

# Viabilidade do uso de leitões natimortos nos estudos de miogênese e desenvolvimento de órgãos vitais<sup>1</sup>

## Feasibility of the use of stillborn piglets in the study of myogenesis and development of vital organs

Aline Alves da Silva<sup>2</sup>; Danyel Bueno Dalto<sup>3</sup>; Eduardo Raele Oliveira<sup>2</sup>; Arturo Pardo Lozano<sup>3</sup>; David Fernandes Gavioli<sup>2</sup>; Jamile Maria de Oliveira<sup>4</sup>; Natalia Ceron Romero<sup>5</sup>; Graziela Drociunas Pacheco<sup>6</sup>; Caio Abércio da Silva<sup>6\*</sup>

### Resumo

Objetivou-se estudar a viabilidade do uso de leitões natimortos nos estudos de miogênese e desenvolvimento de órgãos vitais. Utilizou-se leitegadas provenientes da genética Topigs x Danbred de 82 matrizes suínas entre 1<sup>a</sup> à 7<sup>a</sup> ordem de parto. No total foram monitorados 82 partos. Ao término dos partos, todos os leitões foram pesados e identificados, de acordo com a ordem de nascimento. A partir deste procedimento foi calculado o peso médio das leitegadas que apresentaram histórico de natimortos. Os leitões que apresentaram peso próximo ou igual ao peso médio da leitegada, e peso semelhante ao dos leitões natimortos provenientes das respectivas leitegadas, foram sacrificados. No total, 28 leitões foram abatidos e 30 natimortos foram utilizados. Em ambas as classes (natimortos e nascidos vivos sacrificados) foram coletados, o músculo semitendinoso, coração, cérebro e fígado. Os dados foram analisados por ANOVA, correlação e regressão através do programa estatístico SAEG. Os resultados sugerem que os leitões nascidos vivos possuem maior área muscular quando comparado com natimortos (60, 50 vs 42,71  $\mu\text{m}$ ). Além disso, uma forte correlação ( $P < 0,05$ ;  $R = 0,63$ ) foi encontrada entre a área muscular e número de fibras musculares. Leitões natimortos possuem menor número de fibras musculares, por isso não podem substituir os leitões nascidos vivos em pesquisas voltadas ao estudo da miogênese e do desenvolvimento de órgãos vitais, e o sexo não é uma variável importante para estudos com esta finalidade.

**Palavras-chave:** Fibras, leitegada, mortalidade, musculares, pós-natal

### Abstract

The objective was to study the feasibility of the use of stillborn piglets in the studies of myogenesis and the development of vital organs. For this, was used litters from genetic Topigs x Danbred of 82 sows between 1<sup>st</sup> to 7<sup>th</sup> order of parturition. In total were monitored 82 parturitions, at the end of the parturitions, all piglets were weighed and identified according to birth order. From this procedure we calculated the average weight of litters with a history of stillbirths. The piglets weighing close to or equal to the average weight of litter, and that similar to the weight of stillborn piglets from the litters, were sacrificed. In total 28 piglets were slaughtered and 30 stillbirths were used. In both classes

<sup>1</sup> Parte da dissertação de Mestrado em Ciência Animal, do primeiro autor, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR.

<sup>2</sup> Mestrando(s) em Ciência Animal. Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina, PR. E-mail: aline@zootecnista.com.br; duraele@yahoo.com.br; davidgavioli@hotmail.com

<sup>3</sup> Doutorando(s) em Ciência Animal, UEL, Londrina, PR. E-mail: dbdalto@hotmail.com; setaarturo@hotmail.com

<sup>4</sup> Discente em Zootecnia, UEL, Londrina, PR. E-mail: jamile@tectron.com.br

<sup>5</sup> Discente em Medicina Veterinária. Universidade Del Tolima, Colombia. E-mail: nataliaceron@hotmail.com

