



Efecto de la nutrición sobre el rendimiento reproductivo de la cerda

.....
A.G. Borbolla M. Sc. Ph.D.
Departamento de Producción Animal: Cerdos F.M.V.Z. - U.N.A.M.-México
.....



Resumen

En todas las especies y principalmente en los mamíferos, la nutrición afecta la actividad reproductiva. En los mamíferos, el compromiso materno de sostener los costosos requerimientos metabólicos de una gestación y lactancia prolongadas pone en riesgo continuo su actividad reproductiva. En la cerda, una vez se ha preñado, necesita un nivel muy severo de malnutrición para comprometer la supervivencia embrionaria.

En el cerdo doméstico, una especie multipara, los programas de mejoramiento genético han desarrollado un animal más magro y precoz, con capacidad de procrear una camada más numerosa, maximizando la producción de leche en un período corto de lactancia, con un incremento en sus requerimientos nutricionales.

Esto ha ocasionado una fragilidad en la relación nutrición – reproducción y un acortamiento de la vida productiva del animal, ya que la cerda tiene un compromiso metabólico mayor con la supervivencia de los embriones usando sus tejidos corporales, sin importar el estado nutricional o físico de la madre.

Por otro lado, el exceso de reservas corporales de la madre tiene un efecto deletéreo sobre la reproducción, con un comportamiento anormal del ciclo estral, ya que los estrógenos secretados por los ovarios son atrapados o disueltos por los depósitos de grasa.

Por estas consideraciones, se debe establecer un programa de nutrición para apoyar la actividad reproductiva de las cerdas.

Summary

In all species and mainly in mammals, nutrition affects reproductive activity. In mammals, maternal compromise to maintain costly metabolic requirements for long pregnancy and lactation supposes a continuous risk on reproductive activity. In the sow, once she's pregnant, she needs a very severe malnutrition level to compromise embryonic survival.

In the domestic pig, a multiparous species, genetic improvement programs have developed a leaner and precocious animal, capable to give birth to larger litters, maximizing milk production in a short lactation period, with an increase in nutritional requirements.

This has caused a certain fragility on the nutrition – reproduction relation and a shortening of the animal's reproductive life, since the sow has a larger metabolic compromise with embryonic survival using her body tissues, regardless of her nutritional or physical state.

On the other hand, excessive body reserve of the sow has a detrimental effect on reproduction, with an abnormal behavior of the estral cycle, since estrogens secreted by ovaries are trapped or dissolved in fat deposits.

Due to these considerations, a nutrition program to support the reproductive activity of the sow must be established.



Introducción.....

En todas las especies y principalmente en mamíferos, la nutrición afecta la actividad reproductiva (Cosgrove et al., 1995). En los mamíferos, el compromiso materno de sostener los costosos requerimientos metabólicos de una prolongada gestación y lactancia pone en continuo riesgo la futura actividad reproductiva de estas especies. Para algunos investigadores (Bronson, 1989; Aherne et al., 1992), la reproducción (crecimiento y funcionamiento de los órganos reproductivos) ocupa el cuarto lugar de prioridad en la utilización de nutrientes después del mantenimiento celular, termogénesis y locomoción; sin embargo, existen marcadas diferencias entre las especies. En especies con vida corta y, consecuentemente, con mayores requerimientos nutricionales para la generación de calor y actividad locomotora (ej: pequeños roedores), la disponibilidad de alimento es el principal factor que determina la presentación de la pubertad y el mantenimiento y reinicio de la función reproductiva (Cosgrove et al., 1995). En la borrega prepúber (Foster et al., 1989) y en la vaquilla (Day et al., 1986) una restricción severa de alimento suprime la secreción episódica de hormona luteinizante. Entre otros mamíferos mayores como la mujer, se requiere de una cierta cantidad de grasa corporal para iniciar y mantener el ciclo menstrual (Frisch, 1984). En la cerda, una vez ésta ha quedado gestante, se necesita un nivel de malnutrición muy severo para afectar la supervivencia embrionaria (Speer, 1982).

