

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS**

**“INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA NO TERÇO FINAL DA
GESTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS E SUA
LEITEGADA”**

DIOGO MAGNABOSCO

PORTO ALEGRE

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS

“INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA NO TERÇO FINAL DA
GESTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS E SUA
LEITEGADA”

Autor: Diogo Magnabosco

Dissertação apresentada como requisito parcial para
obtenção do grau de Mestre em Ciências Veterinárias
na área de Fisiopatologia da Reprodução Animal

Orientador: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

PORTO ALEGRE

2011

Diogo Magnabosco

INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA NO TERÇO FINAL DA GESTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS E SUA LEITEGADA.

Aprovado em ___ de _____ de 2011.

APROVADO POR:

Fernando Pandolfo Bortolozzo
Orientador e Presidente da Comissão

Andrea Ribeiro
Membro da Comissão

Thomaz Lucia Jr.
Membro da Comissão

Rubens Stahlberg
Membro da Comissão

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Edgar e Elda, pelo incentivo, conselhos e, mais que tudo, pelo imenso amor.

A Veronica, minha amada, Presente que este mestrado colocou em minha vida.

Aos amigos que sempre incentivaram essa nova etapa.

Ao meu orientador, Fernando P. Bortolozzo, co-orientadores, Ivo Wentz e Mari L. Bernardi e ao Prof. David Barcellos, pelos ensinamentos, trocas de conhecimento, cultura, amizade e gremismo.

Aos amigos da pós-graduação (todos, sem exceção, foram importantes de alguma forma especial). A todos os bolsistas e estagiários do Setor de Suínos, que também, sem exceções, foram importantes, amigos e de vários ensinamentos.

Em especial ao pessoal que auxiliou, executou, trabalhou, souou, se divertiu, fez de tudo um pouco durante os experimentos em Curitiba: Thomas, Renato, Jamil, Jonas, Henrique, Rafael (02) e Thais. Muito obrigado por tudo.

À equipe da Master Agropecuária, por ter aberto as portas de forma tão profissional e afetiva aos nossos trabalhos.

À DB-DanBred pelo apoio técnico e financeiro durante o desenvolvimento dos experimentos.

Aos membros do PPGCV da UFRGS.

Ao CNPq pelo auxílio científico e financeiro.

RESUMO

INFLUÊNCIA DA SUPLEMENTAÇÃO DE LISINA NO TERÇO FINAL DA GESTAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS E SUA LEITEGADA.

Autor: Diogo Magnabosco

Orientador: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Co-orientador: Prof. Ivo Wentz

O estudo avaliou a inclusão de Lisina, o primeiro aminoácido limitante na dieta dos suínos, no terço final da gestação de primíparas suínas, e os efeitos em relação ao desempenho das fêmeas e de suas leitegadas ao nascer e o impacto no período lactacional subsequente. Foram selecionadas 298 leitoadas, aos 85 dias de gestação, distribuídas uniformemente em dois grupos de acordo com idade de cobertura, peso, escore corporal visual (ECV) e espessura de toucinho (ET), sendo os grupos: Controle - 3,3 kg/ração/fêmea/dia, com 0,84% de lisina, correspondendo a um consumo diário de 28 g/lisina/fêmea e Lisina - 3,3 kg/ração/fêmea/dia, com 0,84% de lisina, mais o acréscimo de 7 g de lisina (correspondendo a um consumo diário de 35 g/lisina/fêmea). O fornecimento de lisina foi feito de forma “on top” dos 85 dias de gestação até o momento de transferência para a maternidade (110 dias de gestação). Foram efetuadas as medidas de peso e ET no momento de transferência para a maternidade. No parto, os leitões nascidos vivos (NV) e natimortos (NAT) foram quantificados e pesados individualmente em até 12 horas após o nascimento, e os fetos mumificados (MUM) foram contabilizados e incluídos no número de leitões nascidos totais (NT). Na lactação foi avaliado o desempenho de 60 fêmeas e seus lactentes. Para isto, logo após o parto foram selecionadas matrizes com base no peso aos 85 d de gestação e tamanho de leitegada ao nascer (NV + NAT). O consumo voluntário de ração do período lactacional foi mensurado por acompanhamento diário da quantidade individual ingerida. Não houve efeito ($p>0,10$) da suplementação com lisina durante a gestação no ganho de peso e de ET das fêmeas, no tamanho da leitegada, no percentual de mumificados e no peso ao nascimento. Fêmeas do grupo Lisina apresentaram menor percentual de natimortos ($p=0,077$). O coeficiente de variação do peso ao nascimento dentro da leitegada ($p=0,094$) e o percentual de leitões com peso inferior a 1100 gramas ($p=0,082$) foi menor nas fêmeas do grupo Lisina do que naquelas do grupo Controle. Do subgrupo de 60 fêmeas selecionadas para serem acompanhadas durante o período de lactação, não foram observadas diferenças entre os grupos ($p>0,10$) na perda de peso e perda de ET durante a lactação, consumo voluntário de ração, intervalo desmame-estro e número de leitões desmamados. O aumento de 28 g/dia para 35 g/dia de lisina total consumidas no terço final da gestação de leitoadas não exerceu influência sobre o desempenho das fêmeas ao parto e na lactação subsequente. Entretanto, foram encontradas tendências de diminuição no percentual de leitões natimortos, leitões com peso inferior a 1100 g e menor coeficiente de variação no peso das leitegadas de fêmeas que receberam maior quantidade de lisina.

Palavras-chave: Lisina, Terço final da gestação, Leitoadas, Suínos, Peso ao nascer.

ABSTRACT

INFLUENCE OF LYSINE SUPPLEMENTATION IN LATE GESTATION ON SOW AND PIGLET PERFORMANCE.

Author: Diogo Magnabosco

Advisor: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Co-advisor: Prof. Ivo Wentz

In the present study we evaluated the addition of lysine, the first limiting amino acid in the swine diet, in late gestation of pregnant gilts, and the effects on the performance of the sows and their piglets at birth and subsequent impact on the lactational period. We selected 298 nulliparous pregnant sows on the 85th day of gestation, that were distributed into two groups according to breeding age, weight, body condition score and backfat thickness (BT): Control - 3.3 kg / feed / sow / day, with 0.84% lysine, corresponding to a daily consumption of 28 g / lysine / sow and Lysine - an increase of 7 g lysine (corresponding to a daily consumption of 35 g / lysine / sow). The lysine was supplied from the 85th day of gestation until the transfer to maternity (110 days of gestation). Weight and BT was measured at the time of transfer and farrowing, the piglets born alive (BA) and stillbirths (SB) were counted and weighed individually within 12 hours after birth, and mummified fetuses (MUM) were counted and included in the total number of piglets born (PB). Lactation performance was evaluated in 60 females and their piglets. For this, sows were selected on the basis of weight at 85 d of gestation with litter size (BA + SB) similar for both groups immediately after farrowing. The voluntary food intake of the lactational period was measured by monitoring of the individual amount ingested on a daily basis. We found no effects ($p > 0.10$) on weight gain and backfat of the sows, litter size, percentage of mummified and piglet's birth weight. The lysine female group had lower percentage of stillbirths ($p = 0.077$). The coefficient of variation in within litter birth weight ($p = 0.094$) and percentage of piglets weighing less than 1100 grams ($p = 0.082$) had lower in the Lysine group than the Control group. The analysis performed in the subgroup of 60 sows observed during the lactation period, indicated that there is no difference between the groups ($p > 0.10$) in weight and backfat loss during lactation, voluntary food intake, weaning-oestrus and number of piglets weaned. The increase of 28 g / day to 35 g / day of total lysine consumed in the late gestation of gilts had no influence on the performance of sows at birth and on subsequent lactation. However, there was a trend of decrease in the percentage of stillborn piglets, piglets weighing less than 1100 g and lowest coefficient of variation in weight of the litters of sows that received a greater amount of lysine.

Keywords: *Lysine, Late Gestation, Gilt, Swine, Birth weight.*

LISTA DE FIGURAS

Figuras inseridas na Revisão Bibliográfica		Página
Figura 1	Modelo temporal demonstrando a formação das fibras musculares fetais primárias e secundárias	15

LISTA DE TABELAS

Tabelas inseridas na Revisão Bibliográfica		Página
Tabela 1	Características e fatores que influenciam no desenvolvimento das fibras musculares primárias e secundárias.	15
Tabela 2	Níveis nutricionais de Lisina sugeridos para a fase de gestação	22
Tabelas inseridas no Artigo Científico		
Tabela 1	Composição de ingredientes e níveis nutricionais da dieta de gestação e lactação utilizadas no experimento.	31
Tabela 2	Ganho de peso e espessura de toucinho (ET) dos 85 aos 110 dias de gestação, desempenho ao parto e características relacionadas ao peso dos leitões ao nascer de acordo com a suplementação ou não de lisina durante a gestação de fêmeas suínas (médias \pm erro padrão)	34
Tabela 3	Desempenho de fêmeas suínas na gestação e lactação e das leitegadas até o desmame a partir de grupo de fêmeas pareadas de acordo com o peso aos 85 dias de gestação e com o número de leitões nascidos vivos (médias \pm erro padrão)	35

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Nutrição/Alimentação da fêmea suína gestante	11
2.1.1 Fases gestacionais e necessidades nutricionais	12
2.1.1.1 Fase inicial: cobertura – 21 dias	12
2.1.1.2. Fase intermediária: 22 a 75 dias	14
2.1.1.3. Fase final: 76 dias ao parto.....	16
2.2 Importância da variabilidade do peso ao nascer	17
2.3 Lisina	20
3 ARTIGO	23
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	47
REFERÊNCIAS	48

1 INTRODUÇÃO

A característica da fêmea suína moderna, selecionada intensamente nos últimos anos visando o aumento do tamanho da leitegada produzida, contrasta com o perfil das fêmeas referenciadas em trabalhos das décadas de 70 a 90 (ARC, 1981; NRC, 1998) principalmente na composição corporal destas (CLOSE *et al.*, 1985; NOBLET *et al.*, 1990; McPHERSON *et al.*, 2004, BROWN-BRANDL *et al.*, 2004) e no número de leitões produzidos. Atualmente os relatórios de desempenho anual da indústria de suínos apresentam, entre os melhores índices, médias de nascidos superiores a 14 leitões (PIGCHAMP, 2009; AGRINESS, 2010), demonstrando rápida evolução, principalmente nos últimos 10 anos, quando os melhores índices consistiam de dois a três leitões a menos do que os atuais (PIGCHAMP, 1998).

Fêmeas contemporâneas têm maior número de leitões ao nascer, maior número e peso de leitões ao desmame, mais lactações por ano e restabelecem ciclicidade em um intervalo mais curto após o desmame. Entretanto, as recomendações nutricionais (NRC, 1998) são baseadas em pesquisas com fêmeas muito menos prolíficas e produtivas do que as das granjas de hoje.

O aumento no tamanho da leitegada esta invariavelmente associado ao peso dos leitões ao nascer. Segundo Town *et al.* (2004) esse aumento no número de nascidos esta correlacionado negativamente com o peso ao nascer e leva a uma maior variabilidade no peso da leitegada. Isso implica em menores taxas de sobrevivência pós natal (FURTADO, 2007). O peso ao nascer esta correlacionado positivamente com a sobrevivência pós natal, com maiores taxas de crescimento e de eficiência alimentar (WHITTEMORE *et al.*, 1993; DWYER *et al.*, 1994; GONDRET *et al.*, 2006). Fêmeas altamente prolíferas tem demonstrado vários problemas que podem ser atribuídos a uma pobre nutrição, incluindo aumento na mortalidade de leitões, aumento na variabilidade no peso individual ao nascer e aumento da perda de peso na lactação (BOULOT *et al.*, 2008; FOXCROFT, 2008) com comprometimento da vida reprodutiva futura (SCHENKEL *et al.*, 2010).

Em virtude dessa evolução genética existe a necessidade de adaptações nutricionais para atender a demanda exigida no desenvolvimento corporal das fêmeas e de seus conceptos. A abordagem clássica da alimentação/nutrição de fêmeas suínas gestantes considerava evitar ganhos excessivos de peso, mantendo as fêmeas em regime de restrição energética (WHITTEMORE, 1998; TROTTIER & JOHNSTON, 2001),

com o fornecimento de uma dieta única e específica para a gestação, trabalhando exclusivamente a alteração das quantidades diárias ofertadas às fêmeas, buscando atender suas necessidades com isso. O fornecimento de dietas de forma constante na gestação podem não satisfazer as necessidades de nutrientes para fêmeas em gestação, pois não consideram diferentes taxas de deposição de tecido magro das fêmeas e as necessidades proteicas dos conceptos (JI *et al.*, 2005).

Novas abordagens da alimentação da fêmea suína gestante devem considerar características de composição corporal de fêmeas em diferentes idades (ordem de parto) e necessidades específicas conforme a fase gestacional, porque as taxas de crescimento dos tecidos maternos e dos fetos são diferentes durante os vários períodos de gestação (CLOSE & COLE, 2001).

As dietas gestacionais atuais, programadas em sua maioria com a utilização de ingredientes que contemplem nutrientes energéticos e proteicos para atender as necessidades, baseadas principalmente em milho e farelo de soja, podem incluir aminoácidos sintéticos em determinadas fases gestacionais, atendendo as necessidades sem extrapolar limites de inclusão proteica (BALL *et al.*, 2008; YANG *et al.*, 2009; KIM *et al.*, 2009; WU *et al.*, 2010).