<sup>6</sup> Profs. Drs. do Dept<sup>o</sup> de Zootecnia, UEL, Londrina, PR. E-mail: grazivetuel@yahoo.com.br; casilva@uel.br

\* Autor para correspondência

(stillbirths and live births sacrificed) were collected, the *semitendinosus* muscle, heart, brain and liver. Data were analyzed using Anova, correlations and regression procedure of SAEG. Results suggested that piglets which born alive have a greater muscular area when compared to stillborn (60.50 vs. 42.71  $\mu\text{m}$ ). In addition a strong correlation ( $P < 0.05$ ;  $r = 0.63$ ) was found between muscular area and number of muscle fibers. Overall, the results of this study suggest that the stillborn piglets have fewer muscle fibers and can't replace piglets that born alive in researches about myogenesis and development of vital organs, and sex isn't an important variable to study for this purpose.

**Key words:** Fiber, litter, mortality, muscles, postnatal

## Introdução

O desenvolvimento do leitão após o nascimento está relacionado com a hipertrofia das fibras musculares pré-formadas durante a gestação, sucedendo-se a hiperplasia do tecido muscular que é completada por volta de 85-90 dias de gestação com o estabelecimento das fibras primárias e secundárias (WIGMORE; STICKLAND, 1983).

As fibras secundárias estão sujeitas aos estímulos nutricionais e hormonais durante a gestação, podendo sofrer um importante processo de multiplicação, permitindo que o leitão, independentemente de seu peso ao nascer, tenha plenas condições de crescimento pós-natal, preservadas as questões de competição com leitões de maior peso ao nascimento (DU; ZHU, 2009).

O baixo peso ao nascer dos leitões parece ter uma relação positiva com a redução do número de fibras musculares, decorrente principalmente da deficiência do aporte de nutrientes na unidade feto placentária (GONDRET et al., 2006).

Também o desenvolvimento dos órgãos vitais nos estágios embrionário e fetal depende do suprimento destes nutrientes e da habilidade do embrião em utilizar estes substratos (REHFELDT; KUHN, 2006). Neste sentido, muitos fatores podem relacionar-se com o peso ao nascimento e o desenvolvimento dos órgãos, como o alto número de nascidos totais, a ordem de parto da matriz, a posição do feto no útero, além de fatores ambientais (HOLANDA et al., 2005; ALMEIDA et al., 2009). Paralelamente, estes últimos fatores têm alta relação com a taxa de natimortalidade (BORGES et al., 2008).

Como definição, os natimortos são os leitões que no início do parto ainda se apresentam vivos, mas que morrem durante o desenvolvimento do parto (CHRISTIANSON, 1992).

Diante desse quadro, a compreensão de que os leitões natimortos seriam potencialmente aptos ao desenvolvimento pós-natal, poderia abrir uma possibilidade de estudos usando como base esta classe de animais, eliminando a necessidade de se abater leitões ao nascimento, reduzindo assim os custos e melhorando os aspectos éticos da pesquisa.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi comparar o número de fibras musculares e o desenvolvimento de alguns órgãos vitais entre leitões natimortos e nascidos vivos, com o intuito de verificar se os leitões natimortos poderiam substituir os nascidos vivos nas pesquisas voltadas ao estudo da miogênese e da formação corporal.

## Material e Métodos

O experimento, cadastrado sob o nº 26368.2012.23, e aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da Universidade Estadual de Londrina, foi realizado em uma granja comercial localizada no município de Martinho Campos – MG. Foram utilizadas leitegadas provenientes da genética Topigs x Danbred de 82 matrizes suínas entre 1ª à 7ª ordem de parto.

As matrizes foram identificadas por meio de brincos e receberam manejos alimentares, reprodutivos e sanitários semelhantes. Foram cobertas na mesma semana através da inseminação artificial e os machos utilizados foram distribuídos de forma que foram preservados o uso de diferentes

machos nas diferentes idades gestacionais, sendo, portanto, isolado o efeito do macho.

