

Alimentación en primerizas



JULIA CANTÍN, CARLOS CANTÍN.

Veterinarios.

Los factores que se pueden considerar determinantes en la producción de primerizas son los siguientes:

- La edad a la primera cubrición fértil.
- El índice de ovulación.
- El tamaño de la primera camada.
- La capacidad de recuperación reproductiva después del primer ciclo.
- El tamaño de la segunda camada.

Sobre todos estos factores va a influir la alimentación.

El avance en la selección genética ha ido haciendo que, a la hora de seleccionar las mejores hembras, se busque ya no solamente los factores de heredabilidad reproductiva, sino que se seleccionan también factores cárnicos; es decir, buscamos las cerdas con mayor porcentaje de magro, las de mayor crecimiento y mejor índice de conversión. Por lo tanto, buscamos los animales que van a tener mayores requerimientos nutricionales y para los cuales las

dietas de crecimiento son claramente insuficientes. Por lo cual, se deberán hacer dietas específicas para la recría de futuras reproductoras que tengan en cuenta tanto las particularidades de estos animales con respecto a la futura reproducción como la atención de las necesidades de crecimiento.

Las recomendaciones nutricionales tienen que estar basadas en el conocimiento de la línea genética que se está criando, puesto que variarán en función de esta. En la *Tabla 1* se exponen unas recomendaciones medias.

Uno de los factores claves sobre los que incidirá la nutrición es la ganancia media diaria.

Existen múltiples estudios que demuestran que crecimientos por debajo de 550 g retrasan la pubertad e inciden negativamente en la productividad numérica de la futura reproductora (*Stalder, 2000; Patterson, 2002; Wettter y Lawlor, 2007*). Por otro lado, si la ganancia media diaria es muy alta (más de 900 g) se produce un engrasamiento y un sobrepeso que será muy perjudicial tanto para la calidad de tejido mamario como para el mantenimiento

TABLA 1

Recomendaciones nutricionales recria de futuras reproductoras.

NUTRIENTES	25-45 KG	45-80 KG	80-120 KG	120 KG-CUBRI
Proteína Bruta	17,5-19	15,5-16,5	13,5-15	13,5-15
Energía Neta	2.275-2.350	2.275-2.325	2.275-2.325	2.350-2.400
Lisina Digestible	0,93	0,79	0,64	0,56
Metionina digestible	0,27	0,23	0,19	0,17
Metionina + cistina digestible	0,54	0,47	0,38	0,36
Treonina digestible	0,59	0,50	0,41	0,36
Triptófano digestible	0,16	0,14	0,11	0,10
Calcio	0,9	0,85-0,9	0,85-0,9	0,8-0,85
Fósforo	0,4	0,38	0,38	0,38
Vitamina A	10.000-12.000	10.000-12.000	10.000-12.000	12.500
Vitamina D	1.500-2.500	1.500-2.500	1.500-2.500	1.500
Vitamina E	50-60	50,60	50-60	60-80
Biotina	400-500	400-500	400-500	400-500
Ácido fólico	5	5	5	5

futuro de una buena calidad de las articulaciones y del esqueleto óseo de la futura reproductora. A pesar de esto, existen algunas tendencias a llevar a las futuras reproductoras a mayor peso a la primera cubrición, basadas en trabajos que determinan que con ganancias medias diarias superiores a 650 g o bien pesos de más de 150 Kg a la primera cubrición se consiguen más nacidos totales en el segundo parto (Roongsithichai et al., 2013).

Por todo ello se determina que la ganancia media diaria durante la recria debería de estar en una horquilla entre los 600 y los 800 g/día. Este rango es excesivamente amplio, puesto que si damos una edad de 175 días la diferencia de peso entre las de mayor crecimiento y las de menor sería de 35 Kg, por lo que la combinación entre la alimentación y la selección tiene que ir encaminada a la reducción de esa horquilla.