Corriqueiramente são encontradas limitações nos trabalhos sobre necessidades nutricionais de fêmeas suínas em gestação. O NRC (1998) que é considerado a mais usual referência das necessidades nutricionais para suínos, mostra-se defasado, sendo constantemente submetido a comparações com níveis mais elevados em trabalhos com fêmeas mais prolíficas (GILL, 2006; BALL *et al.*, 2008; YANG *et al.*, 2009), que comprovam uma maior necessidade do que as referências sugeridas. Além disso, muito se contestam as formas de determinação dos níveis nutricionais de animais adultos, definidos através de trabalhos com categorias de animais jovens, em crescimento, com perfil metabólico e hormonal bastante diferente de adultos (BALL *et al.*, 2008). As diversas metodologias também podem influenciar nos resultados finais, sendo necessárias novas abordagens ou padronizações a respeito (BALL *et al.*, 2008). Os modelos matemáticos do NRC (1998) buscam atender essas exigências, porém a intensa seleção genética mudou o metabolismo basal desses animais (BALL *et al.*, 2008). Em uma revisão sobre produção de calor pelos suínos (BROWN-BRANDL *et al.*, 2004) os autores afirmam que a produção de calor de suínos em crescimento teve um acréscimo de 18,1% (1% ao ano) durante o período de 1984 - 2002, devido às mudanças na

composição corporal dos animais (mais músculo, menos gordura) e o aumento da taxa de deposição de tecido magro.

A quantidade de tecido magro contribui para as necessidades de energia e aminoácidos, que crescem quando as taxas de crescimento aumentam em suínos. Wenk *et al.* (1980) argumentam que a Energia Metabolizável de manutenção (EMm) deve aumentar quando a quantidade de tecido magro é aumentada. Enquanto existem várias publicações sobre essas taxas para animais em crescimento, pouco se vê em fêmeas.

Mais trabalhos são necessários para estabelecer estratégias nutricionais para fêmeas ou leitoas em gestação, baseadas nas necessidades nutricionais atuais, ajustando e validando o conceito de proteína ideal na gestação de fêmeas e leitoas, de forma semelhante como foi proposto por Kim *et al.* (2001).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da suplementação de Lisina, o primeiro aminoácido limitante na dieta dos suínos, no terço final da gestação, sobre o desempenho das fêmeas e de suas leitegadas ao nascer e o impacto no período lactacional subsequente.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Nutrição/Alimentação da fêmea suína gestante

O manejo alimentar da fêmea suína gestante deve atender as necessidades específicas nas diferentes fases entendendo que os eventos são sequenciais e dependentes, isto é, eventos anteriores influenciam os posteriores. A alimentação da gestante busca suprir alguns objetivos distintos em diferentes fases da gestação. Por exemplo, na fase inicial, tem-se como objetivo garantir nutricionalmente uma maior sobrevivência embrionária, garantindo uma leitegada numerosa (JINDAL *et al.*, 1996). Da mesma forma, a formação do complexo mamário e dos conceptos acarreta em maior demanda de nutriente para as fêmeas, principalmente no terço final da gestação. Na fase final, segundo Trottier & Johnston (2001), os nutrientes maternos são primeiramente direcionados para o suporte do crescimento fetal, podendo inclusive originar catabolismo gestacional para atender essas demandas. Essa demanda pode ser mais intensa em fêmeas jovens, ainda em crescimento, ou fêmeas que sofreram catabolismo lactacional acentuado e precisam recuperar reservas corporais (CLOSE & COLE, 2001; YANG *et al.*, 2009).

Um programa nutricional deve ser adequado às necessidades das fêmeas em cada etapa gestacional, considerando as variáveis envolvidas, como diferenças genéticas, de ambiente, de instalações, entre outros (KING *et al.*, 2006; KIM *et al.*, 2009; YANG *et al.*, 2009). Por isso, conhecer e compreender a interação entre nutrição e reprodução visando à longevidade e produtividade da fêmea suína, além do máximo desempenho de sua leitegada, é essencial.

2.1.1 Fases gestacionais e necessidades nutricionais

A nutrição da fêmea suína gestante pode ser dividida em fases distintas com relação a eventos e exigências nutricionais. Jindal *et al.* (1996) sugerem trabalhar o manejo nutricional no início da gestação objetivando intensificar a sobrevivência embrionária e suprir adequadamente a formação da placenta e anexos fetais. Foxcroft & Town (2004) determinam que a formação de fibras musculares primárias e secundárias ocorre em período intermediário da gestação. Já trabalhos desenvolvidos por McPherson *et al.* (2004) e Ji *et al.* (2005) sugerem trabalhar de forma diferenciada os níveis nutricionais a partir dos 70 dias de gestação, em função da íntima ligação com o desenvolvimento de fibras musculares dos fetos e formação do complexo mamário, visando o melhor desempenho da leitegada ao nascer e vida reprodutiva futura da fêmea. Dessa forma é proposta a divisão da gestação em três fases: inicial, da cobertura até os 21 dias; intermediária, dos 22 dias aos 75 dias; e fase final, dos 76 dias até o parto.

2.1.1.1 Fase inicial: cobertura – 21 dias

A fase inicial da gestação, período correspondente ao momento após a cobertura até o dia 21 de gestação, caracteriza-se por eventos de estabelecimento da ligação embrio-maternal e formação de placenta e anexos fetais. É considerado um período crítico para a sobrevivência embrionária (JINDAL *et al.*, 1996).

Nesta fase as necessidades de manutenção da fêmea devem ser atendidas e não existe demanda de grandes quantidades de nutrientes em animais adultos. Em comparação com as demais fases gestacionais esta é a de menor demanda em energia e proteína. No caso de fêmeas que sofreram um catabolismo lactacional mais acentuado, nessa fase é possível restabelecer a condição corporal dessas matrizes. Entretanto, tanto

uma subnutrição, quanto uma supernutrição podem ser prejudiciais neste momento (ABREU *et al.*, 2005).

Com relação à sobrevivência embrionária, a administração de ração à vontade logo após a cobertura pode afetar negativamente essa taxa quando comparada à realização de uma restrição neste período (JINDAL *et al.*, 1996). Segundo estes mesmos autores, uma maior mortalidade embrionária ocorre em virtude de uma diminuição dos níveis séricos de progesterona devido a uma maior mobilização hepática deste hormônio. Este evento por sua vez, afeta o ambiente uterino, uma vez que a progesterona é o hormônio fundamental para a manutenção da gestação, além de modular o ambiente uterino através de proteínas uterinas específicas, alterando o meio e modificando o grau de sobrevivência (ASHWORTH & PICKARD, 1998). Salienta-se que altos níveis de consumo alimentar no terço inicial da gestação (especialmente até 72 horas após a Inseminação Artificial) devem ser evitados (JINDAL *et al.*, 1996). O estado corporal da fêmea após a lactação deve ser considerado como forte influente na sobrevivência embrionária. A mortalidade embrionária é aumentada quando altos níveis de alimentos são fornecidos às fêmeas em boas condições corporais (ABREU *et al.*, 2005). Dessa forma, em fêmeas que perderam muito peso corporal após a lactação não é recomendada a restrição alimentar. Assim, ao contrário de matrizes em boas condições corporais, fêmeas debilitadas devem receber maior quantidade de ração nos primeiros dias após a cobertura, porém mantendo-se uma restrição nas primeiras 72 horas (JINDAL *et al.*, 1996).

Jindal *et al.* (1996) avaliaram o momento da mudança da dieta logo após a cobertura. Antes da inseminação artificial (IA), todas as leitoas recebiam diariamente 2,5 kg de ração (2.987 Mcal de ED/kg e 14% de proteína bruta). Após a IA elas passaram a receber 1,9 kg/dia, a partir do primeiro dia (grupo N1) ou a partir do terceiro dia (grupo N3), enquanto o grupo H recebeu 2,6 kg/dia a partir do primeiro dia após IA. Todos os tratamentos permaneceram com esta dieta até o 15º dia de gestação. Não houve diferença na taxa ovulatória entre os grupos. A sobrevivência embrionária foi de 84,7%, 74,0% e 64,5%, respectivamente, diferindo para N1 e H. Esta diferença mostra o efeito deletério do excesso de alimentação imediatamente após a IA. A concentração de progesterona 72 horas após o início do estro também foi maior no grupo N1 do que no N3 e H. Evidencia-se com isso que há uma janela crítica para os efeitos nutricionais na sobrevivência embrionária. Neste sentido, sugere-se que a restrição alimentar seja

realizada por três dias após à IA, desde que atendidas às exigências nutricionais para cada fêmea, não devendo ser prolongada por 20 a 30 dias.

2.1.1.2. Fase intermediária: 22 a 75 dias

A fase intermediária da gestação corresponde a um longo período de necessidades basais de nutrientes. É o momento propício para estabelecer uma condição corporal adequada às fêmeas suínas. O ajuste pode ser feito através da manipulação de quantidade de ração ofertada às fêmeas, onde se deve diminuir esta para minimizar excessos de peso ou ofertar mais ração àquelas fêmeas com estados corporais aquém do desejado (YOUNG *et al.*, 2004). Neste período o crescimento placentário é mais ativo e concomitante com a formação das fibras musculares dos fetos (VALLET *et al.*, 2003; WU *et al.*, 2004; FOXCROFT & TOWN, 2004).

O crescimento placentário ocorre entre os 20 e 60 dias de gestação e seu desenvolvimento é máximo aos 70 dias (KNIGHT *et al.*, 1977; WU *et al.*, 2005), período que precede o rápido crescimento fetal. O estado nutricional da fêmea durante a gestação (início da gestação) pode ter efeito no desenvolvimento placentário. Dietas com baixa proteína resultaram em um decréscimo no peso da placenta e feto, e reduziram o peso ao nascimento. Além disso, resultaram numa redução da quantidade de importantes aminoácidos como arginina, ornitina, glutamina e substâncias relacionadas no fluido placentário e plasma fetal (SCHOKNECHT *et al.*, 1994; WU *et al.*, 1998). Insuficiente vascularização placentária pode levar a uma diminuição da transferência de oxigênio e nutrientes para os fetos (WU *et al.*, 2006). Embora nenhuma relação exista entre peso da placenta e sobrevivência embrionária antes de 25 ou 30 dias de gestação, a capacidade funcional das placentas de fornecimento de nutrientes e da troca de gases é vital para a sobrevivência do feto, crescimento e desenvolvimento (REYNOLDS *et al.*, 2006; BAZER *et al.*, 2008). Além disso, a competição por nutrientes entre os fetos pode influenciar na sobrevivência embrionária e desenvolvimento placentário. Em recente trabalho de Vallet *et al.* (2009), fetos nas extremidades ovariana ou cervical dos cornos uterinos, foram esmagados aos 35 dias de prenhez e a placenta e os fetos adjacentes foram comparados com placenta e fetos não adjacentes, no dia 105. Os resultados indicaram que tanto a placenta quanto os fetos foram mais pesados quando adjacentes a um feto esmagado, mas o aumento de peso foi de apenas 10%. Além disso, as placentas foram assimétricas, sendo o lado da placenta

adjacente ao feto já esmagado, mais longo em relação ao lado não adjacente. Estes resultados demonstram que a maior parte do peso final da placenta é estabelecido antes de 35 dias de gestação. A miogênese dos fetos pode ser dividida em momentos distintos de formação das fibras primárias e secundárias, com características próprias e influências distintas, conforme mostra a Tabela 1 e ilustra a Figura 1, adaptadas de FOXCROFT & TOWN (2004).

Tabela 1 – Características e fatores que influenciam no desenvolvimento das fibras musculares primárias e secundárias.

Formação da Fibra	Características	Momento de formação	Influência
Primária	Atuam como estruturas nas quais os mioblastos se unem para formar as fibras musculares secundárias.	35-55 dias de gestação	Influenciada diretamente pela genética (não afetada por nutrição ou condições do ambiente uterino).
Secundária	Engloba o período de hiperplasia das fibras musculares secundárias.	55-90 dias de gestação	Influenciadas por eventos pré-natais, relacionados a fatores nutricionais e por limitação do espaço uterino da fêmea durante o desenvolvimento fetal.

Adaptado de FOXCROFT & TOWN (2004)

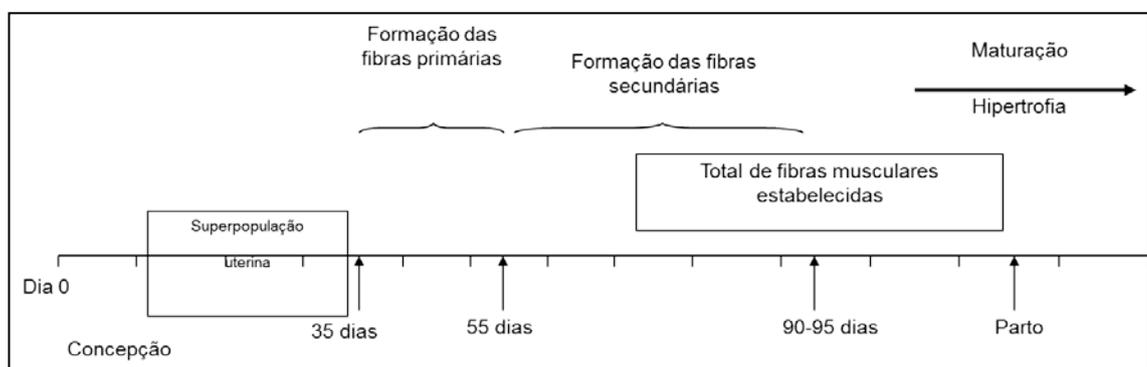


Figura 1 - Modelo temporal demonstrando a formação das fibras musculares fetais primárias e secundárias (adaptado de FOXCROFT & TOWN, 2004)

Estudando o efeito do aumento da quantidade de alimento em duas vezes em relação ao grupo controle, entre os dias 25 e 50 de gestação, Dwyer *et al.* (1994) verificaram uma tendência de aumento no número de fibras musculares secundárias, maior relação fibras secundárias:fibras primárias e maior crescimento pós-natal dos leitões até o abate. Por outro lado, o aumento do consumo energético pelas porcas, entre os dias 29 e 45 e 25 a 50 de gestação, respectivamente, não provocou nenhum efeito sobre o número de fibras musculares e peso dos fetos (MUSSEY *et al.*, 1999; NISSEN *et al.*, 2003). Dwyer *et al.* (1993) estabeleceram uma correlação positiva entre o número total de fibras musculares secundárias e o potencial de crescimento pós-natal. Sendo assim, os leitões (ou leitegadas) com maior número de fibras musculares crescem mais rápidos e com maior eficiência quando comparados com os de menor número de fibras musculares. O período inicial da miogênese, que envolve a diferenciação das fibras musculares primárias parece ser resistente ao manejo nutricional, enquanto que o período de diferenciação e hiperplasia das fibras secundárias, entre os dias 25-90 de gestação, sofreu efeito da nutrição. O aumento do número de fibras musculares teve um efeito significativo sobre a taxa de crescimento e eficiência de conversão alimentar nas fases finais do crescimento de suínos de 80 kg.

