genest y D'Allaire, 1995), aunque una dilución excesiva aumenta el desperdicio y reduce la ingestión (Vignola, 2009).

Finalmente, el factor humano ejerce un efecto capital (Goodband et al., 2006) y, según Aherne (2001), muy a menudo la experiencia, compromiso y empatía del granjero con los animales es el factor que más condiciona el consumo de pienso en lactación. La interacción que se establece entre los animales y el granjero afecta al bienestar de ambos y puede condicionar la producción (Prunier y Taller, 2015).

7.- CONCLUSIONES Y CONSECUENCIAS PRÁCTICAS

Técnicamente el objetivo de la lactación es destetar la máxima cantidad de kg de lechón sin poner en peligro el futuro de la cerda. La lactación es el periodo más corto (15-19%) y de mayor exigencia digestiva y metabólica del ciclo productivo de la cerda. Después del parto, en una semana o diez días, la cerda aumenta el nivel de producción en aproximadamente 2,5 veces sin que la ingestión de pienso siga una evolución paralela, obligando a la madre a movilizar reservas corporales. El exceso de movilización perjudica el futuro reproductivo y reduce la longevidad de la cerda.

En este contexto, el crecimiento de la camada está directamente relacionado con la producción de leche que a su vez depende de numerosos factores; los mismos factores que equilibran el sistema al afectar tanto la ingestión de pienso como la movilización de reservas. Entre estos factores destacan el potencial genético, la composición y manejo del pienso, las condiciones ambientales y la interacción que se establece entre la cerda y la camada e incluso entre ambos y el granjero. En nuestra opinión la alimentación, la composición y manejo del pienso, no constituiría un pilar básico del funcionamiento del sistema pero si el factor más importante de optimización (“comodín”) de gran repercusión económica.

El punto de partida es que cada cerda posee un potencial genético para producir leche, ingerir pienso y movilizar reservas y el éxito de la lactación descansa en maximizar los dos primeros y controlar, más que minimizar, el tercero.

Para optimizar la producción de leche es esencial que la cerda tenga un comportamiento “generoso” y la camada una actitud “proactiva” a la hora de estimular y vaciar la glándula mamaria. La habilidad de la cerda se centra en su temperamento y en aspectos como la anatomía y exposición de los pezones o el tiempo que tarda en iniciar la lactación después de la toma del calostro (cuanto más corto mejor). Otra característica importante de la cerda es su estado de reservas al parto y la capacidad individual de cada cerda para movilizar dichas reservas corporales cuando la ingestión de pienso es insuficiente. Los puntos clave para la camada son garantizar el correcto encalostrado de los lechones y acertar en la elección del sistema y la forma de realizar las adopciones directas o rutinas alternativas (nodrizas o lactancia artificial). Los aspectos clave en la cerda tendrían un origen genético (temperamento, pezones o incluso capacidad de movilización) o de equilibrio hormonal o metabólico (inicio lactación) y en la camada estarían directamente ligados a la calidad del lechón y su manejo y a la disponibilidad de mano de obra.

Por lo que se refiere a la ingestión, la tendencia actual sugiere que más que ofrecer el pienso “ad libitum” o no, en la práctica parece recomendable disponer de curvas de ingestión patrón para cada granja próxima al “ad libitum”, dependiendo del tipo de cerda y de su nivel de producción, e implementarlas atendiendo al juicio del granjero y dependiendo del nivel de mecanización. Aunque los avances tecnológicos introduzcan mejoras significativas en los sistemas de producción y contribuyan a mejorar su eficacia, su principal contribución probablemente sea mejorar las condiciones de trabajo y bienestar laboral del granjero, si bien, en nuestra opinión, el factor humano ha de seguir desempeñando un papel esencial.

8.- BIBLIOGRAFIA

- AGOSTINI, P.S., SOLA-ORIO, D., MUNS, R., MANZANILLA, E.G. y GASA, J. (2011) *XIV Jornadas sobre Producción Animal AIDA*, Tomo I: 258-260.
- AHERNE, F. (2001) *International Pigletter*, Vol. 21: 7.
- AHERNE, F.X. (2008) *Pork Industry Handbook*. PIH 07-01-05.
- AULIST, D.E., MORRISH, D.E., EASON, P. y KING, R.H. (1998) *Anim. Sci.* 67: 333-337.
- AULIST, D.E., CARLSON, D., MORRISH, L., WAKEFORD, C.M. y KING, R.H. (2000) *J. Anim. Sci.* 78: 2026-2031.
- AZAIN, M.J., TOMKINS, T., SOWINSKI, J.S., ARETSON, R.A. y JEWELL, D.E. (1996) *J. Anim. Sci.* 74: 2195-2202.

