

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE RAÇÃO OFERTADA NO FINAL DA
GESTAÇÃO DE MATRIZES SUÍNAS SOBRE O PESO AO NASCIMENTO DOS
LEITÕES**

Autor: Felipe Basquera Betiolo

PORTO ALEGRE

2016/1

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE VETERINÁRIA**

**INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE RAÇÃO OFERTADA NO FINAL DA
GESTAÇÃO DE MATRIZES SUÍNAS SOBRE O PESO AO NASCIMENTO DOS
LEITÕES**

Autor: Felipe Basquera Betiolo

Orientador: Ana Paula Gonçalves Mellagi

Coorientador: Fernando Pandolfo Bortolozzo

**Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Faculdade de Veterinária
como requisito parcial para a obtenção de
Graduação em Medicina Veterinária**

PORTO ALEGRE

2016/1

RESUMO

Com a seleção genética para maior prolificidade, houve um impacto negativo no peso ao nascimento e a uniformidade dos leitões. Especificamente, leitões considerados leves ao nascer têm menores chances de sobrevivência, menor peso ao desmame, necessitando assim de um período maior para atingir o peso de abate. O terço final de gestação corresponde ao período em que ocorre 60% do crescimento fetal. Devido a este fato, o aumento do fornecimento de ração durante esta fase gestacional, pode ser uma estratégia eficaz para atenuar esse problema. O objetivo deste trabalho foi investigar se o peso ao nascimento de leitões é influenciado pelo aumento da ingestão de ração durante o final da gestação de fêmeas suínas. Nulíparas (n=110) e pluríparas (n=297) da linhagem Camborough®, com ECV de 2,5-3,5, em boas condições de saúde, foram selecionadas para formar dois grupos experimentais de dois diferentes níveis nutricionais: Tratamento 1,8 (1,8 kg/d – 5765 kcal e 14 g Lisina) e Tratamento 2,2 (2,2 kg/d – 7047 kcal e 17 g Lisina) a partir do 90º dia de gestação até o momento do parto. O período médio de tratamento foi de 25,3 dias, sem diferença entre os grupos. O acesso à água foi *ad libitum*. Ao parto, os leitões nascidos vivos e natimortos foram contabilizados e pesados individualmente em até 12 horas pós-parto. Os leitões mumificados foram somente contabilizados. Não foi observada diferença significativa ($P>0,05$) no somatório do número de leitões nascidos vivos e de natimortos das nulíparas entre os tratamentos. Todavia, em pluríparas, o somatório no Tratamento 1,8 foi de $14,75 \pm 0,26$ e no Tratamento 2,2 foi de $15,53 \pm 0,25$ ($P<0,05$). O percentual de natimortos e mumificados não diferiu significativamente entre os grupos em fêmeas nulíparas e pluríparas ($P>0,05$). O peso médio individual dos leitões não foi influenciado pelo nível de alimento fornecido no terço final da gestação ($P>0,05$). No entanto, o peso da leitegada (leitões vivos e natimortos) foi superior no Tratamento 2,2 quando comparado ao Tratamento 1,8 ($P<0,01$) nas pluríparas. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos no coeficiente de variação de peso ao nascimento e no percentual de leitões nascidos com peso inferior a 1100g ($P>0,05$) em ambas as categorias de ordem de parto. O maior fornecimento de ração no terço final de gestação resultou em maior ganho de peso das fêmeas, sem influenciar, no entanto, o peso médio dos leitões, o coeficiente de variação de peso dentro da leitegada, a ocorrência de natimortalidade e de leitões com baixo peso ao nascimento.

ABSTRACT

The genetic selection for improving prolificacy in swine has been associated with a negative impact on piglet birth weight and within-litter variation . Specifically, low-birth weight piglets may have low survival rate and postnatal growth performance, resulting in more days necessary to reach market weight. Late gestation corresponds to sixty percent of total fetal development. Due to this fact, increase the amount of feed during this period may be a strategy to help mitigate this problem. The aim of this study was to investigate if piglet`s birth weight is affected by an increase in feed intake during the last third of gestation of gilts and sows. Gilts (n=110) and sows (n=1297) (Camborough®), with a body condition score between 2.5-3.5, without any health issues, were allocated into 2 experimental groups according to the nutritional level: Treatment 1.8 (1.8 kg/d – 5765 kcal and 14g lysine) and Treatment 2.2 (2.2 kg/d – 7047 kcal and 17 g lysine) from d90 of gestation until farrowing. The treatment length was 25.3 with no difference between the groups. All females had ad libitum access to water. At farrowing, piglets born alive and stillbirth were recorded and weighed individually within 12 h after farrowing. Mummified fetuses were only recorded. There was no difference ($P>0.05$) for born alive and stillbirth sum in gilts between both groups. However, among sows, the sum for Treatment 1.8 was 14.75 ± 0.26 and for Treatment 2.2 was 15.53 ± 0.25 ($P<0.05$). Stillbirth piglets and mummified fetuses percentages was similar between the groups in both gilts and sows ($P>0.05$). Individual birth weight was not influenced by the amount of feed given during late gestation ($P>0.05$). Nevertheless, litter birth weight (piglets born alive and stillbirth) was greater on Treatment 2.2 when compared to Treatment 1.8 ($P<0.01$), in sows. No differences were found between the groups for within-litter variation for birth weight and for the percentage of piglets lighter than 1100 g ($P>0.05$) in both gilts and sows. Higher feed consumption during late gestation increased females` weight gain but did not show any effect on piglet weight, within-litter variation, stillbirth and occurrence of low-birth weight piglets.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente meus agradecimentos são para minha família pelo apoio, paciência e auxílio, emocional e financeiro, imensuráveis. À minha Mãe, Luci Maria, por sempre me incentivar e sempre ser um porto seguro em todos os momentos. Ao meu Pai, Volmar, por me mostrar que a calma e a paciência são virtudes essenciais para se alcançar o sucesso, tanto profissional quanto pessoal. À minha Irmã, Ana Carolina, por sempre apoiar minhas escolhas e por ser um exemplo de superação diária. Amo todos vocês!

À minha namorada, Caroline, por todo carinho e afeto durante todos os nossos momentos, desde a Faculdade de Veterinária até do outro lado do mundo. Agradeço por sempre me incentivar e me acalmar nos momentos mais complicados. Te amo!

Aos professores do Setor de Suínos, David Barcellos, Mari Lourdes Bernardi, Ivo Wentz. Em especial: ao Professor Fernando P. Bortolozzo, pela amizade, oportunidades, compreensão, conselhos e ensinamentos durante todo o meu período de estagiário do Setor de Suínos; e à Professora Ana Paula G. Mellagi, por toda paciência e pelo auxílio imensurável, desde à interpretação dos resultados até a elaboração deste trabalho.

“Atenção Iluminattis”! Aos colegas de experimento, André e Elisar, pelo auxílio no desenvolvimento do projeto e pelos momentos de descontração e trabalho pesado, durante o nosso convívio caseiro e de escritório da granja.

Aos meus antigos colegas, que hoje são meus grandes amigos, do Setor de Suínos. Especialmente ao Diogo Fontana, Rafael, Diogo Magnabosco, Thais, Karine, Evandro, Pedro, Jonas, José Zacarias, Lídia, Júlia G., Júlia M. e Carine, por terem sido meus exemplos desde o início do estágio e por estarem junto comigo nos momentos de descontração e aprendizado.

A todos os meus amigos conquistados durante a minha longa trajetória na Favet-UFRGS. Um abraço a todos vocês!

Finalmente, agradeço à Empresa Master Agroindustrial e ao Setor de Suínos por me proporcionarem a realização de meu projeto de estudo para o TCC.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Peso dos órgãos e correlações do peso cérebro:órgãos em leitões de baixo e alto peso ao nascimento.....10

ARTIGO:

Tabela 1 - Peso corporal, ganho de peso, desempenho ao parto e características relacionadas ao peso ao nascimento dos leitões de acordo com o tratamento em Nulíparas (Média \pm EPM).....22

Tabela 2 - Peso corporal, ganho de peso, desempenho ao parto e características relacionadas ao peso ao nascimento dos leitões de acordo com o tratamento em Pluríparas (Média \pm EPM).....23

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1 Causas da variabilidade do peso ao nascimento	7
2.1.1 Tamanho da leitegada.....	8
2.1.2 Capacidade uterina	8
2.1.3 Eficiência placentária	9
2.1.4 Crescimento Intrauterino Retardado (<i>IUGR – Intrauterine Growth Retardation</i>)	9
2.1.5 Tamanho corporal, idade e ordem de parição	10
2.1.6 Genótipo	10
2.1.7 Nutrição Materna.....	11
2.1.7.1 Quantidade de ração	11
2.1.7.2 Lisina e Energia.....	12
2.1.7.3 Aditivos alimentares e nutrientes	13
2.2 Consequências do baixo peso para a suinocultura tecnificada	14
2.2.1 Desempenho produtivo pós-natal.....	15
2.2.2 Desempenho reprodutivo pós-natal.....	16
3 ARTIGO: INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE RAÇÃO OFERTADA NO FINAL DA GESTAÇÃO DE MATRIZES SUÍNAS SOBRE O PESO AO NASCIMENTO DOS LEITÕES	17
3.1 Introdução	17
3.2 Material e Métodos	18
3.3 Resultados e Discussão	19
3.4 Conclusões	21
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
REFERÊNCIAS	25

1 INTRODUÇÃO

O peso ao nascimento dos leitões é foco de diversas pesquisas na suinocultura. O aumento do tamanho das leitegadas tornou-se muito comum em fêmeas suínas devido à seleção genética para maior prolificidade. Entretanto, o maior número de leitões/porca afeta a qualidade dos animais, sendo correlacionado negativamente com o peso ao nascimento e a uniformidade dos leitões (TOWN et al., 2004). Especificamente, leitões que nascem com baixo peso têm menores chances de sobrevivência, menor peso ao desmame e ao abate (BERGSTROM et al., 2009; DOUGLAS et al., 2013). Além disso, possuem menos fibras musculares, o que acarreta em baixo desempenho pós-natal, trazendo sérios prejuízos para a cadeia produtiva suína (REHFELDT; KUHN, 2006).