Os resultados da manipulação nutricional neste período são ainda inconsistentes e muitas vezes contraditórios, visto que, mais recentemente, foi observado que a alimentação não influenciou o número de fibras musculares, embora tenha alterado o tipo de fibra muscular (BEE, 2004).

2.1.1.3. Fase final: 76 dias ao parto.

A terceira fase da gestação é caracterizada pelo crescimento mais acentuado dos fetos e maior desenvolvimento do complexo mamário. Nesta fase a necessidade de ganho proteico e reserva energética torna-se maior quando comparado aos dois períodos anteriores, resultando em aumento das exigências nutricionais da matriz.

O crescimento fetal é acelerado no terço final da gestação (MCPHERSON *et al.*, 2004, JI *et al.*, 2005) e proteína extra é necessária para este momento, especialmente se ainda estiver ocorrendo crescimento corporal da fêmea jovem. De acordo com Shields *et al.* (1985), as fêmeas são muito mais sensíveis à suplementação proteica nesta fase comparando-se com outras fases. A demanda de proteína pode ser suprida através de

dietas contendo fontes de ingredientes vegetais ou animais e complementada com a adição de aminoácidos sintéticos (KIM *et al.*, 2009).

McPherson *et al.* (2004) desenvolveram trabalho com fêmeas prenhes que foram abatidas em diferentes idades gestacionais e tiveram mensuradas as suas características estruturais e de composição corporal, e de seus conceptos. Com isso foi possível verificar que o total de proteína contida no feto aumenta de forma quadrática ($p < 0,001$, $R^2 = 0,906$) conforme progride a gestação, sendo o ponto de transição aos 69 dias de gestação. O incremento proteico do feto foi de 0,25 g/d ($p < 0,001$) antes dos 69 dias de gestação, aumentando para 4,63 g/d ($p < 0,001$) após os 69 dias de gestação. No mesmo trabalho foi observado que o ganho de gordura fetal também aumenta de forma quadrática ($p < 0,001$; $R^2 = 0,904$), sendo de 0,06 g/d ($p < 0,001$) antes dos 69 dias e aumentando para 1,09 g/d ($p < 0,001$) após os 69 dias. O crescimento fetal é acelerado durante o terço final da gestação, com taxas de crescimento individual e da leitegada de 4,1 g/d e 45,3 g/d, respectivamente, na fase inicial da gestação (até 69 dias) e de 29,6 g/d e 310,5 g/d na fase final.

O crescimento da cadeia mamária e da glândula individualmente ocorre de forma cúbica durante a gestação. As taxas de crescimento para a glândula e para o complexo mamário foram de 1,6 e 15,0 g/dia na gestação inicial e de 4,5 e 77,6 g/dia na gestação final (JI *et al.*, 2005). A agregação proteica da cadeia mamária é próxima de 11 g/dia, considerando 14 glândulas totais (KIM *et al.*, 1999), sendo que o maior ganho proteico ocorre após os 70 dias de gestação (KENSINGER *et al.*, 1982; SORENSEN *et al.*, 2002).

Mcpherson *et al.* (2004) e Ji *et al.* (2005) sugerem uma necessidade (manutenção e acréscimo de tecido proteico) de 6,83 g/dia e 15,26 g/dia de lisina ileal verdadeira antes e depois de 70 dias, respectivamente. Se considerarmos uma necessidade de manutenção de 0,036 g/lisina/kg Peso Vivo^{0,75} e se for feita uma dieta única e em mesma quantidade durante toda a gestação, como sugere o NRC (1998), teremos excesso no início da gestação e conseqüente excreção, e uma possível deficiência no terço final.

2.2 Importância da variabilidade do peso ao nascer

A intensa seleção de fêmeas voltadas para a produção de leitegadas grandes levou, conseqüentemente, à ocorrência de um aumento na variação de peso dos leitões

(MILLIGAN *et al.*, 2002; QUINIOU *et al.*, 2002; DAMGAARD *et al.*, 2003), uma vez que esse fenômeno faz com que haja diminuição do espaço uterino para todos os fetos que se encontram em desenvolvimento (VALLET *et al.*, 2009). A variabilidade de peso, bem como o número de leitões pequenos, também aumentou, causando maiores perdas de leitões nas primeiras horas de vida (FURTADO, 2007).

Em trabalho realizado por Furtado (2007) verificou-se que leitões com peso ao nascer entre 600g e 1200g apresentaram maior taxa de mortalidade ($p < 0,05$) até o desmame. Entretanto, o peso do leitão ao nascimento, não está somente vinculado com sua sobrevivência, mas também com o peso a desmama e seu desempenho subsequente (KING *et al.*, 2006). Whittemore (1993) estimaram que o acréscimo de 0,2 kg ao nascer, aumenta em 24 g o ganho de peso diário do nascimento ao desmame, o que equivale a um aumento de 3 kg no peso da carcaça. Cole & Varley (2000) demonstraram que o peso ao nascimento contribuiu com 37% na variação do peso ao desmame. Segundo Wolter *et al.* (2002), os leitões mais pesados ao nascer (1,8 kg) comparados com os mais leves (1,3 kg) apresentaram maior peso ao desmame (6,58 kg vs. 5,72 kg, $p < 0,001$).

De acordo com Foxcroft & Town (2004) uma boa parte da variação de desempenho de crescimento após o nascimento pode estar pré-programada durante o desenvolvimento fetal no útero. Porém, isso somente é expresso nos estágios finais do crescimento e terminação. Estes efeitos não estariam limitados somente ao desenvolvimento muscular e ao crescimento, sendo que, Barker *et al.* (1990) sugerem um comprometimento do sistema imunológico em decorrência de crescimento retardado intra uterino (*Intrauterine Growth Retarded – IUGR*). O desenvolvimento e sobrevivência embrionária foram alvos de diversos estudos, considerando os mais diversos ambientes e situações, chegando-se à conclusão que quando o número de embriões ultrapassa 14, a lotação intrauterina é um limitante para o tamanho da leitegada ao nascer (DZIUK, 1968). Os mecanismos que promovem competição entre os embriões na fase pré implantação agiram de forma a reduzir, dentro da variada leitegada, os embriões que menos se desenvolveram (VAN DER LENDE *et al.*, 1990). Pere *et al.* (1997) confirmam que mesmo em fêmeas com taxas “normais” de ovulação, a capacidade uterina pode afetar o tamanho da leitegada, assim como o peso ao nascer. Os estudos mais recentes com leitegadas de maiores índices de nascidos suportam a hipótese que a dinâmica intra uterina tende a tornar mais variável as leitegadas conforme avança a idade de parição das fêmeas (TOWN *et al.*, 2004).

Vallet *et al.* (2003) sugerem que a taxa de crescimento fetal é menos sensível a população intra uterina quando existe intensa eficiência placentária (expressa principalmente em fêmeas da raça Meishan), dessa forma o espaço não seria tão importante se existisse maior eficiência. Contrariamente, Town *et al.* (2004) relataram, em rebanhos contemporâneos, que um aumento na eficiência placentária não compensou o pobre desenvolvimento placentário em fêmeas com uma lotação uterina maior aos 30 dias, e os efeitos de IUGR foram presentes aos 90 dias.

Trabalhos concluem que a variação dentro da leitegada em desenvolvimento já esta estabelecida no estágio fetal precoce (27 – 35 d) da gestação (VAN DER LENDE *et al.*, 1990). Town *et al.* (2004) evidenciaram que uma população fetal elevada (ou espaço uterino menor – esterectomia unilateral) aos 30 dias de gestação pode impactar a diferenciação das fibras musculares através da redução da expressão miogênica. Em trabalho realizado por Smit (*apud* FOXCROFT *et al.* 2007) foi sugerido que o peso ao nascer da maior parte dos leitões originários de leitegadas grandes (> 15), é relativamente baixo, porque a capacidade uterina é limitada e incapaz de suprir as necessidades de uma leitegada tão grande.

Suínos é a espécie que apresenta o maior índice de *IUGR* (WU *et al.*, 2006). Ao nascer, os leitões “refugos” podem pesar apenas a metade ou mesmo um terço dos mais pesados da leitegada (WIDDOWSON, 1971). Em algumas leitegadas, a maioria ou quase todos dos leitões tem baixo peso ao nascer (<1,1 kg), especialmente quando uma parte ou a maioria da prenhez está sujeita ao estresse ambiental (por exemplo, calor ou frio, doenças). Notavelmente em leitões com *IUGR*, os órgãos-chave envolvidos na digestão de nutrientes sofrem estresse oxidativo e são desproporcionalmente menores do que os dos leitões maiores (WANG *et al.*, 2008). A maioria dos leitões *IUGR* morrem antes do desmame, e aqueles que sobrevivem, sofrem retardo de crescimento permanente. Em um estudo realizado entre 2003 e 2009, foi observado que os leitões *IUGR* (<1,10 kg de peso ao nascimento) representaram 76% das mortes pré-desmame em suínos (WU *et al.*, 2010).

Há evidências de que a nutrição proteica materna durante a gestação pode afetar o crescimento muscular pós-natal e conteúdo de gordura intramuscular em suínos (REHFELDT *et al.*, 2004). O crescimento do peso muscular após o nascimento ocorre através da hipertrofia da musculatura, o que depende do número de miofibras do músculo, já estabelecido ao nascer. O tamanho é inversamente correlacionado com o número de miofibras, isto é, a média da taxa de crescimento da miofibras

individualmente é menor quando há um grande número de miofibras, e maior quando existe um número pequeno de miofibras (REHFELDT *et al.*, 2004). A fase de hipertrofia inicia-se após os 90 dias de gestação, podendo ser influenciada pela nutrição materna (FOXCROFT & TOWN, 2004), reforçando a observação de crescimento acentuado que ocorre nos conceptos no terço final da gestação (DWYER *et al.*, 1994; McPHERSON *et al.*, 2004; JI *et al.*, 2005).

2.3 Lisina

Os suínos são hábeis na síntese de alguns aminoácidos, não sendo necessária a suplementação através do alimento destes. São denominados de aminoácidos não essenciais (LEWIS, 2001). Pelo contrário, os aminoácidos que não podem ser sintetizados pelo organismo animal ou em quantidade ou na velocidade de síntese para atender às necessidades de crescimento e reprodução dos animais, são classificados como aminoácidos essenciais. São dez (10) os aminoácidos essenciais para suínos: lisina, treonina, triptofano, valina, metionina, histidina, arginina, leucina, isoleucina e fenilalanina, sendo que, a lisina é considerada o primeiro aminoácido limitante na dieta dos suínos (LEWIS, 2001).

Os suínos obtêm quase todos os aminoácidos necessários das fontes proteicas alimentares que eles consomem. Todas as proteínas naturais são compostas por 20 aminoácidos, que contem um grupo amino e um grupo de ácido carbônico. Estes aminoácidos diferem entre si em função de suas cadeias laterais. Durante o processo de digestão ocorre a quebra de proteínas, que tornam livres os aminoácidos para que ocorra a absorção destes. Muitas são as fontes de ingredientes incluídos na dieta de suínos com o propósito de suprir os aminoácidos essenciais e outros nutrientes. Cereais como o milho, trigo, triticale, sorgo, farelo de soja, proteínas hidrolisadas de cereais, farinhas de carne em geral são ingredientes com maior diferentes graus de biodisponibilidade.

A digestão das proteínas inicia-se no estômago, através da ação conjunta da pepsina e do ácido clorídrico, quebrando de 15-50% de todos os peptídeos e produzindo peptídeos pequenos. A digestão de proteínas no intestino delgado depende, principalmente, de enzimas pancreáticas, endopeptidases (incluindo a tripsina, quimotripsina e elastase) e exopeptidases (incluindo carboxipeptidase A e B). As enzimas pancreáticas podem decompor as proteínas dietéticas em aminoácidos livres e pequenos peptídeos. Trinta a 40% da mistura é digerida como aminoácidos livres e o

restante como peptídeos de dois a seis resíduos de aminoácidos. Os aminoácidos livres, di-peptídeos e tri-peptídeo são absorvidos pelo intestino delgado. A absorção dos aminoácidos em suínos ocorre na sua maioria no jejuno, e em menor parte no íleo. Esta absorção, de aminoácidos e peptídeos, pelas células da mucosa intestinal, ocorre via transporte ativo, difusão simples e difusão facilitada. (LEWIS, 2001)

Um balanço equilibrado de aminoácidos de forma a atender as necessidades conforme a fase de vida do animal está ligado ao conceito de proteína ideal. É uma mescla onde todos os aminoácidos, principalmente os essenciais, são limitantes em uma mesma proporção. Como consequência a retenção de proteína é máxima e a excreção de nitrogênio é mínima. Para ser ideal, a proteína ou a combinação de proteínas não deve possuir aminoácidos em excesso. Assim, todos os 20 aminoácidos devem estar presentes na dieta exatamente nos níveis exigidos para a manutenção e para a máxima deposição protéica.

