

## ALIMENTACIÓN DE LA REPOSICIÓN Y DE LA CERDA PRIMERIZA

Jaume Coma<sup>1</sup> y Josep Gasà<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Grupo Vall Companys; <sup>2</sup> Grup de Nutrició, Maneig y Benestar Animal, Departament de Ciència Animal i dels Aliments, UAB

### 1.- INTRODUCCION

El objetivo de la porcicultura moderna es maximizar la cantidad y calidad de carne obtenida por cerda y año, o durante la vida productiva, al mínimo coste. Uno de los componentes fundamentales de este proceso es asegurar la producción de un número mínimo de lechones destetados por cerda y año o durante la vida productiva de la madre. El potencial productivo de una cerda en condiciones comerciales durante su vida productiva estaría entre 60 y 70 lechones destetados (Gill, 2007) aunque valores de únicamente 30-40 son demasiado comunes (Lucía et al., 2000). En las explotaciones de cerdas reproductoras donde el coste de la instalación es muy oneroso una medida mejor de la máxima productividad podría ser lechones destetados/plaza de maternidad/año. Con todo, además del número de lechones, cualquier empresa con expectativas de futuro se centra cada vez más en la “calidad de los lechones” y en el cumplimiento de las normas de bienestar animal y protección medioambiental. La “calidad” es entendida como las expectativas de rendimiento productivo y económico del lechón a lo largo de la transición y el engorde.

Uno de los mayores éxitos de la porcicultura de los últimos 25 años ha sido la mejora conseguida en la productividad de las cerdas. Datos del MLC de Gran Bretaña (Close, 2006) indican una mejora media en el número de lechones destetados/cerda/año de alrededor del 10% (cuadro 1). En Dinamarca, la producción media de 1,1 millones de cerdas controladas durante el año 2003 fue de 24 lechones destetados/cerda/año con granjas que superaron los 30 (Knox, 2005) y datos españoles y estadounidenses (Caldier, 2002) indican que algunas granjas, grandes y pequeñas, obtuvieron valores de 26 y 28. Esta mejora en la productividad ha venido acompañada por un aumento considerable de las tasas de reposición (cuadro 1) que en ocasiones incluso puede sobrepasar el 50% al año.

En un estudio llevado a cabo con casi 150.000 reproductoras de 32 granjas comerciales entre los años 1995 y 2001, Rodríguez-Zas et al. (2003) observaron que entre el 40-50% de las cerdas desaparecían del rebaño antes de finalizar la tercera lactación. Por otra parte ha habido un descenso muy notable de las reservas grasas de las cerdas de reposición (cuadro 1); esta reducción probablemente es consecuencia de la presión de selección ejercida para conseguir animales cada vez más magros.

Este descenso en las reservas grasas de las cerdas de reposición sin duda ha contribuido a provocar lo que se conoce como “síndrome del segundo ciclo”. Las primíparas presentan un intervalo destete-cubrición mayor que las multíparas, sufren un mayor número de repeticiones y reducen significativamente la tasa de partos y los nacidos vivos en el segundo ciclo productivo, muy comúnmente incluso por debajo de los valores registrados al primer parto (Knox, 2005).

**Cuadro 1.- Cambios en los rendimientos reproductivos de las cerdas durante los últimos 25 años (Close, 2006; Meat and Livestock Commission, MLC )**

	1980	1990	2000	2005
Partos/cerda/año	2,18	2,23	2,26	2,22
Nacidos vivos / parto	10,3	10,7	11,0	10,9
Destetados/cerda/año	19,8	21,1	22,4	21,5
% reposición	35,9	40,0	42,0	46,2
P2 a 100 kg peso vivo (mm)	19,0	13,0	11,0	10,7

Según Foxcroft et al. (2005), los indicadores clave de productividad (Key Performance Indicators) de un rebaño de madres son cuatro: a) alcanzar la condición corporal óptima y madurez sexual de la cerdas seleccionadas para reposición, b) alcanzar el ritmo de cubriciones adecuadas por unidad de tiempo (semana o banda), c) mantener homogéneo el número de lechones destetados por unidad de tiempo y d) mantener el ritmo de reposición anual por debajo del 50%. Para cumplimentar adecuadamente estos indicadores es especialmente importante manejar la reposición con criterio y conseguir el menor número posible de descartes durante o como consecuencia del primer ciclo productivo. En este cometido la alimentación juega un papel crucial, en especial cuando se contempla integrada con otros aspectos de organización de la producción, manejo de los animales y eficiencia económica del proceso.

La problemática de las cerdas de reposición ya ha sido tratada anteriormente en este foro, como parte de capítulos dedicados bien a formulación de piensos (Jagger, 1996), o bien a alimentación de cerdas reproductoras en general (Coma, 1997; Borja y Medel, 1998) e incluso con un enfoque centrado en la interacción nutrición reproducción (Carrión y Medel, 2001). El objetivo de esta contribución es revisar los avances más recientes en

alimentación de cerdas de reposición, incluyendo también las primerizas, procurando adaptar e integrar estos avances en el contexto general del rebaño de cerdas reproductoras.

## 2.- ALIMENTACIÓN DE CERDAS DE REPOSICIÓN

### 2.1.- Problemática actual

El manejo de la reposición es un punto clave para la eficiencia productiva y económica de las explotaciones porcinas. El coste de la reposición representa una inversión muy importante desde un punto de vista biológico y económico en las granjas de reproductoras y en el sistema productivo general. Un manejo eficiente de la reposición debe permitir la reducción de la tasa de reposición, disminuir la mortalidad de las cerdas, y en definitiva, una menor utilización de espacio y mano de obra para conseguir un suministro constante de futuras cerdas reproductoras. La importancia de un correcto flujo y entrada de animales en una explotación se detalla en el cuadro 2.

**Cuadro 2.- Importancia relativa (%) de distintos parámetros de una granja de reproductoras para conseguir un flujo uniforme de lechones destetados (Foxcroft y Aherne, 2001).**

Parámetro	Importancia Relativa, %
Nº de cerdas cubiertas	60
Tasa de partos	30
Nº de nacidos vivos	5
Mortalidad de lechones	5

Los parámetros objetivo en el manejo de la reposición deberían ser: a) una tasa de reposición < 50%, al menos en las mejores explotaciones; b) aparición de la pubertad a 26-28 semanas; c) edad promedio de la 1ª cubrición entre 30-34 semanas; d) un máximo de 5-6% de primerizas con ausencia de celo a las 32 semanas; e) tasa de partos de 85-90% con 12 nacidos vivos en el 1º parto, y f) una vida productiva promedio de 4 ciclos.

Desafortunadamente esta no es la realidad en muchas explotaciones de forma que son frecuentes tasas de reposición superiores al 55-60%, con la consiguiente espiral de consecuencias:

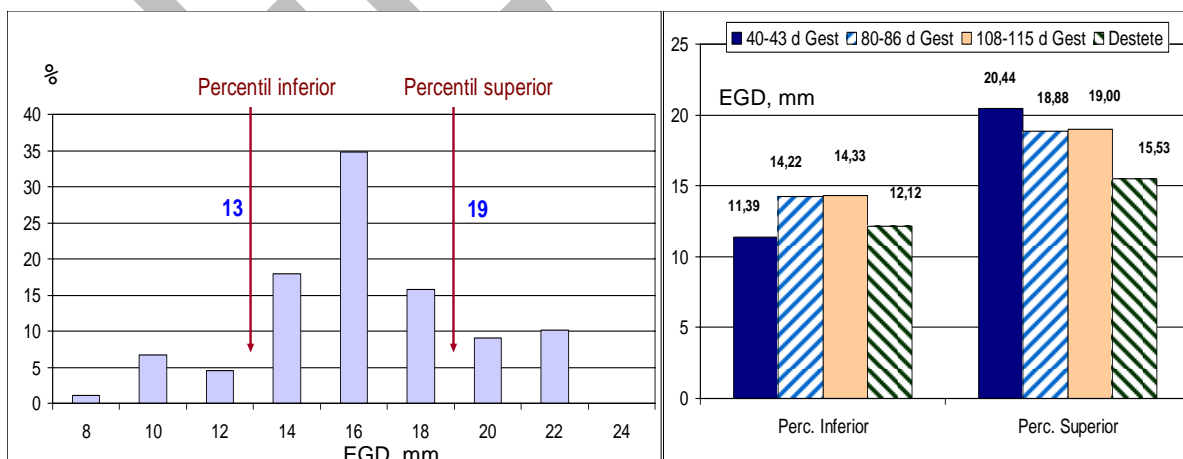
- Se requiere un mayor nº de cerdas de cría para mantener el ritmo de reposición.
- El aumento del nº de cerdas en las mismas instalaciones de cría y cuarentena puede resultar en una excesiva densidad de animales que de forma crónica cause una reducción en la velocidad de crecimiento y un retraso de la pubertad. Además, la

reposición de un número elevado de animales puede provocar una desestabilización sanitaria de la explotación y la aparición de problemas patológicos.

- Incremento en el número de cerdas que requieren tratamiento hormonal.
- Cuando faltan animales, se seleccionan animales por debajo del peso objetivo.
- Aumenta la eliminación de animales jóvenes; la tasa de reposición de cerdas de 1º y 2º parto puede ser del 40-45%. Los dos motivos básicos de la eliminación son los problemas reproductivos (35-45%) y locomotores (15-25%)
- El resultado final es una explotación con una pirámide desplazada hacia cerdas de 1º y 2º parto y un descenso en el nº de lechones producidos en la explotación, básicamente por el efecto de las primerizas.

Por tanto, utilizar estrategias correctas con la reposición es de vital importancia para la rentabilidad económica de la explotación. La entrada de cerdas primerizas en el sistema productivo y la optimización de su vida productiva dependen de la combinación de unas buenas estrategias de: i) manejo nutricional, ii) adaptación sanitaria y iii) estimulación de su pubertad y de su cubrición. Un manejo efectivo de la cerda nulípara debe: i) conseguir una rápida y sincrónica respuesta a la estimulación de la pubertad, ii) maximizar la productividad hasta el primer parto y iii) garantizar la longevidad productiva de la cerda (suficientes reservas corporales). Corregir o compensar deficiencias o exceso de reservas una vez la cerda nulípara ha entrado en el proceso productivo es extremadamente difícil (figura 1).

**Figura 1.- Distribución de espesor de grasa (EGD, mm) en cerdas nulíparas a 43 d de gestación y evolución de EGD durante la gestación (d 40-43 , 80-86, 108-115) hasta el 1º destete. (Datos de granja comercial).**



Las distintas estrategias de reposición deben tener en cuenta las características fisiológicas clave de las líneas genéticas que actualmente se utilizan comercialmente, con su elevado potencial de crecimiento magro (cuadro 1). La heredabilidad de los parámetros

de crecimiento es mayor que la de los parámetros reproductivos. Por tanto, la presión de selección ejercida por contenido magro en el producto final ha conllevado también la incorporación del carácter en las líneas maternas. Tal como se avanzaba en la introducción, la selección por porcentaje magro resulta en una cerda nulípara que tiene un mayor tamaño corporal y menos reservas grasas.

Muchas de las recomendaciones y prácticas habituales fueron establecidas hace 20 años con líneas genéticas más grasas. Por tanto, no contemplan los cambios metabólicos asociados a una mayor deposición magra y una falta de reservas grasas en las líneas actuales. En el cuadro 3 se detallan las recomendaciones tradicionales ampliamente divulgadas, pero sería interesante saber que proporción de las cerdas de reposición utilizadas actualmente en condiciones comerciales cumplen todas estas especificaciones; probablemente un porcentaje muy pequeño (figura 1). Seguramente se han modificado los niveles óptimos de estado corporal (peso y cobertura grasa) y de estado fisiológico (edad y nº de estro) necesarios en el momento de la 1ª cubrición fértil para conseguir una óptima productividad y longevidad de la cerda reproductora. En definitiva, es necesario reevaluar la importancia de estos factores en los genotipos actuales disponibles comercialmente. El objetivo de esta parte del trabajo es revisar estos aspectos en base a estudios publicados en la última década que sean representativos de las líneas genéticas utilizadas en la actualidad.

**Cuadro 3.- Recomendaciones tradicionales sobre las condiciones óptimas de las cerdas en el momento de la 1ª cubrición.** (ver modificaciones en cuadro 9)

Número de estro	2º-3º
Edad	210-230 d
Peso	130-145 kg
Grasa dorsal (P2)	16-20 mm
GMD de nacimiento a cubrición	600-650 g/d

## 2.2.- Aparición de la pubertad

Antes de entrar en la revisión de los trabajos, es conveniente resumir el mecanismo hormonal asociado a la función reproductora. El eje hipotálamo-hipófisis-ovario es el responsable del control del ciclo reproductivo. La hormona liberadora de gonadotropinas segregada por el hipotálamo (GnRH) estimula que la hipófisis sintetice y secrete las gonadotropinas: hormona luteinizante (LH) y hormona estimulante del folículo (FSH). La FSH estimula el crecimiento y desarrollo de folículos en el ovario que empiezan a producir estrógenos. Los pulsos de LH de alta frecuencia y baja amplitud inducen a los folículos hacia la ovulación. A su vez, la insulina tiene un efecto estimulador sobre el eje hipotálamo-hipofisario. La concentración en suero y tejidos de insulina e IGF-1 está directamente

relacionada con la secreción y actividad de LH y FSH. También se ha descrito un efecto local de la insulina a nivel ovárico sobre el desarrollo folicular, independiente de los cambios en LH, resultando en una menor atresia folicular y, por tanto, una mayor tasa de ovulación.

La aparición de la pubertad depende de la progresiva maduración del eje hipotálamo-hipófisis-ovario determinada por la liberación de LH, FSH y estrógenos. Desde los 120 d de edad hasta la aparición de la pubertad, crecen los folículos en el ovario y se incrementan los niveles de estrógenos. Antes de la aparición de la pubertad, existe un “pool” de 50-100 folículos morfológicamente heterogéneos, con diámetros de 1-6 mm, en la superficie del ovario. Sin embargo, la actividad suprimida de la secreción pulsátil de GnRH, y por tanto la inadecuada secreción de la LH inhibe la fase final del crecimiento folicular y ovulación. Cuando los pulsos de LH aumentan y su amplitud disminuye, alrededor del día 13-14 del ciclo, se estimula el crecimiento y la selección folicular. A partir del día 18, la capacidad estrogénica de los folículos más maduros estimula (feedback positivo) el inicio del pico preovulatorio de LH. La selección de folículos continúa durante los 5-7 d de fase folicular que preceden a la ovulación. Tal como se detalla más adelante, el efecto de la alimentación es distinto dependiendo de si se produce en la fase folicular o en la fase luteal del ciclo, es decir inmediatamente antes o después de la ovulación.

Existen distintos factores que ejercen un efecto modulante sobre el momento de la aparición de la pubertad por su influencia sobre el sistema neuronal de la GnRH y el desarrollo ovárico. Estos factores son *ambientales* (las primerizas nacidas en otoño alcanzan la pubertad antes y se sincronizan mejor que las nacidas en primavera), *sociales* (contacto con el verraco) o *nutricionales*. Es lógico pensar que la pubertad solo aparecerá cuando la cerda nulípara tenga suficientes reservas nutritivas para soportar el alto coste energético de la gestación y la lactación. A medida que el animal crece, se modifica el reparto de los nutrientes hacia las funciones reproductivas. La mayor disponibilidad de nutrientes y los cambios metabólico-hormonales permiten el incremento prepubertad en la frecuencia de GnRH. Por tanto, la actividad del eje reproductivo neuroendocrino es posible si existe suficiente disponibilidad de fuel metabólico. Si la disponibilidad de nutrientes disminuye, los procesos reproductivos disminuyen y se retrasa la maduración sexual.

Antes de entrar a detallar los factores nutricionales y su efecto sobre la composición corporal de la cerda nulípara y primípara, merece la pena señalar la gran importancia que tienen los *factores sociales*, es decir el efecto del verraco. El efecto del verraco es el más importante para una aparición temprana de la pubertad (reducción de hasta 3-4 semanas). Las ventajas de la aparición temprana de la pubertad son:

- Reducir el nº de días no productivos.
- Disponer anticipadamente de un conjunto de cerdas cíclicas.
- Detectar pronto las cerdas más fértiles.
- Sacrificar las cerdas no seleccionadas a un peso comercial correcto.

- Evitar tener cerdas excesivamente grandes.

En una extensa revisión realizada recientemente por van Wetters y Hughes (2007) se señalan los principales puntos a controlar para maximizar el efecto del verraco. De manera muy resumida, la aparición temprana de la pubertad en respuesta a la estimulación del macho depende de que:

- a) La cerda reciba suficiente estimulación (efecto feromonas):
  - El verraco debe tener más de 10 meses y estar motivado sexualmente.
  - Debe haber contacto físico directo entre el verraco y la cerda que debe ser periódico y durar entre 10-20 minutos.
- b) La cerda sea capaz de percibir y responder a la estimulación del verraco:
  - Debe tener suficiente edad (aprox. 26 semanas).
  - La nutrición pre-pubertad debe ser adecuada para conseguir un peso adecuado de la cerda. Este punto se detalla en los siguientes apartados.

### 2.3.- Factores a controlar

La interacción de peso, edad y relación grasa:magra es la que determina el momento óptimo de la 1ª cubrición. La importancia de estos factores en las líneas genéticas actuales ha sido reevaluado recientemente por múltiples estudios realizados con genotipos magros utilizados por la industria: Clowes et al. (2003a,b), Quesnel et al. (2005 a,b), Williams et al. (2005), Foxcroft et al. (2004, 2005, 2006, 2007) y van Wetters (2005, 2006, 2007). Los resultados obtenidos en estos trabajos indican que algunas de las recomendaciones existentes sobre el manejo de la reposición han dejado de ser válidas y deben adecuarse a las características genéticas de los animales actuales. A continuación se detallan las conclusiones sobre cada uno de los factores.