Segundo Wu et al. (2006), a capacidade uterina insuficiente e nutrição materna inadequada são os dois principais fatores que impedem o crescimento fetal. A nutrição da fêmea suína impacta diretamente o crescimento fetal pelo fornecimento de glicose, aminoácidos, ácidos graxos – em baixa escala – e elementos essenciais para o conceito (PÈRE, 2003). Entretanto, este processo de desenvolvimento gestacional na espécie suína é altamente complexo, pois depende tanto do suprimento de nutrientes ao embrião/feto, quanto da sua habilidade de utilizar estes substratos disponíveis (REHFELDT; KUHN, 2006). Outros fatores de ordem genética e ambiental também afetam o peso ao nascimento: o genótipo; a eficiência placentária, o tamanho da leitegada, o tamanho corporal, idade e ordem de parição (ALVARENGA, 2011).

Inúmeros estudos utilizaram a nutrição da matriz gestante, em todas as fases de gestação, para tentar aumentar o peso ao nascimento de leitões (AMDI et al., 2014; BEE, 2004; DWYER et al., 1994; GONÇALVES et al., 2016). De uma maneira geral, recomenda-se aumentar o plano nutricional no terço final da gestação, uma vez que é a fase em que há maior demanda energética para os fetos (MILLER et al., 2000; GOODBAND et al., 2013). Desse modo, este trabalho teve por objetivo investigar se o peso ao nascimento de leitões é influenciado pelo aumento da ingestão de ração durante o final da gestação de fêmeas suínas de linhagens modernas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Causas da variabilidade do peso ao nascimento

2.1.1 Tamanho da leitegada

Diversas pesquisas mostram que existe uma correlação negativa entre o número de leitões nascidos e a média de peso ao nascimento da leitegada, independentemente da linhagem da fêmea (FOXGROFT, 2015). Johnson et al. (1999), ao comparar resultados de seleção para aumento de leitegada durante quatorze gerações, observaram que o peso ao nascer diminuiu quando o tamanho da leitegada aumenta. Se considerarmos todos os tamanhos de leitegada, a associação com o número de nascidos totais corresponde a um valor entre 20 e 25% da variação na média de peso ao nascimento. Dessa forma, cada leitão nascido a mais representa entre 35 a 40 gramas a menos na média de peso da leitegada (SMIT, 2013). Entretanto, estudos recentes realizados pelo National Pork Board (NPB) com leitegadas que possuem entre 10 a 16 nascidos totais têm demonstrado a existência de diferença no peso ao nascimento independentemente do número de leitões nascidos. A teoria aceita seria a de que pluríparas possuam um fenótipo para produção de leitegadas de baixo peso devido ao alto número de ovulações (20 a 30), o que limitaria o espaço para um adequado desenvolvimento dos embriões desde o início da gestação. Por essa razão, a variação no peso ao nascimento não é totalmente explicada pelo tamanho da leitegada (FOXGROFT, 2015).

2.1.2 Capacidade uterina

A capacidade uterina pode ser definida como o número de fetos vivos que poderiam ser mantidos pelo útero durante a gestação (VALLET et al., 2003). A redução da área de contato do feto com a placenta afeta o desenvolvimento do leitão. Dessa forma a capacidade uterina pode influenciar na taxa de sobrevivência embrionária e no tamanho da leitegada (KNIGHT et al., 1977). Essa limitação da capacidade uterina pode ser observada desde o início da gestação, entre os dias 11 e 13, que correspondem ao período de alongamento do embrião. Porém, a ausência de espaço para o desenvolvimento embrionário no ambiente uterino é mais crítica ao redor do 30º dia (período em que a competição para adquirir um espaço adequado para as trocas materno-fetais se inicia), podendo representar 15-20% das perdas embrionárias gestacionais totais (FORD et al., 2002). Essa limitação de espaço e consequente disputa por nutrientes se mantém como um problema para o desenvolvimento do leitão durante o terço final da gestação - período em que o leitão e a leitegada podem ganhar 29,6g e 310,5g, respectivamente (JI et al., 2005).

2.1,3 Eficiência placentária

A espécie suína possui placenta do tipo difusa, que consiste em ligações das microvilosidades do córion com depressões correspondentes no epitélio uterino. Por isso, as trocas entre mãe e feto ocorrem em quase toda a superfície do córion (VALLET et al., 2009). A eficiência placentária é calculada pela relação do peso do embrião/feto dividido pelo peso da placenta correspondente (TOWN et al., 2005). Sendo assim, quanto menor o tamanho da placenta e maior o peso do leitão maior será a eficiência placentária. Segundo Wilson; Ford (2001), o fator mais determinante da eficiência placentária seria a densidade de vasos sanguíneos na membrana corioalantoide. Há indícios de que o foco na seleção dessa característica seria capaz de reduzir as perdas fetais (VONNAHME et al., 2002), visto que a herdabilidade da eficiência placentária é maior que as encontradas para índices de capacidade uterina ou tamanho da leitegada (VALLET et al., 2001)

A hiperprolificidade das fêmeas suínas atuais aumenta o número de fetos, o que ocasiona um maior fluxo sanguíneo na placenta. Entretanto esse aporte sanguíneo não é suficiente, resultando em uma diminuição do suprimento de nutrientes e oxigênio para cada feto (PÉRE; ETIENNE, 2000). Dessa maneira, quando não há um aporte nutricional adequado, há uma diminuição do peso médio e da uniformidade da leitegada e o aumento da ocorrência do crescimento intrauterino retardado (IUGR), fenômeno que acomete embriões e fetos mamíferos (ALMEIDA, 2009).

2.1.4 Crescimento Intrauterino Retardado (*IUGR – Intrauterine Growth Retardation*)

O crescimento intrauterino retardado pode ser definido como uma diminuição no crescimento e desenvolvimento dos embriões/fetos ou seus órgãos durante a gestação (WU et al., 2006). Um animal acometido pelo IUGR tem o seu peso ao nascimento duas vezes menor que o desvio-padrão da média de peso corporal para a idade gestacional (WU et al, 2008). Entre os animais domésticos o suíno é o animal mais severamente acometido pelo IUGR. Aproximadamente 15 a 20% dos leitões nascem com peso inferior a 1,1kg (WU et al., 2006) e provavelmente sofreram efeito do IUGR. Existem dois padrões de IUGR, o primeiro é simétrico, onde o feto cresce constantemente a uma taxa mais lenta que a normal, podendo ser associado com defeitos congênitos ou hereditários. O segundo padrão, que provavelmente é afetado pela funcionalidade da placenta, é o chamado *brain sparing* (efeito de poupar o cérebro). Neste sentido, o crescimento dos órgãos pode até parar, mas o cérebro mantém o

tamanho normal, resultando em animais com medidas corporais desproporcionais (TOWN et al., 2005). Em um estudo recente, Alvarenga et al. (2012) encontraram em leitões com baixo peso ao nascer maiores correlações do peso do cérebro:órgãos, quando comparados com leitões nascidos mais pesados ($P < 0,01$; Tabela 1).

Tabela 1 – Peso dos órgãos e correlações do peso cérebro:órgãos em leitões de baixo e alto peso ao nascimento

Parâmetro	Classe de peso		DP	P
	Alto peso (AP)	Baixo Peso(BP)		
	(n=20)	(n=20)		
Peso ao nascimento (kg)	1,91	0,99	0,03	-
Fígado	58,63 ^a	31,57 ^b	1,7	<0,01
Coração	14,01 ^a	8,03 ^b	0,38	<0,01
Rins	7,5 ^a	4,08 ^b	0,24	<0,01
Cérebro	29,27 ^a	27,57 ^b	0,45	<0,01
Relação de peso Cérebro:Fígado	0,51 ^b	0,92 ^a	0,04	<0,01

Adaptado de Alvarenga et al. (2012)

^{a,b} Letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente.

2.1.5 Tamanho corporal, idade e ordem de parição

Segundo Alvarenga (2011), a idade, o tamanho corporal e a ordem de parição da fêmea estão interligados e influenciam o desenvolvimento fetal através de diferenças no ambiente uterino (hormonal e imunológico), na capacidade uterina e na troca de nutrientes entre a mãe e os filhotes. Leitões nascidos de leitoas são mais leves ao nascimento e ao desmame quando comparados com leitões provenientes de porcas (CARNEY-HINKLE et al., 2013; MARTIN RILLO et al., 2001). O aumento no peso ao nascimento entre a primeira e a segunda parição pode ser associado ao aumento do espaço uterino (MILLIGAN et al., 2002). Além disso, alterações anatômicas nas artérias espiraladas do útero podem alterar o remodelamento vascular a partir do primeiro parto (KHONG et al., 2003), o que pode representar um mecanismo fisiológico para aumentar o tamanho da leitegada.