Portanto, uma proteína ideal não existe na prática. O que deve ser almejado é aproximar ao máximo os níveis de aminoácidos com as exigências nas diferentes fases de produção, minimizando o excesso e excreção de aminoácidos das dietas.

O conceito de proteína ideal propõe que cada aminoácido essencial seja expresso como relação ou percentagem de um aminoácido referência. A Lisina é utilizada como aminoácido referência por ser o primeiro aminoácido limitante de dietas para suínos (CLOSE & COLE, 2001), além de ter metodologias de análises simples e diretas. Isto faz com que muitas informações a respeito de sua concentração e digestibilidade em alimentos tenham sido geradas e estabelecidas. Também apresenta como função única no organismo a deposição proteica, ao contrário de outros aminoácidos sintéticos que apresentam variadas funções (LEWIS, 2001).

Uma informação precisa sobre a necessidade de lisina digestível é fundamental pois todos os outros aminoácidos estão relacionados com a lisina. Qualquer erro na determinação da exigência de lisina resultará em erros nas necessidades de todos os outros aminoácidos.

As inclusões de lisina sugeridas para matrizes em reprodução variam conforme a idade do animal e fase produtiva, divididas em fases de recria-reposição, gestacional e lactacional.

Muitas são as fontes de informação para a determinação dos níveis gestacionais a serem utilizados, referenciados através de revisões de literatura, tabelas de composição de alimentos e exigências nutricionais, manuais de requerimentos

nutricionais, entre outros. A Tabela 2 apresenta algumas referencias e sugestões de níveis de lisina total para a fase de gestação.

Tabela 2 – Níveis nutricionais de Lisina sugeridos para a fase de gestação

Referência	Ano	Categoria Animal	Peso à cobertura (kg)	Níveis Sugeridos (g Lis/fêmea/dia)
NRC	1998	Primíparas	150	9,0
Close & Cole	2001	Primíparas	150	12,7
Rostagno	2005	Primíparas / Multíparas	-	15,1 / 13,9 *
Gill	2006	Primíparas	118 - 134	12,4 vs.16,9 **
Shelton <i>et al.</i>	2009	Primíparas/ Multíparas	-	13,7 vs.19,5 **
Yang <i>et al.</i>	2009	Primíparas/ Multíparas	-	18,0 vs. 24,0 **

* Valor maximo sugerido conforme a categoria animal citada

** Os maiores valores foram sugeridos como usuais pelos autores no comparativo, independente de categoria animal.

3 ARTIGO

ARTIGO A SER SUBMETIDO À REVISTA CIENTÍFICA

A formatação do artigo segue as normas da revista.

1 **Suplementação de lisina no terço final da gestação de primíparas suínas e**
2 **o efeito na condição corporal da fêmea ao parto, na sua progênie e no**
3 **desempenho lactacional subsequente.**

4 D. Magnabosco¹, T. Bierhals¹, R.R. Ribeiro¹, H.S. Cemin¹, J.E.G. Faccin¹, M.L.
5 Bernardi², I. Wentz¹, F.P. Bortolozzo^{1a}.

6 ¹ *Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS, Faculdade de*
7 *Veterinária, Setor de Suínos, Av. Bento Gonçalves 9090, CEP 91540-000 Porto*
8 *Alegre, RS, Brasil*

9 ² *Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Agronomia,*
10 *Departamento de Zootecnia, Av. Bento Gonçalves, 7712 CEP 91540-000 Porto*
11 *Alegre, RS, Brasil*

12 *Autor para correspondência. Tel.: +55 51 33088044, fax: +55 51 33086132.*

13 *E-mail: fpbortol@ufrgs.br (F.P. Bortolozzo).*

14

15 **RESUMO**

16 *Estudos que estabeleçam as necessidades nutricionais específicas para*
17 *genótipos suínos modernos na fase de reprodução são necessários em função*
18 *da evolução genética ocorrida. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito*
19 *da suplementação de lisina no terço final da gestação da fêmea suína no*
20 *desempenho da matriz e de sua leitegada. Selecionou-se 298 nulíparas*
21 *gestantes, aos 85 dias de gestação, que foram distribuídas uniformemente em*
22 *dois grupos: Controle - 3,3 kg/ração/fêmea/dia, com 0,84% de lisina,*
23 *correspondendo a um consumo diário de 28 g/lisina/fêmea e Lisina – 3,3*
24 *kg/ração/fêmea/dia, com 0,84% de lisina, mais o acréscimo “on top” de 7 g de*
25 *lisina (correspondendo a um consumo diário de 35 g/lisina/fêmea). O*

26 fornecimento de lisina foi feito dos 85 dias de gestação até o momento de
27 transferência para a maternidade (110 dias de gestação). Foram efetuadas as
28 medidas de condição corporal no momento de transferência para a
29 maternidade. No parto, os leitões nascidos vivos (NV) e natimortos (NAT) foram
30 quantificados, pesados individualmente e incluídos nos dados de desempenho.
31 Na lactação foi avaliado o desempenho de um subgrupo constituído de 60
32 fêmeas e seus lactentes, selecionados com base no peso da matriz aos 85 dias
33 de gestação e tamanho de leitegada (NV + NAT). Não houve efeito ($p > 0,10$) da
34 suplementação com lisina no ganho de peso e de espessura de toucinho (ET)
35 durante a gestação das fêmeas, no tamanho da leitegada, no percentual de
36 mumificados e no peso ao nascimento. Fêmeas do grupo Lisina apresentaram
37 menor percentual de natimortos ($p = 0,077$). O coeficiente de variação do peso
38 ao nascimento dentro da leitegada ($p = 0,094$) e o percentual de leitões com
39 peso inferior a 1100 gramas ($p = 0,082$) foi menor nas fêmeas do grupo Lisina
40 do que naquelas do grupo Controle. Do subgrupo de fêmeas selecionadas para
41 serem acompanhadas durante o período de lactação, não foram observadas
42 diferenças entre os grupos ($p > 0,10$) na perda de peso e perda de ET durante a
43 lactação, consumo voluntário de ração, intervalo desmame-estro e número de
44 leitões desmamados. O aumento de 28 g/dia para 35 g/dia de lisina total
45 consumidas no terço final da gestação de leitoas não exerceu influência sobre
46 o desempenho das fêmeas ao parto e na lactação subsequente. Entretanto,
47 foram encontradas tendências de diminuição no percentual de leitões
48 natimortos, leitões com peso inferior a 1100 g e menor coeficiente de variação
49 no peso das leitegadas de fêmeas que receberam maior quantidade de lisina.

50 **Palavras-chave:** Lisina, Terço final da gestação, Leitoa, Suínos, Peso ao
51 nascer.

52

53 **Introdução**

54 O alto número de nascidos totais é um dos pontos que marca a evolução
55 genética da suinocultura nos últimos dez anos. Ao comparar índices de
56 produção anuais de 1998 com os de 2009 (Pigchamp 1998; 2009), é possível
57 verificar um acentuado acréscimo na média de leitões nascidos totais (11,2 vs
58 12,78), sendo estas diferenças mais marcantes nas produções consideradas
59 como as 10% mais produtivas (12,1 vs 14,2). A seleção de fêmeas
60 hiperprolíficas trouxe ao mercado suinícola uma necessidade de novas
61 respostas aos manejos, a fisiologia e, essencialmente, aos aspectos
62 nutricionais.

63 Boa parte dos trabalhos que estabelecem níveis nutricionais na gestação
64 estão fundamentados em respostas e necessidades fisiológicas de animais em
65 crescimento, sendo poucos aqueles que trabalharam com adultos (De Wilde,
66 1980; Noblet & Close, 1980; Close *et al.*, 1985; Noblet & Etienne, 1987). Além
67 disso, estes trabalhos foram executados, em sua maior parte, entre a década
68 de 70 e 90 (ARC, 1981; NRC, 1998). Assim, os resultados obtidos contrastam
69 com as características das matrizes contemporâneas, principalmente na
70 composição corporal (Close *et al.*, 1985; Noblet *et al.*, 1990; Brown-brandl *et*
71 *al.*, 2004; McPherson *et al.*, 2004) e no número de leitões produzidos (Gill,
72 2006; Fix *et al.*, 2010). Estudos que estabeleçam as necessidades nutricionais
73 específicas para os genótipos modernos na fase de reprodução são
74 necessários para adequação à evolução ocorrida.

75 A lisina é o primeiro aminoácido limitante de uma dieta suína baseada
76 em milho e soja (Lewis, 2001) e é parte fundamental na formação de músculo e
77 deposição proteica na matriz e nos conceptos (Kim *et al.*, 2009). Os níveis de
78 suplementação de lisina sugeridos pelo NRC (1998) para gestantes já sofrem
79 contestação em trabalhos recentes (Gill, 2006; Ball *et al.*, 2008; Yang *et al.*,
80 2009), pois já não são suficientes para atender a demanda destas novas
81 linhagens de fêmeas hiperprolíficas.

82 O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de lisina
83 no terço final da gestação de leitoas prenhes e a resposta no desempenho das
84 matrizes e de suas leitegadas ao nascer, e o impacto no período lactacional
85 subsequente.

86

87 **Material e Métodos**

88 *Local e animais*

89 O experimento foi realizado em uma unidade produtora de leitões (UPL) de
90 5.330 fêmeas, localizada no meio oeste do estado de Santa Catarina, região
91 sul do Brasil, entre os meses de Janeiro e Abril de 2010, durante o verão e
92 início de outono no continente sul.

93 Aos 85 dias de gestação, foram selecionadas 298 nulíparas gestantes da
94 linhagem avó DB 25 (DB-DanBred®), composta de cruzamento Landrace e
95 Large White, que haviam sido acasaladas em média com $226,7 \pm 0,70$ dias de
96 idade, sem problemas locomotores ou lesões. Além disso, não apresentaram
97 falhas reprodutivas prévias, como retornos ao estro ou abortamento.

98 *Manejos e cuidados*

99 Para inseminação foram empregadas doses de 90 mL contendo três bilhões de
100 espermatozoides diluídos em BTS (Beltsville Thawing Solution - MINITUB®,
101 Minitub GmbH, Tiefenbach, Alemanha). As doses foram estocadas a uma
102 temperatura de 15-18° C, e nenhuma foi utilizada na inseminação artificial (IA)
103 após 72 horas de armazenagem. A primeira IA era realizada 12 horas após o
104 início do estro e, depois, a cada manhã e tarde subsequente, desde que a
105 fêmea permanecesse em estro. Durante a gestação, as matrizes
106 permaneceram alojadas em gaiolas individuais (0,6m x 2,5m) com piso de
107 concreto parcialmente ripado e sistema de alimentação individual automatizado
108 em linha, com comedouros/bebedouros em calha. A alimentação foi fornecida
109 duas vezes ao dia (7:00 h e 13:00 h) de forma individual. Foram
110 disponibilizados 1,8 – 2,2 kg/ração/dia, da cobertura aos 50 dias e 2,4 – 2,8
111 kg/ração/dia, dos 51 aos 84 dias. As quantidades de ração ofertadas variavam,
112 no início e no meio da gestação, em função da condição corporal da fêmea, a
113 qual foi avaliada em três momentos na gestação (cobertura, 30 e 60 dias). Os
114 ajustes realizados no aporte de ração seguiram o critério de ofertar maior
115 quantidade de ração às fêmeas consideradas magras, escore corporal abaixo
116 de 2,5, e menor quantidade àquelas consideradas obesas, escore corporal
117 acima de 4, conforme sugerem Young *et al.* (2004). A partir dos 85 dias de
118 gestação até o momento de transferência para a maternidade às fêmeas
119 receberam a quantidade fixa de 3,3 kg/ração/dia, independente do escore
120 corporal apresentado. Após terem sido transferidas para a maternidade, as
121 fêmeas receberam 3,3 kg/ração/dia de ração lactação, fornecida duas vezes ao
122 dia (7:00 h e 13:00 h), até o dia do parto, momento em que não foi ofertada
123 ração a fêmea. Todas as fêmeas tiveram acesso à água *ad libitum* durante todo

124 o experimento. A composição nutricional das rações utilizadas é apresentada
125 na Tabela 1.

126 *Seleção das fêmeas e distribuição nos grupos*

127 Aos 85 dias de gestação, as fêmeas foram pesadas e a espessura de toucinho
128 (ET) foi medida, no ponto P2 da última costela, 6,5 cm abaixo da linha média
129 da coluna vertebral, com o uso de aparelho de ultrassom A-mode (Renco Lean
130 Meter® Renco Corporation, Minneapolis, MN). O Escore Corporal Visual (ECV)
131 foi determinado de acordo com uma escala de 1 ponto (muito magra) até 5
132 pontos (obesa), incluindo valores intermediários de 0,5 pontos (Young *et al.*,
133 2004).