Durante a gestação as matrizes foram alojadas em gaiolas individuais e na fase de lactação em celas parideiras. Todas as fêmeas possuíam mesmo escore corporal,  $17,72 \pm 5,52$ , medido no ponto P2 com uso de ultrassom PigLog-105® (v.3.1), por isso não houve distinção na quantidade de alimento ofertado para cada matriz. O manejo alimentar orientado estabeleceu um fornecimento de 2,5 kg de ração por matriz/dia até os 84 dias de gestação

e de 3,5 kg por matriz/dia entre os 85 e 114 dias de gestação, sob um único trato no período da manhã (8h). As sobras de ração foram coletadas e pesadas diariamente para verificação do consumo individual da matriz. Aos 111 dias de prenhes as fêmeas foram transferidas para a maternidade. No dia do parto não receberam alimento, e um dia após receberam 1 kg da ração de lactação. Posteriormente a alimentação foi *ad libitum* até o desmame. Na Tabela 1 estão demonstradas as composições das rações de gestação e lactação.

**Tabela 1.** Composição calculada das rações experimentais utilizadas nas fases de gestação e lactação.

Ingredientes(%)	Gestação	Lactação
Milho (8%)	56,733	64,640
Farelo de trigo (15,5%)	27,000	-
Farelo de soja (46/80)	13,000	26,000
Sal	0,500	0,500
Calcário calcítico	1,400	1,330
Fosfato bicálcico	1,100	2,000
Cloreto de colina	0,067	-
Açúcar	-	5,000
Lisina	-	0,130
Premix mineral e vitamínico <sup>1</sup>	0,200	-
Premix mineral e vitamínico <sup>2</sup>	-	0,400
Total	100,000	100,000
Valores calculados*		
Proteína bruta (%)	14,720	17,400
Extrato etéreo (%)	3,400	2,910
Fibra bruta (%)	4,850	3,460
Matéria mineral (%)	5,820	6,250
Cálcio (%)	0,900	1,080
Fósforo total (%)	0,680	0,680
Energia Metabolizável (kcal/kg)	2914	3137

<sup>1</sup>Premix mineral e vitamínico (nutriente/kg de produto): Vit. A: 1.250,00 UI; Vit. D3: 250.000 UI; Vit.E: 8.750mg; Vit.k3: 150mg; Vit.B1:125mg ;Vit.B2: 1.125mg; Vit.B6: 150 mg; Vit. B12: 4.500 mcg; Niacina: 3750mg; Pantotenato de cálcio:3.250mg; Ácido fólico:400 mg; Biotina: 50mg; Cloreto de colina:75g; Fe:12,25g; Cu:5.250mg; Mn:8.750mg; Zn:26,25g; Iodo:350mg; Sêlenio 75mg/kg.

<sup>2</sup>Premix mineral e vitamínico (nutriente/kg de produto): Vit. A: 1.000,00 UI; Vit. D3: 250.000 UI; Vit.E: 8.750mg; Vit.k3: 163mg; Vit.B1:125mg ;Vit.B2: 1.125mg; Vit.B6: 150 mg; Vit. B12: 4.500 mcg; Niacina: 3500mg; Pantotenato de cálcio:3.000mg; Ácido fólico:400 mg; Biotina: 45mg; Cloreto de colina:75g; Fe:10,50g; Cu:4.500mg; Mn:7.500mg; Zn:22,50g; Iodo:300mg; Sêlenio 75mg/kg.