En el cerdo doméstico, una especie monogástrica múltipara y los intensos programas de mejoramiento genético a los que ha sido sometido, han desarrollado un animal más magro y precoz (Rozeboom, et al., 1996), con capacidad para procrear una camada numerosa, maximizando la producción de leche en un período corto de lactancia, y con un consecuente incremento en sus requerimientos nutricionales (Patience, 1996; Pettigrew y Yang, en prensa). Adicionalmente, en los últimos 15 años, las hembras de esta especie además de ser sometidas a una intensa presión de selección para disminuir su crecimiento graso, han sido seleccionadas para poder ser cruzadas a edades más tempranas, con pesos más ligeros y por lo tanto, reservas corporales más escasas (Aherne et al., 1992), lo que ha ocasionado una mayor fragilidad en la relación nutrición-reproducción y, por lo tanto, un acortamiento de la vida

En el cerdo doméstico, una especie monogástrica múltipara y los intensos programas de mejoramiento genético a los que ha sido sometido, han desarrollado un animal más magro y precoz con capacidad para procrear una camada numerosa, maximizando la producción de leche en un período corto de lactancia, y con un consecuente incremento en sus requerimientos nutricionales

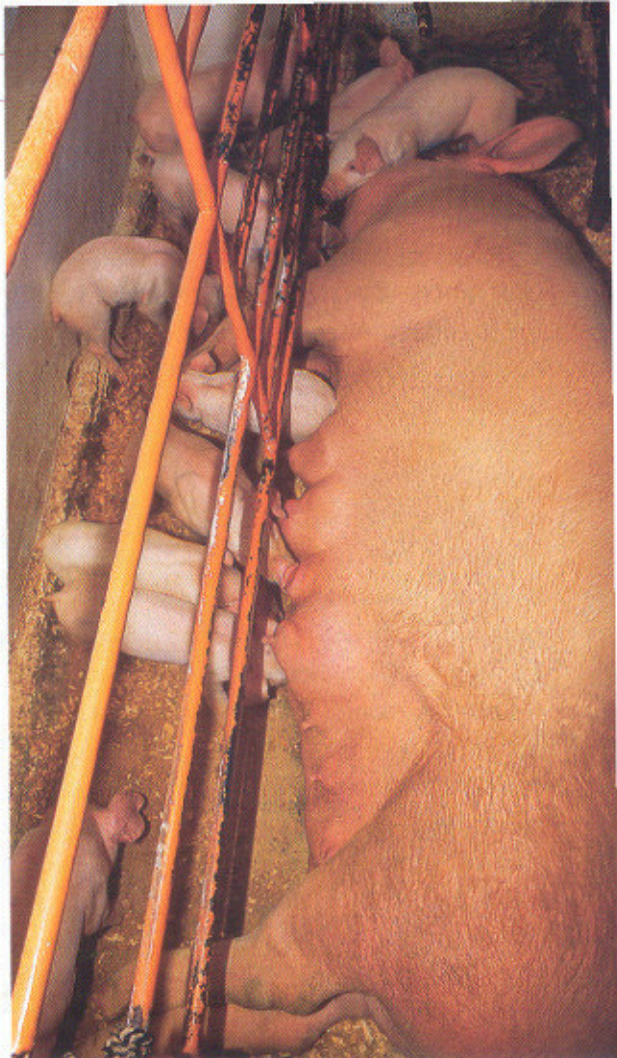




productiva de este animal. Esto último se debe a que la cerda (particularmente las razas modernas) está metabólicamente más comprometida a apoyar la supervivencia embrionaria utilizando sus tejidos corporales (Pettigrew y Yang, en prensa); así, cuando un óvulo es fertilizado los embriones tienen una alta prioridad en el reparto de nutrientes (Ahernet al., 1992) sin importar el estado nutricional (Speer, 1982) o físico de la madre. Esto significa que animales gestantes con pocas reservas corporales (jóvenes o inadecuadamente alimentados), deben movilizarlas para la mantención de la gestación (Patience, 1996).

Sin embargo, la futura preñez podría verse impedida al no contar la madre con el suficiente tiempo para el reabastecimiento de sus reservas, principalmente cuando amamanta camadas numerosas y/o por tiempos prolongados. Estos graves problemas reproductivos son principalmente el resultado de programas de selección dirigidos a generar una mayor capacidad reproductiva en esta especie, sin desarrollar o aumentar al mismo tiempo la capacidad de estos animales para ingerir y depositar nutrientes en forma de tejido (adiposo y muscular principalmente). Por el contrario, esta intensa selección para reducir la cantidad de tejido graso ha sido realmente dirigida a disminuir el apetito del animal, ya que el principal factor que provoca la acumulación de grasa en el organismo es la cantidad de alimento consumido (Aherne et al., 1992).