Por otro lado, aumentando un 25% el consumo de energía durante la recria, hace que se aumente la reserva grasa y esto supone una disminución de la eliminación de futuras reproductoras debido a que la condición corporal de la cerda a la hora de afrontar su primer ciclo es mejor y conlleva a una mejor preparación para atender su primera lactación (Thingnes et al., 2015).

Durante la recria va a ser fundamental definir tanto los periodos de crecimiento como el tipo de dieta a utilizar en cada uno de esos periodos.

Una dieta de engorde durante la recria, para continuar con una dieta de gestantes a partir de los 130 Kg, va a producir una mayor incidencia de cojeras que si se utilizan dietas de recria específicas, aunque se produjera un racionamiento excesivo entre los 70 y los 130 Kg de peso del animal (Quinn et al., 2015), lo que significa que es

preferible utilizar una dieta específica de recria acondicionada a cada fase, aunque se use mal, que dietas de crecimiento y gestación.

En la *Tabla 2* puede observarse la diferencia de un cambio de dieta en una granja con autorreposición.

En resumen, es muy necesario modular la velocidad de crecimiento. Pero esta modulación debe tener en cuenta la ingesta puesto que, si se trata de reducir la velocidad de crecimiento mediante el racionamiento, podemos encontrarnos con que se esté limitando la ingesta, y esto puede producir una reducción en la producción de hormona liberadora de gonadotropina (GnRH), de hormona luteoestimulante (LH) y por lo tanto la disminución en el crecimiento de los folículos. Además, la reducción de la ingesta se asocia a niveles bajos de estradiol (E2), lo que producirá un *feedback* negativo en el hipotálamo produciendo bajos niveles de insulina y de factor de crecimiento insulínico tipo 1 (IGF-1), necesarios para la maduración ovárica.

TABLA 2

Diferencias productivas entre dieta de gestación y dieta de recria en una granja con autorreposición.

	DIETA GESTACIÓN	DIETA RECRÍA
PESO A LOS 8 MESES	135	162
CERDAS SIN SÍNTOMAS DE CELO	21%	3,5%
FERTILIDAD A 1ª CUBRICIÓN	72%	96%
NACIDOS TOTALES	12,6	14,5
CERDAS CON PARTO CORTO	27%	6%

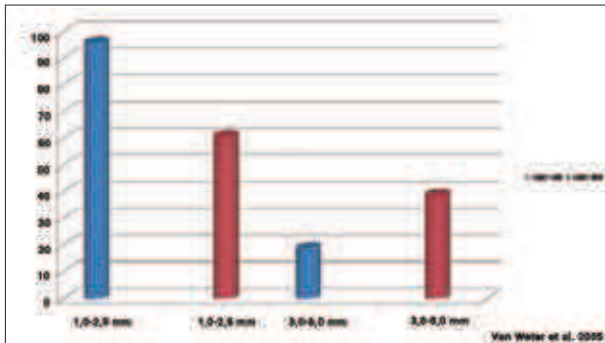


Figura 1. Alimentación durante la recría, tamaño y número de folículos (Van Wetere et al., 2011).

En la *Figura 1* se puede ver como afecta la alimentación durante la recría relacionando la ganancia media diaria con el tamaño y número de folículos.

Por otro lado, una ganancia media diaria excesiva puede dar problemas locomotores y de sobrepeso, produciendo una mayor eliminación por defectos en los aplomos, un mayor índice de infecciones urinarias y problemas de dolor articular; este dolor articular va a influir negativamente en la fisiología reproductiva. A su vez una sustitución del ADN del parénquima mamario por grasa supondrá problemas en la primera lactación.

Una patología a tener en cuenta en la alimentación de la recría es la osteocondrosis, siendo esta la causa más común de eliminación de nulíparas por cojeras. Sin entrar en su descripción, para corregirla será necesario por un lado disponer de espacio suficiente, de un suelo que no sea deslizante ni abrasivo y, en lo referente a la alimentación, la adición de minerales quelados en la dieta durante la fase de recría, con el fin de mejorar la osificación, lo que puede disminuir el porcentaje de cerdas no seleccionadas del 16% al 12%.