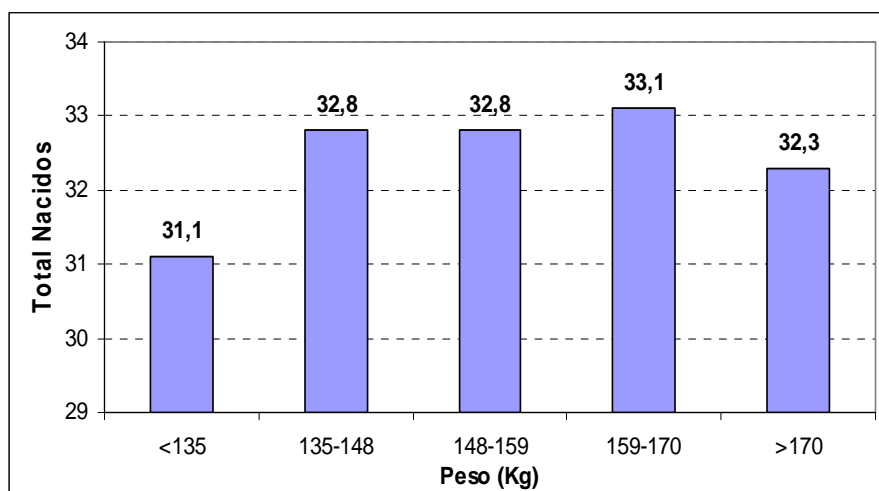
#### 2.3.1.- *Peso y velocidad de crecimiento*

Un peso de la cerda después del parto de 175-190 kg provee a la cerda primípara de suficiente protección para evitar una excesiva pérdida de peso durante la 1ª lactación. Teniendo en cuenta que el incremento de peso durante la 1ª gestación es de 35-40 kg, esto nos da un peso recomendado en la 1ª cubrición de 135-155 kg. Cerdas primíparas de mayor tamaño tienen un mayor coste de alimentación debido a mayores necesidades de mantenimiento. Pesos inferiores a los 135 kg resultan en una menor productividad (figura 2).

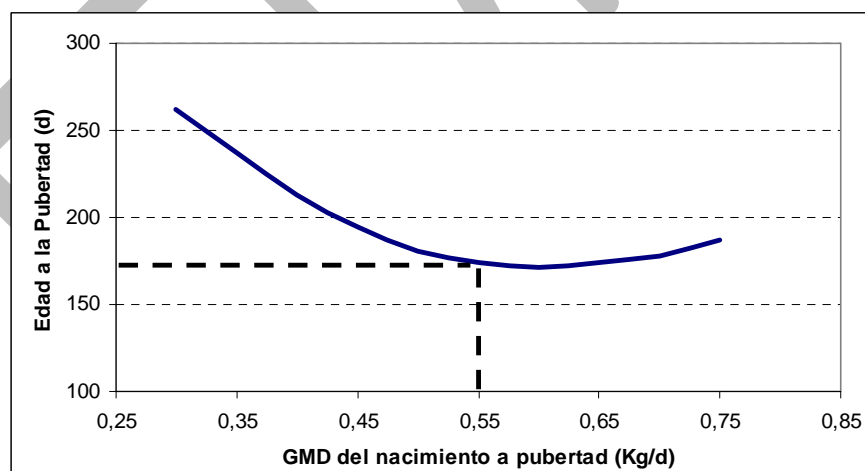
Este rango de peso objetivo a una edad determinada nos marca un rango de ritmos de crecimiento óptimos para una aparición temprana de la pubertad. En líneas genéticas de finales de 1980's, restricciones alimenticias que resultaron en una ganancia media diaria (GMD) inferior a 0,55 kg/d, provocaron un retraso en la aparición de la pubertad (figura 3). Esta relación ha sido confirmada recientemente por múltiples estudios (Stalder et al.,

2000, Patterson et al., 2002; Foxcroft et al., 2005; van Wettere et al., 2005a,b, van Wettere y Hughes, 2007) con líneas comerciales actuales.

**Figura 2.- Efecto del peso en la 1ª cubrición sobre la productividad a lo largo de 3 ciclos productivos (Williams et al., 2005)**



**Figura 3.- Relación entre la ganancia media diaria (GMD) y la aparición de la pubertad con estimulación con verraco a partir de 140 d de edad (Beltranena et al., 1991).**

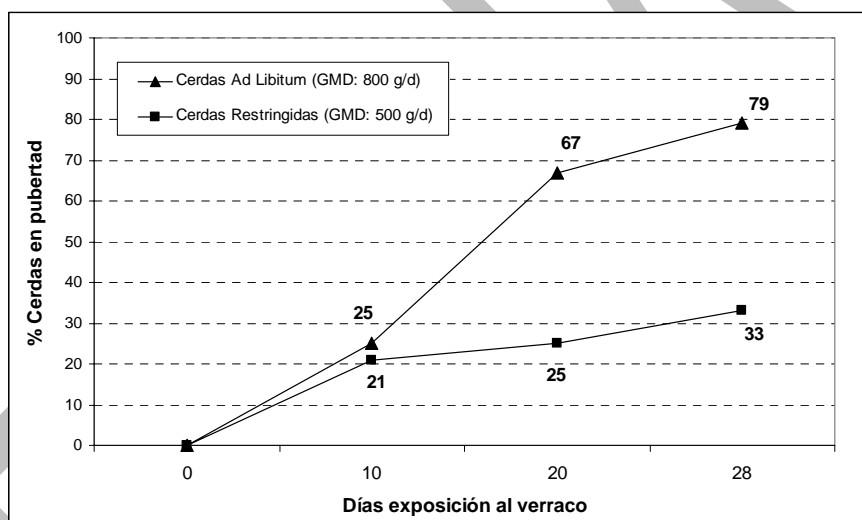


Ritmos de crecimiento excesivamente altos o excesivamente bajos retrasan la aparición de la pubertad. Pero, dentro de un rango intermedio, el ritmo de crecimiento no afecta a la edad en que aparece el primer estro. Se pueden considerar los 550 g/d como el nivel umbral. Ganancias inferiores a esta cifra pueden aumentar considerablemente el % de cerdas con un retraso en la pubertad (figura 4). Valores entre 600 y 800 g/d tienen poco efecto sobre la edad en que aparece la pubertad. En la figura 5, se puede observar que es mucho más importante el efecto del momento en que se produce la estimulación por el verraco que el efecto de la variación debida a la GMD en el rango de 600-800 g/d. Sin

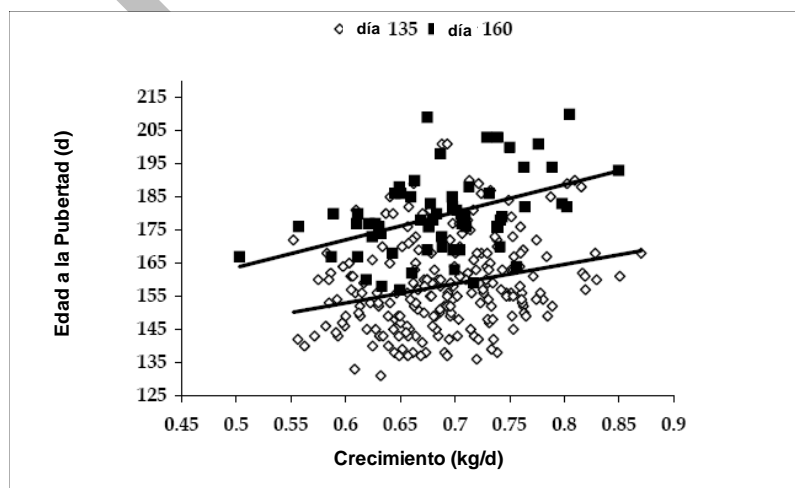


embargo, este rango de GMD tiene un efecto dramático sobre el peso que tiene la cerda en el momento de la pubertad. Considerando una edad promedio a la pubertad de 175 d, esta diferencia en el ritmo de crecimiento resulta en una diferencia en peso vivo de 35 kg. Esta diferencia puede suponer o una cerda excesivamente pequeña que requiera un mayor nº de días para llegar al peso objetivo mínimo de 135 kg en el momento de la 1ª cubrición, o una cerda excesivamente grande con el consiguiente incremento en el pienso necesario para satisfacer sus necesidades de mantenimiento durante su vida productiva. En resumen, es necesario modular la velocidad de crecimiento para no incurrir en desviaciones de peso que supongan un incremento en los costes de alimentación.

**Figura 4.- Efecto de una alimentación restringida entre 70 y 175 d de edad sobre el % de cerdas que alcanzaron la pubertad al entrar en contacto con un verraco a los 175 d de edad (van Wettere y Hughes, 2007)**



**Figura 5.- Efecto de la ganancia media diaria (GMD) y la estimulación por contacto con el verraco a 135 d o 160 d sobre la edad en que apareció la pubertad (Foxcroft et al., 2005).**



La principal herramienta disponible para modular el ritmo de crecimiento es la modificación en las cantidades pienso. La restricción alimenticia provoca un retraso en la aparición de la pubertad (>7 d) debido a que se provoca un retraso en la maduración del eje hipotálamo-hipófisis-ovario, necesaria para una óptima ovulación. La limitación de ingesta reduce la secreción de GnRH y de LH, así como el crecimiento de los folículos ováricos, de manera que el ovario está inmaduro para la aparición de la pubertad (cuadro 4 y figura 6). Al mismo tiempo, la restricción alimenticia va asociada con niveles bajos de estradiol que tienen un feedback negativo en el hipotálamo, y con niveles bajos de disponibilidad de insulina y IGF-1 necesarios para la maduración ovárica.

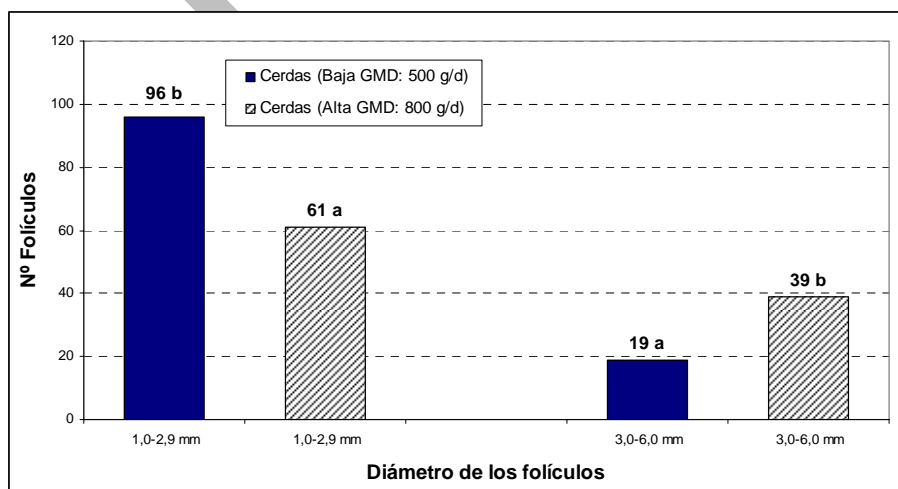
**Cuadro 4.- Efecto de la alimentación pre- and peri-pubertad sobre la aparición de la pubertad y la madurez ovárica (Van Wettère et al., 2005a,b).**

	Nivel de alimentación			
	De las 10 a las 23 semanas		De las 23 a las 25 semanas	
	Bajo	Alto	Bajo	Alto
Días a la pubertad*	23,7 <sup>a</sup> ± 2,46	16,3 <sup>b</sup> ± 2,06	21,0 ± 2,43	18,8 ± 2,33
Peso vivo a la pubertad, kg	96,7 <sup>a</sup> ± 2,6	118,4 <sup>b</sup> ± 2,7	102,0 <sup>a</sup> ± 2,9	113,1 <sup>b</sup> ± 4,2
GMD de 23 sem. a pubertad, kg/d	0,76 ± 0,10	0,71 ± 0,08	0,42 <sup>a</sup> ± 0,04	1,00 <sup>b</sup> ± 0,03
Tasa ovulación (nº corpora lutea)	13,0 ± 1,03	13,7 ± 0,76	11,7 <sup>a</sup> ± 0,71	15,0 <sup>b</sup> ± 0,76
Peso del ovario, g	7,1 <sup>a</sup> ± 0,3	8,2 <sup>b</sup> ± 0,4	7,3 ± 0,3	8,0 ± 0,4
Nº folículos pequeños	77,2 ± 6,8	75,6 ± 8,1	92,8 <sup>a</sup> ± 8,4	59,5 <sup>b</sup> ± 5,2
Nº folículos grandes	24,5 <sup>a</sup> ± 2,6	32,5 <sup>b</sup> ± 2,9	22,7 <sup>a</sup> ± 2,7	34,3 <sup>b</sup> ± 2,6

\*Después del inicio de contacto con verraco.

<sup>ab</sup> Diferentes superíndices representan diferencias significativas P<0,05.

**Figura 6.- Número de folículos de diámetro pequeño o grande en los ovarios de cerdas con 175 d de edad que fueron alimentadas entre los 70 y 175 d para conseguir una velocidad de crecimiento (GMD) alta (800 g/d) o baja (500 g/d). Adaptado de van Wettère y Hughes (2007)**



<sup>ab</sup> Diferentes superíndices representan diferencias significativas P<0,05

Por otro lado, la alimentación *ad libitum* y/o la utilización de dietas de finalización que resultan en GMD excesivamente elevadas también provocan un marginal retraso en la pubertad. La desventaja añadida es que una elevada GMD resulta en cerdas excesivamente grandes, con tendencia al sobrepeso que predispone a sufrir problemas locomotores. La sobrecarga de un sistema esquelético aún inmaduro conlleva los siguientes problemas: a) una mayor probabilidad de eliminación por problemas de aplomos; como se ha mencionado anteriormente, la tasa de reposición de cerdas de 1º y 2º parto por problemas locomotores puede estar entre un 15 y un 25%, b) el dolor asociado a problemas locomotores puede influir en la fisiología reproductiva de las cerdas y provocar problemas de fertilidad, c) al mismo tiempo, los problemas de aplomos hacen que a la cerda le cueste más levantarse para beber y comer predisponiéndola a mayor pérdidas corporales, infecciones urinarias y posibles fallos reproductivos y d) la falta de agilidad durante la lactación puede resultar en mayor mortalidad de lechones por aplastamiento.

Como conclusión, se recomiendan GMD entre 600 y 800 g/d desde nacimiento al inicio de la estimulación para la aparición de la pubertad y la 1ª cubrición entre 135-155 kg. La eliminación de cerdas con GMD bajas es económicamente eficiente ya que llevar estas cerdas a un peso objetivo de cubrición supone un incremento en el nº de días no productivos. Además, la cubrición de cerdas con poco peso aumenta la tasa de reposición en cerdas primerizas. Al analizar la composición (magro:grasa) del peso vivo objetivo nos encontramos con conceptos radicalmente opuestos a los generados con cerdas de genéticas más grasas y menos seleccionada. Los estudios realizados recientemente aportan nuevos resultados sobre la necesidad de las reservas grasas y los efectos de la movilización proteica en las líneas genéticas actuales (Clowes et al., 2003a,b; MLC 2004; Stalder et al., 2005; Williams et al., 2005; Quesnel et al., 2005ab; Foxcroft et al., 2004, 2005, 2006, 2007; Serenius y Stalder, 2006; Vinsky et al., 2006; Gill, 2007).

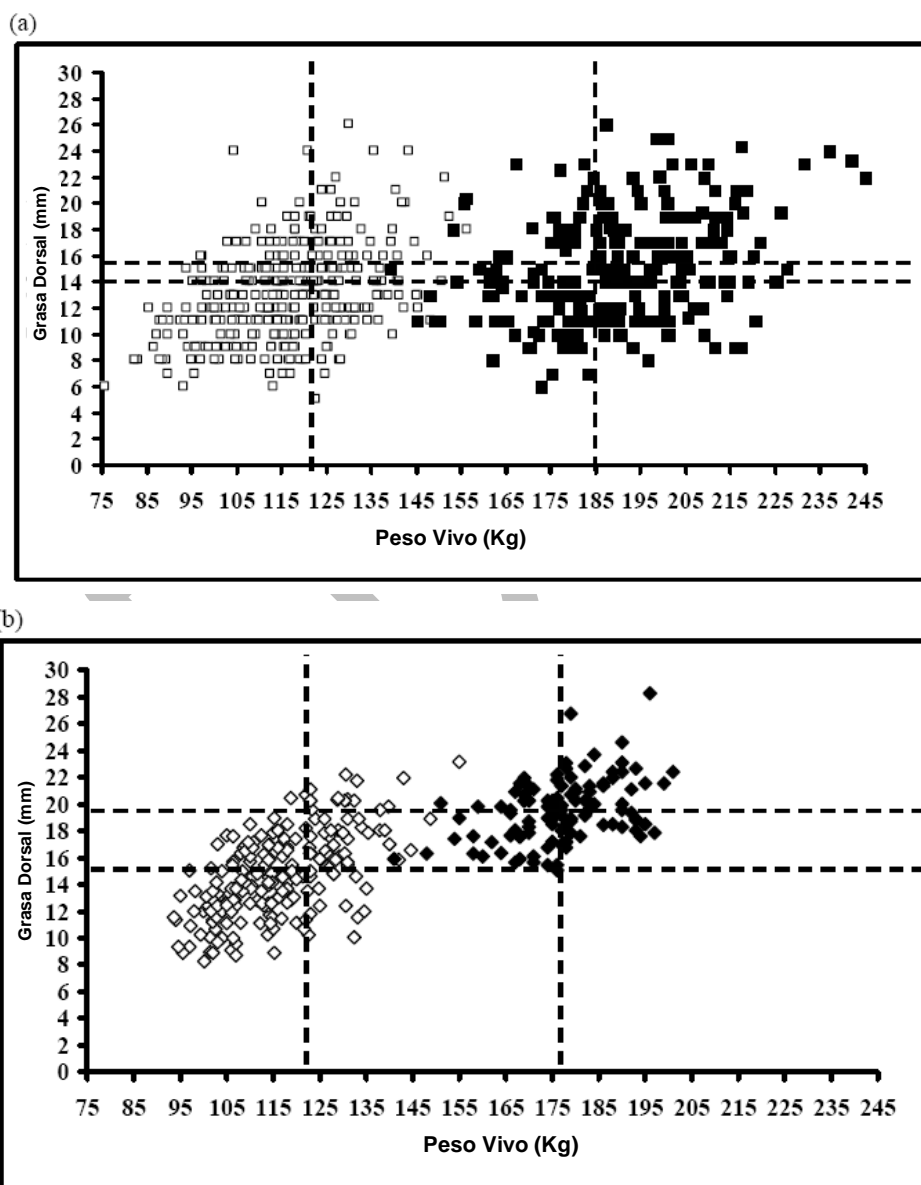
### 2.3.2.- *Espesor de grasa dorsal*

Previamente, se tenía asumida la necesidad de alcanzar un nivel importante de reservas grasas en el momento de la 1ª cubrición, a fin de minimizar la movilización proteica durante la 1ª lactación por sus posibles efectos sobre la fertilidad post-destete. Trabajos publicados en la última década han minorizado la importancia de las reservas grasas de la cerda de reposición sobre su madurez sexual y productividad (MLC, 2004; Foxcroft et al., 2004, 2005, 2006; Williams et al., 2005; Gill, 2007).