134 Foram formados dois grupos homogêneos utilizando a idade de cobertura,
135 peso, ECV e ET aos 85 dias de gestação como fatores de distribuição nos
136 pareamentos. Assim formou-se o grupo Controle - 3,3 kg/ração/fêmea/dia, com
137 0,84% de lisina total, correspondendo a um consumo diário de 28
138 g/lisina/fêmea e o grupo Lisina – 3,3 kg/ração/fêmea/dia, com 0,84% de lisina
139 total, mais o acréscimo “on top” de 7 g de lisina (correspondendo a um
140 consumo diário de 35 g/lisina/fêmea). O fornecimento adicional de lisina foi
141 efetuado pela adição de 25g de uma pré-mistura de milho pré-gelatinizado
142 contendo 7 gramas de lisina (L-Lisina 99%, AJINOMOTO®, Valparaíso, SP,
143 BR), dentro dos “drops” do sistema de alimentação individual da gestação, em
144 adição à ração fornecida diariamente para as fêmeas. O fornecimento da pré-
145 mistura com Lisina foi interrompido quando as fêmeas foram transferidas para
146 a maternidade (110 dias de gestação).

147 No momento da transferência para a maternidade, foram efetuadas as medidas
148 de peso e ET. O parto foi induzido aos 114 dias, através da aplicação na

149 submucosa vulvar de 0,7 mL de análogo sintético de prostaglandina F2 α (0,175
150 mg de cloprostenol sódico). Ao parto, os leitões nascidos vivos (NV) e
151 natimortos (NAT) foram quantificados e pesados individualmente em até 12
152 horas após o nascimento, e os fetos mumificados (MUM) foram contabilizados
153 e incluídos no número de leitões nascidos totais (NT).

154 Na lactação foi avaliado o desempenho de 60 fêmeas e seus lactentes,
155 formando dois grupos semelhantes que consideraram o peso das matrizes aos
156 85 dias de gestação e tamanho de leitegada (NV + NAT). As fêmeas foram
157 avaliadas após o parto (peso, ET e funcionalidade dos tetos) e receberam 13
158 leitões de pesos semelhantes nos dois grupos. As matrizes e suas leitegadas
159 foram acompanhadas durante 18 dias de lactação. Neste período, foi fornecida
160 ração de lactação (Tabela 1) à vontade para as fêmeas de ambos os grupos e
161 não foi ofertada ração aos leitões. O consumo voluntário de ração do período
162 lactacional foi mensurado por acompanhamento diário da quantidade individual
163 ingerida.

164 Leitões que morreram até 24 horas após a uniformização foram substituídos
165 por outros de peso semelhante. As mortes que ocorreram após esse período
166 foram registradas. Ao desmame, novamente foram medidos peso e ET das
167 fêmeas. As leitegadas correspondentes foram pesadas e foi registrado o
168 número de leitões vivos. O intervalo desmame estro (IDE) foi medido como
169 sendo o intervalo entre o momento do desmame até o dia da manifestação do
170 primeiro sintoma de cio, utilizando o reflexo de tolerância ao homem na
171 presença do macho suíno.

172

173

174 **Tabela 1.** *Composição de ingredientes e níveis nutricionais da dieta de gestação e*
 175 *lactação utilizadas no experimento*

	Gestação	Lactação
Ingredientes; g/kg; MS		
Milho Moído 8% PB	71,64	48,66
Farelo de Soja 46% PB	22,30	32,60
Açúcar	-	5,00
Fosfato Bicálcico 19% P	3,06	1,93
Calcário 37% Ca	-	0,69
Cloreto de Sódio (Sal)	0,60	0,35
Óleo de Soja Degomado	-	1,00
Concentrado energético*	-	7,50
Premix vitamínico e mineral**	2,40	1,55
Bicarbonato de Sódio	-	0,40
L-Lisina 99%	-	0,20
Tilosina 25%	-	0,02
Adsorvente Micotoxinas	-	0,10
Composição nutricional calculada		
EMA (kcal EM/kg)	3064	3273
PB (%)	16,00	20,00
FB (%)	2,81	3,36
Lisina (%)***	0,84	1,38
Ca (%)	1,45	1,00
Pt (%)	0,88	0,68

176 *Concentrado energético composto de Farelo de Soja Extrusado, Açúcar, Farelo de Bolacha,
 177 Aditivo Flavorizante e Aditivo Antioxidante.

178 **Premix vitamínico mineral, fornecido por kg/ração: 10.000 UI de vitamina A; 2.000 UI de
 179 vitamina D3; 30 mg de vitamina E; 3 mg de vitamina K3; 2 mg de vitamina B1; 3,5 mg de
 180 vitamina B2; 3 mg de vitamina B6; 0,015 mg de vitamina B12; 250 mg de Colina; 25 mg de
 181 Niacina; 14 mg de Acido Pantotênico; 1,6 mg de Acido Fólico; 0,15 mg de Biotina; 80 mg de
 182 Ferro; 70 mg de Manganês; 150 mg de Zinco; 15 mg de Cobre; 1 mg de Iodo; 0,3 mg de
 183 Selênio.

184 ***Valores considerando aminoácidos totais

185

186

187 *Análise estatística*

188 Todas as análises foram realizadas com o software Statistical Analysis System,
189 versão 9.1.3 (SAS, 2005). Diferenças entre os grupos foram consideradas
190 significativas como um $p < 0,10$. As seguintes variáveis foram analisadas com o
191 procedimento GLM e as médias foram comparadas pelo teste t: peso e ET das
192 fêmeas na transferência para a maternidade e no parto, ganho de peso e de ET
193 das fêmeas dos 85 aos 110 dias de gestação, número de leitões nascidos,
194 peso dos leitões ao nascimento e coeficiente de variação (CV) do peso ao
195 nascimento, mudança de peso e ET das fêmeas na lactação, consumo de
196 ração, peso da leitegada na uniformização e no desmame, número de leitões
197 desmamados e intervalo desmame-estro. Os percentuais de natimortos, de
198 mumificados, de leitões com peso < 1100 g e de sobrevivência dos leitões aos
199 18 dias de lactação foram analisados pelo procedimento NPAR1WAY e os
200 grupos foram comparados pelo teste de Wilcoxon. Para as variáveis
201 relacionadas com os leitões, a leitegada foi usada como unidade experimental.

202

203 **Resultados**

204 Das 298 fêmeas selecionadas no início do trabalho, 277 foram incluídas na
205 análise final. Foram excluídas doze fêmeas por não ter sido possível pesar os
206 leitões ao nascimento, oito por morte e uma por abortamento. Aos 85 dias de
207 gestação, as fêmeas apresentaram em média $188,9 \pm 0,5$ kg de peso, $15,4 \pm$
208 $0,14$ mm de ET e $3,7 \pm 0,01$ pontos de ECV, os quais não diferiram entre os
209 grupos ($p > 0,10$). Aos 85 dias de gestação, a ET era diferente ($p = 0,053$) entre
210 os grupos Controle e Lisina ($15,64 \pm 0,21$ e $15,10 \pm 0,17$, respectivamente).

211 Não houve efeito ($p>0,10$) da suplementação com lisina durante a gestação no
212 ganho de peso, no número de nascidos vivos somados aos natimortos ($13,60 \pm$
213 $0,16$), no percentual de mumificados e no peso ao nascimento. A diferença de
214 ET manteve-se aos 110 dias. O ganho de ET foi semelhante (Tabela 2).
215 Fêmeas do grupo Lisina apresentaram menor percentual de natimortos
216 ($p=0,077$). O coeficiente de variação do peso ao nascimento dentro da
217 leitegada ($p=0,094$) e o percentual de leitões com peso inferior a 1100 gramas
218 ($p=0,082$) foi menor nas fêmeas do grupo Lisina do que naquelas do grupo
219 Controle (Tabela 2).

220 Do subgrupo de 60 fêmeas selecionadas para serem acompanhadas durante o
221 período de lactação, 52 foram incluídas nas análises, pois a morte de 4 fêmeas
222 implicou na exclusão de 4 pares. Estas fêmeas apresentavam em média $188,9$
223 $\pm 1,1$ kg de peso, $15,6 \pm 0,3$ mm de ET e $3,7 \pm 0,03$ pontos de ECV, aos 85
224 dias de gestação, e pariram $14,0 \pm 0,3$ leitões, os quais não diferiram entre os
225 grupos ($p>0,10$). Não houve diferença entre os grupos ($p>0,10$) na perda de
226 peso e perda de ET durante a lactação, consumo voluntário de ração, intervalo
227 desmame-estro e número de leitões desmamados (Tabela 3). O peso da
228 leitegada ao desmame foi semelhante para os dois grupos ($p>0,10$), tendo
229 representado um ganho diário de peso de $2,5 \pm 0,06$ kg para a leitegada e de
230 $198,0 \pm 3,3$ g para cada leitão. Não houve diferença entre os grupos ($p=0,409$)
231 na sobrevivência dos leitões durante 18 dias de lactação (mínimo, mediana e
232 máximo respectivamente de 77%, 92% e 100%).

233

234

235

Tabela 2. *Ganho de peso e espessura de toucinho (ET) dos 85 aos 110 dias de gestação, desempenho ao parto e características relacionadas ao peso dos leitões ao nascer de acordo com a suplementação ou não de lisina durante a gestação de fêmeas suínas (médias \pm erro padrão)*

Variáveis	Controle (n= 136)	Lisina (n= 141)	Valor de p
Peso aos 110 d, kg	216,9 \pm 0,8	216,0 \pm 0,9	0,440
Ganho de peso 85-110 d, kg	27,5 \pm 0,6	26,7 \pm 0,5	0,366
ET aos 110 d, mm	16,7 \pm 0,2	16,1 \pm 0,2	0,064
Ganho de ET 85-110 d, mm	1,05 \pm 0,1	1,04 \pm 0,1	0,965
Total de leitões nascidos	14,1 \pm 0,3	14,1 \pm 0,2	0,959
Total de leitões nascidos vivos	12,9 \pm 0,2	13,0 \pm 0,2	0,853
Percentual de natimortos ^a	0-0-36,4	0-0-33,3	0,077
Percentual de mumificados ^a	0-0-35,7	0-0-31,2	0,384
Peso médio dos leitões ao nascer, g	1309,6 \pm 16,4	1323,2 \pm 14,7	0,461
CV do peso dos leitões, %	19,0 \pm 1,00	18,0 \pm 1,00	0,094
Leitões com peso < 1100 g, % ^a	0-25,0-85,7	0-15,4-100,0	0,082

Controle= consumo de 28 g/dia de lisina, dos 85 aos 110 dias de gestação.

Lisina= consumo de 35 g/dia de lisina, dos 85 aos 110 dias de gestação.

CV= Coeficiente de variação.

^a Valores correspondem ao mínimo, mediana e máximo.

236

237

238

Tabela 3. Desempenho de fêmeas suínas na lactação e das leitegadas até o desmame a partir de grupo de fêmeas pareadas de acordo com o peso aos 85 dias de gestação e com o número de leitões nascidos vivos (médias \pm erro padrão)

Variáveis	Controle (n=26)	Lisina (n=26)	Valor de p
Peso da fêmea após o parto (kg)	190,3 \pm 1,5	190,9 \pm 1,7	0,909
Percentual de perda de peso na lactação, %	4,2 \pm 1,2	4,5 \pm 0,8	0,790
ET da fêmea após o parto (mm)	16,9 \pm 0,5	16,3 \pm 0,5	0,745
Mudança de ET na lactação (mm)	-2,1 \pm 0,4	-1,9 \pm 0,4	0,703
Consumo diário de ração na lactação (kg)	4,3 \pm 0,2	4,2 \pm 0,2	0,679
Peso da leitegada na uniformização (kg)	16,1 \pm 0,3	16,2 \pm 0,3	0,952
Peso da leitegada ao desmame (kg)	61,3 \pm 1,6	61,2 \pm 1,3	0,968
Número de leitões desmamados	12,5 \pm 0,1	12,5 \pm 0,1	1,000
Intervalo Desmame Estro (dias)	7,8 \pm 0,97	8,4 \pm 0,97	0,696

Controle= consumo de 28 g/dia de lisina, dos 85 aos 110 dias de gestação.

Lisina= consumo de 35 g/dia de lisina, dos 85 aos 110 dias de gestação.

ET= Espessura de toucinho.

Todas as leitegadas foram uniformizadas com 13 leitões e a lactação teve duração de 18 dias.

239

240 **Discussão**

241 Um dos objetivos do presente trabalho foi avaliar a adição de lisina no terço
 242 final da gestação a fim de observar o efeito desta no peso dos leitões ao nascer
 243 e no coeficiente de variação dentro da própria leitegada. Foi pressuposto que a
 244 deposição proteica na fêmea gestante, em função do maior aporte do
 245 aminoácido, fosse diferenciada, exercendo influência na composição corporal
 246 ao parto e efeito no desempenho lactacional subsequente. Os resultados
 247 obtidos mostraram que não houve influência na condição corporal das
 248 matrizes, porém existiram tendências de melhora no desempenho ao nascer
 249 das leitegadas.

250 Este experimento não avaliou comparativamente níveis crescentes de
251 concentração de lisina na dieta de fêmeas. Boa parte dos estudos existentes
252 focou a influência de um baixo consumo de lisina na gestação, sem prover
253 evidências de uma resposta a altos níveis de lisina consumidos (Pettigrew &
254 Yang, 1997; Mahan *et al.*, 1998; Kusina *et al.*, 1999). Entretanto, esses
255 trabalhos diferenciaram-se do presente estudo, pois as características
256 produtivas das fêmeas sofreram mudança ao longo dos anos e as
257 recomendações nutricionais da época (NRC 1998), mostraram-se defasadas
258 (Ball *et al.*, 2008; Yang *et al.*, 2009), gerando a necessidade de determinar
259 novos conceitos em relação aos efeitos existentes entre interações nutricionais
260 e reprodutivas nos genótipos hiperprolíferos contemporâneos.