Un parámetro a vigilar durante la recría, y sobre todo en la fase final de esta cuando se va acercando la primera cubrición, es el espesor de la grasa dorsal que, a pesar de que no parece que tenga relación con la madurez sexual ni con la productividad de la cerda en sus ciclos siguientes (3° a 6°) (Thingnes, 2013), sí que hay que tenerla en cuenta sobre todo en relación con el espesor magro, ya que áreas de lomo inferiores a 36 cm y espesores de grasa dorsal (EGD) inferiores a 9 mm afectan a la longevidad y a la prolificidad de la futura reproductora (Hoge y Bates, 2011). En la *Figura 2* se observa la relación entre el espesor de la grasa dorsal a la cubrición y la prolificidad al tercer ciclo. Debemos de tener en cuenta que el espesor de grasa dorsal no está relacionado con el peso y que por lo tanto es muy importante que la empresa genética defina el fenotipo a seleccionar. Además, puede ayudar la incorporación a pie de granja de mediciones tipo perímetro torácico, espesor

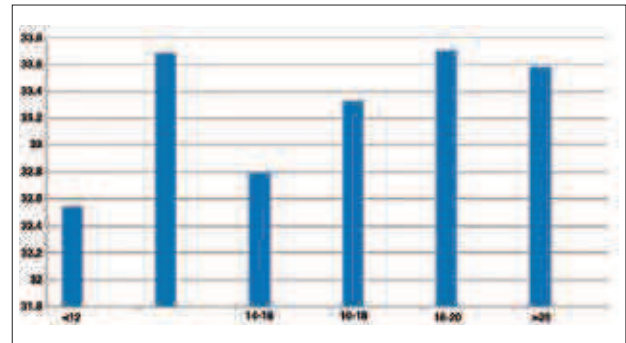


Figura 2. Alimentación durante la recría EGD y prolificidad al 3° ciclo (Williams et al., 2005).

de grasa dorsal y profundidad de músculo. Si el espesor de grasa dorsal en la primera cubrición es de menos de 9 mm y el de entrada a partos es de menos de 13 mm, cuando las necesidades de la cerda en la fase final de gestación se vean aumentadas como consecuencia del crecimiento de la placenta, de los anejos y del propio crecimiento del animal, esta puede llegar a movilizar músculo pudiendo desencadenar en una cetosis.

Cabe destacar la importancia que está adquiriendo el conocimiento de la afección que pueden producir las micotoxinas presentes en el pienso sobre el desarrollo reproductivo de la cerda en recría.

Las principales micotoxinas que van a afectar en esta fase son aflatoxinas, toxina T-2, vomitoxinas, ergotaminas y zearalenona.

Pero las que requieren de una especial vigilancia por su repercusión son:

- Toxina T-2 debido a que puede causar rechazo del alimento, úlceras orales, leucopenia y supresión inmunitaria.
- Vomitoxina que fundamentalmente puede producir rechazo del alimento.
- Zearalenona que probablemente sea la de mayor importancia ya que puede producir hiperestrogenismo, pseudogestación, anestros, mortalidad embrionaria, reducción de líbido, vulvovaginitis, hipertrofia de útero y aumento de la progesterona sérica.

Se debe de hacer un especial hincapié en la alimentación antes de la primera cubrición ya que mediante el manejo de la cantidad de pienso suministrada se puede influir favorablemente en el inicio de la vida productiva de la futura reproductora, esta herramienta de manejo se denomina *flushing*. Este puede consistir en alimentar con más de 3 Kg/día durante dos semanas antes de la cubrición siendo como referencia de mantenimiento la administración de 1,5-2 Kg/día. Este incremento de pienso estimula la secreción de hormona foliculoestimulante (FSH) y aumenta la frecuencia de pulso de LH, aumenta la insulina y el IGF-1 que median en la estimulación de gonadotropinas.