A este respecto, existe un gran número de evidencias que muestran que el consumo voluntario de las cerdas modernas (razas mejoradas o de nueva creación) durante la lactancia es bajo, y a menudo no provee la suficiente energía o nutrientes para el mantenimiento o la producción láctea (Koketsu et al., 1996). El NCR (1986) reportó que aun con niveles ad libitum, el consumo promedio



diario durante una nueva lactancia de 28 días fue de 4.27kg para primerizas y 4.90Kg para hembras adultas, cantidad muy por debajo de lo necesario para esta etapa. Lynch (1989) reportó que aproximadamente el 40% de las hembras primerizas, 50% de segundo parto y 70% de 3 o más partos no consumían los niveles recomendados de alimentación durante la lactancia. Estas cerdas movilizan sus reservas corporales de proteína y grasa para satisfacer sus demandas de producción de leche estimándose que perdían de 40 a 75% de tejido magro y de 25 a 60% de grasa (Noblet et al., 1990) durante la lactancia.

Por otro lado, el exceso de reservas corporales (sobrepeso) también tiene marcados efectos detrimentales sobre la reproducción. Desde hace varias décadas, Hafez (1959) y



Pomeroy (1960) reportaron que cerdas de reemplazo excesivamente gordas presentaban un comportamiento anormal en su ciclo estral. Posteriormente, (Aherne et al., 1992) sugirieron que esto se debe a que los estrógenos secretados por los ovarios son atrapados o disueltos por los depósitos de grasa.

Establecimiento de un Programa de Nutrición Para Apoyar la Actividad Reproductiva

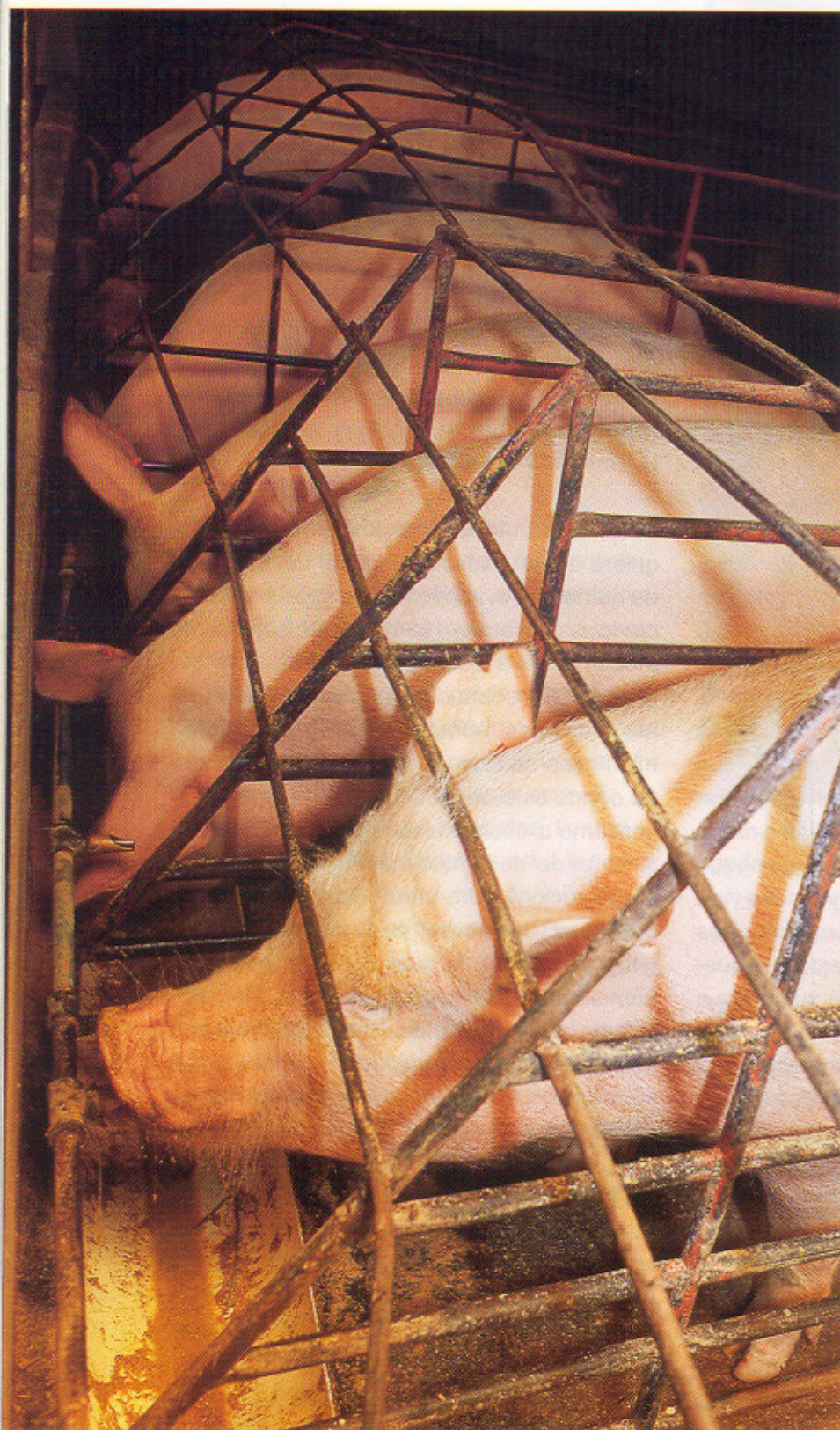
Definir un programa óptimo de alimentación para el pie de cría (cerdas primerizas y multíparas principalmente) es una tarea compleja debido a la gran diversidad de condiciones medioambientales, genéticas y sistemas de manejo que se observan en la industria porcina (Patience, 1996). Además, evaluar el efecto de la nutrición sobre el comportamiento reproductivo es muy difícil ya que la cerda puede funcionar reproductivamente aun con pequeñas deficiencias nutricionales. Adicionalmente, respuestas positivas o negativas a algún nutriente específico o combinación de ellos, son a menudo muy tenues y difíciles de medir. Como si esto fuera poco, las variaciones en el individuo respecto al requerimiento nutricional o el grado de respuesta a niveles apropiados o deficientes no permiten detectar claramente respuestas reales. Como parte de este cuadro se encuentran las interacciones entre la nutrición y el medio ambiente, que no son consideradas la mayor parte de las veces, cuando se toman conclusiones sobre los requerimientos nutricionales de las cerdas.