Las reservas grasas de la cerda no guardan relación con la aparición de la madurez sexual. Además, en líneas magras, existe muy poca relación entre el espesor de grasa dorsal (EGD) y el peso de la cerda, siendo el efecto del peso mucho más importante que el del EGD. Asimismo en función de las características de la línea, ganancias en peso vivo de 50 kg de cubrición a 1º parto pueden ser muy diferentes en su relación magro:graso; se

pueden traducir en incrementos de EGD de casi 5 mm o de apenas 1 mm (figura 7). Por tanto, es vital que las empresas de selección genética aporten información del fenotipo esperado en la reposición y primerizas ya que distintas estrategias y presiones de selección resultan en animales con muy distintas capacidades y composiciones de crecimiento.

**Figura 7.- Relación entre peso vivo y espesor de grasa dorsal en dos líneas maternas actuales distintas entre sí (a y b). Variación entre el momento de la 1ª cubrición (puntos blancos) y el 1º parto (puntos negros). Adaptado de Foxcroft et al. (2005).**

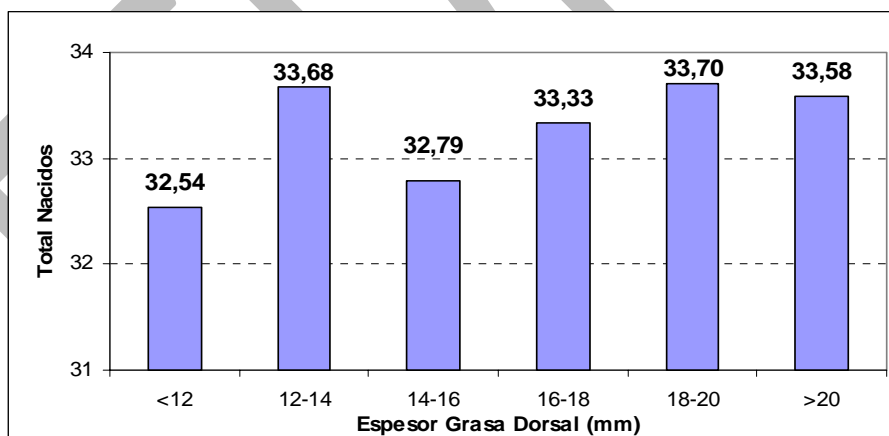


Tal como se describe en otro apartado de este trabajo, la condición corporal difícilmente refleja diferencias en grasa corporal, sino que más bien refleja diferencias en “muscularidad” (sinónimo de cantidad de tejido magro o de masa proteica corporal; todos ellos conceptos que se utilizan indistintamente en este trabajo). Existe una relación importante entre el peso vivo y la profundidad de lomo (medida indirecta de masa

proteica) a los 100 d de vida. Sin embargo, existe poca relación entre el peso vivo y el EGD en la 1ª cubrición, o entre variaciones de peso vivo y de EGD a lo largo de tres ciclos. En definitiva, conseguir reservas grasas en las líneas actuales es extremadamente difícil, y además estas reservas grasas son independientes del peso.

La pregunta clave es si esta selección por magro y la consecuente falta de grasa afecta negativamente a la vida productiva de la cerda. A diferencia de estudios publicados anteriormente (Gueblez et al., 1985; Gaughan et al., 1995 y 1997 y Close, 1996), en los estudios de MLC (2004) y Williams et al. (2005) no se observó ninguna relación entre la cobertura grasa en la primera cubrición y la productividad al final del 6º ciclo y 3º ciclo, respectivamente (figura 8). Por otro lado, Stalder et al. (2005) en un análisis de un nº importante de cerdas reproductoras (cuadro 5) encontraron un efecto tanto del espesor de grasa dorsal como de la muscularidad de las cerdas (expresada como área de lomo) sobre la longevidad y el nº de nacidos vivos a lo largo de su vida productiva. Básicamente, los resultados productivos disminuían significativamente con EGD inferiores a 9 mm y áreas de lomo inferiores a 36 cm<sup>2</sup>. Sin embargo, en un rango de EGD de 9 a 25 mm no se observaron diferencias significativas.

**Figura 8.- Efecto del espesor de grasa dorsal en el momento de la 1ª cubrición sobre el total de nacidos vivos a lo largo de 3 ciclos productivos (Williams et al., 2005).**



Una posible explicación a que en los estudios publicados anteriormente se detectara una fuerte relación entre espesor de la grasa dorsal en cerdas de reposición y su posterior productividad es que se realizaron con líneas genéticas más grasas, y en esos estudios el incremento en grasa dorsal iba mayoritariamente acompañado de un incremento en peso vivo y, por tanto, existía cierto efecto del peso (Foxcroft et al., 2006). En resumen, el foco de atención ha pasado de las reservas grasas (“fatness”) a la muscularidad (“fitness”). Sin embargo, esto no significa que el espesor de grasa no tenga ningún efecto, sino que en las líneas actuales la cantidad necesaria y su importancia relativa es probablemente menor.

**Cuadro 5.- Resultados reproductivos de una población de cerdas (n=2979) agrupadas por sus características (espesor de grasa y área de lomo) al final de la recría (peso vivo = 113 kg).**

Adaptado de Stalder et al. (2005)

Cerdas agrupadas por:	Longevidad, d	Nº partos	Nacidos vivos vida productiva
<b>Espesor de grasa, mm</b>			
< 9	661 ± 36	2,3 <sup>a</sup> ± 0,2	20,1 <sup>a</sup> ± 2,1
9-13	676 ± 22	2,7 <sup>bc</sup> ± 0,1	24,1 <sup>bc</sup> ± 1,3
13-17	680 ± 20	2,8 <sup>bc</sup> ± 0,2	24,8 <sup>bc</sup> ± 1,2
17-21	668 ± 21	2,7 <sup>bd</sup> ± 0,1	23,2 <sup>ab</sup> ± 1,2
21-25	661 ± 24	2,7 <sup>ad</sup> ± 0,2	22,6 <sup>ab</sup> ± 1,4
>25	732 ± 36	3,1 <sup>c</sup> ± 0,2	27,6 <sup>c</sup> ± 2,1
<b>Área de lomo, cm<sup>2</sup></b>			
< 31	605 <sup>ab</sup> ± 53	2,3 <sup>ac</sup> ± 0,2	21,2 <sup>ab</sup> ± 3,1
31-36	635 <sup>a</sup> ± 24	2,5 <sup>c</sup> ± 0,1	21,3 <sup>a</sup> ± 1,4
36-43	696 <sup>bc</sup> ± 19	2,9 <sup>ab</sup> ± 0,1	24,8 <sup>b</sup> ± 1,1
43-48	692 <sup>bc</sup> ± 19	2,9 <sup>ab</sup> ± 0,1	24,8 <sup>b</sup> ± 1,1
48-55	717 <sup>c</sup> ± 23	3,0 <sup>b</sup> ± 0,1	25,8 <sup>b</sup> ± 1,3
>55	681 <sup>ac</sup> ± 32	2,8 <sup>abc</sup> ± 0,2	24,4 <sup>ab</sup> ± 1,9

<sup>abc</sup> Diferentes superíndices en la misma columna representan diferencias significativas P<0,05

### 2.3.3.- Contenido magro

Las primerizas tienen la necesidad biológica de depositar un mínimo de masa proteica corporal para conseguir desarrollar su potencial reproductivo, unos 35 kg según Evertsy Dekker (1994). Se ha demostrado una correlación negativa entre el crecimiento magro de la cerda nulípara y la aparición de la pubertad (Patterson et al., 2002). De manera que es conveniente no limitar el depósito de tejido magro durante el periodo de recría ya que puede ocasionar importantes retrasos en la aparición de la pubertad.

La selección en paralelo para la mejora de crecimiento magro y de la fertilidad de las cerdas ha desembocado en una respuesta característica del catabolismo de la lactación. Los cambios metabólicos en los genotipos actuales anteriormente descritos hacen que la cerda nulípara llegue a la cubrición con considerables reservas magras. Por tanto, la masa corporal de tejido magro juega un papel muy importante durante la fase catabólica de lactación. Existe la capacidad de movilizar este tejido magro para satisfacer las necesidades de producción de leche, sin prácticamente afectar el espesor de grasa dorsal. Además, las cerdas de líneas magras toleran mejor estas pérdidas de proteína corporal sin que se vea prácticamente afectada la fertilidad post-destete. En resumen, la facilidad para

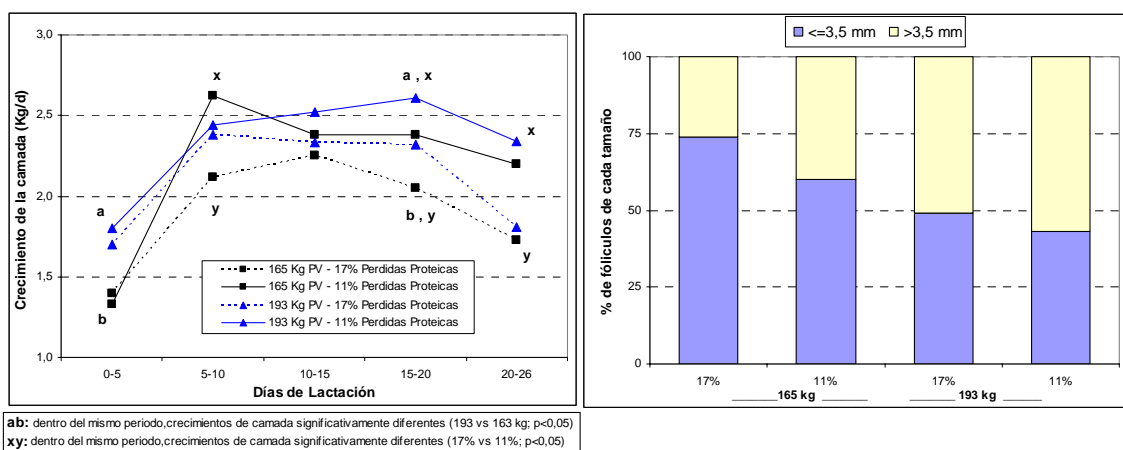
movilizar proteína corporal para la producción de leche en momentos de baja ingestión hace que la masa proteica corporal en el momento del parto actúe como una reserva durante la lactación de las primíparas (Clowes et al., 2003a,b; Williams et al., 2005; Flowers, 2005; Foxcroft et al., 2004, 2005, 2006, 2007).

Sin embargo, la cantidad de tejido magro “disponible” para la producción de leche tiene un límite (Clowes et al., 2003a,b; Clowes, 2006; Quesnel et al., 2005 a,b). Este límite varía en función del peso de la cerda (cuadro 6). En el estudio de Clowes et al. (2003b), cerdas primíparas que pesaron 193 kg a las que se les administró dietas bajas en proteína con una pérdida de un 17% de su masa proteica corporal fueron capaces de obtener un peso de camada y un ovario más maduro al destete que cerdas más pequeñas (165 kg) que no sufrieron tanta movilización proteica (figura 9 y cuadro 7). Se concluye que la productividad solo decae cuando se ha movilizado una cantidad muy importante de masa proteica corporal, y que la tolerancia es mayor al incrementar el peso de la cerda.

**Cuadro 6.- Efecto de la movilización proteica durante la lactación provocada por una dieta baja en proteína sobre el intervalo destete-estro (Quesnel et al., 2005a,b)**

	Dieta Control		Dieta baja en proteína			
	180	180	240	240	SEM	P
<b>Peso al parto, kg</b>						
Pérdida de peso, kg	19,4	22,1	37,6	37,6	3,5	0,001
Pérdida de espesor de grasa, mm	3,2	1,9	5,3	5,3	0,5	0,001
Pérdida de lípidos, % del día 1	29,2	25,8	28,5	28,5	1,8	NS
Pérdida de proteína, % del día 1	8,2	11,1	13,5	13,5	1,4	0,020
% de cerdas con estro a 8 d post-destete	92	58	86	86		0,030

**Figura 9.- Crecimiento de la camada y madurez ovárica en cerdas de dos tamaños (165 y 193 kg) que sufrieron dos grados distintos de movilización proteica (17 y 11% de la masa proteica) (Clowes et al., 2003b)**



**Cuadro 7.- Efecto de la movilización proteica (17 y 11%) en función del peso de la cerda sobre los datos productivos (Clowes et al., 2003b)**

<b>Peso al parto, kg:</b>	<b>165</b>		<b>193</b>			<b>Significación</b>	
<b>Masa proteica, kg:</b>	<b>24</b>		<b>30</b>				
<b>Pérdidas de proteína durante la lactación</b>	<b>17%</b>	<b>11%</b>	<b>17%</b>	<b>11%</b>	<b>SEM</b>	<b>Peso</b>	<b>Prot.</b>
<b>Peso de la cerda:</b>							
Al destete, kg	141	148	163	173	3,5	0,003	0,010
Variación durante la lactación, kg	-23	-18	-30	-21	2,4	0,030	0,006
<b>Espesor de grasa dorsal:</b>							
Al parto, mm	20,0		22,8		0,9	0,05	-
Al destete, mm	16,4	15,1	19,7	15,7	1,3	NS	0,03
Variación en lactación, mm	-3,9	-4,6	-4,6	-5,7	1,0	NS	NS
Crecim. de la camada, kg/d	1,93	2,16	2,11	2,29	0,09	0,08	0,02
Estradiol en fluido folicular, ng/ml	0,22	0,29	0,28	0,65	0,10	0,05	0,04

Esta facilidad para la movilización proteica en líneas genéticas actuales hace que en los estudios más recientes (cuadro 8) no se observe el efecto negativo sobre el intervalo destete-estro que se había demostrado anteriormente, ni tampoco sobre la tasa de ovulación. Sin embargo, existen efectos negativos sobre la supervivencia embrionaria. Las cerdas entran en estro en un intervalo de días aceptable, son capaces de ovular en condiciones adversas, pero los folículos pre-ovulatorios son de baja calidad (menor tamaño y menor contenido de estrógenos); y condiciones adversas durante la lactación aún los deterioran más. Parece que en cerdas de líneas genéticas actuales, debido a la selección por prolificidad, un mayor nº de folículos pequeños maduran y constituyen la población preovulatoria de la cerda nulípara. El catabolismo de la lactación no retrasa el desarrollo de estos folículos inmaduros y, por tanto, acaba afectando a la supervivencia de los embriones resultantes, y en definitiva el tamaño del segundo parto.

Haciendo un análisis "cluster" de varios estudios, Vinsky et al. (2006) concluyen que el riesgo de tener reducciones en la supervivencia embrionaria aumenta considerablemente si se sobrepasan unos niveles umbrales de balance negativo de NE de (-12,5 Mcal/d), pérdidas de grasa (-7%) y de pérdidas de proteína (-7,5%) respecto a las condiciones del parto.