TABLA 3

Resultados de la utilización de flushing antes de la cubrición en nulíparas.

	CON FLUSHING	SIN FLUSHING
Nº CERDAS	184	170
DIAS A CELO TRAS ALTRENOGEST	5,7	6,2
% FERTILIDAD	94%	92%
NACIDOS TOTALES	14,5	13,4

Se produce un mayor reclutamiento folicular o bien una reducción en la atresia, en definitiva, se estimula el índice de ovulación, siendo este el principal factor limitante del tamaño de camada en nulíparas. En la *Tabla 3* se hace referencia a un trabajo de campo realizado comparando cubriciones de nulíparas tras el *flushing* y sin él.

Tras la cubrición el 30% de los embriones potencialmente viables mueren durante los primeros 25 días de gestación, el principal mecanismo de protección de los embriones es la secreción de proteínas uterinas específicas que se estimulan por hormonas esteroides, principalmente la progesterona, de manera que si aumenta la progesterona mejora el ambiente uterino.

Si hay una mayor ingesta de alimento, sobre todo durante las primeras 72 horas poscubrición, disminuye la concentración de progesterona en plasma al aumentar la eliminación metabólica, y aunque los últimos trabajos no asocian un aumento de mortalidad embrionaria con el aumento de alimento, si que es cierto que un incremento en la cantidad del pienso durante las 72 horas poscubrición retrasa 10 horas el incremento normal de progesterona (P4).

En cuanto a la alimentación de la cerda nulípara durante la gestación deberemos de tener en cuenta a la hora de calcular las necesidades energéticas, proteicas y de aminoácidos que estas deberán de calcularse en función del sumatorio de los gastos de mantenimiento más el crecimiento del útero grávido y sus anejos además de el crecimiento y reposición de la madre. Por lo tanto, estas

necesidades serán muy distintas entre la cerda nulípara y la cerda múltipara y serán distintas en función de la prolificidad, crecimiento y rendimiento magro de la línea genética utilizada.

En cuanto a las recomendaciones diarias de energía y lisina para cerdas gestantes puede seguirse la siguiente fórmula (*Cerisuelo, 2007, adaptado de BSAS, 2003*).

Con un peso vivo a la cubrición de 150 Kg de la cerda nulípara:

- Ganancia de peso neto (no se considera peso de fetos y anejos): 40 Kg.
- Consumo de energía diaria: 28,2 MJ energía metabolizable/día.
- Consumo total de lisina diaria: 16,0 gr/día.
- Para una ingesta (de materia seca fresca formulada con 12,1 MJ energía metabolizable/Kg) de: 2,3 Kg/día.

Sin embargo, con un peso vivo a la cubrición de 300 Kg (4º parto):

- Ganancia de peso neto (no se considera peso de fetos y anejos): 15 Kg.
- Consumo de energía diaria: 34,9 MJ energía metabolizable/día.
- Consumo total de lisina diaria: 10,6 gr/día.
- Para una ingesta (de materia seca fresca formulada con 12,1 MJ energía metabolizable/Kg en condiciones de alimentación individual y termoneutralidad) de: 2,9 Kg/día.

Las necesidades del útero grávido a final de gestación no superarán el 10%. Siendo el mantenimiento la fracción más importante en el consumo de nutrientes, que es claramente distinto entre la nulípara (60%) y la múltipara (80%), así pues la diferencia más importante entre las necesidades de estas dos será el crecimiento materno.

Puesto que la cerda adulta deposita y recupera grasa mientras que la cerda nulípara deposita grasa y retiene una fracción para tejido magro destinado a su crecimiento, por tanto la relación lisina-energía metabolizable será distinta:

- Para las nulíparas: 0,57%.
- Para las múltiparas: 0,37%.

Los requerimientos en aminoácidos para el mantenimiento, feto, anejos y cuerpo materno son los reflejados en la *Tabla 4*. >

TABLA 4

Requerimiento de aminoácidos para mantenimiento, feto, anejos y cuerpo materno (*Coma y Gasa, 2008*).