Es importante también tomar en cuenta que en esta especie, el comportamiento nutricional durante alguna fase de la reproducción (gestación y lactancia) está afectado por el pro-

grama nutricional de las fases precedentes; por ejemplo, una interrupción de nutrientes por un corto tiempo en cerdas primíparas durante la lactancia puede impactar substancialmente la supervivencia del embrión y la fecundidad de la siguiente gestación (Aherne et al., 1992); altos niveles de consumo durante la gestación provocan una marcada depresión del apetito durante la lactancia (Williams y Mullan, 1989; Koketsu et al., 1996). Por lo tanto, es necesario evaluar las estrategias nutricionales durante toda la vida reproductiva del animal (Pettigrew y Tokach, 1991), y no solamente durante una etapa específica.

Un manejo nutricional exitoso de la cerda requiere de un cuidadoso control del consumo de nutrientes evitando los excesos y las deficiencias (Patience, 1996), ya que además de afectar a las subsecuentes etapas, este suministro inadecuado de nutrientes puede tener profundas repercusiones en el funcionamiento reproductivo de la cerda durante la etapa donde éste se presente. Por ejemplo, un consumo excesivo de energía durante la parte inicial del desarrollo mamario (día 70 a 105 de gestación) tiene un efecto negativo en la cantidad de ácido desoxirribonucleico (Hughes, 1989), lo cual significa un menor número de células productoras de leche y, por lo tanto, un menor rendimiento lácteo (Weldon et al., 1991). Niveles bajos de proteína (Jones y Maxwell, 1974) o un severo desbalance de aminoácidos (Friend, 1973) retrasan la presentación de la pubertad. Un consumo bajo de

Un manejo nutricional exitoso de la cerda requiere de un cuidadoso control del consumo de nutrientes evitando los excesos y las deficiencias



alimento durante la lactancia no sólo resulta en pérdida del tejido graso y proteína (Noblet et al., 1990) sino que se afecta el patrón de liberación de hormonas relacionadas con la reproducción. En este sentido, Foxcroft (1990) y Pettigrew (1991) observaron una disminución en la concentración de LH en cerdas mal alimentadas. Similarmente, (Tsuma et al. 1996) reportaron que la falta total de alimento en cerdas primíparas al inicio de la gestación, provocaba un aumento en los niveles de cortisol, un dramático incremento en la concentración de progesterona, una disminución de estrógenos y un incremento en el nivel de prostanglandina circulante. Contrariamente, un nivel de alimentación alto durante la preñez, además de reducir el consumo voluntario durante la lactancia (Koketsu et al., 1996), disminuye la liberación del LH en esta etapa (Xue et al., 1996). Todas estas alteraciones de los patrones normales de liberación de hormonas en respuesta al nivel de consumo alimenticio, resultan en alteraciones de la actividad reproductiva de la cerda joven y adulta.