2.1.6 Genótipo

A capacidade de fornecimento dos nutrientes e a eficiência na fixação da placenta diferem entre as raças, com destaque para as fêmeas Meishan, que produzem 3 a 4 leitões a mais por leitegada em média, quando comparadas a raças europeias e americanas (FORD, 1997; WILSON et al., 1998). Em um estudo realizado por Ashworth et al. (1990), foram feitas transferências de embriões entre fêmeas Meishan e Landrace x Large White. Aos 30 dias de gestação, independente do genótipo do embrião, os conceptos das fêmeas Meishan eram mais leves, mostrando que o genótipo materno tem forte influência no peso ao nascimento. Adicionalmente, Wilson et al. (1998) constataram que, independentemente do genótipo, o peso placentário e fetal de conceptos de matrizes Meishan foram significativamente menores quando comparados àqueles oriundos de fêmeas Yorkshire. Ao comparar o genótipo do embrião, houve diferenças nos mecanismos utilizados pelos conceptos Yorkshire x Meishan, sendo as respostas fisiológicas observadas: o aumento do tamanho da placenta e o aumento da vascularização da placenta (BIENSEN et al., 1998; WILSON et al., 1998).

2.1.7 Nutrição Materna

A nutrição materna, durante a gestação, fornece uma previsão para o feto do ambiente nutricional que encontrará após o nascimento (MARTIN-GRONERT; OZANNE, 2006). Portanto, se houver uma subnutrição das fêmeas durante a gestação os fetos poderão sofrer mudanças para que consigam sobreviver após o nascimento, prejudicando o seu crescimento (ALMEIDA, 2009). Dessa forma, a modificação ou suplementação de alguns componentes da ração, bem como o aumento da ingestão de ração durante as diferentes fases gestacionais, são utilizados como estratégias para aumentar o peso ao nascimento dos leitões. O foco das pesquisas tem sido direcionado para leitoas e primíparas devido às necessidades destas categorias para manutenção, crescimento materno e fetal (DALLANORA, 2014).

2.1.7.1 Quantidade de ração

O aumento da quantidade de ração durante o período gestacional tem sido estudado como forma de impactar o peso ao nascimento na espécie suína. Todavia, poucas estratégias nutricionais foram comprovadamente eficazes para amenizar o problema do baixo peso ao nascimento em linhagens hiperprolíficas (GOODBAND et al., 2013).

Diversos estudos objetivaram investigar se há um impacto favorável quando o consumo energético é aumentado do início ou na metade da gestação, entretanto não foram observadas

diferenças significativas no peso do leitão ao nascimento (DWYER et al., 1994; HEYER et al., 2004; LAWLOR et al., 2007; NISSEN et al., 2013). Bee (2004) forneceu rações com diferentes níveis de energia para três grupos de fêmeas: 1) 2,8kg de ração por dia contendo 2557 Kcal ED/kg; 2) 2,8kg de ração por dia contendo 1577 Kcal ED/kg; e 3) 4,0kg de ração contendo 2557 Kcal ED/kg. Essas fêmeas foram submetidas à este protocolo de alimentação até os primeiros cinquenta dias de gestação, porém não houve uma melhora do peso dos leitões no grupo que recebeu a dieta mais energética ($P>0,1$).

Já o aumento na quantidade de ração no terço final de gestação mostrou-se eficaz, aumentando em 40g o peso ao nascimento de leitões de leitoas e porcas que receberam 1,4kg a mais nesse período (CROMWELL et al., 1989). Shelton et al. (2009) compararam o peso ao nascimento de leitões de fêmeas distribuídas em 4 grupos – leitoas ($n=43$) e porcas ($n=65$) – que receberam ou não um incremento de ração durante o terço final da gestação. Leitoas que receberam 2,9 kg/d, a partir do 90º dia de gestação até o momento do parto, tiveram leitões com maior peso ao nascimento, quando comparadas às leitoas que receberam 2,1 kg/d, durante o mesmo período. Entretanto, quando foi oferecida uma quantidade superior de ração a pluríparas (2,6 vs 3,5kg/d), a partir do 90º dia de gestação até o parto, não foram encontrados resultados benéficos para o peso ao nascimento desses leitões. Este estudo foi confirmado por Soto et al. (2011), que observaram uma melhora significativa no peso ao nascimento de leitões oriundos de leitoas que receberam uma quantidade adicional de 900g de ração por dia – do 100º dia de gestação até o parto. Ademais, não houve influência no peso de leitões provenientes de pluríparas que receberam essa quantidade extra de ração diariamente, durante o mesmo período.

Todavia, é necessário salientar que o aumento na quantidade de ração pode representar um ganho de peso excessivo, o que resulta em um menor consumo de ração e maior perda de peso durante a fase de lactação (HEYER et al., 2004). Além disso, o custo adicional dessas quantidades de ração deve ser realizado para se avaliar a viabilidade econômica desta estratégia para o produtor.

2.1.7.2 Lisina e Energia

O impacto dos aminoácidos e da energia sobre o peso dos leitões ao nascimento não está totalmente elucidado, sendo que as diferenças na disponibilidade destes componentes, individual ou conjuntamente, são o principal tema desta discussão (GONÇALVES, 2015). Segundo Close; Cole (2001), para suínos o aminoácido em que se baseiam as formulações das dietas é a lisina. Este é um aminoácido encontrado em baixas quantidades em dietas baseadas

em milho e farelo de soja – ingredientes utilizados como padrão nas dietas de suínos (OWSLEY, 2012) – e participa como um dos principais elementos envolvidos na deposição de tecido materno e fetal (KIM et al., 2009). As estimativas indiretas (empíricas) de exigências de aminoácidos para a fêmea suína em fase final de gestação são maiores do que no início, visto que há um crescimento exponencial dos fetos nesta fase (FRANCO et al., 2013, LEVESQUE et al., 2011; SAMUEL et al., 2012; SRICHANA, 2006).

Segundo Goodband et al. (2013), a disponibilidade de aminoácidos na dieta e o consumo por parte dos animais, pode ser responsável pelo aumento do peso ao nascimento dos leitões. Para tentar comprovar esta teoria, Gonçalves et al. (2016) compararam leitoas e porcas que receberam dietas com diferentes níveis de energia (5,9 ou 8,85 Mcal de EM) e lisina (10,7 ou 20,0g SID) durante o terço final de gestação e observaram um aumento de 30g no peso individual do leitão ao nascimento ($P=0,011$) de fêmeas que receberam a dieta mais energética, independentemente do nível de aminoácidos da ração. Esse estudo demonstrou que em termos práticos, em uma granja que se caracterizava por possuir fêmeas hiperprolíficas (14,5 leitões nascidos por leitegada), o fornecimento de um nível mais elevado de aminoácidos não foi suficiente para elevar o peso ao nascimento dos leitões.

2.1.7.3 Aditivos alimentares e nutrientes

A adição de aditivos alimentares ou alguns nutrientes na ração de fêmeas suínas gestantes têm uma grande variabilidade no efeito sobre o peso ao nascimento do leitão. Uma inclusão elevada de amido ou gordura no terço final da gestação não foi responsável por um aumento no peso ao nascimento dos leitões (VAN DER PEET-SCHWERING et al., 2004). O aumento de glicose durante os últimos 5 dias de gestação também foi avaliado obtendo um resultado satisfatório para o peso ao nascimento, quando aumentado em 18% a disponibilidade de glicose para as fêmeas gestantes nesse período (HAN et al., 2009).

Além destes nutrientes básicos, a adição de ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 (PUFA) apresenta resultados controversos. Mateo et al. (2009) avaliaram a inclusão de PUFA sintético (Gromega, JBS United – 20% de ômega-3) na ração de fêmeas a partir do 60º dia de gestação e obteve uma resposta positiva desta adição no peso ao nascimento dos leitões. Entretanto, quando houve adição de óleo de salmão como fonte de PUFA na ração de fêmeas alimentadas durante todo o período gestacional, houve um decréscimo no peso ao nascimento dos leitões quando comparados à uma dieta controle (ROOKE et al., 2001). Sendo assim, Tanghe; Smet (2013) revisaram diversos trabalhos que utilizaram a adição de PUFA e

concluíram que na maioria deles não houve resultados positivos para o peso dos leitões ao nascimento.

Sabe-se que a L-carnitina é um composto derivado da lisina e que participa ativamente do metabolismo de proteínas e lipídios (MUSSER et al., 1997). Musser et al. (1999) conduziram um estudo com trezentas e sete fêmeas pluríparas para avaliar o efeito da adição de L-carnitina (100 mg/d) à dieta de fêmeas gestantes (5^o-112^o dia de gestação). Como resultado, os autores obtiveram uma melhora no peso ao nascimento dos leitões, quando comparados às fêmeas que não receberam esse aditivo durante todo o período gestacional (1,53 vs 1,49 kg respectivamente, $P < 0,01$). Estes resultados foram confirmados por outros estudos posteriores (EDER et al., 2001; RAMANAU et al., 2008).

Outro aditivo que foi muito investigado em pesquisas recentemente é a L-arginina. Ela desempenha diversas funções, mas sua principal função biológica, considerada por Wu et al. (2008), é o desenvolvimento placentário e fetal, além de ser utilizada como substrato para a síntese de óxido nítrico e poliaminas. Entretanto a maioria dos resultados não foram responsáveis por mitigar os efeitos do baixo peso ao nascimento (CHE et al., 2013; DALLANORA, 2014; QUESNEL et al., 2014).