- BAXTER, E.M., RUTHERFORD, K.M.D., D'EATH, R.B., ARNOTT, G., TURNER, S.P., SANDOE, P., MOUSTSEN, V.A., THORUP, F., EDWARDS, S. y LAWRENCE, A.B. (2013) *Animal Welfare* 22: 219-238.
- BIERHALS, T., MAGNOBOSCO, D., RIBEIRO, R.R., PERIN, J., DE CRUZ, R.A. y BERNARDI, M.L. (2012) *Livest. Sci.* 146: 115-122.
- BIRKENFELD, C., DOBERENZ, J., KLUGE, H y K. EDER (2006) *Anim. Feed Sci. Technol.* 129: 23-38.
- BLAVI, L., SOLÀ-ORIO, D., y PEREZ, J.F. (2015) *Proceedings of the 13th Digestive Physiology of Pigs*, Kliczków, Poland. pp: 49.
- BOIX, O. (2015) *Tesina del master en sanidad y producción porcina*, 27pp.
- BRANDL, N. y JORGENSEN, E. (1996) *Computers and Electronics in Agriculture* 15: 57-72.
- CABEZÓN, F.A., SCHINCKEL, A.P., RICHERT, B.T., STEWART, K.R., GANDARILLAS, M. y PERALTA, W.A. (2016) *The Professional Animal Scientist* 26: 35-50.
- CABRERA, R.A., XI, L., CAMPBELL, J.M., MOESER, A.J. y OLDLE, J. (2012) *J. Anim Sci. Biotechnol.* 3: 42.
- CLOSE, W.H. y COLE, D.J.A. (2000) *Nutrition of Sows and Boars*. Nottingham University Press, Nottingham. 377 pp.
- CRENSHAW, J.D., BODY, R.D., CAMPBELL, J.M., RUSSELL, L.E., MOSER, R.L. y WILSON, M.E. (2007) *J. Anim. Sci.* 85: 3442-3453.
- De BETTIO, S., MAIORKA, A., BARRILLI, L.N.E., BERGSMA, R. y SILVA, B.A.N. (2016) *Animal* 10: 396-402.
- DESVILLERS, N., FARMER, C., LE DIVIDICH, J. y PRUNIER, A. (2007) *Animal* 1: 1033-1041.
- DOURMAD, J.Y., ÉTIENNE, M. y NOBLET, J. (2001) *INRA Production Animale* 14: 41-50.
- DOURMAD, J.Y., ÉTIENNE, M., VALANCOGNE, A., DUBOIS, S., VAN MILGEN, J. y NOBLET, J. (2008) *Anim. Feed Sci. Technol.* 143: 372-386.
- DUNSHEA, F.R., KERTON, D.J., EASON, P.J. y KING, R.H. (1999) *Austr. J. Agric. Res.* 50: 1165-1170.
- EDWARDS, S.A. y BAXTER, E.M. (2015) *The gestating and lactating sow*, Wageningen Academic Publishers. pp: 253-278.
- EISSEN, J.J., KANIS, E. y KEMP, B. (2000) *Livest. Prod. Sci.* 64: 147-165.
- FEDNA (2013) *Necesidades Nutricionales Para Ganado Porcino* (2a Edición) (<http://www.fundacionfedna.org/sites/default/files/Normas%20PORCINO2013rev.pdf>).
- FLOHR, J.R., TOKACH, M.D., DRITZ, S.S., DeROUCHEY, J.M., NELSEN, J.L. y BERGSTROM, J.R. (2013) *Swine day 2013*. Kansas State University, 1-15.
- FLOHR, J.R., WOODWORTH, J. C., TOKACH, M.D. y DRITZ, S.S. (2015) *Swine day 2015*. Kansas State University, 1-18.