AMINOÁCIDO	MANTENIMIENTO	FETO Y ANEJOS	CUERPO MATERNO
LISINA	100	100	100
METIONINA	25	24	29
CISTINA	111	22	15
TREONINA	147	56	53
TRIPTÓFANO	30	12	12
ISOLEUCINA	44	49	55

TABLA 5

Medidas nutricionales que mejoran la masa del parénquima mamario y la concentración de ADN.

	MASA PARÉNQUIMA MAMARIO	ADN MAMARIO
GENISTEINA DESDE DÍA 90 A 183 DE VIDA (Farmer et al., 2010)	+12,20%	+44,40%
RESTRICCIÓN DE ALIMENTO DEL DÍA 28 AL 90 DE VIDA (Theil, 2014)	+6,4%	+4,9%
PIENSO CON 10% DE LINAZA DESDE EL DÍA 63 AL FINAL DE GESTACIÓN (Farmer y Palin, 2008)	+30,9%	+11,6%

TABLA 6

Medidas nutricionales que empeoran la masa del parénquima mamario y la concentración de ADN.

	MASA PARÉNQUIMA MAMARIO	ADN MAMARIO
RESTRICCIÓN DEL 26% DEL ALIMENTO DE LOS DÍAS 90 A 170 DE VIDA (Sorensen et al., 2006)	-34,2%	-21,9%
AUMENTO DEL 83% LA ENERGÍA DEL DÍA 75 AL 105 DE GESTACIÓN (Weldon et al., 1991)	-21,4%	-1%
AUMENTO DEL 53% LA PROTEÍNA DEL DÍA 75 AL 105 DE GESTACIÓN (Farmer, 2013)	-9,5%	-1%

TABLA 7

Resultados de la suplementación con ácidos omega 3 en nulíparas en la fase de transición y lactación al segundo parto.

	CONTROL	SUPLEMENTADAS
Nº CERDAS	130	126
NACIDOS TOTALES	14,10	14,30
NACIDOS VIVOS	13,35	13,45
PESO AL NACIMIENTO	1,54	1,48
MORTALIDAD PREDESTETE	13,5	10,2
FERTILIDAD 2º CICLO	82%	87%
NACIDOS TOTALES 2º PARTO	13,2	13,7

➤ Así pues, con un solo tipo de pienso de gestación y en condiciones de restricción alimentaria (las habituales), las nulíparas tenderán al engrasamiento, siendo necesario plantearse la segregación si la granja tiene suficiente tamaño, para la utilización de dos piensos distintos o incluso utilizar un suplemento proteico en las nulíparas. El objetivo sería alcanzar el engrasamiento y el crecimiento óptimo según los parámetros definidos por la línea genética. Hay que tener en cuenta que el desarrollo de las fibras musculares de los lechones no se modifica tras el nacimiento, por lo que factores nutricionales que afecten positivamente a su desarrollo en el útero condicionarán de manera favorable el crecimiento posterior (Gondred et al., 2005).

Con respecto al desarrollo de la glándula mamaria, el ADN mamario total que estima el número de células de la glándula mamaria y su evolución realiza su máximo crecimiento entre el día 70 y el día 105 de gestación, y un elevado nivel de energía consumida por la cerda en esa fase reduce el total de ADN mamario parenquimático. En las Tablas 5 y 6 se definen algunas medidas nutricionales que mejoran o empeoran la masa de parénquima mamario y la concentración de ADN mamario. Una tendencia en el manejo de la alimentación en gestación son las llamadas curvas en U, pero se debe de tener en cuenta que suplementar de pienso en general al final de la gestación supone aumentar el consumo de energía diaria, por lo que se aumentará el peso de la madre y

el espesor de grasa dorsal produciendo tan solo un aumento de 100 gr en el peso medio del lechón y, como contrapartida, puede producir partos un 32% más largos aumentando los nacidos muertos (1,04 vs 0,87) además reduce el consumo de pienso y EGD en la lactación (Cabalero et al., 2015; Kim et al., 2015).