**Fonte:** Elaboração dos autores.

No total, 82 partos foram monitorados. Registrou-se a duração de cada parto, foram identificados individualmente os leitões ao nascimento por meio de brincos, foi avaliado o peso ao nascer, o sexo, o número de nascidos totais, nascidos vivos, mumificados e natimortos. Consideraram-se natimortos os leitões que tinham perfeito desenvolvimento externo, mas que já nasceram mortos, e mumificados, leitões que nasceram mortos com cor de achocolatado, aspecto desidratado (aspecto de múmia) e tamanho reduzido (TECSA, 2007). Ao término dos partos, todos os leitões (nascidos vivos e natimortos) foram pesados (balança digital Toledo modelo Prix 3; precisão de 0,01 kg) e identificados através de um bastão marcador na parte posterior do animal, segundo a ordem de nascimento.

A partir deste procedimento foi calculado o peso médio das leitegadas que apresentaram histórico de natimortos. Conhecendo o peso dos leitões natimortos, foram utilizados somente aqueles que apresentavam um peso correspondente ao peso médio de sua leitegada. Com esta identificação, procedeu-se a escolha para o sacrifício de um leitão que apresentasse um peso semelhante ao do leitão natimorto, a fim de garantir uma comparação mais apropriada das categorias. Ao total foram abatidos 28 leitões. Para eutanásia, os animais foram insensibilizados durante 3 a 5 segundos com aparelho de eletronarcole (choque elétrico de 220 V e 1,5 A) de dois pontos (fixados um na orelha e outro na cauda do animal). Imediatamente após a insensibilização os animais foram sacrificados por meio de uma secção dos grandes vasos do pescoço. Foram utilizados 30 natimortos.

De ambas as classes (natimortos e nascidos vivos sacrificados) foram coletados e pesados, o músculo *semitendinosus*, o coração, o cérebro e o fígado. Os órgãos foram descartados após a pesagem e os músculos armazenados por 24 horas em solução de Bouin para fixação, e posteriormente, conservados em álcool 70%.

Posteriormente, as amostras dos músculos foram submetidas à desidratação em soluções de concentração crescente de álcool, à diafanização em xilol e à inclusão em parafina, seguida da montagem da lâmina histológica. Cortes transversais da porção média do músculo, de 5 µm de espessura foram corados pelo método de Hematoxilina e Eosina (HE) para avaliação histológica (BRIDI; SILVA, 2009).

A área total do músculo foi medida utilizando a imagem obtida no Software Motic Images Plus 2.0, o qual também foi utilizado para realização das contagens de fibras musculares, por meio de um microscópio Olympus BX 50. Para estimar o número de fibras musculares foi feita a contagem, aleatoriamente, de 10 campos de cada lâmina. Assim, conhecida a área total do músculo e as áreas dos campos, foi possível estimar o número de total de fibras musculares de cada músculo.

O delineamento estatístico utilizado foi o inteiramente casualizado com frequências desiguais, distribuídos do 1º ao 7º parto. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, correlação e regressão utilizando-se o programa SAEG (UFV, 2007).

## Resultados e Discussão

Dos 82 partos acompanhados nasceram 1.330 leitões, sendo 1144 nascidos vivos (587 machos e 557 fêmeas), 135 natimortos e 51 mumificados. Foi observado que leitões nascidos vivos possuíam peso relativo do músculo *semitendinosus* mais elevado, maior área muscular e mais fibras musculares que os leitões natimortos (Tabela 2).

Verificou-se que 29,26% dos partos apresentaram leitões natimortos, sugerindo uma distribuição não normal. Lucia et al. (2002) e Schneider (2002) também relataram variações no número de partos que apresentavam natimortos (24,7% e 53,3% respectivamente).

Segundo Borges et al. (2005), diversos fatores podem influenciar na ocorrência da mortalidade, como intervalo entre nascimentos, ordem de nascimento, peso corporal dos leitões, idade gestacional da fêmea, anóxia, subnutrição uterina, entre outros.

**Tabela 2.** Comparação do peso inicial (PI), peso relativo do músculo *semitendinosus* (Prel Musc), área muscular (AM) e número de fibras (NF).