- GASA, J. y LOPEZ-VERGE, S. (2015) ISBN 978-84-490-5099-2. *Servei de Publicacions UAB*, pp: 175.
- GENEST M. y D'ALLAIRE, S. (1995) *Can. J. Anim. Sci.* 75: 461-467.
- GOODBAND, B DeROUCHEY, J., TOKACH, M. DRITZ, S. y NELSEN, J. (2006) *K-State Research and Extension*, Kansas State University, Manhattan, KS, USA.
- HANSEN, A.V., LAURIDSEN, C., SORESEN, M.T., BACH KNUDSEN, K.E. y THEIL, P.K. (2012) 90: 466-480.
- HANSEN, A.V., LAURIDSEN, C., SORESEN, M.T., KNUDSEN, K.E.B. y THEIL, P.K. (2012a) *J. Anim. Sci.* 90: 466-480.
- HANSEN, A.V., STRATHE, A.B., KEBREAB, E., FRANCE, J. y THEIL, P.K. (2012b) *J. Anim. Sci.* 90: 2285-2298.
- HEIM, G., MELLAGI, A.P.G., BIERHALS, T., DE SOUZA, L.P., DE FRIES, H.C.C. y PLUCO, P. (2012) *Livest. Sci.* 150: 121-127.
- HUANG, F.R., LIU, H.B., SUN, H.Q. y PENG, J. (2013) *Livest. Sci.* 157: 482-489.
- HURLEY, W.L. (2001) *Livest. Prod. Sci.* 70: 149-157.
- HURLEY, W.L. (2015) *The gestating and lactating sow*, Wageningen Academic Publishers. 193-229.
- IWASAWA, T., YOUNG, M.G., KEEGAN, T.P., TOKACH, M.D., DRITZ, S.S., GOODBAND, R.D., DeROUCHEY, J.M. y NELSEN, J.L. (2004) *Swine Day 2004*. pp: 17-22.
- JANG, Y.D., KANG, K.W., PIAO, L.G., JEONG, T.S., AUCLAIR, E., JOVEL, D'INCA, S.R. y KIM, Y. (2013) *Livest. Sci.* 152: 157-163.
- JENSEN, P., STANGEL, G. y ALGERS, B. (1991) *Applied Animal Behaviour Science* 31: 195-209.
- KIM, S.C., HURLEY, W.L., HAN, I.K. y EASTER, R.A. (2000) *J. Anim. Sci.* 78: 1313-1318.
- KIM, S.C., LI, H. L., PARK, J.C. y KIM, I.H. (2015) *J. Anim. Sci. Technol.* 57: 45.
- KING, R.H. (2000) *J. Anim. Sci.* 78: 19-25.
- KING, R.H., MULLAN, B.P., DUNSHEA, F.R. y DOVE, H. (1997) *Livest. Prod. Sci.* 47: 169-174.
- KOKETSU, Y., DIAL, G.D., PETTIGREW, J.E. MARSH, W.E. y KING, V.L. (1996a) *J. Anim. Sci.* 74: 1202-1210.
- KOKETSU, Y., DIAL, G.D., PETTIGREW, J.E. y KING, V.L. (1996b) *J. Anim. Sci.* 74: 2875-84.
- KROGH, U., FLUMMER, C., JENSEN, S.K. y THEIL, P.K. (2012) *J. Anim. Sci.* 90: 366-368.
- LOISEL, E., FARMER, C., RAMAEKERS, P. y QUESNEL, H. (2013) *J. Anim. Sci.* 91: 5269-5279.
- LOULA, T. (2009) *47 Annual Southwestern Ontario Pork Conference*. Ridgertown, Ontario.
- LUIMES, P.H. (2014) *14th London Swine Conference*, pp: 45-49.
- MANTECA, X. y GASA, J. (2008) *Bienestar en el ganado porcino*, Boehringer Ingelheim España S.A.