Se debe definir una nueva fase denominada fase de transición que sería el periodo entre los 10 últimos días de gestación y los 10 primeros de lactación (Theil, 2015; Theil, 2019).

En ese periodo, para la cerda son prioritarios los fetos primero y los lechones después, y la producción de calostro y leche (Theil, 2012; Theil, 2019).

Durante la fase de transición las cerdas con buenas reservas (17-20 mm EGD) producen más leche en el pico de lactación y los lechones nacidos de estas cerdas presentan mayor tasa de crecimiento y mayor peso al destete (Cantín, 2019). Las cerdas que reciben lípidos antes del parto producen un calostro más rico en grasa, lo que aumenta la supervivencia del lechón, de tal manera que un 5% de aceite de soja en esta última fase de gestación disminuye la mortalidad al nacimiento del 8% al 4% (Quinou et al., 2008).

Asimismo, en este periodo tan crítico, si llegan cerdas delgadas y se sobrealimentan se estará a tiempo de producir más cantidad de calostro y más rico en lactosa (De-calurwé et al., 2014).

Suplementar con ácidos omega 3 en este periodo de transición y en el resto de la lactancia mejora ligeramente el síndrome de 2º parto en una granja problema (Cantín, 2014).

En la Tabla 7 se reflejan los resultados de la suplementación mediante ácidos omega 3 en la fase de transición y lactación.

Así pues, durante esta fase de transición conviene utilizar una dieta específica que se diseñe para cubrir todas estas necesidades especiales y sobre todo que evite rechazos por materias primas poco palatables, puesto que si se produce un rechazo y disminuye el consumo en esta fase se afecta directamente a la vitalidad de los lechones (Quesnel et al., 2014).

Durante la lactancia se debe tener en cuenta que la primeriza sigue creciendo y que un factor que va en contra de cubrir las necesidades de la primeriza en lactación es que, mientras el consumo medio necesario es de 6,6 Kg, la ingesta voluntaria se situará en torno a los 5 Kg, por lo que si no se realiza un manejo adecuado para mejorar esta ingesta voluntaria se producirá un catabolismo que obligará a realizar un destete precoz; este catabolismo, junto con el destete precoz, producirán un insuficiente desarrollo folicular que repercutirá negativamente en el tamaño de la cama del siguiente parto.

CONCLUSIONES

- Necesidades marcadas por la empresa de genética.
- Objetivo 750 gr de ganancia media diaria antes de la cubrición.
- EGD y profundidad de músculo marcado por el fenotipo.
- Flushing.
- Favorecer formación de tejido mamario.
- Diferenciar dietas de gestantes nulíparas de múltiparas.
- Siguen creciendo durante la gestación y lactancia, asegurar necesidades.
- Dieta de transición.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cantín J. Estudio de las alteraciones metabólicas producidas por deficiencias nutricionales en relación con la productividad de las cerdas hiperprolíficas.

Cerisuelo Garcia A (2007). Influence of maternal feed allowance during mid-gestation on progeny muscle fibre development and sow performance over three consecutive cycles. Universitat Autònoma de Barcelona.

Coma J & Gasa J (2008). alimentación de la reposición y de la cerda primeriza. *Avances en tecnología porcina*; 5: 18-32.

Farmer C (2013). Mammary development in swine: effects of hormonal status, nutrition and management. *Canadian Journal of Animal Science*, 93(1), 1-7.

Farmer C, Palin MF, Gilani GS, Weiler H, Vignola M, Choudhary RK, Capuco AV (2010). Dietary genistein stimulates mammary hyperplasia in gilts. *Animal*, 4(3), 454-65.

Farmer C & Palin MF (2008). Feeding flaxseed to sows during late-gestation and lactation affects mammary development but not mammary expression of selected genes in their offspring. *Canadian journal of animal science*, 88(4), 585-90.