Leitões	PI (g)	Prel Musc (%/PV)	AM ( $\mu$ m)	NF
Nascidos vivos	1386,25a	0,20a	60,50a	433.160,4a
Natimortos	1387,13a	0,17b	42,71b	379.921,4b
CV (%)	17,14	20,46	34,85	27,13

Médias seguidas de letras distintas nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Quanto à ordem de parto, o maior número de leitões natimortos ocorreu entre a quinta e a sexta gestação (5,75), indicando correspondência com as ordens de parto que apresentaram maior número de nascidos totais ( $NT=11,2174 + 2,35727 X - 0,204887 X^2$ ;  $R^2=0,66$ ).

Neste contexto, sob igual condição de peso ao nascer, os leitões natimortos apresentaram um menor número de fibras musculares. A causa desta variação é principalmente devido à diferenciada condição nutricional no útero durante a gestação (WIGMORE; STICKLAND, 1983; HANDEL; STICKLAND, 1987). Foi observada uma maior área muscular nos leitões nascidos vivos. Este parâmetro apresentou correlação ( $P < 0,05$ ;  $r = 0,63$ ) com o número de fibras musculares, ou seja, quanto maior a área muscular, maior o número de fibras musculares. Esta observação se identifica com os resultados obtidos por Hoshi et al. (2005).

O peso relativo do músculo *semitendinosus* também diferiu estatisticamente entre leitões que nasceram vivos e natimortos, de modo que os natimortos apresentaram menor peso. A correlação de ( $P < 0,05$ ;  $R = 0,39$ ) entre o número de fibras musculares e o peso do músculo, explica este resultado.

Pode se prever que leitões natimortos comparados com irmãos nascidos vivos de mesmo peso ao nascer apresentariam um desempenho menor, caso sobrevivessem, devido ao fato de possuírem um menor número de fibras musculares.

Para os pesos relativos do cérebro e do coração de leitões nascidos vivos em comparação aos natimortos, não foi observado diferença significativa entre os grupos. Entretanto, para o peso relativo do fígado foi encontrada diferença significativa, onde leitões natimortos apresentaram um maior peso, comparado a leitões nascidos vivos (Tabela 3).

**Tabela 3.** Comparação dos pesos relativos do cérebro (Prel Cer), fígado (Prel Fíg) e coração (Prel Cor) entre leitões nascidos vivos e natimortos.

Leitões	Prel Cer (%/PV)	Prel Fíg (%/PV)	Prel Cor (%/PV)
Nascidos vivos	2,08a	2,57 <sup>a</sup>	0,77a
Natimortos	2,18a	3,03b	0,81a
CV (%)	24,01	24,35	14,47

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Constatou-se que 13% dos natimortos apresentavam relação do peso do cérebro sobre o peso do fígado maior que 1 (um). De acordo com Town et al. (2004), estes leitões podem ser caracterizados como animais que tiveram crescimento intra-uterino retardado (CIUR), pois em animais normais o valor desta divisão deve ser menor que 1 (um).

Animais que passam por deficiências nutricionais ainda no útero se adaptam a esta privação por meio de alterações fisiológicas e metabólicas com o intuito de aumentar as chances de sobrevivência após o nascimento (WU et al., 2004). Caso a subnutrição seja prolongada, haverá mudança na taxa metabólica do feto com alteração na produção hormonal, bem como armazenamento de nutrientes em forma de gordura e a redistribuição de fluxo sanguíneo para proteger órgãos chaves (FOXCROFT et al., 2006).

Isso explica o maior peso relativo do fígado encontrado nos leitões natimortos, sugerindo que esse resultado se deve ao fato destes animais terem sido acometidos por uma subnutrição intra-uterina. O CIUR, que é uma ocorrência esperada na espécie suína, pela distribuição diferenciada do aporte sanguíneo no útero e pelo elevado número de leitões nascidos (principalmente pelos números que se têm obtido atualmente), tem impactos negativos permanentes, afetando os parâmetros zootécnicos como sobrevivência pré-desmame, conversão alimentar, composição corporal, desempenho reprodutivo (WU et al., 2006).