**Cuadro 8.- Datos de varios estudios que demuestran la evolución durante la última década de cerdas primíparas en su respuesta a la movilización proteica sobre el intervalo destete-estro (IDE, en horas), la tasa de ovulación (TO, en %) y la supervivencia embrionaria (SE, en % de ovulaciones que resultan en embriones viables a día 30 de gestación)<sup>1</sup>**

	Restricción de pienso				Destete parcial a d 16-19 de lactación (no public. 2005)	Cubrición en 2º ciclo postdestete (no public. 2005)
	al inicio de lactación (Zak et al., 1997a)	al final de lactación (Zak et al., 1997b)	al final de lactación (Vinsky et al., 2006)	al final de lactación (no public. 2005)		
<b>IDE, h:</b>						
Control	88,7±11,2*	88,7±11,2*	127,2 ± 7,2	160,0±11,2	119,0 ± 6,0	111,7±592
Tratam.	134,7±8,7*	122,3±9,8*	129,6 ±7,2	167,3±3,7	114,0 ± 6,0	113,6 ± 5,9
<b>TO, %</b>						
Control	19,8 ± 1,6*	19,8 ± 1,6*	18,3 ± 0,7	18,6 ± 0,5*	17,5 ± 1,1	19,0 ± 0,6
Tratam.	15,4 ± 1,9*	15,4 ± 2,3*	18,2 ± 0,6	16,7 ± 0,5*	16,4 ± 1,1	19,6 ± 0,6
<b>SE, %</b>						
Control	87,5 ± 6,4*	87,5 ± 6,4*	79,2 ± 4,0*	64,0 ± 4,1	67,1 ± 6,8	68,1 ± 3,6*
Tratam.	86,5 ± 7,6*	64,4 ± 6,1*	67,9 ± 3,9*	69,0 ± 3,8	63,9 ± 6,8	77,4 ± 3,6*

\* Dif. P<0,05

<sup>1</sup>Adaptado de Foxcroft et al.(2006). En cada caso, se comparan dos tratamientos (restricción alimentaria o prácticas de manejo) que resultan en distinta movilización proteica

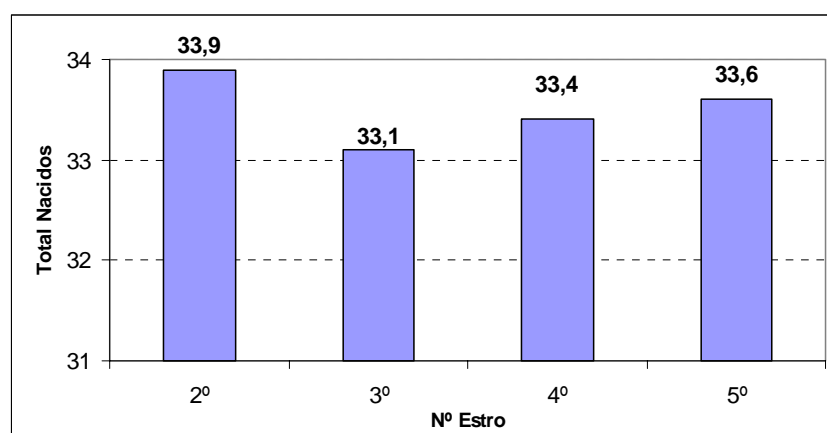
#### 2.3.4.- Edad y nº de estro

Teniendo en cuenta la variabilidad en GMD, no es correcto asumir que a cierta edad las cerdas llegan a su madurez fisiológica y al desarrollo físico necesario para su cubrición. La edad de maduración sexual puede variar entre 130 y 200 d. Para calcular los flujos de animales, se puede considerar una edad promedio de 1ª cubrición de 220-240 d (31-34 semanas) pero con un rango muy amplio. Por tanto, se reafirma que el peso es el indicador más efectivo para el control de inicio de la vida reproductiva. El objetivo es tener cerdas sexualmente maduras lo antes posible, antes de llegar al peso objetivo, teniendo en cuenta que la cubrición ocurra al menos en el 2º ciclo. Las cerdas se deben cubrir en el 2º estro si pesan un mínimo de 135 kg. En la figura 10, se observa que la productividad fue similar independientemente del nº de estro en que fueron cubiertas las cerdas. Por tanto, esperar al 3º estro supone acumular 21 d no productivos que en principio no se justifican económicamente.

Van Wettere y Hughes (2007) argumentan que la cerda nulípara de líneas genéticas actuales tiene una mayor tasa de ovulación que la cerdas de hace 20-30 años. Cifran la

diferencia en 3 óvulos adicionales. Por lo tanto incluso si las cerdas se cubren en el 1º estro, la tasa de ovulación difícilmente será limitante para el tamaño de la 1ª camada. Sin embargo, en el estudio de Williams et al. (2005), a igualdad de peso y edad, la cubrición en el 1º estro inducido supuso un menor nº de nacidos totales ( $11,1 \pm 0,4$  vs  $10,0 \pm 0,3$ ) que la cubrición en el 2º estro. Por otro lado, estos resultados y otras desventajas en el manejo de la reposición hacen desaconsejable la cubrición en el 1º estro.

**Figura 10.- Efecto del nº de estro de la 1ª cubrición sobre la productividad a lo largo de 3 ciclos (Williams et al., 2005)**



### 2.3.5.- Interacción de los factores

La interacción entre el ritmo de crecimiento, la aparición de la pubertad, el nº de estro y peso en el momento de la 1ª cubrición se muestra en la figura 11. Es difícil realizar generalizaciones debido a la diversidad de situaciones posibles. Por ejemplo, cerdas con GMD de 0,5 kg/d y pubertad temprana (1º estro a 160 d) pesarán 96 kg en el momento del primer estro. Para cubrir esta cerda en el peso apropiado de 135-140 kg, se debería esperar al 7º estro cuando la cerda pesara 143 kg y ya acumularía más de 80 d no productivos. El riesgo de introducir cerdas por debajo del peso objetivo hace recomendable desechar los animales que no consigan una GMD de 0,6 kg/d a los 140 d. En el otro extremo, cerdas con GMD de 0,9 kg/d y pubertad tardía (1ª estro a 190 d) pesarán 171 kg en el momento del 1º estro. Aunque se cubra en este 1º estro, y no digamos si se espera al 2º estro, el resultado es una cerda excesivamente grande. Por tanto, es recomendable modular la GMD para evitar unos incrementos excesivos de peso vivo. En definitiva, tal como se ha comentado anteriormente, es vital que las empresas de selección genética aporten información del fenotipo esperado en la reposición y en las primerizas ya que distintas estrategias y presiones de selección resultan en animales con muy distintas capacidades y composiciones de crecimiento. A partir de esta información, se deben diseñar programas de alimentación que permitan conseguir los objetivos de velocidad de crecimiento, peso y composición corporal.

Figura 11.- Efecto de interacción entre velocidad de crecimiento, peso vivo a los 140 d y edad de la pubertad sobre el peso y nº de estro en que se debe realizar la 1ª cubrición (Foxcroft et al., 2006).

		Edad a la Pubertad							
		160	165	170	175	180	185	190	
GMD (Kg/d) a los 140 d de Edad	0,50	70	143	135	138	140	143	145	148
	0,55	77	146	137	140	142	145	136	139
	0,60	84	146	137	140	143	146	136	139
	0,65	91	145	135	138	141	144	148	137
	0,70	98	141	145	148	137	141	144	148
	0,75	105	136	140	143	147	135	139	143
	0,80	112	145	149	136	140	144	148	152
	0,85	119	136	140	145	149	153	157	162
	0,90	126	144	149	153	158	162	167	171

**Predicción nº Estro:**

1º	2º	3º	4º
5º	6º	7º	

La respuesta a los distintos factores depende de la combinación de la línea genética, el tipo de instalación, el manejo de los animales y el programa de alimentación en cada granja. Así pues, es extremadamente difícil, por no decir imposible, el realizar unas recomendaciones que sean válidas para todas las condiciones. Aún a riesgo de equivocarse, en el cuadro 9 se resumen las recomendaciones actuales sobre las condiciones óptimas de las cerdas en el momento de la 1ª cubrición. Respecto a los datos iniciales del cuadro 1 se modifican algunos valores y su importancia.

Cuadro 9.- Recomendaciones actuales sobre las condiciones óptimas de las cerdas en el momento de la 1ª cubrición. Por orden de importancia

Peso (alto contenido magro)	135-155 kg
Número de estro	2º
Edad	Promedio = 230 d (Rango= 190-260 d)
GMD de nacimiento a cubrición	600-800 g/d
Grasa dorsal (P2)	15-17 mm

Un enfoque radicalmente distinto en la estrategia de la reposición es el recomendado en Dinamarca. En el **sistema danés de primerizas**, se recomienda la cubrición de la nulípara con + 160 kg de peso vivo y nueve meses de vida (+ 270 d), posiblemente en su 4º o 5º celo. De esta manera se consigue una cerda primípara con

buenas reservas en el parto. Hasta los 8 meses de vida, la alimentación es ad libitum y no existe contacto con el verraco. Durante los 7 d anteriores a los 240 d se restringe la cantidad de pienso a 1 kg/cerda/día, para a continuación volver a la alimentación ad libitum (efecto “flushing” que se describe en el siguiente apartado) y empezar un contacto intenso con el verraco durante 10 d; y así sucesivamente. El objetivo es que no existan más de un 5% de cerdas sin expresión de celos después del 2º contacto con el verraco. Se puede alargar la 1ª lactación hasta 30-35 d para conseguir una perfecta involución uterina y una buena salida en celo. A fin de no agotar las reservas corporales durante la fase final de la lactación, su propia camada se destetaría con 21 d, y el resto de días actuarían como nodrizas de lechones de 1 semana de edad.

Este sistema tiene claras ventajas y desventajas que deben valorarse económicamente en función de las condiciones y resultados de la explotación (Tummaruk et al., 2000; Holm et al., 2005; Clowes, 2006).

- Se consigue una reposición con importantes reservas y unas primíparas muy resistentes al estrés de lactación. De manera que se aumenta el tamaño de la 1ª y probablemente la 2ª camada. Una posible aproximación es un incremento de 0,1 lechones por cada 10 d de mayor edad (Tummaruk et al., 2000). Otros estudios han detectado incrementos menos notables (Clowes, 2006).
- Sin embargo, dado el mayor nº de días no productivos hasta el 1º parto, existe el riesgo de que el nº final de partos sea inferior y se produzcan un menor nº de lechones durante el total de su vida productiva. Clowes (2006) cifra la diferencia en 0,35 ciclos y 3 lechones nacidos totales (Clowes, 2006). Estas cifras variarán en granjas que tengan una inferior tasa de reposición y una prolongada vida productiva media.

En resumen, la rentabilidad económica de cada estrategia de reposición debe evaluarse teniendo en cuenta la situación de partida, el tipo de genética, los costes de la explotación y las mejoras obtenidas en productividad. En función de las características específicas de la explotación se deben adecuar o modular las estrategias a seguir.

#### **2.4.- Estrategias nutricionales**

Teniendo en cuenta la diversidad de factores y la especificidad de cada línea genética, explotación y resultados productivos, es extremadamente difícil, por no decir erróneo, generalizar y establecer unas recomendaciones nutricionales de la reposición. La respuesta al programa de alimentación es prácticamente específico para cada granja. El enfoque correcto es establecer unos valores objetivos de los factores a controlar (peso, edad, profundidad de lomo y espesor de grasa) y partiendo de los resultados obtenidos en la explotación, modificar el nivel de alimentación y los niveles nutricionales a fin de conseguir que los resultados obtenidos se acerquen a los valores objetivos.

### 2.4.1.- Nivel de alimentación

La practica de “**flushing**”, un incremento de consumo energético (2,5 x mantenimiento) durante 14 d antes de la cubrición, es aconsejable en cerdas con alimentación restringida durante la recría. El efecto flushing es una normalización de la reducción en la tasa de ovulación provocada por la restricción alimenticia. Sin embargo, su efectividad se cuestiona en recientes estudios de van Wettere et al. (2005a,b, 2007) donde se compararon cerdas que a los 161 d pesaron aprox. 100 vs 70 kg de peso, y en cada grupo se sobrealimentaron para conseguir crecimientos de 1 kg/d vs 0,5 kg/d de los 161 a 175 d de edad. (cuadro 10). El nivel alto de consumo desde la fase inicial de la recría hasta la cubrición supuso un adelanto de 7-9 d en la aparición de la pubertad. En las cerdas que habían recibido una alimentación limitada hasta los 161 d de edad., el consumo durante 14 d de una cantidad extra de pienso no fue capaz de afectar a la aparición de la pubertad. En definitiva, si se administran altos niveles de alimentación durante el periodo de recría, es recomendable seguir con estos niveles altos hasta el momento de la 1ª cubrición.

**Cuadro 10.- Efecto de las curvas de alimentación pre-pubertad sobre la aparición de la pubertad con estímulo del verraco a los 175 d de edad (van Wettere y Hughes, 2007)**

	Porcentaje acumulado de cerdas púberes a:				Media de días a pubertad
	Día 7	Día 14	Día 21	Día 28	
Alto <sup>1</sup> -Alto <sup>2</sup>	80	67	83	83	15,0 <sup>a</sup>
Alto <sup>1</sup> -Bajo <sup>2</sup>	25	58	67	67	17,8 <sup>a</sup>
Bajo <sup>1</sup> -Bajo <sup>2</sup>	25	25	25	42	23,8 <sup>b</sup>
Bajo <sup>1</sup> -Alto <sup>2</sup>	17	33	42	42	24,5 <sup>b</sup>

<sup>1</sup> Peso objetivo a los 161 d de vida: Alto=100 kg y Bajo=70 kg.

<sup>2</sup> GMD de 161 a 175 d: Alto=1 kg/d y Bajo=0,5 kg/d.

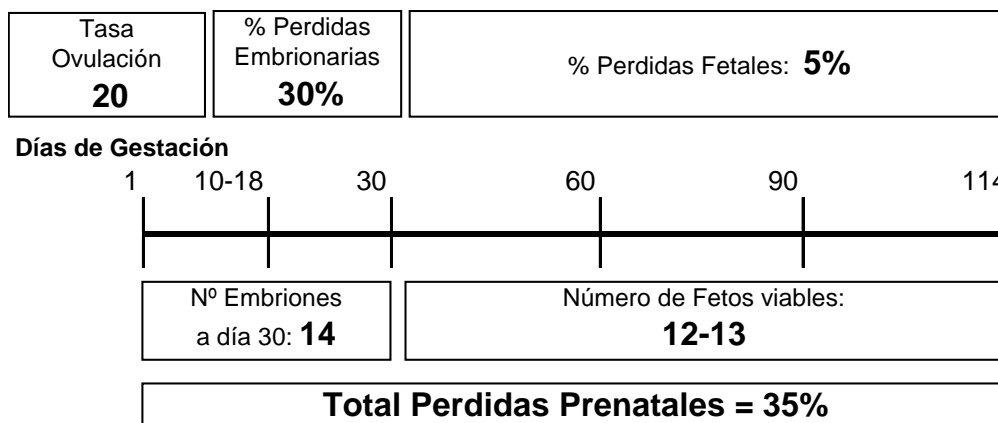
<sup>ab</sup> Diferentes superíndices representan diferencias significativas P<0,05.

El nivel de alimentación **pre- y post-cubrición** también ha sido reevaluado en recientes estudios (Almeida et al., 2000; Novak et al., 2003; Foxcroft et al., 2006, van Wettere y Hughes, 2007). Tal como se ha comentado anteriormente, la tasa de ovulación de cerdas prolíficas no limita el tamaño de la camada. La supervivencia embrionaria es un factor más importante. La pérdida de embriones limita el nº de fetos viables, pero aún así puede que exceda la capacidad uterina (figura 12).

Estos estudios recientes indican que para maximizar la supervivencia embrionaria, es más importante la alimentación **antes de la cubrición** que no la posterior a la cubrición (cuadro 11). Para tener una buena supervivencia embrionaria, es vital que el suministro de nutrientes sea importante durante los días en que se produce la maduración y selección de los folículos, en especial a partir del día 8-10 del ciclo (cuadro 12). Este efecto puede deberse a diferencias en la calidad de los oocitos que se liberan durante la ovulación, así como a

cambios metabólicos en la concentración de insulina y de progesterona al inicio de la gestación provocadas por este nivel de alimentación pre-cubrición. Es extremadamente importante que no se produzca ninguna práctica de manejo que provoque un estrés en el animal y una reducción en el consumo de pienso durante los 10 d anteriores a la cubrición.

**Figura 12.- Esquema de las pérdidas prenatales (Foxcroft, 2007)**



**Cuadro 11.- Efecto del consumo de pienso antes y después de la cubrición sobre la tasa de ovulación, nº de embriones y la supervivencia embrionaria (Ashworth et al., 1999)**

Consumo antes de la cubrición	Consumo post cubrición	Tasa de ovulación	Nº de embriones	Supervivencia embrionaria, %
Mantenimiento	Mantenimiento	19,0	13,8	73,4
	Alto	19,3	14,5	75,9
Alto	Mantenimiento	22,4	22,0	99,0
	Alto	22,3	20,0	89,6

Mantenimiento: 1,15 kg/d. Alto: 3,5 kg/d

**Cuadro 12.- Efecto de la restricción alimentaria previa a la ovulación sobre la tasa de ovulación, nº y tamaño de embriones y la supervivencia embrionaria (Almeida et al., 2000)**

Nivel de alimentación			Tasa de ovulación	Nº embriones vivos	Tamaño de embriones, mm	Superv. Embrion. %
Día 1-7	Día 8-15	Día 16-estro				
Alto	Alto	Alto	17,1 ± 0,6	14,3 ± 0,9	22,5 ± 0,5	83,6 ± 4,3 <sup>a</sup>
Alto	Bajo	Alto	18,5 ± 0,6	12,8 ± 1,0	21,7 ± 0,5	68,3 ± 4,8 <sup>b</sup>
Bajo	Alto	Alto	17,7 ± 0,6	14,7 ± 1,0	23,0 ± 0,5	81,7 ± 4,5 <sup>a</sup>

<sup>a,b</sup> Diferentes superíndices representan diferencias significativas P=0,038

La reducción del nivel de alimentación (1,5 x mantenimiento) inmediatamente **después de la cubrición** durante los primeros 10-15 d de gestación es una practica recomendada para aumentar la supervivencia embrionaria. La razón es que un nivel alto de alimentación conlleva una disminución de las concentraciones de progesterona necesaria en el momento de la implantación. Sin embargo, en base a trabajos publicados en la última década, van Wettere y Hughes (2007) cuestionan la necesidad de una restricción alimenticia tan prolongada durante la 1ª cubrición. Parece que el primer día post-ovulación es el más importante, con efectos intermedios hasta el día 3 (cuadro 13). Un consumo bajo de pienso durante ese momento resulta en un incremento de la secreción de progesterona que permite un ambiente uterino más favorable para los embriones menos desarrollados. Pero, si se mantiene este bajo consumo de pienso durante 30 d, se reduce notablemente la tasa de fertilidad (cuadro 14). Por otra parte, algunos autores (Jindal et al., 1996; Close, 2006) sugieren que existe una relación inversa entre la duración del periodo de restricción y el número de parto. En cualquier caso, los efectos de la alimentación en la fase inicial de la gestación no están tan claros. Parece que son más importantes los efectos de la alimentación durante la ovulación y peri-cubrición, que se han descrito anteriormente. La recomendación sería una reducción en las cantidades de pienso hasta el día 3 o 10 de gestación, siempre y cuando el estado corporal de la cerda sea el correcto. Si no fuera así, primaría la recuperación del estado corporal.