2.2 Consequências do baixo peso para a suinocultura tecnificada

Em caso de restrição de crescimento no período gestacional há uma redução da sobrevivência neonatal, o que resulta em um efeito permanente no desempenho durante a vida dos leitões (crescimento e eficiência alimentar), além de afetar a qualidade da carne e a composição da carcaça (FOX-CROFT; TOWN, 2004). Leitões que nasceram com baixo peso (<900 g) tiveram uma taxa de mortalidade durante a fase de lactação de 28,9%, enquanto que leitões mais pesados (>1200 g) tiveram uma mortalidade inferior a 4% (FURTADO et al., 2012). A variabilidade no peso ao nascimento gera diferenças que serão multiplicadas ao longo da vida desses animais, sendo esse fenômeno conhecido por “efeito multiplicador dos pesos”, no qual 1 kg ao nascer pode representar até mais de 10 kg ao abate (ALVARENGA et al., 2012; MAGNABOSCO et al., 2015).

A miogênese é considerada o processo de desenvolvimento embrionário do tecido muscular (REHFELDT; KUHN, 2006). A fase de hiperplasia (multiplicação das fibras musculares) nos mamíferos ocorre na fase de gestação e o número de fibras musculares é fixado por ocasião do parto ou rapidamente após este. Durante a miogênese as fibras musculares se desenvolvem em duas populações distintas. Aos 35 dias as fibras musculares primárias se

formam e aumentam sua população gradualmente até os 60 dias formando um arcabouço para o desenvolvimento de um grande número de células secundárias. Estas se formam dos 54 aos 90 dias de gestação (WIGMORE; STCIKLAND, 1983). Acredita-se que as fibras primárias são fixadas geneticamente e não sofrem influência do ambiente uterino, ao contrário das secundárias (DWYER et al., 1995). Uma terceira população de mioblastos aparece no final da gestação e não forma fibras musculares, mas ficam localizadas próximas as miofibras secundárias e são denominadas células satélites (MAURO, 1961).

2.2.1 Desempenho produtivo pós-natal

A taxa de crescimento pós-natal dos suínos é determinada por diversos fatores, sendo que o número de fibras musculares é o fator mais discutido na literatura atual (ALVARENGA, 2011). Os eventos pré-natais (tais como genótipo da mãe, nutrição da porca, fluxo de oxigênio e nutrientes através da placenta podem influenciar a diferenciação das fibras musculares e determinar o número destas fibras, bem como sua taxa de crescimento (REHFELDT et al., 2000). Além do número de miofibras, o crescimento de um animal depende em parte de sua capacidade para digerir e assimilar macromoléculas ingeridas, sendo o trato gastrointestinal de fundamental importância para o crescimento dos suínos (KING et al., 2000).

De acordo com REHFELDT et al. (2000), o tamanho da miofibra é inversamente proporcional ao número de fibras musculares. Animais que nascem mais leves têm uma qualidade de carcaça e carne pior, devido a um menor número de fibras musculares que sofreram uma hipertrofia mais acentuada (REHFELDT; KUHN, 2006). Durante o período de crescimento pós-natal do animal, o crescimento muscular ocorre somente por hipertrofia, principalmente por acréscimo de proteínas e de núcleos originados da proliferação e fusão das células satélites à célula muscular (MAURO, 1961; REHFELDT; KUHN, 2006). A hipertrofia ocorre primeiramente no sentido longitudinal da fibra pelo aumento do número de sarcômeros e, posteriormente, ocorre um aumento do diâmetro da fibra por deposição de proteínas miofibrilares (REHFELDT, 2000). O aumento do tamanho das fibras está ligado a fatores genéticos e nutricionais que irão determinar a capacidade do músculo sintetizar proteínas musculares. A distribuição de fibras musculares observadas em um animal adulto é primariamente determinada pelo desenvolvimento pré-natal de fibras primárias e secundárias (REHFELDT; KUHN, 2006).

Estudos com leitões leves ao nascer e com alta deposição de gordura mostraram que ambos apresentam menor número de fibras musculares, mais gordura na carcaça e cresceram

com menor eficiência quando comparado a animais de peso normal a magro. Portanto, a deposição de gordura parece estar inversamente correlacionada com o número total de fibras musculares de suínos (ALVARENGA et al., 2013). Isto pode explicar a maior eficiência de crescimento dos animais de maior número de fibras musculares (DWYER, 1993).

Em trabalho realizado por REHFELDT; KUHN (2006) ao comparar o desempenho e qualidade de carne de suínos de diferentes pesos ao nascer, observou-se que os animais mais leves ao nascimento apresentaram uma pior qualidade de carne no abate. O menor número de fibras musculares encontradas no momento do nascimento se estendeu até o abate (182 dias). Consequentemente, estes animais apresentaram menor peso de carcaça, menor percentual de carne e menor área de lombo, e maior percentual de gordura interna. Além disso, segundo GONDRET et al., (2005), há uma tendência da carcaça destes animais apresentarem menor maciez e capacidade de retenção de água, podendo este fato ser associado à hipertrofia acelerada devido ao baixo número de fibras musculares.

2.2.2 Desempenho reprodutivo pós-natal

O macho suíno é mais influenciado pelo peso ao nascimento no desempenho reprodutivo quando adulto se comparado às fêmeas (ALMEIDA et al, 2013; SMIT et al., 2013). Segundo Smit et al. (2013) machos que nascem com baixo peso possuem um baixo desenvolvimento testicular, já que as células germinativas e somáticas são proporcionais ao tamanho testicular, o que representa que testículos mais leves possuem um número reduzido destas células (germinativas, de Leydig e Sertoli) comparado a testículos mais pesados.

Os principais órgãos da fêmea suína são os ovários, o útero e o sistema nervoso central. Em fêmeas mamíferas a população de oócitos, já está definida ao nascimento, demonstrando que o desenvolvimento dos gametas durante a vida uterina atua como peça chave para o desempenho pós-natal destes animais (HYTTEL, 2010). Essa população será recrutada após a puberdade, podendo ser determinante para a longevidade ou desempenho reprodutivo (SOEDE et al., 2011). No trabalho realizado por Almeida et al. (2014), os autores avaliaram o peso ao nascimento e nas etapas seguintes do desenvolvimento destas fêmeas. Como resultado, leitões com maior peso ao nascimento (>1,6 kg) foram mais pesadas e tiveram maiores taxas de ganho de peso diário (GPD) do que aquelas que nasceram mais leves (<1,2 kg) durante as fases de maternidade, de creche e até a chegada à seleção (155 dias). Além disso, o percentual de fêmeas que não atingiram o peso mínimo para seleção foi maior para aquelas que nasceram com um baixo peso.

Magnabosco et al. (2015) constatou que há uma repetibilidade da característica de baixo peso ao nascimento ao analisar três partos consecutivos de fêmeas. Algumas fêmeas que nasceram com um baixo peso ao nascimento compensaram o crescimento durante a sua vida, chegando ao mesmo peso que as pertencentes à categoria de médio peso ao nascimento. Entretanto, nenhuma produziu uma leitegada de alto peso ao nascimento nos partos consecutivos.

3 ARTIGO: INFLUÊNCIA DA QUANTIDADE DE RAÇÃO OFERTADA NO FINAL DA GESTAÇÃO DE MATRIZES SUÍNAS SOBRE O PESO AO NASCIMENTO DOS LEITÕES

3.1 Introdução

O peso ao nascimento dos leitões é foco de diversas pesquisas na suinocultura. O aumento do tamanho das leitegadas tornou-se muito comum em fêmeas suínas devido à seleção genética para maior prolificidade. Entretanto, o maior número de leitões/porca afeta a qualidade dos animais, sendo correlacionado negativamente com o peso ao nascimento e a uniformidade dos leitões (TOWN et al., 2004). Especificamente, leitões que nascem com baixo peso têm menores chances de sobrevivência, menor peso ao desmame e ao abate (BERGSTROM et al., 2011; DOUGLAS et al., 2013). Além disso, possuem menos fibras musculares, o que acarreta em baixo desempenho pós-natal, trazendo sérios prejuízos para a cadeia produtiva suína (REHFELDT; KUHN, 2006).

Segundo Wu et al. (2006), a capacidade uterina insuficiente e nutrição materna inadequada são os dois principais fatores que impedem o crescimento fetal. A nutrição da fêmea suína impacta diretamente o crescimento fetal pelo fornecimento de glicose, aminoácidos, ácidos graxos – em baixa escala – e elementos essenciais para o conceito (PÈRE, 2003). Entretanto, este processo de desenvolvimento gestacional na espécie suína é altamente complexo, pois depende tanto do suprimento de nutrientes ao embrião/feto, quanto da sua habilidade de utilizar estes substratos disponíveis (REHFELDT; KUHN, 2006). Outros fatores de ordem genética e ambiental também afetam o peso ao nascimento: o genótipo; a eficiência placentária, o tamanho da leitegada, o tamanho corporal, idade e ordem de parição (ALVARENGA, 2011).

Inúmeros estudos utilizaram a nutrição da matriz gestante, em todas as fases de gestação, para tentar aumentar o peso ao nascimento de leitões. O presente estudo, portanto,

consistiu em avaliar a influência da quantidade de ração ingerida pela fêmea suína gestante, no terço final de gestação, no peso ao nascimento dos leitões. O objetivo do trabalho foi investigar se o peso ao nascimento de leitões é influenciado pelo aumento da ingestão de ração durante o final da gestação de fêmeas suínas de linhagens modernas.