- MATEO, R.D., CARROLL, J.A., HYUN, Y., SMITH, S. y KIM, S.W. (2009) *J. Anim. Sci.* 87: 948-959.
- MATEO, R.D., WU, G., MOON, H.K., CARROL, J.A. y KIM, S.W. (2008) *J. Anim. Sci.* 86: 827-835.
- MEAT AND LIVESTOCK COMMISSION (1997) *Stotfold feeding strategy, improving sow productivity*. 8 pp.
- MEUNIER-SALAUM, M.C. y BOLHUIS, J.E. (2015) *The gestating and lactating sow*, Wageningen Academic Publishers, pp: 95-116.
- MEAT LIVESTOCK COMMISSION (1997) *Stotfold feeding strategy*, pp: 8.
- MILLER, Y.J., COLLINGS, A.M., SMITS, R.J., THOMPSON, P.C. y HOLYOAKE, P.K. (2012) *J. Anim. Sci.* 90: 5078-5085.
- MORILLO, A, ALVAREZ-RODRIGUEZ, J, VILLALBA, D y CANO LOPEZ, G. (2013) *XXIX Curso de especialización FEDNA, Avances en Nutrición y Alimentación Animal*, pp 113-145.
- MUNS, R., MANZANILLA, E.G., SOL, C., MANTECA, X. y GASA, J. (2013) *J. Anim. Sci.* 91: 1838-1843.
- MUNS, R., SILVA, C., MANTECA, X. y GASA, J. (2014) *J. Anim. Sci.* 92: 1193-1199.
- MUNS, R., MANTECA, X. y GASA, J. (2015) *Animal Welfare* 24: 185-192.
- NASIR, Z., BROZ, J. y Zijlstra, R.T. (2014) *Anim. Feed Sci. Technol.* 198: 263-270.
- NIELSEN, O.L., PEDERSON, A.R. y SORENSEN, M.T. (2001) *Livest. Prod. Sci.* 67: 273-279.
- NOBLET, J., CLOSE, W.H., HEAVENS, R.P., y BROWN, (D. 1985) *Br. J. Nutr.* 53: 251-265.
- NRC (1998) *Nutrient requirements of swine*. 10th Ed. The National Academic Press.
- NRC (2012) *Nutrient requirements of swine*. National Research Council of the National Academies. The National Academic Press.
- O'CONNELL, M.K., LYNCH, P.B., BERTHOLOT, S., VERLAIT, F. y LAWLOR, P.G. (2007) *Animal*, 1:1335-1343.
- OBSERVATORI DEL PORCI, *Departament d'Agricultura, Ramaderia, Pesca i Alimentació. Generalitat de Catalunya*. (http://agricultura.gencat.cat/ca/departament/dar_estadistiques_observatoris/dar_observatoris_sectorials/dar_observatori_porci/)
- OLIVERO, C. HEINONEN, M., VALROS, A y PELTONIEMI, O. (2010) *Anim. Reprod. Sci.* 119: 85-91.
- PARK, M.S., SHINDE, P.L., YANG, Y.X., KIM, J.S., CHOI, J.Y., YUN, K., KIM, Y.W., LOAKARE, J.D., YANG, B.K., LEE, J.K. y CHAE, B.J. (2010) *Asia-Australia Journal of Animal Science* 23: 226-233.
- PARK, M.S., YANG, Y.X., SHINDE, P.L., CHOI, J.Y., JO, J.K., KIM, J.D., LOAKARE, J.D., YANG, B.K., LEE, J.K. KWON, I.K. y CHAE, B.J. (2009) *Animal Physiology and Animal Nutrition* 94: 677-684.
- PAULIKS, B.R., PAMPUCH, F.G. y ROTH-MAIER, D.A. (2006) *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition* 90: 474-481.