**Cuadro 13.- Efecto del nivel de alimentación después de la cubrición sobre supervivencia embrionaria en cerdas nulíparas. Adaptado de Jindal et al. (1996)**

Tratamiento	Tasa de ovulación	Superv. embrionaria
Consumo bajo desde día 1 de gestación	14,50	85,93 <sup>b</sup>
Consumo bajo desde día 3 de gestación	14,95	77,35 <sup>ab</sup>
Consumo alto desde día 1 de gestación	14,95	66,96 <sup>a</sup>

Consumo bajo = 1,5 x mantenimiento. Consumo alto = 2 x mantenimiento.

<sup>ab</sup> Diferentes superíndices representan diferencias significativas  $P < 0,05$

**Cuadro 14.- Efecto del consumo de pienso durante la fase inicial de gestación (de día 1 a 34) de cerdas nulíparas sobre la tasa de fertilidad y la supervivencia embrionaria. (Virolainen et al., 2004)**

Tratamiento:	Consumo durante la gestación (Mcal EM/d)			% de gestantes	% Superv. embrionaria
	Día 1-10	Día 11-17	Día 18-34		
LLL	5,45	5,45	5,45	38	91 ± 13
LHL	5,45	10,9	5,45	75	69 ± 4
HHH	10,9	10,9	10,9	100	70 ± 18

L y H significa Bajo y Alto, respectivamente, consumo de pienso durante los días 1-10, 11-17 y 18-34 de gestación.

#### 2.4.2.- Nivel de nutrientes

Las cerdas de recría deben recibir una alimentación diferenciada del cerdo de finalización por todos los motivos descritos anteriormente. Los beneficios de la utilización del pienso de recría son probablemente mayores a lo largo de la vida productiva del animal que no únicamente en su primer parto. En vista de todos los resultados presentados, se hace evidente que no son recomendables aquellas estrategias nutricionales que para aumentar las reservas grasas resultan en una limitación del depósito magro.

El efecto de la relación lisina/energía durante la recría y 1ª gestación y lactación ha sido evaluado recientemente por MLC (2004) y Gill (2006, 2007). La restricción proteica (baja relación lisina/energía) tuvo los siguientes efectos (cuadro 15):

**Cuadro 15.- Efecto del tipo de dieta en la fase de recría sobre los resultados de la vida productiva de la cerda (MLC, 2004)**

Tratamientos:	% lisina total / Kcal EM	
	Alta	Baja
<b>De 30 a 50 kg</b>	<b>1,2 / 3325</b>	<b>0,6 / 3325</b>
<b>De 50 kg a cubrición</b>	<b>1,0 / 3100</b>	<b>0,5 / 3100</b>
Edad al 1º estro	153	163
Edad a 1ª cubrición	206	212
Peso 1ª cubrición	137	124
Peso después de destetar la 6ª camada	244	235
Espesor de grasa dorsal (mm) – 1ª cubrición	15,8	16,1
Espesor de grasa dorsal (mm) – 6ª ciclo	15,0	14,2
Productividad:		
Nº total lechones nacidos	40,5	43,5
Nº total lechones nacidos vivos	38,0	39,9
Peso total de camadas, kg	57,8	59,9
% de cerdas desechadas por problemas locomotores	8	4
% de cerdas que permanecieron hasta 6ª ciclo	22	35

- Menor peso de la cerda.
- Pero poco efecto sobre el aumento de la cobertura grasa. Los valores obtenidos fueron sensiblemente inferiores al valor objetivo de 18-20 mm. Esto demuestra la dificultad en conseguir niveles satisfactorios de espesor de grasa dorsal en líneas genéticas magras, aunque se limite la capacidad de deposición magra.
- Retraso en la aparición de la pubertad. La cerda se cubrió a más edad (+ 6-10 d).
- Un menor nº de nacidos vivos (-0,8) en el 1º parto y un mayor intervalo destete-cubrición (+3 d).



- Sin embargo, las cerdas fueron más longevas y la productividad al final del 6º ciclo fue mayor. Con todo, tal como se ha discutido, un programa de alimentación de cerdas de reposición que permita maximizar su potencial de crecimiento conlleva un mayor peso y por tanto, un mayor riesgo de problemas locomotores que puede resultar en una mayor tasa de reposición, y por tanto un menor nº de cerdas llegan al final de su vida productiva con un nº alto de ciclos.

El papel de la alimentación mineral sobre los problemas locomotores tiene una importancia relativa. Por un lado, es recomendable utilizar niveles ligeramente más elevados que los de una dieta de cebo-finalización, donde los niveles están pensados para un animal que va a matadero en un espacio relativamente corto de tiempo, y la estrategia está más basada en un ahorro de costes a corto plazo. Por tanto, niveles de vitaminas y minerales parecidos a los máximos recomendados en una dieta de cebo-crecimiento o lactación serían correctos, desde un punto de vista metabólico en general. Desde un punto de vista específicamente de problemas locomotores, las principales causas de estos problemas son la osteocondrosis, artritis séptica, lesiones podales o problemas estructurales, y ninguno de estos problemas guarda una relación significativa con la alimentación mineral (Young, 2003). La atención debe centrarse en una correcta selección de los animales y las características del suelo de la granja.

Por tanto, el programa de alimentación debe contemplar dietas diseñadas para conseguir un buen crecimiento magro que permita una aparición temprana de la pubertad con una buena ganancia de peso vivo que continuará durante la 1ª gestación. La precaución debe estar en controlar que el peso final no sea excesivo, para evitar la aparición de problemas locomotores. Tal como se ha comentado anteriormente, los niveles de alimentación y los niveles nutricionales deben modificarse en función de los resultados específicos de la explotación, línea genética y manejo de la reposición. El uso de un programa de modelización puede ser una herramienta útil para obtener predicciones orientativas. En los cuadros 16, 17, 18 y 19 se detallan las recomendaciones publicadas en los últimos años por distintos autores, que ilustran la diversidad de alternativas posibles en la estrategia nutricional de la reposición.

**Cuadro 16.- Recomendaciones de alimentación por fases para cerdas de recría hasta la 1ª cubrición (Young, 2003)**

Peso, kg	Consumo, kg/d	Lisina total, %	EM, kcal/kg
25-50	1,5	1,15	3200
50-75	2,2	1,05	3200
75-90	2,5	0,90	3200
90-125	2,7	0,80	3200

**Cuadro 17.- Recomendaciones de alimentación por fases para cerdas de recría hasta la 1ª cubrición (Close, 2003)**

	Peso vivo, kg	Edad, d	Espesor de grasa, mm P2	Composición pienso		Cantidades pienso, kg/d
				kcal ED/kg	Lys %	
Fase 1	25-60	60-100	-7	3250	1,20	Ad libitum
Fase 2	60-125	100-210	7-16	3100	0,80	2,5 -3,5
Fase 3	125-140	210-230	16-18	3100	0,80	Ad libitum
Fase 4	Principio gestación	230-260		3100	0,80	2,0

**Cuadro 18.- Recomendaciones nutricionales orientativas para cerdas de recría (BSAS, 2003)**

Peso vivo, kg	Energía Neta, Mcal/d	Energía Digestible, Mcal/d	Lys Dig. Ileal Std., g/d	Lys total, g/d	Consumo de pienso, Kg/d <sup>a</sup>
60 - 90	5,74	8,13	15	18	2,6
90 - 120	6,21	8,85	17	20	2,7
120 - 140	6,45	9,32	17	20	2,8

<sup>a</sup> Dieta de 2250 Kcal EN/kg

**Cuadro 19.- Recomendaciones prácticas para cerdas de línea genéticas magras (Gill, 2007)**

Fase	Recomendaciones
Recría: 30-100 kg	Dietas estándar de engorde (30-60 y 60-100 kg) Ad libitum Buenas condiciones del suelo (no-slat, paja) Ejercicio
Selección hasta 1ª cubrición: 100-135 kg	Dieta: Lisina/EM = 0,80% / 3100 kcal Alimentación limitada a 80-90% ad libitum Condición Corporal = 3 al 2º-3º estro
1ª Gestación	Dieta: Lisina/EM = 0,70-0,80% / 3100 kcal Condición corporal = 3
1ª Lactación	Dieta: Lisina/EM = 1,0% / 3325 kcal Curva máxima
Destete-cubrición	3-4 kg/d
2ª Gestación	Dieta: Lisina/EM = 0,70-0,80% / 3100 kcal Para recuperar masa proteica y una condición corporal = 3. En partos posteriores: Dieta: Lisina/EM = 0,60% / 3100 kcal

Aumentar el perfil nutritivo de las dietas, si el espesor de grasa dorsal es insuficiente. El aumento es entre 0,9 y 2 mm por semana.

El objetivo es llegar con 16-17 mm de espesor de grasa en el momento de la 1ª cubrición.

Hasta la cubrición:

- Cerdas con más de 145 d y más de 14 mm: 0,65% lisina / 3125 Kcal EM
- Cerdas con menos de 145 d y menos de 14 mm: 0,55% lisina / 3300 Kcal EM

Durante la 1ª gestación, deben aumentar 2-3 mm, para llegar al parto con 18-20 mm.

En definitiva, las cerdas nulíparas de las líneas genéticas actuales son sustancialmente diferentes de las de hace 10-20 años tanto en su capacidad de maduración fisiológica como en su capacidad de crecimiento magro. El programa de alimentación debe conseguir un equilibrio entre un crecimiento excesivamente rápido y una restricción proteica que, para aumentar la deposición lipídica, provoque una limitación en el crecimiento magro. La estrategia nutricional debe conseguir (1) un ritmo de crecimiento moderado para conseguir una función reproductiva correcta, (2) limitar un exceso de peso vivo que resulte en problemas locomotores y limite la vida productiva de la cerda y (3) dotar a la cerda de una buena condición corporal a la cubrición que le permita afrontar con garantías la 1ª gestación y la 1ª lactación, sin comprometer la productividad en el resto de ciclos productivos.

### **3.- ALIMENTACION DURANTE EL PRIMER CICLO PRODUCTIVO**

Las condiciones de alimentación, de adaptación sanitaria y de manejo de la cerda durante su primera gestación y lactación presentan ciertas características diferenciales respecto a las cerdas múltiparas. De hecho existen algunas iniciativas, solo aplicables en empresas de un cierto tamaño, destinadas a mantener las cerdas primerizas (gestación y lactación) en granjas separadas de las múltiparas. Esta parte del trabajo tiene por objeto revisar aquellos aspectos de alimentación propios de la gestación y lactación, que no hayan sido tratados en el apartado anterior, y que puedan incidir directamente sobre la productividad del primer ciclo y/o posteriores.

#### **3.1.- Gestación**

Las diferencias de alimentación entre cerdas primerizas y cerdas adultas durante la gestación si existen habrá que buscarlas bien en las necesidades nutricionales y los niveles

de energía y nutrientes recomendados para formular el pienso o bien en la pauta de administración del alimento a lo largo del periodo.

### 3.1.1. Necesidades nutricionales y niveles de energía y lisina recomendados

Las necesidades energéticas y de nutrientes de las cerdas gestantes han sido ampliamente estudiadas y revisadas por numerosos autores (Noblet et al., 1990; Everts y Dekker, 1994; Pettigrew, 1995; Noblet et al., 1997; Close y Cole, 2003) y distintas organizaciones ofrecen recomendaciones prácticas para esta fase productiva (NRC, 1998; BSAS, 2003, FEDNA, 2006). En todas estas publicaciones las necesidades energéticas, proteicas y de aminoácidos se obtienen utilizando el método factorial como el sumatorio de los gastos de mantenimiento, de crecimiento del útero grávido y sus anejos y de crecimiento y/o reposición del propio cuerpo de la madre.

En la mayoría de las granjas comerciales, durante la gestación las cerdas nulíparas se alimentan con el mismo pienso que las múltíparas aunque las necesidades a lo largo de este periodo, y en menor medida también durante la segunda e incluso tercera gestación, son claramente diferentes. En efecto, en una reciente revisión Cerisuelo (2007) muestra la evolución a lo largo de la gestación de las necesidades energéticas de cerdas nulíparas o múltíparas de cuarto parto mantenidas en buenas condiciones de manejo (figura 13) y resume las recomendaciones diarias de energéticas y lisina para condiciones equivalentes (cuadro 20). Es de destacar que, con independencia del número de ciclo productivo, las necesidades del útero grávido no superan el 10% del total y se concentran en el último tercio del periodo de gestación (Noblet et al., 1990). Además, el mantenimiento representa la fracción más importante de las necesidades con independencia del número de ciclo (mas del 80% en cerdas de cuarto parto y por encima del 60% en nulíparas).

**Cuadro 20.- Recomendaciones diarias de energía y lisina para cerdas gestantes (Cerisuelo, 2007; adaptado de BSAS, 2003)<sup>1</sup>**

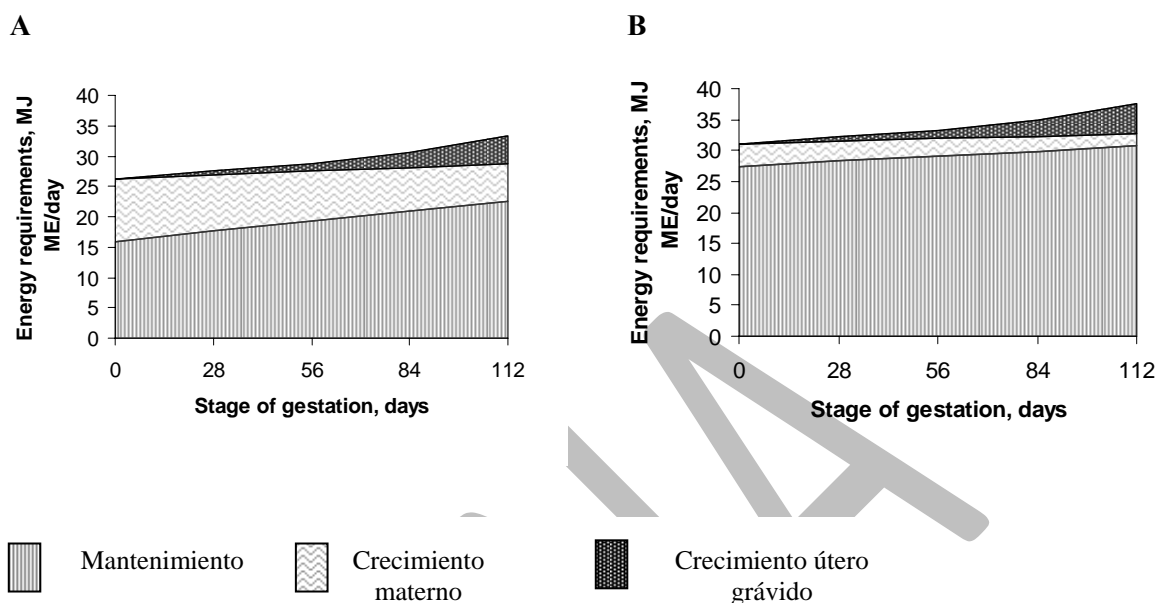
<b>Peso vivo a la cubrición, kg</b>		<b>150</b>	<b>300</b>
<b>Ganancia de peso neto<sup>2</sup></b>		<b>40</b>	<b>15</b>
Total	Energía, MJ ME/d	28,2	34,9
	Total Lisina, g/d	16,0	10,6
Ingestión <sup>3</sup> kg/d		2,3	2,9

<sup>1</sup> Alimentación individual y dentro del intervalo de neutralidad térmica.

<sup>2</sup> No se considera el peso de los fetos y anejos

<sup>3</sup> Sobre material fresca, se supone una concentración energética de 12,1 MJ ME/kg de alimento

**Figura 13.- Contribución del mantenimiento, crecimiento materno y crecimiento del útero grávido a las necesidades energéticas (Mj EM/d) de gestación (Cerisuelo, 2007; adaptado de Noblet et al., 1985, Whittemore y Morgan, 1990 y Close y Cole, 2003)**



A.- cerda nulípara de 120 kg de PV al inicio de la gestación que experimenta un crecimiento total de 70 kg durante todo el periodo. B.- cerda de cuarto parto, 250 kg peso vivo a la cubrición y un crecimiento total de 40 kg. En ambos casos las cerdas están dentro del intervalo de neutralidad térmica.

La diferencia mas importante radica en el crecimiento materno, claramente superior en la nulípara que en la cerda adulta y muy diferente en cuanto a la composición de las ganancias. Mientras la cerda adulta deposita/recupera fundamentalmente tejido graso, la cerda joven además retiene una fracción muy importante de tejido magro destinado a completar su desarrollo corporal. Estas diferencias en la cantidad y composición de las ganancias tienen su reflejo en que las recomendaciones diarias de EM y lisina son muy diferentes (cuadro 20), la relación Lisina total/EM es muy superior para las nulíparas que para cerdas adultas (0,57 vs 0,30) y consecuentemente el nivel de lisina total en el pienso (12,1 MJ EM/kg) que satisface las necesidades es muy superior para nulíparas (0,69%) que para multíparas (0,37%).

Por otra parte, las necesidades de los demás aminoácidos también pueden variar ligeramente habida cuenta que el balance de proteína ideal difiere claramente entre mantenimiento y crecimiento fetal o maternal e incluso entre estos dos últimos (cuadro 21). Según estos valores, con respecto a la cerda adulta, la nulípara precisaría una ligera menor proporción de treonina y triptófano y mayor de isoleucina en el pienso.