261 O acréscimo de lisina no terço final da gestação, no presente trabalho, não
262 resultou em diferenças no desempenho das fêmeas durante este período,
263 sendo o ganho de peso e ET, dos 85 dias de gestação até o parto, semelhante
264 entre os grupos. Os relatos sobre os efeitos da lisina na condição corporal da
265 fêmea gestante são, muitas vezes, contraditórios, pois advêm de trabalhos com
266 diferentes inclusões de aminoácidos, além de níveis diferenciados de energia
267 na dieta de gestação. Ao comparar consumos diários de 4, 8 ou 16 g de lisina
268 em dietas isocalóricas, a partir dos 25 dias de gestação em primíparas, Kusina
269 *et al.* (1999) verificaram que conforme aumentou o consumo de proteína
270 durante a gestação, as fêmeas ganharam mais peso e tenderam a diminuir a
271 ET. Semelhante aos resultados encontrados no presente trabalho, Yang *et al.*
272 (2009) ao analisarem duas dietas isocalóricas de gestação, com diferentes
273 níveis de lisina (consumos de 18 e 24 gramas de lisina por dia) no terço final da
274 gestação de primíparas e múltiparas, observaram acréscimo de peso e ET no

275 período, com maior efeito nas multíparas. O ganho de peso e ET de toucinho
276 no terço final da gestação esta associado à maior quantidade de nutrientes
277 consumidos diariamente, como relatado por Miller *et al.* (2000) e Shelton *et al.*
278 (2009). Os resultados obtidos no presente trabalho demonstraram um
279 acréscimo de 6,33 % de ET e 12,70 % de ganho de peso no terço final da
280 gestação, sem diferenças entre os grupos. Ressalta-se que por serem leitoas
281 gestantes, ainda em fase de crescimento corporal, com necessidades de
282 manutenção alta, formação do complexo mamário e de elevado número de
283 conceptos, a ocorrência de catabolismo no terço final da gestação poderia ser
284 encontrada, como já foi relatado por Close *et al.* (1985) e Cole *et al.* (1990). Ao
285 crescer lisina no terço final da gestação de leitoas com características
286 corporais muito semelhantes no momento pré-tratamento, não foi possível
287 verificar diferença no ganho de peso e ET entre os grupos controle e tratados.
288 Ao atender as necessidades de manutenção, a priorização metabólica da
289 gestante é o desenvolvimento dos conceptos e do complexo mamário, sendo
290 os nutrientes ingeridos pela matriz primeiramente direcionados para o suporte
291 do crescimento fetal (Trottier & Johnston, 2001). Com isso, o peso ao
292 nascimento pode ser influenciado pela nutrição materna (Close *et al.*, 1985;
293 Cole *et al.*, 1990; Foxcroft *et al.*, 2007). Nos resultados obtidos no presente
294 trabalho, o peso médio dos leitões ao nascer ($1316,52 \pm 10,97\text{g}$) pode ser
295 considerado baixo ao comparar com os resultados de outros trabalhos.
296 Cerisuelo *et al.* (2009) obtiveram peso médio ao nascer de 1510 g, ao
297 aumentar 1,5 a 2,0 kg o consumo de ração de fêmeas durante os dias 45 a 85
298 de gestação. Da mesma forma, Miller *et al.* (2000) relatam pesos médios de
299 1530 g em leitões nascidos de fêmeas que tiveram seu consumo de ração

300 aumentado de 2,3 para 3,9 kg/dia, dos 100 dias de gestação ao parto.
301 Entretanto, nesses trabalhos as leitegadas foram de 12,7 (Cerisuelo *et al.*,
302 2009) e 11,1 (Miller *et al.*, 2000) leitões nascidos totais, utilizando-se fêmeas
303 primíparas e de maiores ordens de parto. Ao comparar com esses resultados, o
304 menor peso observado no presente trabalho pode ser justificado, em parte,
305 pelo tamanho da leitegada das primíparas, com alto número de nascidos vivos
306 somado aos natimortos ($13,60 \pm 0,16$), uma vez que o tamanho da leitegada
307 está associado negativamente com o peso ao nascer (Quiniou *et al.*, 2002;
308 Town *et al.*, 2004). Parece haver um limite de peso, que dependente do
309 tamanho da leitegada. Sabe-se que existe uma correlação negativa entre o
310 número de leitões nascidos com o peso destes (Town *et al.*, 2004). De acordo
311 com Dziuk *et al.* (1968), quando o número de embriões ultrapassa 14, a lotação
312 intra uterina é um limitante para o tamanho da leitegada ao nascer. Ao que
313 parece, esse valor, estipulado no final dos anos 60, perdura nas genéticas
314 contemporâneas. O peso ao nascer é limitado pela capacidade uterina que não
315 suportaria nutrir adequadamente leitões dentro de uma faixa de peso máximo
316 ao nascer (1,6 – 2,0 kg) quando a lotação uterina ultrapassa 15 fetos (Foxcroft
317 *et al.*, 2007).

318 Nos resultados obtidos no presente trabalho, aproximadamente um quarto
319 (25%) dos leitões nascidos tiveram peso inferior a 1100 g. Wu *et al.* (2006)
320 citam que aproximadamente 15 - 20% dos leitões nascem com menos de 1100
321 g e sua sobrevivência é reduzida em função de retardo no crescimento intra
322 uterino (IUGR), com comprometimento do crescimento e desenvolvimento do
323 embrião/feto ou dos seus órgãos durante a gestação. Em um estudo realizado
324 entre 2003 e 2009, Wu *et al.* (2010) observaram que os leitões com peso ao

325 nascimento inferiores a 1100 g, os quais foram classificados como leitões com
326 IUGR, representaram 76% das mortes pré-desmame. Town *et al.* (2004)
327 relataram, em rebanhos com genótipos contemporâneos, que um aumento na
328 eficiência placentária não compensou o pobre desenvolvimento placentário em
329 fêmeas com uma lotação uterina maior aos 30 dias e os efeitos de IUGR foram
330 presentes aos 90 dias. O baixo peso ao nascer está associado com a maior
331 chance de morte ao desmame e nas fases subsequentes (Quiniou *et al.*, 2002).
332 Fix *et al.*, (2010) reforça esta ocorrência. Nos resultados obtidos no presente
333 trabalho, as fêmeas suplementadas com lisina apresentaram menor percentual
334 de leitões natimortos e um menor percentual de leitões pequenos (< 1100 g).
335 Isso corrobora com os resultados de Quiniou *et al.*, (2002) e Fix *et al.*, (2010)
336 onde o maior peso ao nascer resultou em maior probabilidade de aumento do
337 número de leitões nascidos vivos. Entretanto, o peso do leitão ao nascimento,
338 não está somente vinculado com sua sobrevivência, mas também com o peso
339 a desmama e seu desempenho subsequente (Quiniou *et al.*, 2002; King *et al.*,
340 2006; Fix *et al.*, 2010). Cole & Varley (2000) demonstraram que o peso ao
341 nascimento contribuiu com 37% na variação do peso ao desmame. No entanto,
342 no presente trabalho os leitões oriundos das fêmeas Controle e Lisina não
343 foram acompanhados após a uniformização das leitegadas, pois o manejo
344 utilizado na granja segregava machos e fêmeas já no período lactacional,
345 impossibilitando a avaliação de leitegadas de mesma origem.

346 Um efeito marcante de leitegadas numerosas é o alto índice de variação no
347 peso ao nascimento dentro da própria leitegada (Quiniou *et al.*, 2002). O
348 coeficiente de variação de peso ao nascer dentro da leitegada oscila entre 18 a
349 25% (Leenhouders *et al.*, 2001). Em populações de leitegadas com 10 a 15

350 NT, a alta variação de peso médio ao nascer existe, independentemente do
351 tamanho da leitegada (Foxcroft *et al.*, 2007). Kim *et al.* (2009) relatam que essa
352 variabilidade aumenta a partir dos 45 dias de gestação, quando o espaço
353 uterino influencia o desenvolvimento dos conceptos, suprimindo uma adequada
354 nutrição intra uterina. Sugere-se que a variação de peso dentro da leitegada
355 em desenvolvimento já está estabelecida no estagio fetal precoce (27 – 35 d)
356 da gestação (van der Lende *et al.*, 1990). A suplementação com lisina no terço
357 final da gestação minimizou a variabilidade de peso da leitegada no presente
358 trabalho ($19,0 \pm 1,0$; $18,0 \pm 1,0$; $p=0,094$; Controle e Lisina, respectivamente).
359 Isto pode ser reflexo de um maior aporte nutricional aos leitões menores,
360 suprimidos devido ao espaço uterino. Nota-se que o percentual de leitões
361 abaixo de 1100 g também apresentou tendência de ser menor no grupo tratado
362 ($p=0,082$). O aumento da variação de peso dos fetos durante o final da
363 gestação pode ser devido a uma limitação das porcas em prover os nutrientes,
364 através do sangue, para o crescimento máximo de todos os fetos (Wu *et al.*,
365 2006).

366 A suplementação de lisina não resultou em diferenças no desenvolvimento
367 corporal das fêmeas ao parto, com isso não foi observada influência no
368 desempenho das fêmeas e leitegadas durante a lactação. No trabalho de Yang
369 *et al.* (2009) os níveis de lisina na gestação não influenciaram a condição
370 corporal durante a lactação, nem o consumo lactacional, corroborando com os
371 resultados encontrados no presente trabalho. Durante os 18 dias de lactação
372 foram consumidos, em média, $4,26 \pm 0,14$ kg de ração por fêmea/dia, sem
373 diferenças entre os grupos. Essa quantidade não foi suficiente para suprir as
374 necessidades de manutenção e produção de leite, resultando em decréscimo de

375 peso da fêmea ao desmame e perda de ET. Esses resultados estão de acordo
376 com outros trabalhos realizados com fêmeas primíparas lactantes (Kusina *et*
377 *al.*, 1999; Yang *et al.*, 2009), demonstrando a dificuldade de atender os níveis
378 nutricionais no período lactacional, especialmente em primíparas. Schenckel *et*
379 *al.* (2010) relatam que perdas de massa proteica acima de 10% levaram a um
380 menor número de leitões nascidos no segundo parto. No presente trabalho, as
381 perdas foram inferiores a 5%, não representando diferenças no intervalo
382 desmame estro (IDE) entre os grupos analisados. Porém o intervalo de 8,12
383 dias encontrado no estudo realizado é considerado elevado, podendo levar a
384 um comprometimento no desempenho reprodutivo subsequente (Poleze *et al.*,
385 2007). Os tratamentos gestacionais não exerceram influência no desempenho
386 dos leitões lactentes acolhidos nas fêmeas. As leitegadas inicialmente
387 padronizadas com 13 leitões tiveram taxas de sobrevivência acima de 95%,
388 com ganhos de peso diário de aproximadamente 200 g aos 18 dias de
389 lactação. Desempenhos semelhantes de ganho de peso foram encontrados por
390 Cerisuelo *et al.* (2009) ao avaliar a influência do aumento de consumo de ração
391 durante a gestação. O alto índice de sobrevivência pode estar associado ao
392 grau de acompanhamento dispensado, com cuidados e observações diárias e
393 a utilização de leitões com pesos acima de 1100 g nas uniformizações.

394 A ausência de resposta aos tratamentos gestacionais, em relação ao
395 desenvolvimento corporal das fêmeas ao parto e peso dos leitões ao nascer,
396 pode ser atribuída à utilização de níveis nutricionais acima do que foi relatado
397 até o momento em trabalhos que utilizaram genótipos contemporâneos (Gill,
398 2006; Yang *et al.*, 2009). Entretanto, evidencia-se a tendência de diminuição do
399 coeficiente de variação de peso dentro da mesma leitegada, uma menor

400 ocorrência de leitões natimortos e menor percentual de leitões com peso
401 abaixo de 1100 g. Isso implica em continuidade na pesquisa, efetuando o
402 balanço de outros aminoácidos limitantes, em relação à lisina, buscando
403 intensificar as respostas obtidas no presente estudo.

404

405 **Conclusões**

406 O aumento de 28 g/dia para 35 g/dia de lisina total consumida no terço final da
407 gestação de leitoas não exerceu influência sobre o desempenho das fêmeas ao
408 parto e na lactação subsequente. Entretanto, foram observados menor
409 percentual de leitões natimortos e de leitões com peso inferior a 1100 g e
410 menor coeficiente de variação no peso das leitegadas de fêmeas que
411 receberam maior quantidade de lisina.

412

413 **Referências**

414 Agricultural Research Council 1981. The nutrition requirements of pigs. Commonwealth
415 Agricultural Bureaux, Slough, UK.

416 Ball RO, Samuel RS, Mohen S 2008. Nutrient Requirements of Prolific Sows.
417 Advances in Pork Production 19, 223-236.

418 Brown-brandl TM, Nienaber JA, Xin H, Gates RS 2004. A literature review of swine
419 heat production. Transactions of the American Society of Agricultural Engineers 47 (1),
420 259-270.

421 Cerisuelo A, Baucells MD, Gasa J, Coma J, Carrión D, Chapinal N, Sala R 2009.
422 Increased sow nutrition during midgestation affects muscle fiber development and meat
423 quality, with no consequences on growth performance. Journal of Animal Science 87,
424 729-739.