- PEDERSEN, T.F., MOUSTSEN, V.A., NIELSEN, M.B.F. y KRISTENSEN, A.R. (2011) *Livest. Sci.* 140: 253-261.
- PEDERSEN, T.F. (2015) *Tesina*, Aarhus University, 79 pp.
- PETERS, J.C. y MAJAN, D.C. (2008) *J. Anim. Sci.* 86: 2247-2260.
- PRUNIER, A. y TALLET, C. (2015) *The gestating and lactating sow*, Wageningen Academic Publishers. pp: 279-295.
- QUESNEL, H., MOUNIER-SALAUN, M.C., HAMARD, A., GUILLEMET, R., ETIENNE, C., FARMER, C., DOORMAD, J.Y. y PERE, M.C. (2009) *J. Anim. Sci.* 87: 532-543.
- QUESNEL, H. (2011) *Animal* 5: 1546-1553.
- QUESNEL, H., FARMER, C. y DEVILLERS, N. (2012) *Livest. Sci.* 146: 105-114.
- QUESNEL, H., FARMER, C. y THEIL, P.K. (2015) *The gestating and lactating sow*, Wageningen Academic Publishers. 173-192.
- QUINIOU, N., NOBLET, J. y REANAUDEAU, D. (2000) *Techni-Porc* 23: 23-30.
- QUINIOU, N., QUINSAC, A., CRESPON, K., EVRARD, J., PEYRONNET, C., BOURDILLON, A., ROYER, E. y ETIENNE, M. (2012) *Can. J. Anim. Sci.* 92: 513-524.
- QUINIOU, N., RICHARD, S., MOUROT, J. y ETIENNE, M. (2008) *Animal* 2: 1633-1644.
- REVELL, D.K., WILLIAMS, I.H., MULLAN, B.P., RANFORD, J.L. y SMITS, R.J. (1998) *J. Anim. Sci.* 76: 1738-1743.
- RAMIS, G., EVANGELISTA, J.N.B., QUEREDA, J.J., PALLARÉS, F.J., De La FUENTE, J.M. y MUÑOZ, A. (2011) *Journal of swine Health and Production* 19: 226-232.
- RINGGENBERG, N., BERGERON, R., MEUNIER-SALAUN, M. y DEVILLERS, N. (2012) *Applied Animal Behaviour Science* 136: 126-135.
- ROOTWELT, V., REXEN, O., FARSTAD, W. y FARMSTAD, T. (2013) *J. Anim. Sci.* 91: 2647-2656.
- ROSETO, D.S., VAN HEUGTEN, E., ODLE, J., ARELLANO, C. y BOYD, R.D. (2012) *J. Anim. Sci.* 90: 2609-2619.
- ROSETO, D.S., BOYDA, R.D., McCULLEYA, M., ODLEB, J. y Van HEUGTENB, E. (2012) *Anim. Reprod. Sci.* 168: 151-163.
- ROSILLON-WARNIER, A. y PAQUAY, R. (1984) *Applied Animal Behaviour Science* 13: 47-58.
- SANTOMA, G. (2012) *XXVIII Curso de especialización FEDNA*, Avances en Nutrición y Alimentación Animal, pp: 173-245.
- SANTOMA, G. y PONTES, M. (2011) *XXVII Curso de especialización FEDNA*, Avances en Nutrición y Alimentación Animal, pp: 23-32.
- SCHINCKEL, A.P., SCHWAB, C.R., DUTTLINGER, V.M. y EINSTEIN, M.E. (2010) *The Professional Animal Scientist* 26: 35-50.
- SCHNEIDER, J.D., NELSEN, J.L., TOKACH, M.D., DRITZ, S.S., GOODBAND, R.D. y DeROUCHEY, J.M. (2006) *Swine day 2006*. Kansas State University, 47-51.