Las metas de un programa de alimentación adecuado son aprovechar el potencial productivo de las cerdas,

con niveles ad libitum, el consumo promedio de hace varias décadas, Hafez (1959) y



maximizando el número de los lechones por camada, optimizando el peso al nacer, incrementando el número de camadas por año, aumentando la producción de leche, la longevidad y la productividad en las cerdas. Es importante enfatizar que no es posible generalizar sobre los niveles de nutrientes y la cantidad de alimento para una cierta etapa, ya que el nivel óptimo de ambos elementos varía de acuerdo con los siguientes factores:

- El tamaño de la primeriza a la monta y de la cerda adulta posteriormente.
- El medio ambiente proporcionado.
- El método de alimentación.
- La salud de la pira.
- El nivel de la productividad de las cerdas (calidad genética).
- La calidad del manejo.
- Raza.

Para evaluar la eficiencia del programa de alimentación implementado en una explotación porcina se han utilizado algunos métodos, entre ellos evaluar el estado corporal de la cerda al momento del parto, destete y monta, la ganancia de peso de la cerda entre destetes, entre otros. Este último indica que las cerdas deben aumentar de 10 a

15kg de peso de un destete a otro, dicho incremento en el peso vivo debe seguir hasta que la cerda termine de madurar, lo que ocurre cerca del cuarto o quinto parto, después de lo cual la ganancia de peso se debe estabilizar (English et al., 1977).

Estos métodos de evaluación en realidad buscan determinar los efectos de la dieta sobre la ganancia de peso y la condición corporal de la cerda. Este sistema es cuestionable a la luz de nuevos indicios que señalan que cerdas con peso o condición corporal similar pueden tener estados metabólicos enteramente diferentes, lo cual puede llevar a diferencias en la función reproductiva (Aherne et al., 1992). (Dourmad 1991) sugiere que a pesar de que se observe una ganancia de peso lineal en la respuesta a niveles aumentados de energía (ej: durante la gestación), un análisis de la condición corporal mostrará que la cantidad de grasa (dorsal y corporal) disminuye conforme el peso aumenta. Esto significa que el peso corporal es sólo una parte de los indicadores de un buen programa nutricional, ya que cambios en este parámetro no indican necesariamente cambios en la condición corporal (Patience, 1996).

Programa de Alimentación de Cerdas

Alimentación previa a la pubertad: La alimentación en esta fase debe tener por objetivo estimular la actividad reproductiva (pubertad) a una edad muy temprana y previsible (English et al., 1977). Más que edad o peso, la combinación de factores como edad, peso corporal y porcentaje de grasa corporal son necesarios para alcanzar la pubertad (Kirkwood y Aberne, 1985) y/o mantener las funciones reproductivas. Una vez iniciada la pubertad, determinar el momento preciso para montar a las cerdas de reemplazo es sumamente importante ya que determina la rentabilidad de la producción de cerdo. (Rozeboom et al. 1996) indicaron que los principales puntos a considerar para determinar cuándo montar a las cerdas de reemplazo eran:

1. El costo del alimento durante el período comprendido desde la selección y hasta la preñez.
2. La vida productiva de la cerda.

Estos investigadores concluyeron que con un excelente manejo y un adecuado programa de alimentación, la pubertad puede ser estimulada



a una edad muy temprana y las hembras pueden ser montadas entre 170 y 190 días sin que esto ponga en riesgo la vida útil de la cerda. (Rozeboom et al.1996) también concluyeron que retrasar la monta después del segundo o tercer estro era económicamente desfavorable.

Un programa de manejo recomendable para esta etapa es:

- Alimentar con una dieta adecuada en proteína y baja en energía.
- Restringir el consumo de alimento desde los 30kg de peso vivo hasta el servicio, de tal forma que se obtengan ganancias promedio de 700 g/día hasta la monta.
- Incrementar la cantidad de alimento entre el primer celo y la concepción, de tal forma que

tenga un nivel de grasa corporal mayor al 17% y un mínimo de 18mm de grasa a la altura de P2 (6.5cm por debajo de la línea media a la altura de la última costilla), al momento de quedar gestantes.

Alimentación Durante la Gestación

La preñez involucra el desarrollo progresivo de la carga fetal, la placenta, las membranas fetales, fluidos fetales, útero y el desarrollo inicial del tejido mamario. La gestación es la fase del ciclo productivo donde la cerda utiliza el alimento más eficientemente, tanto para fines de crecimiento como para reproducción debido a que se encuentra en un estado anabólico (PIC, 1995). Esto se aprecia más en cerdas de primero y segundo parto, las cuales siguen ganando gran cantidad de proteína y grasa du-



rante la gestación, sin embargo, se debe cuidar mucho la calidad del alimento a proporcionar ya que un cerdo de abasto pasa el 40% de la vida en el útero de su madre, alimentándose de los nutrientes que ésta consume.