3.2 Material e Métodos

O estudo foi realizado durante o verão de 2016 (Jan-Mar) em uma granja produtora de leitões com um plantel aproximado de 6.000 fêmeas, localizada em Papanduva-SC. Foram utilizadas fêmeas Agroceres PIC – Camborough® (n=407), com ECV de 2,5-3,5, em boas condições de saúde, de ordens de parição (OP) 0 a 4. Durante todo o período gestacional as fêmeas foram alojadas em gaiolas individuais (2,5 x 0,6 m) com piso de concreto semi-ripado. A ambiência do galpão era controlada pelo manejo de cortinas e ventiladores. O acesso à água dos animais foi *ad libitum* durante todo o período do experimento.

Durante dois terços iniciais da gestação (0-89° dia) todas as fêmeas receberam quantidades diferentes de ração conforme seu ECV (3,0; 1,8 e 1,5kg para fêmeas magras, ideais e obesas, respectivamente). A partir do 90° dia de gestação, estes animais formaram dois grupos experimentais que receberam diferentes quantidades de uma ração baseada em milho e farelo de soja (3203 kcal EM/kg e 0,78% de Lisina): Tratamento 1,8 (1,8 kg/d – 5765 kcal/d e 14g Lisina) e Tratamento 2,2 (2,2 kg/d – 7047 kcal/d e 17 g Lisina). A formação dos tratamentos experimentais se deu por distribuição aleatória, obedecendo os seguintes critérios: peso corporal no 89° dia de gestação, ECV, ordem de parição e número de nascidos no parto anterior. As fêmeas foram alimentadas conforme o tratamento, através de enchimento manual do compartimento de ração, sendo o arrazoamento realizado uma vez por dia, tanto no galpão de gestação como no de maternidade.

As fêmeas foram novamente pesadas antes de serem transferidas para as salas de maternidade, em torno do 110° de gestação. Ao parto, os leitões nascidos vivos e natimortos foram contabilizados e pesados individualmente em até 12 horas pós-parto, utilizando balanças com precisão de 1g. Os leitões mumificados foram somente contabilizados e adicionados ao número de nascidos totais. Posteriormente ao parto, as fêmeas receberam alimentação *ad libitum*, durante todo o período de lactação.

As análises estatísticas foram realizadas o *Statistical Analysis System* (SAS) versão 9.3 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). Foi considerado diferença quando o valor de P foi de 5%. Para as variáveis associadas aos leitões, a leitegada foi considerada como unidade experimental.

As variáveis peso corporal aos 110 dias de gestação, ganho de peso das fêmeas dos 90-110 dias de gestação, duração do tratamento, número de nascidos totais, número de nascidos vivos, somatório de leitões vivos e natimortos, peso médio da leitegada, peso médio individual e coeficiente de variação de peso ao nascimento dentro da leitegada foram analisadas com o procedimento GLIMMIX e as médias comparadas pelo teste de t. O peso corporal aos 90 dias de gestação foi incluído como covariável, quando significativo ($P < 0,05$), nas análises de peso aos 110 dias, ganho de peso entre os dias 90 e 110, peso da leitegada ao nascimento e peso dos leitões ao nascimento. Considerou-se o tamanho da leitegada como covariável, quando significativa ($P < 0,05$), nas análises de peso dos leitões ao nascimento e do coeficiente de variação de peso ao nascimento dentro da leitegada. O percentual de natimortos, de fetos mumificados e de leitões com peso ao nascimento inferior a 1100 g foram analisados com o procedimento NPAR1WAY e os grupos foram comparados pelo teste de Wilcoxon.

3.3 Resultados e Discussão

O principal objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de dois níveis nutricionais no terço final de gestação no peso ao nascimento de leitões. Recentemente as exigências de energia e aminoácidos para fêmeas suínas, de acordo com sua fase gestacional, foram revisadas (NRC, 2012) para se adequar às exigências nutricionais de fêmeas hiperprolíficas (BALL et al., 2008). Os resultados referentes às diferentes variáveis foram divididos conforme a ordem de parto em nulíparas e pluríparas (até 4 partos), devido à expectativa de apresentarem diferentes exigências nutricionais. Os dados de nulíparas estão apresentados na Tabela 1, enquanto que os de pluríparas estão na Tabela 2.

O peso das fêmeas no início do tratamento (aos 90 dias de gestação) foi semelhante ($P > 0,05$) para os dois tratamentos, tanto para nulíparas quanto para pluríparas, validando o processo de distribuição das fêmeas utilizado. A duração média do tratamento (90º dia de gestação até o parto) foi de 25,3 dias, não havendo diferença entre os grupos ($P > 0,05$).

Segundo o NRC (2012), a demanda energética para manutenção no terço final de gestação é de 60 e 80% para nulíparas e pluríparas, respectivamente. Isso mostra, que as nulíparas necessitam de mais energia devido ao fato de possuírem uma maior taxa de crescimento quando comparada à pluríparas. A estratégia de aumento da disponibilidade de alimento no terço final de gestação é frequentemente recomendada, pois nesta fase os nutrientes são priorizados para o desenvolvimento fetal e mamário (THEIL et al., 2014). O ganho de peso dos 90-110 dias de gestação, bem como o peso na transferência (aos 110 dias de gestação) diferiu entre os

tratamentos, nas duas categorias de ordem de parto. Outros trabalhos também observaram um maior ganho de peso em fêmeas que receberam uma quantidade extra de energia no terço final da gestação (CROMWELL et al., 1989, MILLER et al., 2000). Além de uma maior oferta energética, o aumento na disponibilidade de aminoácidos nesta fase também é responsável pelo aumento do peso corporal das fêmeas (GONÇALVES et al., 2016).

O número de nascidos totais e de nascidos vivos não diferiu entre os tratamentos, nas duas categorias analisadas ($P>0,05$). Entretanto, nas pluríparas houve uma diferença não esperada entre os tratamentos quando agrupados os leitões nascidos vivos e natimortos, sendo observado um aumento de 0,8 leitão no Tratamento 2,2 ($P=0,03$). Vale salientar que ao distribuir as fêmeas nos grupos, o número de leitões nascidos no ciclo anterior foi considerado a fim de fornecer as mesmas condições de desempenho ao parto. Além disso, esse aumento não pode ser atribuído aos diferentes níveis nutricionais, visto que o estudo foi conduzido no terço final da gestação, quando o tamanho da leitegada já está definido. Os percentuais de natimortos e de mumificados não diferiram entre os tratamentos nas duas categorias de idade ($P>0,05$). Poderia ser especulado que o grupo de fêmeas com maior consumo no terço final de gestação, poderia apresentar maior ocorrência de natimortos, uma vez que ganharam mais peso neste período. Borges et al. (2005) também não observaram diferenças na porcentagem de natimortos em fêmeas com maior escore corporal. No entanto, Gonçalves et al. (2016) verificaram maior probabilidade de ocorrência de natimortalidade em fêmeas com maiores níveis de energia (6,75 Mcal/d de EL) quando comparado a fêmeas com menores níveis energéticos (4,50 Mcal/d de EL) no terço final da gestação.

O peso médio individual dos leitões de nulíparas (Tabela 1) e pluríparas (Tabela 2) não diferiu entre os tratamentos ($P>0,05$). Estes resultados corroboram com o estudo anterior de Miller et al. (2000) que compararam duas quantidades de ração (3,9 kg/d e 2,3kg/d) para primíparas e pluríparas e também não obtiveram um aumento no peso ao nascimento dos leitões. Adicionalmente, a ausência de resultados positivos para pluríparas que receberam uma quantidade extra de ração, no terço final de gestação também foi observada por demais autores (SHELTON et al., 2009; SOTO et al., 2011). Contrariamente, em um estudo conduzido por Gonçalves et al. (2016) os autores verificaram um aumento de 30 g no peso individual dos leitões nascidos vivos de pluríparas que receberam um maior aporte energético no período final de gestação. O mesmo estudo não encontrou diferença em leitões. É importante salientar que o presente trabalho considerou o peso dos leitões natimortos juntamente com os leitões nascidos vivos, uma vez que a fêmea também direciona parte de seus nutrientes para o desenvolvimento de natimortos.

Ao comparar o peso da leitegada entre os tratamentos, não foram observadas diferenças na categoria de nulíparas (Tabela 1). Entretanto, o peso da leitegada de pluríparas foi maior no Tratamento 2,2 ($P < 0,05$), considerando os leitões nascidos vivos e natimortos agrupados ou somente os leitões nascidos vivos (Tabela 2).

No presente trabalho, foi observado que para fêmeas mais velhas, o tamanho da leitegada, considerando a soma de leitões vivos e natimortos, diferiu entre os tratamentos, podendo explicar o maior peso da leitegada no Tratamento 2,2. Entretanto, sabe-se que o peso ao nascimento está relacionado inversamente ao tamanho da leitegada (FOXCROFT, 2015; JOHNSON et al., 1999; QUINIOU et al., 2002; TOWN et al., 2004), não sendo observada diferença no peso médio dos leitões. Ou seja, as pluríparas com maior consumo no terço final da gestação conseguiram manter o peso médio dos leitões, mesmo tendo maior leitegada. Devido ao fato de fêmeas pluríparas utilizarem menos energia da dieta para suas necessidades básicas de manutenção e crescimento (NRC, 2012), especula-se que essa quantidade de energia extra fornecida para o Tratamento 2,2 tenha sido utilizada para o desenvolvimento dos fetos provenientes dessas fêmeas.