- 425 Close WH, Noblet J, Heavens RP 1985. Studies on the energy metabolism of the
426 pregnant sow. The partition and utilization of metabolizable energy intake in pregnant
427 and non-pregnant animals. *British Journal of Nutrition* 53, 267–279.
- 428 Cole DJA 1990. Nutritional strategies to optimize reproduction in pigs. *Journal of*
429 *Reproduction and Fertility* 40, 67-82.
- 430 Cole M and Varley M 2000. Weight watchers from birth. *Pig international* 30, 13-16.
- 431 De Wilde RO 1980. Protein and energy retentions in pregnant and non-pregnant gilts.
432 II. Energy retention. *Livestock Production Science* 7, 505-510.
- 433 Dziuk PJ 1968. Effect of number of embryos and uterine space on embryo survival in
434 the pig. *Journal of Animal Science* 27, 673-676.
- 435 Fix JS, Cassady JP, Holl JW, Herring WO, Culbertson MS, See MT 2010. Effect of
436 piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine. *Livestock*
437 *Science* 132, 98-106.
- 438 Foxcroft G, Bee G, Dixon W, Hahn M, Harding J, Patterson J, Putman T, Sarmento S,
439 Smit M, Tse W, Town S 2007. Consequences of selection for litter size on piglet
440 development. In *Paradigms in pig science* (eds J. Wiseman, MA Varley, S. Mcorist, B.
441 Kemp), 1st ed., pp. 207-229. Nottingham University Press, Nottingham.
- 442 Gill BP 2006. Body composition of breeding gilts in response to dietary protein and
443 energy balance from thirty kilograms of body weight to completion of first parity. *Journal*
444 *of Animal Science* 84, 1926–1934.
- 445 Kim SW, Hurley WL, Wu G, Ji F 2009. Ideal amino acid balance for sows during
446 gestation and lactation. *Journal of Animal Science* 87, E123–E132.

- 447 Kim SW, Hurley WL, Wu G, Ji F 2009. Ideal amino acid balance for sows during
448 gestation and lactation. *Journal of Animal Science* 87, E123–E132.
- 449 King RH, Eason PJ, Smits RJ, Morley WC, Henman DJ 2006. The response of sows to
450 increased nutrient intake during mid to late gestation. *Australian Journal of Agricultural*
451 *Research* 57, 33-39.
- 452 Kusina J, Pettigrew JE, Sower AF, White ME, Crooker BA, Hathaway MR 1999. Effect
453 of protein intake during gestation and lactation on the lactational performance of
454 primiparous sows. *Journal Animal Science* 77, 931-941.
- 455 Lewis AJ 2001. Amino Acids in Swine Nutrition. In *Swine Nutrition* (eds AJ Lewis and
456 LL Southern), 2 vol., pp. 131-150. CRC Press LLC NW Corporate Blvd, Boca Raton,
457 Florida, USA.
- 458 Mahan DC 1998. Relationship of gestation protein and feed intake level over a five
459 period using a high-production sow genotype. *Journal of Animal Science* 76, 533-541.
- 460 Mcpherson RL, Ji F, Wu G, Blanton JR Jr, Kim SW 2004. Growth and compositional
461 changes of fetal tissues in pigs. *Journal of Animal Science* 82, 2534-2540.
- 462 Miller HM, Foxcroft GR, Aherne FX 2000. Increasing food intake in late gestation
463 improved sow condition throughout lactation but did not affect piglet viability or growth
464 rate. *Animal Science* 71, 141-148.
- 465 National Research Council 1998. *Nutrient Requirements of Swine*, 10th ed. National
466 Academy Press, Washington, DC, USA.
- 467 Noblet J and Close WH 1980. The Energy Costs of Pregnancy in the Sow. In
468 *Symposium of Energy Metabolism* (eds LE Mount), n.26, pp 335-339. EAAP Publ.,
469 London.

- 470 Noblet J and Etienne M 1987. Metabolic utilization of energy and maintenance
471 requirements in lactating sows. *Journal of Animal Science* 64, 774-781.
- 472 Noblet J, Dourmad JY, Etienne M 1990. Energy utilization in pregnant and lactating
473 sows: modeling of energy requirements. *Journal of Animal Science* 68, 562-572.
- 474 Pettigrew JE and Yang H 1997. Protein nutrition of gestating sows. *Journal of Animal*
475 *Science* 75, 2723-2730.
- 476 Pigchamp 1998. Breeding Herd Summary – USA, 1998. Retrieved November 19, 2010,
477 from <http://www.pigchamp.com/1998Datashare.htm>.
- 478 Pigchamp 2009. Pigchamp Benchmarking – Canadá, 2009. Retrieved November 19,
479 2010, from http://www.pigchamp.com/summary_archives.html.
- 480 Poleze E, Bernardi ML, Amaral Filha WS, Wentz I, Bortolozzo FP 2006. Consequences
481 of variation in weaning-to-estrus interval on reproductive performance of swine
482 females. *Livestock Science* 103, 123-130.
- 483 Quiniou N, Dagorn J, Gaudré D 2002. Variation of piglets birth weight an
484 consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science* 78, 63-70.
- 485 SAS 2005. SAS/STAT User's Guide, Release 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC.
- 486 Schenkel AC, Bernardi ML, Bortolozzo FP, Wentz I 2010. Body reserve mobilization
487 during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. *Livestock Science*
488 132, 165–172.
- 489 Shelton NW, DeRouchey JM, Neill CR, Tokach MD, Dritz SS, Goodband RD, Nelssen
490 JL 2009. Effects of increasing feeding level during late gestation on sow and litter
491 performance. In *Swine Day 2009 – Report of progress*, Kansas State University, pp 38-
492 50.

- 493 Town S, Putman C, Turchinsky J, Dixon W, Foxcroft GR 2004. Number of conceptuses
494 in utero affects porcine foetal muscle development. *Reproduction* 128, 443-454.
- 495 Trottier NL, Johnston LJ 2001. Feeding gilts during development and sows during
496 gestation and lactation. In *Swine Nutrition* (eds AJ Lewis and LL Southern), 2nd ed.,
497 pp.725-769. CRC Press, New York, USA.
- 498 van der Lende T, Hazeleger W, de Jager D 1990. Weight distribution within litters at the
499 early foetal stage and at birth in relation to embryonic mortality in the pig. *Livestock*
500 *Production Science* 26, 53-65.
- 501 Wu G, Bazer FW, Burghardt RC, Johnson GA, Kim SW, Li XL, Satterfield MC, Spencer
502 TE 2010. Impacts of amino acid nutrition on pregnancy outcome in pigs: Mechanisms
503 and implications for swine production. *Journal of Animal Science* 88, E195-E204.
- 504 Wu G, Bazer FW, Wallace JM, Spencer TE 2006. Intrauterine growth retardation:
505 Implications for the animal sciences. *Journal of Animal Science* 84, 2316–2337.
- 506 Yang YX, Heo S, Jin Z, Yun JH, Choi JY, Yoon SY, Park MS, Yang BK, Chae BJ 2009.
507 Effects of lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites,
508 hormones, Milk composition and reproductive performance in primiparous and
509 multiparous sows. *Animal Reproduction Science* 112,199-214.
- 510 Young MG, Tokach MD, Aherne FX, Main RG, Dritz SS, Goodband RD, Nelssen JL
511 2004. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent
512 effects on lactation performance. *Journal of Animal Science* 82, 3058–3070.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que as características das fêmeas atuais são bastante distintas das estudadas nas décadas anteriores, de acordo com as literaturas revisadas. Isto se evidencia no número de leitões nascidos e na característica de desenvolvimento corporal das fêmeas primíparas do presente trabalho.

As hipóteses de melhora da composição corporal e aumento do ganho de peso da leitegada ao nascer, ao se efetuar a suplementação de lisina no terço final da gestação, não foram confirmadas. O aumento de 28 g/dia para 35 g/dia de lisina total consumidas no terço final da gestação de leitões não exerceu influência sobre o desempenho das fêmeas ao parto e na lactação subsequente. Entretanto, foram encontradas tendências de diminuição no percentual de leitões natimortos, leitões com peso inferior a 1100 g e menor coeficiente de variação no peso das leitegadas de fêmeas que receberam maior quantidade de lisina.

Isso implica em manutenção de estudos em torno das necessidades de nutrientes específicos, essencialmente os aminoácidos, com fêmeas de alta prolificidade. A busca por resultados que auxiliem na melhora dos pesos ao nascer de leitões e adequada composição corporal das matrizes nas proximidades do parto, através de ajustes na dieta de fêmeas em gestação, podem implicar em maior eficiência e lucratividade da atividade produtiva.

REFERÊNCIAS

- ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. Exigências e manejo nutricionais de matrizes suínas gestantes e lactantes. In: Seminário Internacional de Aves e Suínos – AVESUI. IV, 2005, Florianópolis, SC. **Anais...** Florianópolis, 2005. p. 33-59.
- AGRINESS. Melhores da Suinocultura. Resultados oficiais da 3ª edição, 2010. Disponível em <<http://www.melhoresdasuinocultura.com.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2010.
- ARC - Agricultural Research Council. The nutrition requirements of pigs. **Commonwealth Agricultural Bureaux**, Slough, U.K. 1981.
- ASHWORTH, C.J.; PICKARD, A.R. Embryo survival and prolificacy. In: WISEMAN, J.; VARLEY, M.A.; CHADWICK, J.P. **Progress in Pig Science**. Nottingham: Nottingham University Press, 1998. p. 303-325.
- BALL, R.O.; SAMUEL, R.S.; MOHEN, S. Nutrient Requirements of Prolific Sows. **Advances in Pork Production**. v.19, p. 223-236. 2008.
- BARKER, D.J.P.; BULL, A.R.; OSMOND, C.; SIMMONDS, S.J. Foetal and placental size and risk of hypertension in adult life. **Brit Med J**. v. 301, p. 259-262. 1990.
- BAZER, F. W.; BURGHARDT, R. C.; JOHNSON, G. A.; SPENCER, T. E.; WU, G. Interferons and progesterone for establishment and maintenance of pregnancy: Interactions among novel cell signaling pathways. **Reprod. Biol**. v.8, p.179–211. 2008.
- BEE, G. Effect of early gestation feeding, birth weight, and gender of progeny on muscle fiber characteristics of pigs at slaughter. **Journal of Animal Science**. v. 82. p. 826-836. 2004.
- BOULOT, S; QUESNEL, H.; QUINOU, N. Management of high prolificacy in French herds: can we alleviate side effects of piglet survival? **Advances in Pork Production**. v.19, p.213. 2008.
- BROWN-BRANDL, T.M.; NIENABER, J.A.; XIN, H.; GATES, R.S. A literature review of swine heat production. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**. v.47, n.1, p. 259-270. 2004.
- CERISUELO, A.; BAUCCELLS, M.D.; GASA, J.; COMA, J.; CARRIÓN, D.; CHAPINAL, N.; SALA, R. Increased sow nutrition during midgestation affects muscle fiber development and meat quality, with no consequences on growth performance. **Journal of Animal Science**. v. 87, p. 729-739. 2009.
- CLOSE, W.H.; COLE, D.J.A. Protein and amino acids. In: CLOSE, W.H.; COLE, D.J.A. **Nutrition of Sows and Boars**. 1st ed. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. Cap. 4. p.71-96.

CLOSE, W.H.; NOBLET, J.; HEAVENS, R.P. Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. The partition and utilization of metabolizable energy intake in pregnant and non-pregnant animals. **British Journal of Nutrition**. v. 53, p. 267–279. 1985.

CLOSE, W.H.; NOBLET, J.; HEAVENS, R.P. Studies on the energy metabolism of the pregnant sow. The partition and utilization of metabolizable energy intake in pregnant and non-pregnant animals. **British Journal of Nutrition**. v.53, p. 267–279. 1985.

COLE, D.J.A. Nutritional strategies to optimize reproduction in pigs. **Journal of Reproduction and Fertility**. v. 40, p. 67-82. 1990.

COLE, M.; VARLEY, M. Weight watchers from birth. **Pig international**. v. 30, p.13-16. 2000.

DAMGRAARD, L.H.; RYDHMER, L.; LOVENDAHL, P.; GRANDINSON, K. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. **Journal of Animal Science**. v.81, p. 604-610. 2003.

DE WILDE, R.O. Protein and energy retentions in pregnant and non-pregnant gilts. II. Energy retention. **Livestock Production Science**. v.7, p. 505-510. 1980.

DWYER, C.M.; FLETCHER, J.M; STICKLAND, N.C. Muscle Cellularity and Postnatal growth in the pig. **Journal of Animal Science**. v. 71. p. 3339-3343. 1993.

DWYER, C.M.; STICKLAND, N.C.; FLETCHER, J.M. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. **Journal of Animal Science**. v.72, p. 911-917. 1994.

DWYER, C.M.; STICKLAND, N.C.; FLETCHER, J.M. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. **Journal of Animal Science**. v.72. p. 911-917. 1994.

DZIUK, P.J. Effect of number of embryos and uterine space on embryo survival in the pig. **Journal of Animal Science**. v. 27, p. 673-676. 1968.

FIX, J.S.; CASSADY, J.P.; HOLL, J.W.; HERRING, W.O.; CULBERTSON, M.S.; SEE, M.T. Effect of piglet birth weight on survival and quality of commercial market swine. **Livestock Science**. v. 132, p. 98-106. 2010.

FOXCROFT, G. Hyper-prolificacy and acceptable post-natal development – a possible contradiction. **Advances in Pork Production**. v. 19, p.205. 2008.

FOXCROFT, G. R.; TOWN, S. Prenatal programming of postnatal performance – the unseen cause of variance. **Advances in Pork Production**. v.15, p. 269-279. 2004.