Actualmente, las explotaciones porcinas tienen como práctica común suministrar a las cerdas gestantes una cantidad fija de alimento durante todo el período gestacional, sabiendo que las dos influencias negativas más poderosas sobre el consumo de alimento durante la lactancia son el consumo de alimento durante la gestación y la temperatura ambiente durante la lactancia (Cole, 1990; Noblet et al., 1990). Sin embargo, si se considera que el útero grávido pesa al término de la gestación 25kg y contiene casi 3kg de proteína y 20.3Mcal de energía (Whittenmore, 1993), y que la deposición de estos nutrientes se presenta principalmente al final de la gestación, se puede deducir que esta práctica no es la más correcta. Recientemente, (Patience 1996) indicó que no incrementar la cantidad de alimento ofrecido a la cerda al final de la gestación, provocaba que las reservas corporales de grasa y energía se movilizarán aun antes del inicio de la lactancia, por lo que el autor recomendaba aumentar el alimento durante las últimas 3 semanas de la preñez. Dicho aumento de alimento en esta etapa no parece deprimir el consumo durante la lactancia (Cole, 1989).

El objetivo del programa de alimentación durante esta etapa debe ser el de proporcionar el alimento necesario para que las cerdas no pierdan peso ni tampoco se pongan obesas. Por esto hay que alimentar a las cerdas gestantes de acuerdo con su condición física, suministrando en lo posible una alimentación individualizada durante esta etapa. Una recomendación general es alimentar a las primizas con 2.0 a 2.3kg de alimento por día y

a las adultas de 2.3 a 2.8kg de alimento por día, dependiendo de la condición corporal. En el último tercio de la gestación se empiezan a movilizar grasa, músculo y minerales de huesos, con la finalidad de satisfacer las necesidades energéticas, minerales y de aminoácidos de los fetos en útero. Esta demanda es mucho más importante en cerdas muy prolíficas, por lo que algunos proveedores de estas líneas recomiendan dar de 0.7 a 1.2kg más de alimento por día en esta etapa, disminuyendo esta alta tasa de alimentación 2 ó 3 días antes del parto (PIC 1995). Es importante no sobrealimentar a las cerdas, ya que a mayor ingestión de alimento durante la preñez, menor será el apetito en la siguiente lactancia (Coffey et al., 1994). Además, las cerdas demasiado obesas tienen por lo general partos más difíciles, y parecen estar más predispuestas a agalactia (falta de producción de leche) (English et al., 1977). Además, cada mm que se incrementa la grasa dorsal en gestación, se refleja en una pérdida de 0.36mm en la lactancia (PIC, 1995).

Tomando los puntos anteriores en consideración se puede concluir que el mejor programa de alimentación de la cerda gestante es aquel que busca una moderada ganancia de peso durante la gestación (incrementando las posibles reservas de grasa dorsal), evitando la sobrealimentación e incrementando la cantidad de alimento 2 a 3 semanas antes de la fecha probable de parto (Aherne et al., 1992).

La gestación es la fase del ciclo productivo donde la cerda utiliza el alimento más eficientemente, tanto para fines de crecimiento como para reproducción



Alimentación Durante el Periparto

Algunos porcicultores suministran un nivel bajo de alimentación alrededor del parto pero a las cerdas con apetito intenso les proporcionan una cantidad considerablemente mayor de alimento con el fin de aminorar el estrés de la cerda, disminuyendo con esto la posibilidad de que aplaste a sus lechones al parto (English et al., 1977). Se recomienda que cerdas prolíficas no presenten sobrepeso al momento del parto; por lo tanto, se recomienda que no tengan más de 25mm de grasa dorsal, ya que esto puede favorecer el parto. Se acostumbra dar alimentos fibrosos o sulfato de magnesio (sal inglesa) en esta etapa para disminuir la constipación.

Alimentación Durante la Lactancia

Los requerimientos de energía y proteína durante la lactancia dependen del peso de la cerda, su producción láctea y su composición, el cambio de peso corporal o condición corporal durante la lactancia (Aherne et al., 1992). Durante esta etapa, para evitar en lo posible que la cerda recurra a sus reservas corporales para producir leche, es necesario que se alcancen los niveles máximos de consumo de una dieta adecuadamente balanceada. Como ya se mencionó, debe evitarse la sobrealimentación durante la gestación de modo que el apetito de la cerda aumente en la lactancia. Una adecuada alimentación de la cerda lactante asegura una producción de leche adecuada y, a su vez, un buen desarrollo de la camada con un menor desgaste, lo que favorece una rápida presentación del celo y una camada numerosa a la siguiente

parición. La producción de leche es relativamente baja al principio y gradualmente llega a su punto máximo a las 3 semanas postparto (Hughes, 1993; Pettigrew, 1993). Como resultado, la pérdida de peso tiende a ser mayor después de la tercera semana de lactancia. Así, cuanto más tardío sea el destete, tanto mayor deberá ser la ingestión de alimento para evitar una pérdida excesiva de peso hacia el final de la lactancia.