Gondret F, Lefaucheur L, Louveau I, Lebret B, Pichodo X, Le Cozler Y (2005). Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. *Livestock Production Science*, 93(2), 137-46.

Hoge MD, Bates RO (2011). Developmental factors that influence sow longevity. *Journal of animal science*, 89(4), 1238-45.

Kim JS, Yang X, Pangeni D, Baidoo SK (2015). Relationship between backfat thickness of sows during late gestation and reproductive efficiency at different parities. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section A. Animal Science*, 65(1), 1-8.

Lawlor PG, Lynch PB (2007). A review of factors influencing litter size in Irish sows. *Irish Veterinary Journal*, 60(6), 359. >



► **Patterson JL, Ball RO, Willis HJ, Aherne FX, Foxcroft GR (2002).** The effect of lean growth rate on puberty attainment in gilts. *Journal of Animal Science*, 80(5), 1299-310.

Quesnel H, Quiniou N, Roy H, Lottin A, Boulot S, Gondret F (2014). Supplying dextrose before insemination and L-arginine during the last third of pregnancy in sow diets: effects on within-litter variation of piglet birth weight. *Journal of Animal Science*, 92(4), 1445-50.

Quinn AJ, Green LE, Lawlor PG, Boyle LA (2015). The effect of feeding a diet formulated for developing gilts between 70 kg and ~ 140 kg on lameness indicators and carcass traits. *Livestock Science*, 174, 87-95.

Roongsittichai A, Cheuchuchart P, Chatwijitkul S, Chantaroathai O, Tummaruk P (2013). Influence of age at first estrus, body weight, and average daily gain of replacement gilts on their subsequent reproductive performance as sows. *Livestock Science*, 151(2-3), 238-45.

Sorensen V, Jorsal SEL, Mousing J (2006). Diseases of the respiratory system. In *Diseases of swine*. Blackwell Publishing Professional.

Stalder KJ, Long TE, Goodwin, R. N., Wyatt, R. L., & Halstead, J. H. (2000). Effect of gilt development diet on the reproductive performance of primiparous sows. *Journal of Animal Science*, 78(5), 1125-31.

Theil PK (2015). Transition feeding of sows. In *The gestating and lactating sow* (pp. 415-424). Wageningen Academic Publishers.

Theil PK, Flummer C, Hurley WL, Kristensen NB, Labouriau RL, Sørensen MT (2014). Mechanistic

model to predict colostrum intake based on deuterium oxide dilution technique data and impact of gestation and pre-farrowing diets on piglet intake and sow yield of colostrum. *Journal of Animal Science*, 92(12), 5507-19.

Theil PK, Hurley WL (2016). The protein component of sow colostrum and milk. Milk proteins-From Structure to Biological Properties and Health Aspects. I. Gigli, ed. InTech. Rijeka, Croatia, 183-95.

Thingnes SL (2013). The impact of diet and feeding strategies on gilt and sow performance. PhD Diss., *Norwegian School of Veterinary Science*, Oslo, Norway.

Thingnes SL, Hallenstvedt E, Sandberg E, Framstad T (2015). The effect of different dietary energy levels during rearing and mid-gestation on gilt performance and culling rate. *Livestock Science*, 172, 33-42.

Van Wettere WHEJ, Mitchell M, Revell DK, Hughes PE (2011). Nutritional restriction of pre-pubertal liveweight gain impairs ovarian follicle growth and oocyte developmental competence of replacement gilts. *The-riogenology*, 75(7), 1301-10.

Weldon WC, Thulin AJ, MacDougald, OA, Johnston LJ, Miller ER, Tucker HA (1991). Effects of increased dietary energy and protein during late gestation on mammary development in gilts. *Journal of animal science*, 69(1), 194-200.

Williams NH, Patterson J, Foxcroft G (2005). Non-negotiables of gilt development. *Advances in pork production*, 16, 281-9.