No presente estudo, nulíparas e pluríparas apresentaram coeficiente de variação de 19,0% e 20,7%, respectivamente, não sendo verificado efeito do tratamento nas duas categorias de fêmeas ($P > 0,05$). A ocorrência de leitões com peso inferior a 1100g também não foi influenciada pela quantidade de ração fornecida no terço final de gestação ($P > 0,05$). Leitões considerados leves representaram 25,4% da leitegada, estando de acordo com estudos anteriores (MAGNABOSCO et al., 2013; WU et al., 2006). A variabilidade do peso ao nascimento é uma variável de importância econômica visto que está associada com maior mortalidade e baixo desempenho até o desmame (MILLIGAN et al., 2002; QUINIOU et al., 2002). Magnabosco et al. (2015) observaram uma taxa de mortalidade de 14,6% até o desmame, em leitões que nasceram com peso entre 1000-1160g. Portanto, a maior disponibilidade de alimento (400g/dia adicionais) para as fêmeas do Tratamento 2,2 não foi resultou em diminuição destes fatores em nulíparas e pluríparas.

3.4 Conclusões

O maior fornecimento de ração (1,8 kg/d vs 2,2 kg/d) no terço final de gestação resultou em maior ganho de peso das fêmeas. Entretanto, o peso médio dos leitões ao nascimento, o coeficiente de variação de peso dos leitões dentro da leitegada, a ocorrência de natimortalidade e de leitões com peso abaixo de 1100g não foram afetados pelo fornecimento extra de ração.

Tabela 1 – Peso corporal, ganho de peso, desempenho ao parto e características relacionadas ao peso ao nascimento dos leitões de acordo com o tratamento em Nulíparas (Média ± EPM).

Variáveis	Tratamento 1,8 n = 60	Tratamento 2,2 n = 50	P
Peso corporal 90d de gestação, kg	180,2±1,72	179,6±1,89	0,83
Peso corporal 110d de gestação, kg	196,4±0,54	199,1±0,59	<0,01
Ganho de peso 90-110d de gestação, kg	16,5±0,54	19,2±0,59	<0,01
Dias de tratamento 90d de gestação até o parto	25,08±0,18	25,16±0,20	0,77
Número de leitões nascidos totais, n	14,55±0,38	14,52±0,42	0,96
Número de leitões nascidos vivos, n	13,53±0,37	13,84±0,40	0,57
Leitões natimortos ^a , %	4,15 (0 – 20,0)	2,92 (0 – 14,3)	0,29
Nascidos vivos + Natimortos, n	14,2 ± 0,38	14,3 ± 0,42	0,87
Leitões mumificados ^a , %	2,4 (0 – 23,5)	1,6 (0 -25,0)	0,28
Leitões que foram pesados (Vivos e natimortos)			
Peso da leitegada, g	17506±384,93	17724±421,68	0,70
Peso do leitão, g	1252,9±18,88	1269,8±20,89	0,55
CV do peso ao nascer dentro da leitegada, %	19,50±0,85	18,49±0,74	0,43
Leitões pesando <1100 g ^a , %	28,52 ±2,92	26,35±3,07	0,58
Apenas leitões nascidos vivos			
Peso da leitegada, g	16822 ± 386,22	1702 ± 423,09	0,73
Peso do leitão individual, g	1253,8 ± 18,65	1268,7 ± 20,43	0,59
CV do peso ao nascer dentro da leitegada, %	20,08 ± 0,90	19,48 ± 0,76	0,70
Leitões pesando <1100 g ^a , %	28,3 (25,0 - 87,5)	26,4 (20,4 - 89,5)	0,60

CV = coeficiente de variação dentro da leitegada; EPM = erro padrão da média

^a Valores correspondentes à média (mediana e máxima)

Tabela 2 - Peso corporal, ganho de peso, desempenho ao parto e características relacionadas ao peso ao nascimento dos leitões de acordo com o tratamento em Pluríparas (Média \pm EPM).

Variáveis	Tratamento 1,8 n = 145	Tratamento 2,2 n = 152	P
Leitões nascidos no parto anterior, n	14,88 \pm 0,22	14,52 \pm 0,22	0,25
Peso corporal 90d de gestação, kg	217,2 \pm 1,73	216,9 \pm 1,69	0,93
Peso corporal 110d de gestação, kg	233,0 \pm 0,49	236,5 \pm 0,48	<0,01
Ganho de peso 90-110d de gestação, kg	15,9 \pm 0,49	19,5 \pm 0,48	<0,01
Dias de tratamento 90d de gestação até o parto	25,50 \pm 0,11	25,29 \pm 0,10	0,15
Número de leitões nascidos totais, n	15,13 \pm 0,27	15,81 \pm 0,26	0,07
Número de leitões nascidos vivos, n	14,16 \pm 0,25	14,85 \pm 0,24	0,05
Leitões natimortos ^a , %	3,74 (0 – 27,8)	4,13 (0 – 25,0)	0,58
Nascidos vivos + Natimortos, n	14,75 \pm 0,26	15,53 \pm 0,25	0,03
Leitões mumificados ^a , %	2,38 (0 – 31,3)	1,68 (0 – 16,7)	0,51
Leitões que foram pesados (Vivos e natimortos)			
Peso da leitegada, g	19629 \pm 296,3	20720 \pm 289,4	<0,01
Peso do leitão, g	1360,2 \pm 16,5	1356,0 \pm 16,0	0,85
CV do peso ao nascer dentro da leitegada, %	20,55 \pm 0,51	20,84 \pm 0,43	0,46
Leitões pesando <1100 g ^a , %	23,03 \pm 1,53	23,39 \pm 1,42	0,74
Apenas leitões nascidos vivos			
Peso da leitegada, g	18883 \pm 287,5	19906 \pm 280,8	<0,01
Peso do leitão individual, g	1360,9 \pm 16,6	1360,6 \pm 16,2	0,99
CV do peso ao nascer dentro da leitegada, %	20,88 \pm 0,50	21,16 \pm 0,44	0,48
Leitões pesando <1100 g ^a , %	22,4 (20,0 – 100,0)	22,6 (18,8 - 88,2)	0,90

CV = coeficiente de variação dentro da leitegada; EPM = erro padrão da média

^a Valores correspondentes à média (mediana e máxima)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O peso ao nascimento dos leitões é uma variável influenciada por diversos fatores inerentes à matriz, mas também por variáveis ambientais e de manejo. Leitões oriundos de fêmeas hiperprolíficas com baixo peso apresentam, durante o seu desenvolvimento subsequente, uma alta taxa de mortalidade, baixos índices zootécnicos e reprodutivos, além de características de carne não desejáveis, o que ocasiona uma grande perda econômica para cadeia produtora de suínos. Diversas estratégias nutricionais foram avaliadas para se tentar mitigar o baixo peso ao nascimento, sendo que na maioria dos trabalhos encontram-se resultados modestos do efeito nutricional no peso ao nascimento dos leitões. No presente estudo, a diferença de 400g de ração que foi ofertada à nulíparas e pluríparas do Tratamento 2,2, durante o terço final da gestação, não foi suficiente para aumentar o peso individual ao nascimento dos leitões. O tamanho e o peso da leitegada foram superiores no Tratamento 2,2 para as pluríparas. Mesmo que o peso médio dos leitões não ter sido alterado, especula-se que as estas fêmeas foram mais eficientes em manter o peso dos fetos, uma vez que maiores leitegadas estão associadas ao menor peso dos leitões. Além disso, a oferta de maior quantidade de ração resultou em maior ganho de peso das fêmeas. Este efeito adverso deve ser considerado ao adotar práticas de altos níveis nutricionais na gestação, para evitar sobrepeso na lactação. O aumento da ingestão de alimento no Tratamento 2,2 não foi responsável por um aumento no percentual de natimortos em pluríparas, conforme outros estudos observaram. Esses resultados corroboram com demais estudos, que tiveram efeito moderado ou ausente da nutrição, durante o terço final da gestação, no peso ao nascimento de leitões. O presente trabalho não avaliou a inclusão extra de ração do ponto de vista econômico, entretanto o aumento de oferta diária de ração no terço final de gestação deve ser avaliado financeiramente antes de sua utilização. Além disso, os programas de seleção devem concentrar esforços para selecionar fêmeas que possuam melhor eficiência placentária e maior capacidade uterina, mantendo o mesmo tamanho de leitegada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, F.R.C.L.; AULER, P.A.; MOREIRA, G.H.F.A.; JARDIM, R.B.C.; BORTOLOZZO, F.P.; CHIARINI-GARCIA, H. Birth weight and its impacts on testicular development in boars. *In: NINTH INTERNATIONAL CONFERENCE ON PIG REPRODUCTION*, 2013, Olsztyn, Poland. **Program and Abstract Book**, 2013. p. 83.
- ALMEIDA, F. R. C. L. Influência da nutrição da fêmea sobre a qualidade do leitão ao nascer *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 37, n. Supl 1, p. 31–34, 2009.
- ASHWORTH, C. J.; HALEY, C.S.; AITKEN, R.P.; WILMUT, I. Embryo survival and conceptus growth after reciprocal embryo transfer between Chinese Meishan and Landrace x Large White gilts. *Journal of reproduction and fertility*, v. 90, n. 2, p. 595–603, 1990.
- DE ALMEIDA, M.; BERNARDI M.L., MOTTA A.P., BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. Effect of birth weight and litter size on the performance of landrace gilts until puberty. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 42, n. 1, p. 1182. 2014.
- ALVARENGA, A. L. N.; CHIARINI-GARCIA, H.; CARDEAL, P.C.; MOREIRA, L.P.; FOXCROFT, G.R.; FONTES, D.O.; ALMEIDA, F.R.C.L. Intra-uterine growth retardation affects birthweight and postnatal development in pigs, impairing muscle accretion, duodenal mucosa morphology and carcass traits. *Reproduction, Fertility and Development*, v. 25, n. 2, p. 387–395, 2012.
- ALVARENGA, A. L. N. **Implicações da programação pré-natal sobre o desempenho subsequente, características de carcaça e qualidade de carne em suínos**. 2011. 313 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.
- AMDI, C.; Giblin, L.; Ryan, T.; Stickland, N. C.; Lawlor, P. G. Maternal backfat depth in gestating sows has a greater influence on offspring growth and carcass lean yield than maternal feed allocation during gestation. *Animal*, v. 8, n. 2, p. 236–44, 2014.
- ASHWORTH, C. J.; HALEY, C.S.; AITKEN, R.P.; WILMUT, I. Embryo survival and conceptus growth after reciprocal embryo transfer between Chinese Meishan and Landrace x Large White gilts. *Journal of reproduction and fertility*, v. 90, n. 2, p. 595–603, 1990.
- BALL, R.O.; SAMUEL, R.S.; MOEHN, S. Nutrient requirements of prolific sows. *Advances in Pork Production*, v.19, p. 223-236, 2008. Disponível em: <http://prairieswine.com/pdf/36037.pdf>. Acesso em: 06 jul. 2016.
- 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, n. 3, p. 826–836, 2004.
- BERGSTROM, J. R. **Effects of birth weight, finishing feeder design, and dietary astaxanthin and ractopamine HCl on the growth, carcass, and pork quality characteristics of pigs; and Meta-Analyses to improve the prediction of pork fat**