Sin embargo, como ya se mencionó, las cerdas de nueva generación, sobre todo las primerizas, no consumen la cantidad adecuada de alimento (Rozeboom et al., 1996) ocurriendo una pérdida excesiva de la condición física hacia el destete. Se ha observado que un consumo mayor de 5kg promedio de alimento evita la pérdida de peso, mientras que un consumo diario de más de 8kg promedio evita la pérdida de grasa dorsal. Esto es importante ya que el 1% de pérdida de grasa dorsal en lactancia, da como resultado 0.1 lechones menos en la siguiente camada.

Los niveles de alimentación durante la lactancia de cerdas primíparas están inversamente relacionadas con el intervalo destete-estro y tamaño de camada, ya que a mayor cantidad de alimento consumido, más corto es el intervalo, lo que afecta en menor medida a cerdas de más de 2 partos (Hughes, 1993). En estudios realizados por PIC (1995) se observa que cerdas con consumos mayores a 5kg promedio, tienen un intervalo destete-estro, menor o igual a 7 días, el cual se incrementa si el consumo es menor.

Es muy importante cuidar la estrategia de alimentación durante la primera y segunda lactancia, ya que en este período las demandas de crecimiento y desarrollo por parte de la



cerda son mayores, y por consiguiente son las que tienen mayor impacto en la longevidad de las cerdas (PIC, 1995). La densidad nutritiva debe ser ajustada para maximizar la producción láctea, el crecimiento de los lechones y para mantener la condición corporal (Coffey et al., 1994). La calidad nutritiva de la dieta también está relacionada con la producción láctea y la reproducción, además de estar directamente correlacionada con la producción de folículos para la siguiente camada, ya que mientras menor es la pérdida de peso en lactancia, mayor es el número de óvulos liberados. Además, a mayor consumo de proteína durante esta etapa, aumentan los niveles de LH (Hormona Luteinizante) predestete y postdestete, por lo que aumenta el número de óvulos liberados en el siguiente estro y el pronto retorno a calor.

Alimentación Después del Destete

Los principales objetivos del programa nutricional después del destete son el reducir el período para una monta efectiva, sincronizar la presentación del estro, y maximizar la ovulación y la tasa de concepción (Aherne et al., 1992). Existen reportes (Aherne y



Kirkwood, 1985) que indican que incrementar el consumo de alimento después del destete reduce el intervalo a servicio en cerdas primerizas e incrementa el número de cerdas que muestran estro en los primeros días, así como provoca el reclutamiento y libera-

ción de un mayor número de óvulos (Olea, 1996). Sin embargo, estos efectos no se observan en hembras maduras con buena condición corporal, lo que podría indicar que la respuesta del animal a un incremento en el consumo de alimento durante la lactancia,

y el peso y la condición al momento del destete (Aherne et al., 1992). Por lo tanto, es recomendable que cerdas que perdieron gran cantidad de peso durante la lactancia, sean alimentadas con una mayor proporción de dieta durante este periodo.