**Cuadro 21.- Balance de aminoácidos esenciales en le proteína ideal en gestación, (lisina=100) (Cerisuelo, 2007).**

<b>Aminoácido</b>	<b>Mantenimiento<sup>1</sup></b>	<b>Feto y Anejos<sup>2</sup></b>	<b>Cuerpo Materno<sup>3</sup></b>
Lisina	100	100	100
Metionina	25	24	29
Cistina	111	22	15
Treonina	147	56	53
Triptófano	30	12	12
Isoleucina	44	49	55

<sup>1</sup>Growing pigs (Fuller et al., 1989)

<sup>2</sup> Conceptus at day 109 of pregnancy (Everts and Dekker, 1995a)

<sup>3</sup> First and third parity sows (Everts and Dekker, 1995)

En la práctica, para piensos de contenido energético equivalente, el nivel de lisina total medio recomendado para cerdas gestantes por distintos organismos (NRC, 1998; FEDNA, 2006) es de alrededor de 0,60% para toda la gestación sin diferenciar entre cerdas. Consecuentemente la propuesta de segregación de las cerdas nulíparas del resto del rebaño por motivos sanitarios, permitiría además ajustar con mayor precisión la composición del pienso a las necesidades nutricionales de los animales. En granjas comerciales tradicionales que alimentan con dosificadores no es fácil, y posiblemente tampoco económico, ofrecer un pienso diferente en gestación a las nulíparas pero en algunos casos concretos podría ser factible administrar a todos los animales gestantes un pienso único y añadir (“top feeding”) un suplemento proteico a las jóvenes. Para granjas de cerdas alojadas en grupos pequeños y estáticos parecería recomendable formar grupos de nulíparas y alimentarlas con un pienso diferente al ofrecido al resto de las reproductoras, en especial en granjas con censos importantes.

### 3.1.2. Pauta de administración de pienso

Las cerdas durante la gestación se alimentan restringidas; los animales siempre están sobrealimentados (suponiendo que sus necesidades fueran únicamente las de mantenimiento y las propias de la gestación) pero nunca se alimentan “*ad libitum*”; con objeto de evitar un engrasamiento excesivo que, además de representar un sobre coste, comúnmente cursa con dificultades al parto y post parto, posibles problemas de locomoción y reducciones importantes de la ingestión en lactación. La cantidad de pienso ofrecido a lo largo de la gestación varía entre granjas dependiendo en cada caso de las condiciones de producción. Los principales factores implicados son. i) la concentración energética y de nutrientes del propio pienso, ii) el tipo genético de las cerdas, iii) las

condiciones de alojamiento y manejo y iv) la pauta e intensidad que se imponga en la recuperación de reservas y/o crecimiento de las cerdas jóvenes.

Inicialmente la pauta de alimentación recomendada para las cerdas nulíparas en gestación no ha de ser necesariamente diferente a la de las otras cerdas. Sin embargo, son varias las pautas de alimentación encontradas en la bibliografía; a modo de ejemplo El MLC británico (2004) recomienda dividir la gestación en tres periodos; las tres semanas post-cubrición, las tres pre-parto y el periodo intermedio. La pauta de alimentación a seguir durante los primeros días o semanas después de la cubrición ha sido tratada en el apartado 2.4.1 (cuadro 13). Una vez la gestación está plenamente establecida se recomienda administrar una cantidad de pienso calculada a partir de: i) el peso vivo como índice de las necesidades de mantenimiento, ii) la ganancia de peso vivo consecuencia del crecimiento esperado en un animal joven como al cerda nulípara (este crecimiento puede alcanzar hasta más de 50 kg en genotipos modernos), iii) la conveniencia de alcanzar una condición corporal entre 3,0 y 3,5 al final de la gestación (o su equivalente en mm de grasa en P2) y iv) el efecto del un posible estrés por frío que determina la administración de un extra de 50 g de pienso al día por cada grado de temperatura ambiente por debajo de 20 °C. Finalmente, durante las tres últimas semanas de gestación, se aumenta de nuevo el nivel de alimentación para aportar la energía y nutrientes necesarios que permitan el adecuado crecimiento de los fetos; a la entrada a la maternidad, unos pocos días antes del parto, se recomienda reducir la ingestión para evitar problemas de ubres y/o dificultades al parto.

Esta pauta general puede ser más o menos modificada dependiendo de las condiciones de explotación y manejo y de investigaciones, resultados y recomendaciones ofrecidos por distintos autores. A continuación se presentan algunos ejemplos que permiten ilustrar esta idea.

Durante el periodo central de la gestación (entre los días 20-30 y 80-90) hay que sobrealimentar para alcanzar el crecimiento y/o el engrasamiento deseado, pero para ello se pueden utilizar diferentes estrategias; desde ofrecer una cantidad constante de pienso durante todo el periodo (entre 2,0 y más de 3,0 kg/d) hasta escalonar el consumo persiguiendo distintos objetivos productivos. En mamíferos el número de fibras musculares no sufre variación tras el nacimiento y se correlaciona positivamente con el crecimiento postnatal por hipertrofia (Pedersen et al., 2001). Por ello cualquier factor (nutrientes, hormonas, capacidad uterina, permeabilidad placentaria,..) que afecte positivamente el desarrollo de las fibras musculares "*in útero*" indirectamente condiciona el crecimiento posterior (Dwyer et al., 1993; Gondred et al., 2005) e incluso la calidad de la canal y de la carne al sacrificio (Larzul et al., 1997). Robinson et al, (1999) revisaron los principales efectos de la nutrición materna sobre el desarrollo de los fetos y Maltin et al. (2001) discuten el efecto de la manipulación intrauterina de la miogénesis sobre el posterior desarrollo muscular. Estos autores sugieren que el primer periodo de miogénesis,

coincidente con la diferenciación de las fibras musculares primarias, no responde a variaciones del estado nutricional, mientras si se puede afectar la diferenciación e hiperplasia de las fibras musculares secundarias entre los días 40 y 90 de gestación. De hecho, Dwyer et al. (1994) encontraron respuesta doblando la ingestión entre los días 50 y 80 de gestación y constataron que el mayor impacto se produce en los lechones mas pequeños. Sin embargo Penny et al. (2001) obtuvieron respuestas significativas sobrealimentando entre los días 25 y 56 y otros estudios (Dwyer y Stickland, 1991; Fahey et al, 2005) indican que la sobrealimentación puede afectar a ambos procesos.

Resultados de nuestro propio grupo (Cerisuelo, 2007) indican que un aumento del nivel de alimentación del 50% en nulíparas y 75% en multíparas entre los días 45 y 85 de gestación a lo largo de tres ciclos consecutivos no mejoró de forma consistente el rendimiento productivo de los lechones durante el periodo de crecimiento y engorde pero afectó algunas características de la carne (pH mas alto y carnes mas oscura a las 24 horas “*post mortem*”). Al parto todas las cerdas suplementadas habían depositado mayor cantidad de grasa y las nulíparas también de magro. Esta falta de respuesta podría estar relacionada tanto con el tipo genético utilizado (cerdas Landrace x Large White de PIC en la granja Santa Ana, Soria) como con el excesivo nivel de ingestión de las cerdas control utilizado rutinariamente en la granja (2,5-3,0 kg/d). Por lo que se refiere mas concretamente a las nulíparas (Cerisuelo et al., 2007), si bien no presentaron diferencias en el nivel de espesor de grasa dorsal al destete, una mayor proporción de animales del grupo suplementado se mantuvieron dentro del intervalo de espesor de grasa dorsal óptimo al parto (17-21 mm) y al destete ( $> 14$  mm). El peso medio de las camadas al nacimiento resultó ser mayor en las cerdas del grupo suplementado, de forma consistente, en el primer y segundo partos ( $P < 0,10$ ), en comparación con las cerdas del grupo control.

Otro factor capital para establecer la pauta de ingestión en gestación es el método de valoración de la condición corporal y/o estado nutricional de la cerda al principio de la gestación y para predecir el objetivo a alcanzar al parto. Aunque recientemente se han publicado varias revisiones sobre el tema (Cole y Close, 2000; Baucells y Cerisuelo, 2004), que establecen claramente las pautas generales a seguir en condiciones de granja, todavía existe controversia sobre la utilización por separado o en conjunto de la nota de condición corporal (CC), el espesor de grasa dorsal estimada por ultrasonidos (EGD) o el simple peso vivo (PV). La CC es un método poco oneroso pero muy subjetivo, mientras el EGD requiere una cierta complejidad técnica y el control individual del peso vivo consume mucho tiempo y no suele ser registrado en condiciones comerciales. Investigadores de la Universidad de Kansas (Young, 2003) han propuesto estimar el peso vivo de las cerdas a partir de la distancia entre flancos. Por otra parte, la correlación entre la nota de CC y el EGD es muy baja ( $r = 0,433$ ) y una CC de 3,0, considerada como recomendable al parto, ofrece un rango de EGD entre 7,5 y 23,0 mm (Young et al., 2001). Resultados obtenidos por nuestro grupo (Cerisuelo, 2007), utilizando un total de mas de 1200 mediciones



realizadas sobre alrededor de 150 cerdas durante un año y medio, corroboran estos resultados (EGD (mm) = 3,285 CC (entre 1 y 5) + 7,214;  $p < 0,01$ ,  $r = 0,539$ ).

Como se ha detallado en el apartados anteriores, para cerdas jóvenes de genotipos muy magros, es posible que el engrasamiento no sea el factor de riesgo mas importante que condicione su vida productiva, sino mas bien la cantidad de tejido magro acumulado o “muscularidad” (Foxcroft et al., 2005). Según Gill (2007) tal vez se ha centrado demasiado el problema en el nivel de engrasamiento (EGD a nivel de P2) y se está olvidando la importancia de otros factores que también intervienen en la productividad y longevidad de la cerda. En este sentido en los genotipos modernos, y especialmente durante los primeros ciclos productivos, no conviene confundir que la nota de CC proporciona una estimación del desarrollo muscular (“muscularidad”) más que de la grasa subcutánea. La recomendación práctica sería establecer un objetivo de CC de 3,0 al parto y no descender por debajo de 2,5 al destete.

En cualquier caso para optimizar la productividad es preciso establecer un objetivo de crecimiento durante los primeros ciclos productivos y de variación de condición corporal a lo largo de toda la vida productiva. El cuadro 22 recoge las recomendaciones genéricas realizadas por Close y Cole (2000) que en ningún caso son de validez universal. Estos autores priorizan el EGD y una estimación del peso vivo a la cubrición sobre la nota de CC como indicadores del estado de reservas de los animales.

**Cuadro 22.- Cambios sugeridos en el peso vivo y espesor de grasa dorsal a nivel de P2 de las cerdas a lo largo de los distintos ciclos reproductivos (Close y Cole, 2000)**

Parto	Peso vivo a cubrición ( kg )	Cambio Neto de Peso (kg)		P2 a la cubrición ( mm )	Cambios P2 (mm)	
		Gestación	Destete		Gestación	Destete
1	140	50	- 15	20	+4	-2
2	175	40	-15	22	+3	-2
3	200	30	-10	23	+3	-2
4	220	25	-10	24	+2	-2
5	235	20	-10	24	+2	-2
6	245	15	-10	24	+2	-2

En definitiva, al ofrecer el alimento restringido, la pauta de alimentación utilizada tendrá que atender a una serie de cuestiones clave como son evitar las pérdidas embrionarias durante los primeros días post cubrición, la sobrealimentación la última semana de gestación o programar una determinada curva/estrategia de crecimiento o de recuperación de reservas. Sin embargo, dentro de este contexto general, la cantidad de

pienso a ofrecer diariamente podrá variar en función de las condiciones propias de cada granja y en el caso concreto de las nulíparas tendrán una trascendencia fundamental las condiciones de peso vivo y condición corporal como índices de “*fitness*”, sin olvidar tampoco la ganancia en espesor de grasa dorsal.

### 3.2.- Lactación

Cuando las cerdas nulíparas llegan en buenas condiciones al parto, las causas de los problemas reproductivos de las cerdas primíparas y del “síndrome del segundo ciclo” suelen estar asociados fundamentalmente a la lactación precedente. En lactación la cerda primeriza, comparado con la múltipara, tiene unas necesidades de crecimiento todavía importantes, una menor capacidad de ingestión y una menor cantidad de reservas corporales movilizables, grasa y proteína; todo ello conduce a la cerda a un estado catabólico que puede comprometer el crecimiento de los lechones pero, fundamentalmente, su propio futuro reproductivo.

Everts et al. (1995) utilizando el método factorial, calcularon las necesidades energéticas y proteicas de las cerdas primerizas. Según sus cálculos, las necesidades de mantenimiento y producción de leche de una primeriza de 175 kg de peso vivo que amamanta 10 lechones (consumo de 9,3 kg de leche) serían de 85,9 MJ de EM y 58 g de lisina. La ingestión voluntaria que satisfaría estas necesidades y mantendría la madre en equilibrio energético y proteico debería ser de 6,6 kg de pienso (12,9 MJ EM, 8.8 g lisina). La ingestión voluntaria media de una primeriza puede cifrarse en unos 5 kg/d, lo cual, en una lactación de 21 días llevaría a la cerda a movilizar 10,4 kg de grasa y 4,0 de proteína, equivalente aproximadamente a un 32, 14 y 16% de la grasa, proteína y peso vivo de la cerda (Everts et al., 1994).

Como ya se ha comentado, el insuficiente consumo de alimento y la consecuente movilización de reservas (grasa y proteína) y pérdida de peso puede determinar: i) un retraso en la restauración del ciclo reproductivo que se traduce en un mayor intervalo destete cubrición, ii) una reducción de la tasa de ovulación y iii) y un aumento de la mortalidad embrionaria. En efecto, Vesseur et al, (1994) obtuvieron una relación directa entre la pérdida de peso durante la lactación y el intervalo destete cubrición (ds), especialmente en primerizas (cuadro 23). Este efecto parece estar relacionado con la insuficiente secreción de LH durante la lactación y después del destete (Van der Brand et al., 2000a).

En el apartado 2.3.3 se ha discutido la importancia del desarrollo muscular alcanzado al primer parto y la posibilidad de movilización de tejido magro durante la lactación (cuadros 6, 7 y 8) y su relación con la futura función reproductora. Se concluye que, aunque las primerizas actuales poseen una alta capacidad de movilización de proteína,

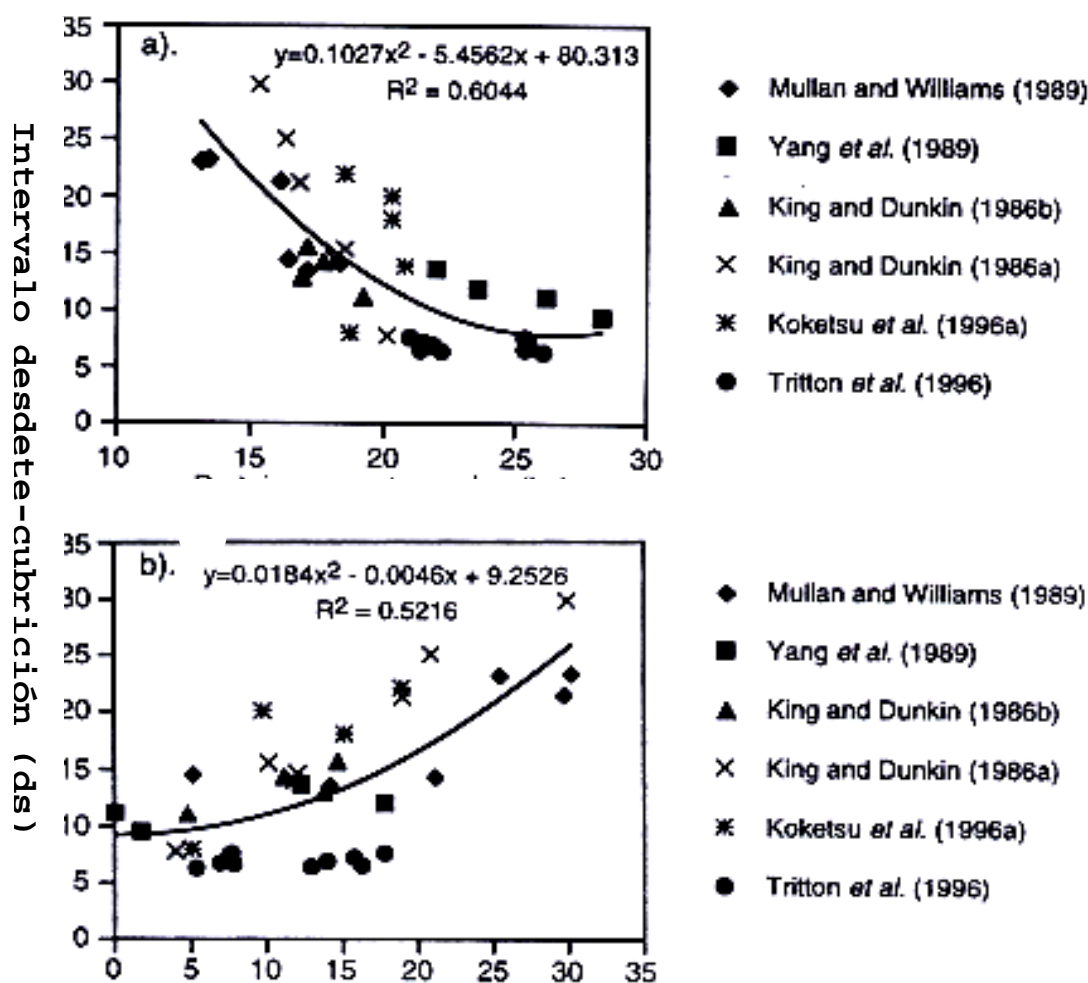
un excesivo catabolismo proteico afecta negativamente al menos la prolificidad al segundo parto. Como ya se ha apuntado, y Willis y col (2003) también indican, en cerdas destetadas precozmente, la causa de esta reducción no puede ser atribuida a la reducción de la tasa de ovulación sino mas bien a un insuficiente desarrollo folicular que, junto a una incompleta recuperación del equilibrio hormonal al destete, tienen su reflejo en un descenso de la supervivencia embrionaria. De hecho, Whittemore (1996) ya indicaba que un bajo nivel de ingestión durante la lactación afecta negativamente la posterior supervivencia embrionaria de primerizas y cerdas adultas, mientras que el efecto sobre la tasa de ovulación es escaso, poco evidente e incluso inexistente conforme aumenta el intervalo destete cubrición.