FOXCROFT, G.; BEE, G.; DIXON, W.; HAHN, M.; HARDING, J.; PATTERSON, J.; PUTMAN, T.; SARMENTO, S.; SMIT, M.; TSE, W.; TOWN, S. Consequences of selection for litter size on piglet development. In: WISEMAN, J.; VARLEY, M.A.; MCORIST, S.; KEMP, B. **Paradigms in pig science**. 1st ed. Nottingham: Nottingham University Press, 2007. c.12, p. 207-229.

FURTADO, C.S.D. **Influência do peso ao nascimento e de lesões no desempenho de leitões lactentes**. 2007. 45f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária). Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GILL, B.P. Body composition of breeding gilts in response to dietary protein and energy balance from thirty kilograms of body weight to completion of first parity. **Journal of Animal Science**. v. 84, p.1926–1934. 2006.

GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; JUIN, H.; LOVEAU, I.; LEBRET, B. (2006). Low birth weight is associated with enlarged muscle fibre area and impaired meat tenderness of the longissimus muscle in pigs. **Journal of Animal Science**. v.84, p.93-103. 2006.

JI, F.; WU, G.; BLANTON, J.R. Jr.; KIM, S.W. Changes in weight and composition in various tissues of pregnant gilts and their nutritional implications. **Journal of Animal Science**. v.83, p.366-375. 2005.

JINDAL, R.; COSGROVE, J.R.; AHERNE, F.X.; FOXCROFT, G.R.. Effect of Nutrition on Embryonal Mortality in Gilts: Association with Progesterone. **Journal of Animal Science**. v. 74, p.620–624. 1996.

KENSINGER, R.S.; COLLIER, R.J.; BAZER, F.W.; DUCSAY, C.A.; BECKER H.N. Nucleic acid, metabolic and histological changes in gilt mammary tissue during pregnancy and lactogenesis. **Journal of Animal Science**. v. 54, p. 1297–1307. 1982.

KIM, S.W.; BAKER, D.H.; EASTER, R.A. Dynamic ideal protein and limiting amino acids for lactating sows: The impact of amino acid mobilization. **Journal of Animal Science**. v.79, p.2356-2366. 2001.

KIM, S.W.; HURLEY, W.L.; HAN, I.K.; STEIN, H.H.; EASTER, R.A. Effect of nutrient intake on mammary gland growth in lactating sows. **Journal of Animal Science**. v.77, p. 3304–3315. 1999.

KIM, S.W.; HURLEY, W.L.; WU, G.; JI, F. Ideal amino acid balance for sows during gestation and lactation. **Journal of Animal Science**. v.87, p. E123–E132. 2009.

KING, R.H.; EASON, P.J.; SMITS, R.J.; MORLEY, W.C.; HENMAN, D.J. The response of sows to increased nutrient intake during mid to late gestation. **Australian Journal of Agricultural Research**. v. 57, p. 33-39. 2006.

KNIGHT, J.W.; BAZER, F.W.; THATCHER, W.W.; FRANK D.E.; WALLACE, H.D. Conceptus development in intact and unilaterally hysterectomized-ovariectomized gilts: Interrelationships among hormonal status, placental development, fetal fluids, and fetal growth. **Journal of Animal Science**. v.44, p.620–637. 1977.

KUSINA, J.; PETTIGREW, J.E.; SOWER, A.F.; WHITE, M.E.; CROOKER, B.A.; HATHAWAY, M.R. Effect of protein intake during gestation and lactation on the lactational performance of primiparous sows. **Journal Animal Science**. v. 77, p. 931-941. 1999.

LEWIS, A.J. Amino Acids in Swine Nutrition. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **Swine Nutrition**. 2. Ed. Boca Raton: CRC Press LLC NW Corporate, 2001. p. 131-150.

MAHAN, D.C. Relationship of gestation protein and feed intake level over a five period using a high-production sow genotype. **Journal of Animal Science**. v. 76, p. 533-541. 1998.

MCPHERSON, R.L.; JI, F.; WU, G.; BLANTON, J.R. Jr; KIM, S.W. Growth and compositional changes of fetal tissues in pigs. **Journal of Animal Science**. v.82, p. 2534-2540. 2004.

MILLER, H.M.; FOXCROFT, G.R.; AHERNE, F.X. Increasing food intake in late gestation improved sow condition throughout lactation but did not affect piglet viability or growth rate. **Animal Science**. v. 71, p. 141-148. 2000.

MILLIGAN, B.N.; DEWEY, C.E.; DE GRAU, A.F. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Preventive Veterinary Medicine**. v. 56, p. 119-127. 2002.

MUSSER, R.E.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; OWEN, K. Q.; NELSSSEN, J. L.; BLUM, S. A.; DRITZ, S. S.; CIVIS, C. A. Effects of L-carnithine fed during gestation and lactation on sow and litter performance. **Journal of Animal Science**. v. 77, p. 3289-3295. 1999.

NISSEN, P.M.; DANIELSEN, V.O.; JORGENSEN, P.F.; OKSBJERG, N. Increased maternal nutrition of sows has no beneficial effects on muscle fiber number or postnatal growth and has no impact on the meat quality of the offspring. **Journal of Animal Science**. v. 81, p. 3018-3027. 2003.

NOBLET, J.; CLOSE, W.H. The Energy Costs of Pregnancy in the Sow. In: LE MOUNT, L.E. **Symposium of Energy Metabolism**. n. 26. London: EAAP Publ., 1980. p. 335-339.

NOBLET, J.; DOURMAD, J.Y.; ETIENNE, M. Energy utilization in pregnant and lactating sows: modeling of energy requirements. **Journal of Animal Science**. v. 68, p. 562-572. 1990.

NOBLET, J.; ETIENNE, M. Metabolic utilization of energy and maintenance requirements in lactating sows. **Journal of Animal Science**. v. 64, p. 774-781. 1987.

NRC – National Research Council. Nutrient Requirements of Swine. **National Academy Press**, 10th ed., 189p. 1998. Washington, DC.

PERE, M. C.; DOURMAND, J.Y.; ETIENNE, M. Effect of number of pig embryos in the uterus on their survival and development and on maternal metabolism. **Journal of Animal Science**. v. 75, p. 1337-1342. 1997.

PETTIGREW, J.E.; YANG, H. Protein nutrition of gestating sows. **Journal of Animal Science**. v. 75, p. 2723-2730. 1997.

PIGCHAMP. Breeding Herd Summary – USA, 1998. Disponível em: <<http://www.pigchamp.com/1998Datashare.html>>. Acesso em: 19 nov. 2010.

PIGCHAMP. Pigchamp Benchmarking – Canadá, 2009. Disponível em: <http://www.pigchamp.com/summary_archives.html>. Acesso em: 19 nov. 2010.

POLEZE, E.; BERNARDI, M.L.; AMARAL FILHA, W.S.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P.. Consequences of variation in weaning-to-estrus interval on reproductive performance of swine females. **Livestock Science**. v. 103, p. 123-130. 2006

QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**. v. 78, p. 63-70. 2002.

REHFELDT, C.; NISSEN, P.M.; KUHN, G.; VESTERGAARD, M.; ENDER, K.; OKSBJERG, N. Effects of maternal nutrition and porcine growth hormone (pGH) treatment during gestation on endocrine and metabolic factors in sows, fetuses and pigs, skeletal muscle development, and postnatal growth. **Domestic Animal Endocrinology**. v. 27, p. 267–285. 2004.

REYNOLDS, L.P.; CATON, J.S.; REDMER, D.A.; GRAZUL-BILSKA, A.T.; VONNAHME, K.A.; BOROWICZ, P.B.; LUTHER, J.S.; WALLACE, J.M.; WU, G.; SPENCER, T.E. Evidence for altered placental blood flow and vascularity in compromised pregnancies. **J.Physiol**. v.572, p.51–58. 2006.

ROSTAGNO, H.S.; ALBINO, L.F.T.; DONZELE, J.L.; GOMES, P.C.; OLIVEIRA, R.F.; LOPES, D.C.; FERREIRA, A.S.; BARRETO, S.L.T. **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 2 ed. Viçosa, MG. Editora UFV, 2005. 186 p.

SAS Institute Inc., SAS/STAT software. Version 9.1.3, Cary, NC: SAS Institute Inc. 2005.

SCHENKEL, A.C.; BERNARDI, M.L.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. **Livestock Science**. v.132, p. 165–172. 2010.

SCHOKNECHT, P.A.; NEWTON, G.R.; WISE, D.E.; POND, W.G. Protein restriction in early pregnancy alters fetal and placental growth and allantoic fluid proteins in swine. **Theriogenology**. v.42, n. 2, p. 217. 1994.

SHELTON, N.W.; DEROUCHÉY, J.M.; NEILL, C.R.; TOKACH, M.D.; DRITZ, S.S.; GOODBAND, R.D.; NELSSON, J.L. Effects of increasing feeding level during late gestation on sow and litter performance. In: SWINE DAY. 2009. **Report of progress**. Kansas State University, p 38-50.

SHIELDS, R.G.; MAHAN, D.C.; MAXSON, P.F. Effect of dietary gestation and lactation protein levels on reproductive performance and body composition of first-litter female swine. **Journal of Animal Science**. v.60, p.179–189. 1985.

SORENSEN, M.T.; SEJRSEN, K.; PURUP, S. Mammary gland development in gilts. **Livestock Science**. v.75, p. 143–148. 2002.

TOWN, S.; PUTMAN, C.; TURCHINSKY, J.; DIXON, W.; FOXCROFT, G.R. Number of conceptuses in utero affects porcine foetal muscle development. **Reproduction**. v.128, p. 443-454. 2004.

TROTTIER, N.L.; JOHNSTON, L.J. Feeding gilts during development and sows during gestation and lactation. In: LEWIS, A.J.; SOUTHERN, L.L. **Swine Nutrition**. 2nd ed. New York: CRC Press, 2001. Cap. 33. p.725-769.

VALLET, I.L.; MILES, I.R.; BROWN-BRANDL, T.M.; NIENABER, I.A. Effect of empty uterine space on placental development, farrowing intervals, and stillbirth. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PIG REPRODUCTION. 8th, 2009, Banff, Canada. **Program & Abstract Book**. Banff: 2009. p.158, abstr 252-31.

VALLET, J.L.; KLEMCKE, H.G.; CHRISTENSON, R.K.; PEARSON, P.L. The effect of breed and intrauterine crowding on foetal erythropoiesis on day 35 of gestation in swine. **Journal of Animal Science**. v. 81, p. 2352-2356. 2003.

VAN DER LENDE, T.; HAZELEGER, W.; DE JAGER, D. Weight distribution within litters at the early foetal stage and at birth in relation to embryonic mortality in the pig. **Livestock Production Science**. v. 26, p. 53-65. 1990.

WANG, J.; CHEN, L.; LI, D.; YIN, Y.; WANG, X.; LI, P.; DANGOTT, L.J.; HU, W.; WU, G. Intrauterine growth restriction affects the proteomes of the small intestine, liver and skeletal muscle in newborn pigs. **Journal of Nutrition**. v. 138, p.60–66. 2008.

WENK, C.; PFIRTER, H.P.; BICKEL, H. Energetic aspects of feed conversion in growing pigs. **Livestock Production Science**. v.7, p. 483-495. 1980.

WHITTEMORE, C. 1998. **The science and practice of pig production**. 2 ed. London: Blackwell Science Ltd.,1998. 310p.

WHITTEMORE, C.T. **The science and practise of pig production**. Essex, UK. Longman Scientific and Technical, 1993.

WIDDOWSON, E. M. Intra-uterine growth retardation in the pig. **Biol. Neonate** v. 19, p. 329–340. 1971.

WOLTER, B.F.; ELLIS, M.; CORRIGAN, B.P.; DeDECKER, J.M. The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 301-308. 2002.

WU, G.; BAZER, F.W.; BURGHARDT, R.C.; JOHNSON, G.A.; KIM, S.W.; LI, X.L.; SATTERFIELD, M.C.; SPENCER, T.E. Impacts of amino acid nutrition on pregnancy outcome in pigs: Mechanisms and implications for swine production. **Journal of Animal Science**. v. 88, p. E195-E204. 2010.

WU, G.; BAZER, F.W.; CUDD, T.A.; MEININGER, C.J.; SPENCER, T.E. Maternal Nutrition and fetal development. **Journal of Nutrition**. v. 134, p. 2169-2172. 2004.

WU, G.; BAZER, F.W.; HU, J.; JOHNSON, G.A.; SPENCER, T.E. Polyamine synthesis from proline in the developing porcine placenta. **Biology of Reproduction**. v.72, p.842–850. 2005.

WU, G.; BAZER, F.W.; WALLACE, J.M.; SPENCER, T.E. Intrauterine growth retardation: Implications for the animal sciences. **Journal of Animal Science**. v. 84, p. 2316-2337. 2006.

WU, G.; POND, W.G.; OTT, T.L.; BAZER, F.W. Maternal dietary protein deficiency decreases amino acid concentrations in fetal plasma and allantoic fluid of pigs. **Journal of Nutrition**. v.128, p.894–902. 1998.

YANG, Y.X.; HEO, S.; JIN, Z.; YUN, J.H.; CHOI, J.Y.; YOON, S.Y.; PARK, M.S.; YANG, B.K.; CHAE, B.J. Effects of lysine intake during late gestation and lactation on blood metabolites, hormones, Milk composition and reproductive performance in primiparous and multiparous sows. **Animal Reproduction Science**. v.112, p.199-214. 2009.

YOUNG, M.G.; TOKACH, M.D.; AHERNE, F.X.; MAIN, R.G.; DRITZ, S.S.; GOODBAND, R.D.; NELSEN, J.L. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. **Journal of Animal Science**. v.82, p. 3058–3070. 2004.