- SHELTON, N.W., DeROUCHEY, J.M., NEILL, C.R., TOKACH, M.D., DRITZ, S.S., GOODBAND, R.D. y NELSEN, J.L. (2009) *Swine day 2009*. Kansas State University, 38-50.
- SHELTON, N.W., NELSEN, M.D., TOKACH, M.D., DRITZ, S.S., GOODBAND, R.D., DeROUCHEY, J.M., YANG, H. y MAHAN, D.C. (2012) *Swine day 2012*. Kansas State University, 17-27.
- SHEN, Y.B., CARROLL, J.A., YOON, I., MATEO, R.D. y KIM, S.W. (2011) *J. Anim. Sci.* 89: 2462-2471.
- SHENG-PINO, W., YU-LONG, I., YIN, Q., LI-LI, L., FENG-NA, L., BI-E, T., XIANG-SHAN, T. y RUI-LIMA, H. (2011) *J. Sci. Food Agricult.* 91: 2371-2377.
- SHI, M., ZANG, J., LI, Z., SHI, C., LIU, L., ZHU, Z. y LI, D. (2015) *Anim. Sci. J.* 86: 891-896.
- SILVA, B.A.N., NOBLET, J., DONZELE, J.L., OLIVEIRA, R.F.M., PRIMOT, Y., GOURDINE, J.L. y RENAUDEAU, D. (2009b) *J. Anim. Sci.* 87: 4003-4012.
- SILVA, B.A.N., NOBLET, J., OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., PRIMOT, Y. y RENAUDEAU, D. (2009a) *J. Anim. Sci.* 87: 2104-2112.
- SILVA, B.A.N., NOBLET, J., OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., PRIMOT, Y. y RENAUDEAU, D. (2009a) *J. Anim. Sci.* 87: 2104-2112.
- SILVA, B.A.N., OLIVEIRA, R.F.M., DONZELE, J.L., FERNANDES, H.C., LIMA, A.L., RENAUDEAU, D. y NOBLET, J. (2009c) *Livest. Sci.* 120: 25-34.
- SMITS, R.J., LUXFORD, B.G., MITCHELL, M. y NOTTLE, M.B. (2011) *J. Anim. Sci.* 89: 2731-2738.
- SOLA-ORIO, D. y GASA, J. (2016) *www.3Tres3.com*, Sección Nutrición, 23 de mayo.
- SOLA-ORIO, D. y GASA, J. (2016) *Feeding strategies in pig production: Sows and their piglets*. *Anim. Feed Sci. Tech.*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2016.07.018>
- SONG, M., BAIDOO, S.K., SHURSON, G.C., WHITNEY, M.H., JOHNSTON, L.J. y GALLAHER, D.D. (2010) *J. Anim. Sci.* 88: 3313-3319.
- SORENSEN, D., VERNERSEN, A. y ANDERSEN, S. (2000) *Genetics* 156: 283-295.
- SOTAK, K.M., GOODBAND, R.D., TOKACH, M.D., DRITZ, S.S., DeROUCHEY, J.M. y NELSEN, J.L. (2012) *Swine day 2012*. Kansas State University, pp: 28-34.
- SPENCER, J.D., BOYD, R.D., CABRERA, R. y ALLEE, G.L. (2003) *J. Anim. Sci.* 81: 2041-2051.
- SULABO, R.C., JACELA, J.Y., TOKACH, M.D., DRITZ, S.S., GOODBAND, R.D., DeROUCHEY J.M. y NELSEN, J.L. (2010) *J. Anim. Sci.* 88: 3145-3153.
- SUMOY, L. y PUIG, R. (2016), *www.3Tres3.com*, Sección Nutrición, 27 de junio.
- SUN, H.Q., ZHOU, Y.F., TAN, C.Q., ZHENG, L.F., J. PENG, J. y JIANG, S.W. (2014) *Animal* 8: 1089-1094.
- THAKER, M.Y.C. y BILKEI, G. (2005) *Anim. Reprod. Sci.* 88: 309-318.
- THEIL, P.K., CORDERO, G., HENCKEL, P., PUGGAARD, L., OKSBJERG, N. y SORESEN, M.T. (2011) *J. Anim. Sci.* 89: 1805-1816.

- THEIL, P.K., NIELSEN, M.O., SORESENSEN, M.T. y LAURIDSEN, C. (2012) En: *Nutritional Physiology of Pigs*, Danish Pig Research Center, Denmark, pp: 1-47.
- THEIL, P.K., LAURIDSEN, C. y QUESNEL, H. (2014) *Animal* 8: 1021-1030.
- THEIL, P.K. (2015) *The gestating and lactating sow*, Wageningen Academic Publishers. 147-172.
- TODBERG, K. y SORESENSEN, M.T. (2006) *Livest. Sci.* 101: 116-125.
- TOKACH, M. y GOÇALVES, M. (2015) XXXI Curso de especialización FEDNA, *Avances en Nutrición y Alimentación Animal*, pp: 23-32.
- VALDMAND, C.N., KROGH, U., HANSEN, C.F. y THEIL, P.K. (2015) *J. Anim. Sci.* 93: 2488-2500.
- VIGNOLA, M. (2009) *Proceedings of the 9th London Swine Conference*, pp: 107-117.
- WALSH, M.C., GERAERT, P.A., MAILLARD, R., KLUSS, J. y LAWLOR, P.G. (2012) *Animal* 6: 1627-1633.
- WAN, H.T., ZHU, J.T., SHEN, Y., XIANG, X., YIN, H.J., FANG, Z.F., CHE, L.Q., LIN, Y., XU, S.Y., FeENG, B. y WU, D. (2016) *Reproduction in Domestic Animals* 51: 135-142.
- WANG, J.P., KIM, H.J., CHEN, Y.J., YOO, J.S., CHO, J.H., KANG, D.K., HYUN, Y. y KIM, I.H. (2009) *J. Anim. Sci.* 87: 3589-3595.
- WHITTEMORE, C.T. (1993) *The Science and Practice of Pig Production*, Longman Group UK Ltd.
- WOLTER, B.F., ELLIS, M., CORRIGAN, B.P. y DEDECKER, J.M. (2002) *J. Anim. Sci.* 80: 301-308.
- ZILSTRA, R.T., KWANG-YOUN, W., EASTER, R. A. y ODLE, J. (1996) *J. Anim. Sci.* 74: 2948-2959.