**Cuadro 23 .- Efecto de la pérdida de peso vivo (%) en lactación sobre el intervalo destete cubrición (IDC) y el % de cerdas tratadas con hormonas (PG600) para inducir el estro (Vasseur et al., 1994)**

Nº de parto		Pérdida de peso en lactación (%)	
		<12,5	>12,5
1	IDC	10,8 <sup>a</sup>	14,7 <sup>b</sup>
	% cerdas tratadas	22,3 <sup>a</sup>	43,4 <sup>b</sup>
2	IDC	7,4 <sup>a</sup>	8,5 <sup>b</sup>
	% cerdas tratadas	7,3 <sup>a</sup>	23,9 <sup>b</sup>
3-5	IDC	6,3	6,5
	% cerdas tratadas	2,7	6,0
>6	IDC	6,2	6,0
	% cerdas tratadas	0,8	0,0

En una revisión Cosgrove et al. (1997) sugieren que si se moviliza demasiada proteína durante la lactación se puede perjudicar el crecimiento de los lechones pero sobre todo el futuro reproductivo de la cerda. Estos autores establecen que existe una relación curvilínea entre el “pool” proteico de la madre y el intervalo destete cubrición de modo que pérdidas de proteína que superen el 10% se reflejan en un aumento significativo del intervalo destete cubrición (figura 15). Tal como se ha detallado en el cuadro 7, estos resultados han sido confirmados por Clowes et al. (2003) que indican que alimentar en gestación para aumentar las reservas proteicas de las primerizas y limitar las pérdidas de proteína durante la lactación permite mantener el crecimiento de los lechones y optimizar los rendimientos reproductivos. La primerizas que llegaron al parto con mayor masa corporal (24,3 vs 30,0 kg de proteína) y experimentaron menor pérdida en lactación (17,0 vs 10,9%) presentaron mas folículos de diámetro superior a 3,5 mm y mayor concentración de estradiol en el líquido folicular.

Figura 14.- Efecto del tamaño del “pool” proteico (a, Kg) y de la pérdida de proteína (b, %) durante la lactación sobre el intervalo destete-cubrición (ds). (Cosgrove et al., 1997)



Estos resultados coinciden solo parcialmente con trabajos llevados a cabo en Canadá, donde se ofreció tres niveles de alimentación a cerdas primíparas durante la lactación de 28 días; ad libitum (AL), 50% de ad libitum (R) y 125% de ad libitum (SA) con ayuda de una cánula en estómago. Las cerdas R registraron un mayor intervalo destete cubrición asociado a una menor frecuencia de pulsos de LH antes y después del destete, pero no se observaron diferencias ni en la tasa de ovulación ni en la supervivencia embrionaria (Zak et al., 1998), además perdieron significativamente más peso, más mm de grasa en P2 y presentaron un balance de nitrógeno más negativo (Clowes et al., 1998). Las cerdas SA destinaron los excedentes de nitrógeno y energía ingeridos a enjuagar sus pérdidas metabólicas de proteína (obtuvieron incluso balance de nitrógeno positivos) y restablecer sus reservas grasas sin modificar la excreción de nitrógeno ni energía en la leche (Clowes et al., 1998; Pluske et al., 1998).

No parece arriesgado concluir que, para los genotipos actuales, los efectos de una baja ingestión durante la lactación en primerizas: i) no se suelen reflejar en el rendimiento de la camada pero se traducen en una mayor movilización de reservas de la madre que puede comprometer su rendimiento reproductivo y su vida útil y ii) el “pool” de proteína de la cerda al parto y la intensidad de movilización es tanto o más responsable que la grasa de las dificultades reproductivas y productivas sufridas por la madre.

En cualquier caso la mejor forma de prevenir los problemas reproductivos de las primerizas es que la cerda nulípara llegue al parto con la condición adecuada y favorecer la máxima ingestión de energía y nutrientes durante la lactación. Eissen et al, (2000) revisan los principales factores que afectan la ingestión de pienso durante la lactación. Asumiendo que existen variaciones ligadas al potencial genético de las cerdas (ver Eissen et al., 2003) y suponiendo que disponemos de piensos equilibrados en energía y nutriente, confeccionados con materias primas altamente palatables; a continuación revisamos algunos puntos clave para conseguir maximizar la ingestión de pienso en lactación.

### *3.2.1 Ingestión de pienso durante la gestación*

Existe una relación inversa entre la ingestión de pienso en gestación y el consumo voluntario en lactación (Mullan y Williams, 1989; Dourmand, 1991; Xue et al., 1997); este efecto está asociado a la deposición de un exceso de reservas grasas (Dourmand, 1991; Revell et al., 1998) y se debe, al menos en parte, a que las cerdas más engrasadas sufren una cierta intolerancia a la glucosa y/o resistencia a la insulina (Eissen et al., 2000).

Sin embargo, en los genotipos actuales, parece que esta relación tan solo se produce por encima de una determinada ingestión media en gestación, que Close y Cole (2000) cifran en alrededor de 2,2 kg/d, y además es más acusada en múltiparas que en primerizas (reducciones medias de 2,2 y 1,5 g en lactación por gramo de exceso en gestación). Por otra parte administrando cantidades equivalentes de energía en gestación con un pienso que contenía un 20 % de pulpa de remolacha (30.7% FND) y de otro convencional (17,2% FND), Guillemet et al, (2006) obtuvieron mayores consumos de pienso durante la primera semana de lactación (5,4 vs 5,9 kg/d,  $p < 0,05$ ) y mejores crecimientos de los lechones (163 vs 185 g/d,  $p < 0,05$ ) con el pienso más fibroso.

En definitiva, la relación inversa entre ingestión de pienso en gestación y consumo voluntario en lactación parece menos acusada en primíparas que en múltiparas y el nivel y tipo de fibra ofrecido en gestación puede modificar ligeramente el consumo en lactación.

### 3.2.2. Condiciones ambientales de temperatura

Sin duda es uno de los principales factores que afectan la ingestión de pienso en lactación. Las condiciones ambientales de las salas de maternidad en general, y la temperatura ambiente en particular, constituye un conflicto de intereses entre los lechones y la cerda. temperaturas ambiente por encima de los 20 °C suelen repercutir negativamente sobre la ingestión de pienso de la madre (cuadro 24); el efecto no parece diferir entre primíparas y múltiparas y además es más acusado cuando la temperatura ambiente sobrepasa los 25°C.

**Cuadro 24.- Efecto de la temperatura ambiente en la sala de maternidad sobre la variación de ingestión voluntaria de energía digestible (Mcal/ Δ °C y día). (Revisión de Quiniou y Noblet, 1999)**

Parto	Autores	Días lactación	Temperaturas estudiadas	Δ EDI / Δ °C (Mcal/d)
Múltiparas	Schoenherr et al. (1989)	22	20, 32 18, 27	- 0,67 - 0,63
	Prunier et al. (1997)	21	18, --, 22,--, 29	- 0,81
	Quiniou y Noblet (1999)	21	18, 22, 25	- 0,36
			25, 27, 29	- 1,61
Todas	Lynch (1977)a	29	21, 27	- 0,36
	Stansbury et al. (1987)a	28	18, 25, 30	- 0,60
	McGlone et al. (1988)a	28	24, 30	- 0,33
	Lynch (1989)a	29	16, 27	- 0,43
Primíparas	Barb et al. (1991)	25	22, 30	- 1,25
	Black et al. (1993)	28	18, 30	- 0,22
	Messias et al. (1998)	21	20, 30	- 0,66
	Vidal et al. (1991)	28	20, 30	- 0,85

(a) los lechones recibieron "creep feeding"

En un experimento llevado a cabo, recientemente por nuestro grupo, en condiciones comerciales (Juneda, Lleida), Anguita et al. (2007) controlaron la ingestión de pienso y la productividad de 160 cerdas en lactación, 80 en primavera ( $T^a$  media en el interior de la paridera entre 23,5 y 26,5 °C) y 80 en verano ( $T^a$  media entre 27,9 y 30,3 °C). Los resultados muestran que en verano el peso vivo de los lechones a los 18 días fue un 16% inferior ( $p < 0,001$ ), la pérdida de CC de la madres un 25% superior ( $p < 0,12$ ) y la ingestión de pienso se redujo un 24% (4,8 vs 3,7 kg/d;  $p < 0,001$ ), en especial durante la última semana de lactación. Según estos resultados, la ingestión media de pienso en lactación (IMPL) se puede predecir a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{IMPL (g/d)} = 11,776 - 59.6 \text{ EGD} + 216 \text{ NP} - 17,4 \text{ NP}^2 - 252 \text{ T}^a$$

$$r = 0,59 \quad \text{CV} = 0,35$$

donde, ESD es el espesor de grasa dorsal (entre 8 y 33 mm en P2), NP el número de parto (entre 1 y 12) y T<sup>a</sup>, la temperatura media de la sala de partos (entre 23.5 y 30.0 °C). La ecuación indica una reducción de 252 g de pienso por grado de temperatura que supera los 24°C y que, en las condiciones del experimento, el número de parto ofrece un efecto cuadrático, en el sentido de aumentos decrecientes hasta el tercer parto y reducciones crecientes a partir del cuarto parto.

En cualquier caso para superar, o al menos mitigar al máximo, el efecto de la temperatura ambiente sobre la ingestión voluntaria de pienso se recomienda: i) transcurridos los tres o cuatro primeros días post-parto, en que el consumo de pienso por la cerda todavía se mantiene bajo y el riesgo de pérdida de lechones es elevado, mantener la sala de maternidad en un ambiente climático favorable a la cerda para facilitar la ingestión de pienso y crear un ambiente propio para el lechón con ayuda de placas calefactores. Para ello es fundamental disponer de naves/salas bien aisladas y manejar correctamente la ventilación, ii) en situaciones de estrés por calor (verano), ofrecer el pienso en tres o mas veces al día coincidiendo con los periodos del día mas frescos y iii) en caso necesario, instalar alguno de los múltiples sistemas de refrigeración existentes en el mercado (“coolers”, sistemas de goteo,...).

Otro aspecto fundamental que afecta la ingestión de pienso en lactación, en especial en época de calor, es la disponibilidad y consumo de agua. La revisión llevada a cabo por Mroz et al. (1995) insiste en la dificultad de diferenciar entre consumo e ingestión de agua y ofrece valores de ingestión muy dispares (Cuadro 26), mientras Close, (2006) señala que las necesidades de agua de una cerda en lactación pueden alcanzar hasta los 40 litros/día.

**Cuadro 26.- Valores de ingestión de agua (l/d) de cerdas en lactación. (Mroz et al., 1995)**

Litros/cerda y día	Referencia
14 (14-21)	Lightfoot y Armsby, 1984
19 (1-49)	Gill et al., 1988
8-25	Fraser et al., 1990 (revisión 12 estudios)
14-22	Schellekens, 1993 (Holanda)

En la práctica sería aconsejable: i) suministrar agua en cantidad y calidad adecuadas, teniendo en cuenta que posiblemente resulta más prioritario la disponibilidad que la propia ingestión, ii) la ingestión de agua está directamente relacionada con el consumo de pienso y el estado de lactación; aumenta con los niveles de PB y minerales del pienso, con la temperatura ambiente y en algunos estados de enfermedad y iii) El sistema

recomendado parece el de “*ad libitum*” en comedero; ya sea “a nivel”, con manguera o con chupete con caudales suficientes (posiblemente igual o mejor superior a 3 l/mi.).

### 3.2.3. Patrón o secuencia de ingestión de pienso

Ingerir la máxima cantidad de pienso es sin duda una de las principales tareas de la cerda en lactación y, para ello, establecer un protocolo de manejo asociado a la administración del alimento resulta fundamental. Administrar el pienso en más de dos veces al día u ofrecer pienso de gestación hasta los primeros días post parto, son rutinas que contribuyen a conseguir mayores ingestiones; sin embargo el factor de manejo más importante es programar una curva de ingestión en lactación acorde con el potencial de las cerdas y las condiciones de explotación.

Una de las recomendaciones más exitosas es el sistema “Stotfold” (Aherne, 2004) que consiste en aumentar linealmente la oferta de pienso a todas las cerdas entre el primer y décimo día de lactación (hasta llegar a valores máximos de entre 4,5 y 7,0 kg/d) y ofrecer hasta el destete cantidades ligeramente más altas dependiendo del número de lechones amamantados. Koketsu et al. (1996ab) caracterizó, a lo largo de un año, las distintas pautas de ingestión registradas en 30 granjas comerciales. Utilizaron ingestiones diarias de más de 25.000 lactaciones de 18.8 días de duración media. Los autores clasificaron las curvas de ingestión en: i) RAPID: Aumento rápido al parto sin caída posterior al pico, pauta “*ad libitum*” (18,3%), ii) MAJOR: Aumento rápido con caída >1,8 kg/d al menos dos días (39,4%), iii) MINOR: Aumento rápido con caída <1,8 kg/d al menos dos días (26,5%) y iv) GRADUAL: Aumento progresivo con pico a los 10 días sin bajadas posteriores, próximo al sistema “Stotfold” (15,8%). La ingestión media obtenidas con las pautas RAPID y GRADUAL (5,89 y 5,91 kg/d) fue significativamente superior a la registrada en MINOR (5,42 kg/d) y esta mayor que la MAJOR (5,12 kg/d). Los autores concluyen que: i) alimentar “*ad libitum*” desde el principio a menudo provoca descensos bruscos de la ingestión a lo largo de la lactación (casi en el 80% de los casos) que repercuten en una menor ingestión global; los autores achacan estos descensos bruscos de ingestión a episodios de resistencia a insulina y aumento de estrógenos en sangre, ii) las cerdas que alcanzan el pico de ingestión antes, consumen mayor cantidad de pienso en el global de la lactación y iii) mayores ingestiones en la primera parte y mitad de la lactación se correlacionan con mejores rendimientos reproductivos posteriores.

La recomendación sería establecer un protocolo que permita alcanzar lo antes posible el máximo de ingestión evitando descensos bruscos. Por ello, establecer la curva de ingestión en lactación depende de las condiciones de cada granja pero, fundamentalmente, de la “cantidad” y “calidad” de la mano de obra disponible, en especial del grado de compromiso; los sistemas más costosos suelen ser los menos arriesgados.



### 3.2.4 Piensos de mayor densidad energética

Hipotéticamente para aumentar la ingestión energética se puede recurrir a elevar la concentración en energía de los piensos mediante una mayor inclusión de materias grasas. La revisión llevada a cabo por Babinszky (1998) indica que la adición de grasa a los piensos de lactación mejora la supervivencia de los lechones al aumentar ligeramente la producción y el contenido graso y energético de la leche. Por lo que se refiere al tipo de grasa, Azain (1993) no observó diferencias en el rendimiento de los lechones al sustituir un 10% de aceite de soja por ácidos grasos de cadena media, pero registró una reducción de la mortalidad de los lechones de menor peso al nacimiento (< 0,8-0,9 kg peso vivo al nacimiento).

Van der Brand et al. (2000ab) compararon, entre los días 6 y 20 de la lactación de primerizas, el efecto de sustituir almidón por un 8.1% de sebo a un nivel alto (44 MJ EN/d) y bajo de alimentación (33 MJ EN/d). Los resultados muestran que: i) las cerdas que recibieron sebo produjeron la misma leche mas rica en grasa, proteína y energía, ii) el pienso con sebo no afectó el crecimiento de los lechones, redujo ligeramente la retención de proteína y aumentó la retención de grasa y energía, únicamente en el nivel alto de alimentación, iii) el balance energético de la cerda fue peor con el pienso con grasa, en especial para el nivel alto de alimentación, aunque este hecho no afectó la supervivencia embrionaria en el siguiente ciclo. Parece, por tanto, que sustituir almidón por sebo no perjudicaría los rendimientos productivos ni de los lechones ni de la madre, aunque estos resultados no son concluyentes dado que el experimento no se realizó en condiciones “*ad libitum*” y las cerdas que consumieron los piensos con sebo ingirieron un 10% menos de EM.

En otro experimento, Gatlin et al. (2002), utilizaron 480 cerdas (97 primerizas) y administraron tres piensos; control (13,8 MJ/kg) o con un 10% de grasa (15,5 MJ/kg) bien mezcla de grasa animal de cadena larga o bien de cadena media, entre los días 90 de gestación (2,0 kg/d) y 16 de lactación (“*ad libitum*” con administración cinco veces/d). Se realizaron adopciones y trasposos hasta los tres días post parto y se igualaron camadas de 10-12 lechones. Los resultados no muestran diferencia entre los dos tipos de grasa e indican que: i) en gestación, como era esperable, los piensos con grasa mejoraron el peso vivo y el estado de reservas de las cerdas, aunque proporcionaron mas nacidos muertos y momificados (0,8 vs 0,5 lechones/camada  $p < 0,05$ ), ii) los lechones de las cerdas que consumieron grasa ofrecieron mejores crecimientos (192 vs 203 g/d  $p < 0,002$ ) y mayor peso al destete (4,34 vs 4,53 kg  $p < 0,005$ ) y iii) para la misma ingestión de EM en lactación las cerdas que consumían grasa perdieron menos condición corporal (-0,15 vs -0,07  $p < 0,05$ ).

En definitiva, elevar la densidad energética del pienso mediante una mayor incorporación de grasa puede utilizarse como estrategia para mejorar la ingestión de energía pero, posiblemente, no sea ni la más efectiva ni la más recomendable; dado que para obtener resultados positivos se precisan niveles de grasa añadida muy altos, poco factibles en condiciones industriales de fabricación. Además el tipo de grasa utilizada no parece afectar de manera consistente la respuesta.