quality. 2011. 231 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência Animal, Departamento de Ciências Animais e Indústria, Kansas State University, Manhattan-KS, 2011.

BERGSTROM, J. R.; POTTER, M. L.; TOKACH, M. D.; HENRY, S. C.; DRITZ, S. S.; NELSSSEN, J. L.; GOODBAND, R. D.; DEROUCHÉY, J. M. Effects of piglet birth weight and litter size on the preweaning growth performance of pigs on a commercial farm. **Swine Day**, 2009, p. 1-7. 2009.

BIENSEN, N.J.; WILSON, M.E.; FORD, S.P. The impact of either a Meishan or Yorkshire uterus on Meishan or Yorkshire fetal and placental development to days 70, 90, and 110 of gestation. **Journal of Animal Science**, v.76, p.2169-2176, 1998.

BORGES, V. F.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO F. P.; I. WENTZ. Risk factors for stillbirth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 70, n. 3-4, p. 165–176, 2005.

CARNEY-HINKLE, E. E.; TRAN, H.; BUNDY, J. W.; MORENO, R.; MILLER, P. S.; BURKEY, T. E. Effect of dam parity on litter performance, transfer of passive immunity, and progeny microbial ecology. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 6, p. 2885–2893, 2013.

CHE, L.; P. YANG; Z. FANG; Y. LIN; D. WU. Effects of dietary arginine supplementation on reproductive performance and immunity of sows. **Czech Journal of Animal Science**, v. 58, n. 4, p. 167–175, 2013.

CLOSE, W.H.; COLE, D.J.A. **Nutrition of Sows and Boars**. 1st, Ed. Nottingham, Nottingham University Press. 2001. 377p.

CROMWELL, G. L.; HALL, D.D.; CLAWSON, A.J.; COMBS, G.E.; KNABE, D.A.; MAXWELL, C.V.; NOLAND, P.R.; ORR, D.E. JR; PRINCE, T.J. Effects of additional feed during late gestation on reproductive performance of sows: a cooperative study. **Journal of animal science**, v. 67, n. 1, p. 3–14, 1989.

DALLANORA, D. **Efeito da manipulação de aminoácidos na dieta de gestação e da inclusão de arginina na dieta de lactação sobre o desempenho de matrizes suínas e leitões**. 2014. 71 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciências Veterinárias, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014

DOUGLAS, S. L.; EDWARDS, S. A.; SUTCLIFFE, E.; KNAP, P. W.; KYRIAZAKIS, I. Identification of risk factors associated with poor lifetime growth performance in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 9, p. 4123–4132, 2013.

DYWER, C.M.; MADGEWICK, A.J.A.; WARD, S.S.; STICKLAND, N.C. Effect of maternal undernutrition on the development of fetal myofibres in the guinea pig. **Reproduction Fertility and Development**, v.7, p.1285-1292, 1995.

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

EDER, K.; RAMANAU, A; KLUGE, H. Effect of L-Carnitine supplementation on performance parameters in gilts and sows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 85, p. 73-80, 2001

FLOWERS, B. Birth weight, neonatal management and sow longevity Potential. **National Hog Farmer**, 10 abr. 2015. Disponível em: <<http://nationalhogfarmer.com/reproduction/birth-weight-neonatal-management-and-sow-longevity-potential>>. Acesso em: 06 jul. 2016

FORD, S. P.; VONNAHME, K. A.; WILSON, M. E. Uterine capacity in the pig reflects a combination of uterine environment and conceptus genotype effects. **Journal of animal science**, v. 80, n. Suppl. 1, p. 66–73, 2002.

FORD, S. P. Embryonic and fetal development in different genotypes in pigs. **Journal of reproduction and fertility**, v. 52, n. Suppl 1, p. 165–176, 1997.

FOXCROFT, G. Blueprint: Sow potential productivity captured for life. **National Hog Farmer**, 17 abr. 2015. Disponível em: <<http://nationalhogfarmer.com/reproduction/blueprint-sow-potential-productivity-captured-life>>. Acesso em: 06 jul. 2016

FOXCROFT, G.R.; TOWN, S.C. Prenatal Programming of Postnatal Performance – the Unseen Cause of Variance. **Advances in Pork Production**, v.15, p. 269-279. 2004.

FRANCO, D. J.; JOSEPHSON, J. K.; MOEHN, S.; PENCHARZ, P. B.; BALL, R. O. Isoleucine requirement of pregnant sows. **Mid-West ASAS Conference**, v. 91, p. 3859–3866, 2013.

FURTADO, C.S.D.; MELLAGI, A.P.G.; CYPRIANO, C.R.; GAGGINI, T.S.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou locomotoras no desempenho de leitões lactentes. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, n. 4, p. 1–7, 2012.

GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; GONÇALVES, M. A. D.; WOODWORTH, J. C.; DRITZ, S. S.; DEROUCHÉY, J. M. Nutritional enhancement during pregnancy and its effects on reproduction in swine. **Animal Frontiers**, v. 3, n. 4, p. 68–75, 2013.

GONÇALVES, M. A. D. et al. Effects of amino acids and energy intake during late gestation of high-performing gilts and sows on litter and reproductive performance under commercial conditions. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 5, p. 1993, 2016.

GONÇALVES, M. A. D. **Late gestation lysine and energy effects in sows and dose-responses to tryptophan and valine in finishing pigs**. 2015. 261 f. Tese (Doutorado) - Curso de Medicina Veterinária, Departamento de Medicina/Patobiologia de diagnóstico, Kansas State University, Manhattan-KS, 2015.

GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; LOUVEAU, I.; LEBRET, B.; PICHODO, X.; LE COZLER, Y. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue

lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. **Livestock Production Science**, v. 93, n. 2, p. 137–146, 2005.

HAN, Y. K.; Wang, Q.; Cho, J. H.; Chen, Y.J.; Yoo, J. S.; Shin, S. O.; Kim, I. H. Effects of dietary glucose level during late gestation on litter performance and glucose concentration in sows. **Animal Science Journal**, v. 80, n. 1, p. 57–61, 2009.

HEYER, A.; ANDERSSON, H. K.; LINDBERG, J. E.; LUNDSTRÖM, K. Effect of extra maternal feed supply in early gestation on sow and piglet performance and production and meat quality of growing/finishing pigs. **Acta Agriculturae Scandinavica, Section A - Animal Science**, v. 54, n. 1, p. 44–55, 2004.

HYTTEL, P. Gametogenesis. *In*: HYTTEL, P.; SINOWATZ, F.; VEJLSTED, M.; BETTERIDGE, K. (Ed.) **Essentials of domestic animal embryology**. 1. ed. Philadelphia: Elsevier Saunders, 2010. p. 32-55.

JI, F.; WU, G.; BLANTON JR., J.R.; KIM, S.W. Changes in weight and composition in various tissues of pregnant gilts and their nutritional implications. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 2, p. 366–375, 2005.

JOHNSON, R. K.; NIELSEN, M. K.; CASEY, D. S. Responses in Ovulation Rate, Embryonal Survival, and Litter Traits in Swine to 14 Generations of Selection to Increase Litter Size. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 3, p. 541–557, 1999.

KHONG, T.Y.; ADEMA, E.D.; ERWICH, J.J.H.M. On an anatomical basis for the increase in birth weight in second and subsequent born children. **Placenta**, v.24, p.348-353, 2003.

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, n. Suppl. 14, 2009.

KING, D.E.; ASEM, E.K.; ADEOLA, O. Ontogenetic development of intestinal digestive functions in White Pekin ducks. **Journal of Nutrition**, v.130, p.57–62, 2000.

KNIGHT, J. W.; BAZER, F.W.; THATCHER, W.W.; FRANKE, D.E.; WALLACE, H.D. Conceptus development in intact and unilaterally hysterectomized-ovariectomized gilts: interrelations among hormonal status, placental development, fetal fluids and fetal growth. **Journal of Animal Science**, v. 44, n. 4, p. 620–637, 1977.