Bibliografía

1. AHERNE, R. N., F. X. AND FOXCROFT, G. R.. Effect of lactation feed intake on endocrine status and metabolite levels in sows. *Can. J. Anim. Sci.* Vol. 72 (1992); p. 799-807.
2. BRONSON, F. H. Mammalian reproductive biology. Chicago: University of Chicago, 1989.
3. COFFEY, M. T. et al. Effects of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows: a cooperative study. *En: J. Anim. Sci.* Vol. 72 (1994); p. 4-9.
4. COLE, D.J.A. and CHADD, S. A. Voluntary food intake of growing pigs. *En: the voluntary food intake of pigs* ed. J.M. Forbes, M.A. Varley and T.L.J. Lawrence (Occasional publication, British society of animal production. 1989.
5. COLE, D. J. A. Nutritional strategies to optimize reproductions in pigs. *En: Control of Pig Reproduction III. J. Reprod. Fertil. Suppl.* Vol. 40 (1999); p. 67-82.
6. COSGROVE, J. R. ; CHARLTON, S. T.; COSGROVE, L. J. ZACK and FOXCROFT, G. R. Interactions between nutrition and reproduction in the pig. *En: Reprod. Dom. Anim.* Vol. 30 (1995); p. 13-200.
7. DAY, M. L.; IMAKAWA, K.; ZALESKI, D. D. And KITTOCK, R. J. J. E. Effects of restriction of dietary energy intake during the prepubertal period on secretion of luteinizing hormone and response of the pituitary to luteinizing hormone-releasing hormone in heifers. *En: J. Anim. Sci.* Vol. 62 (1986); p. 1.641-1.648.
8. ENGLISH, P. R. SMITH W. J.; MACLEAN, A. The sow: improving her efficiency. Ipswich: Farming Press, 1977.
9. FOSTER, D. L. et al.. Metabolic interfaces between growth and reproduction, I. Nutritional modulation of gonadotropin prolactin and growth hormone secretion in the growth limited in female lamb. *En: Endocrinology.* Vol. 125 (1989); p. 342-350.
10. HUGHES, P. E. Nutrition-reproduction interaction in the breeding sow. In *Manipulating pig production II.* Australia: J.L. Barnett and D.P. Hennesy, 1989.
11. HUGHES, P.E. The effects of food level during lactation and early gestation on the sow reproductive performance of mature sows. *En: Anim. Prod.* Vol. 57 (1993); p. 437-445.
12. JONES, R. D. And MAXWELL, C. V. *En: J. Anim. Sci.* Vol. 39 (1974); p. 10-67.
13. KOTETSU, Y.; DIAL, G. D.; PETIGREW, J. E.; MARSH, W.E.; KING, V. L. King, V.L. Characterization of feed intake patterns during lactation in comercial swine herds. *En: J. Anim. Sci.* Vol. 74 (1996); p. 1.202.
14. LYNCH, P.B.. Voluntary feed intake in gilts and multiparous sows. *Voluntary intake of pigs.* *En: Occasional Publication of the British Society of Animal Production.* No.13 (1989). s.p.
15. NRC. Predicting feed intake of food producing animals. Washington: National Academy Press, 1988.



16. NRC. Nutrient Requirements of Swine . 9. Ed. Washington: National Academy Press, 1988.
17. PATIENCE, J. F. Meeting the energy and protein requirements of the high producing sow. En: Animal Feed Science Technology. Vol. 58 (1996); p. 49-64.
18. PETTIGREW, J. E. And TOKACH, M. D. Nutrition and female reproduction. En: News and Information. Vol. 12 (1991); p. 4.
19. PETTIGREW, J. E. And TOKACH, M. D. Protein Nutrition of gestating sows. En: Symposium of Swine Nutrition: Nutrient Usage During Pregnancy and Early Postnatal Growth, 1996.
20. PETTIGREW, J. E.; MACNAMARA, M. D.; TOKACH, R. H.; CROOKER, KING and B. A. Metabolic connections between nutrient intake and lactational performance in the sow. En: Livestock Production Science. Vol. 35 (1993) ; p. 137-152.
21. PIC. Technical update Nutrition of sows: Practice and Recommendations. 2:2.
22. PIC. Technical update nutrition of sows: Practice and recommendations. Vol. 2 (1995); p. 2.
23. Tsuma, V. T.; EINARSSON, S.; MADEJ, A.; KINDHAL, N.; LUNDEHEHEIM. Effect of food deprivation during early pregnancy on endocrine changes in primiparous sows. En: Anim. Repr. Sci. Vol. 41 (1995); p. 267-278.
24. WELDON et al. Effects of increased dietary energy and protein during late gestation on mammary development in gilts. En: J. Anim. Sci. Vol. 69 (1991); p. 194-200.
25. WILLIAMS, I. H. And MULLAN, B. P. The effect of body reserves at farrowing on the reproductive performance of first-litter sows. En: Anim. Prod. Vol. 48 (1989); p. 449-457.
26. WHITTEMORE, C. The science and practice of pig production. 1. Ed. Singapore: Longman Scientific and Technical, 1993. S. P.
27. VERSTEGEN, M. W. A.; A. H. J. VAN ES; NIJKAMP, H. J. A.H.J. Van Es. Some aspects of energy metabolism of the sow during pregnancy. En: Anim. Prod. Vol. 13 (1979); p. 677.
28. XUE, J. L.; KOKETSU, Y.; DIAL, G. D.; PETTIGREW, J. E. ; SOWER, A. Effect of gestational energy intake of gilts on glucose tolerance and reproductive performance. En: J. Anim.Sci. (1996).