#### 4.- CONCLUSIONES

La entrada de cerdas primerizas en el sistema productivo y las estrategias a seguir hasta completar su primera lactación es de vital importancia para la rentabilidad económica de la explotación de cerdas reproductoras ya que tienen un efecto directo sobre su posterior productividad y longevidad. Las distintas estrategias deben tener en cuenta las características fisiológicas clave de las líneas genéticas actuales que, fruto de la selección por contenido magro en el producto final, tienen un mayor tamaño corporal y menos reservas grasas. La estrategia de alimentación de las cerdas de reposición tiene como objetivo unos valores óptimos de peso, edad y reservas en el momento de la 1ª cubrición. Durante la gestación, el objetivo es que la cerda pueda completar su crecimiento materno, básicamente tejido magro, y llegar al primer parto en un buen estado corporal para afrontar la primera lactación. Aunque las cerdas de las líneas magras actuales toleran mejor las pérdidas de proteína corporal para producir leche, es vital que la ingesta de energía y nutrientes sea máxima durante la primera lactación. Un estado catabólico excesivo tiene efectos nefastos sobre la productividad del segundo ciclo, el futuro reproductivo y la longevidad. Unos buenos resultados productivos y un buen estado corporal de la cerda primeriza en el momento del primer destete son prácticamente una garantía de productividad y rentabilidad de la explotación de cerdas reproductoras.

#### 5.- REFERENCIAS

- AHERNE, F.X. (2004) *Hog Farm Management*, September 2004.
- ALMEIDA, F.R.C.L.; KIRKWOOD, R.N.; AHERNE, F.X. y FOXCROFT, G.R. (2000) *J. Anim. Sci.* 78:1556-1563.
- ANGUITA, M., CERISUELO, A., MANZANILLA, E.G. y GASA, J. (2007) *Book of Abstracts of the 58th Annual meeting of the European Association for Animal Production*, nº13, 324.
- ASWORTH, C.J., ANTIPATIS, C. y BEATTIE, I. (1999). *Reprod., Fertility Develop.* 11:323-327.
- AZAIN, M.J. (1993) *J. Anim. Sci.* 71: 3011-3019.

- BABINSZKY, L. (1998) En: *The Lactating Sow*. Verstegen, MWA, Moughan, PJ y Schrama, JW (Ed). Wageningen Pers, pp 143-157.
- BAUCELLS, M.D y CERISUELO, A.. (2004) Suis 11, 49-57.(12, 54-66 y 13, 46-53.)
- BELTRANENA, E., AHERNE, F.X., FOXCROFT, G.R. y KIRKWOOD, R.N. (1991) *J. Anim. Sci.* 69: 886-893.
- BELTRANENA, E., AHERNE, F.X., y FOXCROFT, G.R. (1993) *J. Anim. Sci.* 71: 471-480.
- BORJA, E. y MEDEL, P. (1998) En: *XIV Curso de especialización FEDNA*, pp 63.
- BSAS (British Society of Animal Science) (2003) Nutrient requirement standards for pigs.
- CALDIER, P. (2002) *Pig Progress*: 18, 8-12.
- CARRIÓN, D. y MEDEL, P. (2001) En: *XVII Curso de especialización FEDNA*, pp 42.
- CERISUELO, A. (2007) Influence of maternal feed allowance during mid-gestation on progeny muscle fibre development and sow performance over three consecutive cycles. Tesis Doctoral, UAB.
- CERISUELO, A., SALA, R.; CHAPINAL, N.; GASA, J.; CARRION, D.; COMA, J. y BAUCELLS, M.D. (2007) *Spanish J. Agric. Sci.* (en prensa).
- CLOSE, W.H. (1996) En: *Proc. Pfizer Symp.* Barcelona.
- CLOSE, W.H., (2003) En: *3<sup>rd</sup> London Swine Conference 2003*, pp 25-36.
- CLOSE, W.H. y COLE, D.J.A. (2003) En: *Nutrition of sows and boars*. Nottingham University Press.
- CLOSE, W.H. (2006) En: *Recent Advances in Animal Nutrition 2006*, pp 289-312.
- CLOWES, E.J.; WILLIAMS, I.H.; BARACOS, V.E.; PLUSKE, J.R.; CEGIELSKY, A.C.; ZAK, L.J. y AHERNE, F.X. (1998) *J. Anim. Sci.* 76: 1154-1164.
- CLOWES, E.J., AHERNE, F.X., FOXCROFT, G.R. y BARACOS, V.E. (2003a) *J. Anim. Sci.* 81: 753-764.
- CLOWES, E.J., AHERNE, F.X., FOXCROFT, G.R. y BARACOS, V.E. (2003b) *J. Anim. Sci.* 81: 1517-1528.
- CLOWES, E.J. (2006) En: *Manitoba Swine Conference 2006*. Vol 20, pp 1-9.
- COMA, J. (1997) En: *XIII Curso de especialización FEDNA*, pp 15.
- COSGROVE, J.R.; KIRKWOOD, R.N.; AHERNE, F.X., CLOWES, E.J., FOXCROFT, G.R. Y ZAK, L.J. (1997) En: *Manipulating Pig Production VI*, 33-56.
- DOURMAND, J.Y. (1991) *Livestock Production Science* 27: 309-319.
- DWYER, C.M. Y STICKLAND, N.C. (1991) *Animal Production* 52:527-533.
- DWYER, C.M.; FLETCHER, J.M. y STICKLAND, N.C. (1993) *J. Anim. Sci.* 71: 3339-3343.
- DWYER, C.M.; STICKLAND, N.C. y FLETCHER, J.M.; (1994) *J. Anim. Sci.* 72: 911-917.
- EISSEN, J.J.; KANIS, E Y KEMP, B. (2000) *Livestock Production Science* 64: 147-165.
- EISSEN, J.J.; APELDOORN, E.J., KANIS, E.; WERSTEGEN, M.W.A. y DE GREEF, K.H. (2003) *J. Anim. Sci.* 81: 594-603.
- EVERTS, H. y DEKKER, R.A. (1994) *Anim. Prod.* 59: 293-301.

- EVERTS, H.; BLOCK, M.C.; KEMP, B.; VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C. y SMITS, C.H.M. (1994) *CVB documentation report 9*, pp 51.
- EVERTS, H.; BLOCK, M.C.; KEMP, B.; VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C. y SMITS, C.H.M. (1995) *CVB documentation report 13*, rr 45.
- FAHEY, A.J., BRAMELD, J.M.; PARR, T. y BITTERY, P.J. (2005) *J. Anim. Sci.* 83: 2564-2571.
- FEDNA (2006) *Necesidades nutricionales para ganado porcino*. Normas FEDNA.
- FLOWERS, W.L. (2005) En: *Manitoba Swine Conference 2005*. Vol 19, pp: 1-11.
- FOXCROFT, G.R. y AHERNE, F.X. (2001) *Advances in Pork Production* 12:197-210.
- FOXCROFT, G.R., PATTERSON, J., BELTRANENA, E., y PETTITT, M. (2004) En: *Manitoba Swine Conference 2004*. Vol 18, pp 1-25.
- FOXCROFT, G. R., BELTRANENA, E., PATTERSON, J., WILLIAMS, N. y PIZZARRO, G. (2005) En: *London Swine Conference 2005*. pp 29-46.
- FOXCROFT, G.R., DEGENSTEIN, K., TERLETSKI, S., WELLEN, A., VINSKY, M., PATTERSON, J., NOVAK, S. y WILLIAMS, N.H. (2006) En: *Manitoba Swine Conference 2006*. Vol 20, pp: 50-65.
- FOXCROFT, G.R., DISON, W.T., NOVAK, S., PUTMAN, C.T., TOWN, S.C. y VINSKY, M.D.A. (2006) *J. Anim. Sci.* 84(E.Suppl.):105-112.
- FOXCROFT, G.R.(2007) En: *Paradigms in Pig Science*. Nottingham Press, UK.(In Press)
- FULLER, M.F.; McWILLIAM, R.; WANG, T.C. y GILES, L.R. (1989) *Br. J. Nutr.* 62: 255-267.
- GAUGHAN, J.B., CAMERON, R.D.A., DRYDEN, G.McL. y JOSEY, M.J. (1995) *Anim. Sci.* 61, 561-566.
- GAUGHAN, J.B., CAMERON, R.D.A., DRYDEN, G.McL. y YOUNG, B.A. (1997) *J. Anim. Sci.* 75, 1764-1772.
- GATLIN, L.A.; ODLE, J.; SOEDE, J. Y HANSEN, J.A. (2002) *J. Anim. Sci.* 80: 38-44.
- GILL, B.P. (2006) *J. Anim. Sci.* 84: 1926-1934.
- GILL, B.P. (2007) En: *London Swine Conference 2007*. pp 83-99.
- GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; LOUVEAU, i.; LOBRET, B.; PICHODO, X. Y LE CROZER, Y. (2005) *Livest. Prod. Sci.* 93 : 137-146.
- GUILLEMET, R., HAMARD, A., QUESNEL, H., PERE, M.C., ETIENNE, M., DOURMAD, J.Y. y MEUNIER-SALAÜN, M.C. (2006) *J. Rech. Porc.* 38, 453-460.
- GUEBLEZ, R., GESTIN, J.M. y LE HENAFF G. (1985) *J. Rech. Porc. Fr.* 17, 113-120.
- HOLM, B., BAKKEN, M., VANGEN, O., y REAKAYA, R. (2005) *J. Anim. Sci.* 83: 41-18.
- JAGGER, S. (1996) En: *XII Curso de especialización FEDNA*, pp 18.
- JINDAL, R.; COSGROVE, J.R.; AHERNE, F.X. Y FOXCROFT, G.R. (1996) *J. Anim. Sci.* 74: 620-624.
- KNOX, R. (2005) En: *London Swine Conference 2005*. pp 47-59.
- KOKETSU, Y.; DIAL, G.D.; PETTIGREW, J.E.; MARCH, W.E. Y KING, V.L. (2006a) *J. Anim. Sci.* 74: 1202-1210.

- KOKETSU, Y.; DIAL, G.D.; PETTIGREW, J.E.; MARCH, W.E. Y KING, V.L. (2006b) *J. Anim. Sci.* 74: 2875-2884.
- LARZUL, C.; LEFAUCHEUR, L.; ECOLAN, P.; GOGUE, J.; TALMANT, A., SELLIER, P.; LE ROY, P. y MONIN, G. (1997) *J. Anim. Sci.* 75: 3126-3137.
- LUCIA, T., DIAL, G.D., Y MARCH, W.E. (2000) *Livest. Prod. Sci.* 63: 213-222.
- MALTIN, C.; DELDAY, M.; SINCLAIR, K.; STEVEN, J. y SNEDDON, A. (2001) *Reproduction* 75: 359-374.
- MLC - Meat and Livestock Commission, (2004) *Gilt rearing for lifetime performance: an update in nutritional strategies and general management*. 28pp.
- MROZ, Z.; JONGBLOED, A.W.; LENIS, N.P. Y VREMAN, K. (1995) *Nutr. Res. Rev.* 8: 137-164.
- MULLAN, B.P. y WILLIAMS, I.H. (1989) *Anim. Prod.* 48: 449-457.
- NRC (1998) National Research Council *Nutrient requirements of swine*. National Academy Press, Washington DC.
- NOBLET, J., DOURMAD, J.Y. y ETIENNE, M. (1990) *J. Anim. Sci.* 68: 562-572.
- NOBLET, J., DOURMAD, J.Y.; ETIENNE, M. y LE DIVIDICH, J. (1997) *J. Anim. Sci.* 75: 2708-2714.
- NOVAK, S., ALMEDIA, F., COSGORVE, J.R., DIXON, W.T. y FOXCROFT, G.T. (2003) *J. Anim. Sci.* 81: 772-783
- PATTERSON, J.L., BALL, R.O., WILLIS, H.J., AHERNE, F.X. y FOXCROFT, G.T. (2002) *J. Anim. Sci.* 80: 1299-1310.
- PEDERSEN, P.H.; OKSBJERG, N.; KARLSSON, A.H.; BUSK, H.; BENDIXEN, E. Y HENCKEL, P. (2001) *Livest. Prod. Sci.* 73: 15-24.
- PENNY, P.C., VARLEY, M.A. y TIBBLE, S. (2001) En: *Manipulating Pig Production VIII*, Australian Pig Science Association, p 192.
- PETTIGREW, J.E. (1995) En: *Recent Advances in Animal Nutrition*, pp 241-256.
- PLUSKE, J.R.; WILLIAMS, I.H.; CEGIELSKY, A.C.; ZAK, L.J., CLOWES, E.J. y AHERNE, F.X. (1998) *J. Anim. Sci.* 76: 1165-1171.
- QUINIOU, N. Y NOBLET, J. (1999) *J. Anim. Sci.* 77: 2124-2134.
- QUESNEL, H., MEJIA-GUADARRAMA, C.A., DOURMAD, Y., FARMER, C. y PRUNIER, A. (2005a) *Reprod. Nutr. Dev.* 4:39-56.
- QUESNEL, H., MEJIA-GUADARRAMA, C.A., PASQUIER, A., DOURMAD, Y. y PRUNIER, A. (2005b) *Reprod. Nutr. Dev.* 4:57-68.
- ROBINSON, J.; SINCLAIR, K. y McEVOY, T. (1999) *Anim. Sci.* 68: 315-331.
- RODRIGUEZ-ZAS, S.L., SOUTHEY, B.R., KNOX, R.J., CONNOR, J.F., LOWE, J.F., y ROSCAMP, B.J. (2003) *J. Anim. Sci.* 81: 2915-2922.
- SERENIUS, T. y STALDER, K.J. (2006) *J. Anim. Sci.* 84(E.Suppl.):166-171.
- STALDER, K.J., LONG, T.E., GOODWIN, R.N., WYATT, R.L. y HALSTEAD, J.H. (2000) *J. Anim. Sci.* 78: 1125-1131.
- STALDER, K.J., SAXTON, A.M., CONATSER, G.E. y SERENIUS, T. (2005) *Livest. Prod. Sci.* 97: 151-159.

- TUMMARUK, P., LUNDEHEIM, N., EINARSSON, S. DALIN, A.M. (2000) *Anim. Reprod. Sci* 63:241-253.
- VAN DER BRAND, H.; DIELEMAN, S.J., SOEDE, N.M. Y KEMP, B. (2000a) *J. Anim. Sci.* 78: 396-404.
- VAN DER BRAND, H.; SOEDE, N.M. Y KEMP, B. (2000b) *J. Anim. Sci.* 78: 405-411.
- VAN WETTERE, W.H., MITCHELL, M., REVELL, D.K. y HUGHES, P.E. (2005a) *Manipulating Pig Production X*, Australian Pig Science Association, pp 180-187.
- VAN WETTERE, W.H., MITCHELL, M., SCHULZ, S., REVELL, D.K. y HUGHES, P.E. (2005b) *Manipulating Pig Production X*, Australian Pig Science Association, p 200.
- VAN WETTERE, W.H., MITCHELL, M., SCHULZ, S., REVELL, D.K. y HUGHES, P.E. (2005c) *Manipulating Pig Production X*, Australian Pig Science Association, p 201.
- VAN WETTERE, W.H., REVELL, D.K., MITCHELL, M. y HUGHES, P.E. (2006) *Anim. Reprod. Sci.* 95:97-106.
- VAN WETTERE, W.H. y HUGHES, P.E. (2007) En: *Paradigms in Pig Science*. Nottingham Press, UK.(In Press)
- VESSEUR, P.C.; KEMP, B. Y DEN HARTOG, L.A. (1994) *J. Anim. Phys. Anim. Nutr.* 71: 30-38.
- VINSKY, M.D., NOVAK, S., DIXON, W.T., DYCK, M.K. y FOXCROFT, G.R. (2006) *Reproduction Fertility Development* (In Press).
- VIROLAINEN, J.V., TAST, A., SRSA, A., LOVE R.J. y PELTONIEMI, O.A. (2004) *Anim. Reprod. Sci.* 80:341-352.
- WHITTEMORE, C.T. (1996) *Livest. Prod. Sci.* 46: 65-83.
- WILLIAMS, N.H., PATTERSON, J. y FOXCROFT, G.R. (2005) *Adv. Pork Prod.* 16:281-289.
- WILLIS, H.J.; ZAK, L.J. y FOXCROFT, G.R. (2003) *J. Anim. Sci.* 81, 2088-2102.
- XUE, J.L.; KOKETSU, Y.; DIAL, G.D.; PETTOGREW, J.E. y SOWER, A. (1997) *J. Anim. Sci.* 75, 1845-1852.
- YOUNG, M.G. (2003) En; *Teagasc Pig Farmers' Conference*. pp 41-54. [www.teagasc.ie/publications/2003/pigconf](http://www.teagasc.ie/publications/2003/pigconf)
- YOUNG, M.G.; TOKACH, R.D.; GOODBAND, J.L.; NELSSSEN, J.L. y DRITZ, S.S. (2001) *Kansas swine Day*, pp 5-9.
- YOUNG, M.G., TOKACH, M.D., AHERNE, F.X., MAIN, R.G., DRITZ, S.S. GOODBAND, R.D. y NELSSSEN, J.L.(2004) *J. Anim. Sci* 82:3058-3070.
- YOUNG, M.G., TOKACH, M.D., AHERNE, F.X., MAIN, R.G., DRITZ, S.S. GOODBAND, R.D. y NELSSSEN, J.L.(2005) *J. Anim. Sci* 83: 255-261.
- ZAK, L.J., WILLIAMS, I.H.; FOXCROFT, G.R.; PLUSKE, J.R.; CEGIELSKY, A.C.; CLOWES, E.J. y AHERNE, F.X. (1998) *J. Anim. Sci.* 76: 1145-1153.
- ZAK, L.J.; COSGROVE, J.R.; AHERNE, F.X. y FOXCROFT, G.R. (1997a) *J. Anim. Sci.* 75: 208-216.
- ZAK, L.J.; XU, X.; HARDIN, R.T. y FOXCROFT, G.R. (1997b) *J. Reprod. Fert.* 110: 99-106.