LAWLOR, P. G.; LYNCH, P. B.; O'CONNELL, M. K.; MCNAMARA, L.; REID, P.; STICKLAND, N. C. The influence of over feeding sows during gestation on reproductive performance and pig growth to slaughter. **Archives of Animal Breeding**, v. 50, p. 82-91, 2007.

LEENHOUWERS, J. I.; VAN DER LENDE, T.; KNOL, E. F. Analysis of stillbirth in different lines of pig. **Livestock Production Science**, v. 57, n. 3, p. 243–253, 1999

LEVESQUE, C. L.; MOEHN, S.; PENCHARZ, P. B.; BALL, R. O. The threonine requirement of sows increases in late gestation. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 93–102. 2011

- MAGNABOSCO, D.; BERNARDI, M. L.; CUNHA, E. C. P.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Impact of the birth weight of landrace x large white dam line gilts on mortality, culling and growth performance until selection for breeding herd. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 43, n. 1, 2015.
- MARTIN-GRONERT, M. S.; OZANNE, S. E. Maternal nutrition during pregnancy and health of the offspring. **Biochemical Society Transactions**, v. 34, p. 779–782, 2006.
- MARTIN RILLO, S.; DE ALBA, C. R.; ROMERO RODRIGUEZ, A.; CIDONCHA, R.; ZIECIK, A.J. Litter size and vagina-cervix catheter penetration length in gilts. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 36, n. 6, p. 297–300, 2001.
- MATEO, R. D.; CARROLL, J. A.; HYUN, Y.; SMITH, S.; KIM, S. W. Effect of dietary supplementation of n-3 fatty acids and elevated concentrations of dietary protein on the performance of sows. **Journal of Animal Science**, v. 87, n. 3, p. 948–959, 2009.
- MAURO, A. Satellite cell of skeletal muscle fibers. **The Journal of biophysical and biochemical cytology**, v. 9, p. 493–495, 1961.
- MILLER, H. M.; FOXCROFT, G. R.; AHERNE, R. 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, n. 2, p. 119–127, 2002.
- MUSSER, R. E.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; NELSSSEN, J. L.; CIVIS, C. A.; BLUM, S. A.; OWEN, K. Q. Effects of L-Carnitine Fed During Gestation and Lactation on Sow and Litter Performance **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 3289–3295, 1999
- MUSSER, R. E.; GOODBAND, R. D.; TOKACH, M. D.; NELSSSEN, J. L.; CIVIS, C. A.; BLUM, S. A.; OWEN, K. Q. Effects of additional L-carnitine during lactation on sow and litter performance of first parity gilts. **Swine Day**, p. 38–40, 1997.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of swine**. 11. ed. Washington, DC: National Academic Press, 2012. 420p
- 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, n. 12, p. 3018–3027, 2003.
- OWSLEY, W.F. Swine Dietetics: Basic Swine Nutrition. **Swine Fact Sheet**. Maio, 2012. Disponível em: <http://www.aces.edu/agriculture/livestock-poultry/swine/documents/Swinedietetics2.pdf> Acesso em 1º jul. de 2016.
- PATIENCE, J.F., ENGELE, K., BEAULIEU, A.D., GONYOU, H.W., ZIJLSTRA, R.T. Variation: Costs and Consequences. **Advances in Pork Production**, v. 15, p. 257-266. 2004.

- PERE, M. C. Materno-foetal exchanges and utilisation of nutrients by the foetus: comparison between species. **Reproduction Nutrition Development**, v. 43, n. 1, p. 1–15, 2003.
- PÈRE, M. C.; ETIENNE, M. Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. **Reproduction Nutrition Development**, v. 40, n. 4, p. 369–382, 2000.
- QUESNEL, H.; QUINIOU, N.; ROY, H.; LOTTIN, A.; BOULOT, S.; GONDRET, F. Supplying dextrose before insemination and L-arginine during the last third of pregnancy in sow diets: Effects on within-litter variation of piglet birth weight. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 4, p. 1445–1450, 2014.
- QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 63–70, 2002.
- RAMANAU, A.; KLUGE, H.; SPILKE, J.; EDER, K. Effects of dietary supplementation of l-carnitine on the reproductive performance of sows in production stocks. **Livestock Science**, v. 113, n. 1, p. 34–42, 2008.
- REHFELDT, C.; FIEDLER, I.; DIETL, G.; ENDER, K. Myogenesis and postnatal skeletal muscle cell growth as influenced by selection. **Livestock Production Science**, v. 66, n. 2, p. 177–188, 2000.
- REHFELDT, C.; KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 113–123, 2006.
- ROOKE, J. A.; SINCLAIR, A G.; EWEN, M. Changes in piglet tissue composition at birth in response to increasing maternal intake of long-chain n-3 polyunsaturated fatty acids are non-linear. **The British journal of nutrition**, v. 86, n. 4, p. 461–470, 2001.
- SAMUEL, R.S.; MOEHN, S.; PENCHARZ, P.B.; BALL, R.O. Dietary lysine requirement of sows increases in late gestation. **Journal of Animal Science**, v. 90, n. 13, p. 4896–4904, 2012.
- 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. **Swine Day, 2009**, p. 38–50, 2009.
- SMIT, M. **Genetic background of prenatal programming in pigs**. 2007. 36 f. Dissertação (Mestrado), University of Wageningen, The Netherlands. 2007.
- SMIT, M. N.; SPENCER, J.D.; ALMEIDA, F.R.C.L.; PATTERSON, J.L.; CHIARINI-GARCIA, H.; DYCK, M.K.; FOXCROFT, G.R. Consequences of a low litter birth weight phenotype for postnatal lean growth performance and neonatal testicular morphology in the pig. **Animal**, v. 7, n. 10, p. 1681–9, 2013.
- SOEDE, N. M.; LANGENDIJK, P.; KEMP, B. Reproductive cycles in pigs. **Animal Reproduction Science**, v. 124, n. 3-4, p. 251–258, 2011.

SOTO, J.; GREINER, L.; CONNOR, J.; ALLEE, G. Effects increasing feeding levels in sows during late gestation on piglet birth weights. **Journal of Animal Science**, v. 89:86, (Abstract), 2011.

SRICHANA, P..**Amino acid nutrition in gestating and lacting sows**. 2006. 479 f. Tese (Doutorado) - University of Missouri, Columbia-MO, 2006.

TANGHE, S.; DE SMET, S. Does sow reproduction and piglet performance benefit from the addition of n-3 polyunsaturated fatty acids to the maternal diet? **Veterinary Journal**, v. 197, n. 3, p. 560-569. 2013.

THEIL, P. K.; LAURIDSEN, C.; QUESNEL, H. Neonatal piglet survival: impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. **Animal**, v. 8, n. 7, p. 1021–1030, 2014.

TOWN, S. C.; PATTERSON, J.L.; PEREIRA, C.Z.; GOURLEY, G.; FOXCROFT, G.R. Embryonic and fetal development in a commercial dam-line genotype. **Animal Reproduction Science**, v. 85, n. 3-4, p. 301–316, 2005.

TOWN, S. C.; PUTMAN, C.; TURCHINSKY, J.; DIXON, W.T.; FOXCROFT, G.R. Number of conceptuses in utero affects porcine fetal muscle development. **Reproduction**, v. 128, n. 4, p. 443–454, 2004.

VALLET, J.L.; MILES, J.R.; FREKING, B.A. Development of the pig placenta. **Society of Reproduction and Fertility**, v.66, p.265-279, 2009.

VALLET, J. L.; Klemcke, H. G.; Christenson, R. K.; Pearson, P. L. The effect of breed and intrauterine crowding on fetal erythropoiesis on day 35 of gestation in swine. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 9, p. 2352–2356, 2003.

VALLET, J. L.; LEYMASTER, K. A.; CASSADY, J. P.; CHRISTENSON, R. K. Are hematocrit and placental efficiency selection tools for uterine capacity in swine? **Journal of Animal Science**, v. 79, n. Suppl 2, p.64, 2001.

VAN DER PEET-SCHWERING, C.M.C.; KEMP, B.; BINNENDIJK, G.P.; DEN HARTOG, L.A.; VEREIJKEN, P.F.G; VERSTEGEN, M.W.A. Effects of additional starch or fat in late-gestating high nonstarch polysaccharide diets on litter performance and glucose tolerance in sows. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 10, p. 2964–2971, 2004.

VONNAHME, K. A.; WILSON, M. E.; FORD, S. P. Conceptus competition for uterine space: Different strategies exhibited by the Meishan and Yorkshire pig. **Journal of Animal Science**, v. 80, n. 5, p. 1311–1316, 2002.

WIGMORE, P., M.; STICKLAND, N. C. Muscle development in large and small pig fetuses. **Journal of Anatomy**, v.137, p. 235-245, 1983.

WILSON, M.E.; FORD, S.P. Comparative aspects of placental efficiency. **Control of Pig Reproduction VI, Reproductive Supplement**, v. 58, p.223-232, 2001.

WILSON, M. E.; Biensen, N.J.; Youngs, C.R.; Ford, S.P. Development of Meishan and Yorkshire littermate conceptuses in either a Meishan or Yorkshire uterine environment to day 90 of gestation and to term. **Biology of Reproduction**, v. 58, n. 4, p. 905–910, 1998.

WU, G.; BAZER, F.W.; DATTA, S.; JOHNSON, G.A.; LI, P.; SATTERFIELD, M.C.; SPENCER, T.E. Proline metabolism in the conceptus: Implications for fetal growth and development. **Amino Acids**, v.35, p.691-702, 2008

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, n. 9, p. 2316–2337, 2006.

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