Quanto ao efeito do sexo dos leitões, independentemente da classe (natimortos e nascidos vivos), o peso inicial, a área muscular, o número de fibras musculares do músculo *semitendinosus*, não diferiram entre leitões machos e fêmeas (Tabela 4).

**Tabela 4.** Comparação do peso inicial (PI), área muscular (AM) e número de fibras musculares (NF) do músculo *semitendinosus* entre leitões machos e fêmeas.

Leitões	PI (g)	AM ( $\mu\text{m}$ )	NF
Fêmeas	1382,5a	53,73a	409.264,2a
Machos	1394,0a	48,21a	403.119,6a
CV (%)	17,31	37,68	27,93

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Estes resultados discordam dos encontrados por Miller, Garwood e Judge (1975) e Hoshi et al. (2005) que verificaram que os machos possuíam 3,33 e 7,46% mais fibras, respectivamente, em relação às fêmeas. Rehfeldt, Adamovic e Kunh (2007) observaram forte influência do sexo sobre o número de fibras musculares e Bee (2004) sugeriu que o sexo influencia a área da fibra muscular. Entretanto, estão de acordo com os resultados encontrados por Dwyer, Fletcher e Stickland (1994) e Borosky et al. (2010),

que em outra situação também verificaram que o sexo não influencia o número de fibras musculares. Vale ressaltar que as diferenças relacionadas com o número de fibras para estes animais têm relação com a genética avaliada.

Também não houve influência do sexo nos pesos relativos do músculo *semitendinosus*, cérebro, fígado e coração (Tabela 5), indicando que a influência deste fator está mais relacionada ao desenvolvimento pós-natal do leitão.

**Tabela 5.** Comparação dos pesos relativos do músculo *semitendinosu* (Prel Musc), cérebro (Prel Cer), fígado (Prel Fig) e coração.

Leitões	Prel Musc (%/PV)	Prel Cer(%/PV)	Prel Fig(%/PV)	Prel Cor(%/PV)
Fêmeas	0,195 <sup>a</sup>	2,15a	2,88 <sup>a</sup>	0,80a
Machos	0,184 <sup>a</sup>	2,10a	2,64 <sup>a</sup>	0,78a
CV (%)	21,61	24,91	27,49	14,98

Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferem entre si ( $P > 0,05$ ).

**Fonte:** Elaboração dos autores.

Desta forma, conclui-se que leitões natimortos possuem menor número de fibras musculares, portanto, não podem substituir os leitões nascidos vivos em pesquisas voltadas ao estudo da miogênese e do desenvolvimento de órgãos vitais, bem como o sexo não é uma variável importante para estudos com esta finalidade.

## Referências

- ALMEIDA, F. R. C. L.; ALVARENGA, A. L. N.; FOXCROFT, G. R.; CHIARINI-GARCIA, H. Birth weight implications for reproductive parameters in boars. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 87, n. 9, p. 195-195, 2009.
- 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*, Champaign, v. 82, n. 1, p. 826-836, 2004.
- BORGES, V. F.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Perfil de natimortalidade de acordo com ordem de nascimento, peso e sexo de leitões. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 60, n. 6, p. 1234-1240, 2008.
- \_\_\_\_\_. Risk factors of still birth and foetal mummification in four Brazilian swine herds. *Preventive Veterinary Medicine*, Amsterdam, v. 70, n. 3-4, p. 165-176, 2005.
- BOROSKY, J. C.; ROCHA, M. A.; OBA, A.; PINHEIRO, J. W.; BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. *Longissimus dorsi* miofibre characteristics and meat quality in four pork lines. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 59, n. 227 p. 1-10, 2010.
- BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. *Métodos de avaliação da carcaça e da carne suína*. 2. ed. Londrina:UEL, 2009. 150 p.
- CHRISTIANSON, W. T. Stillbirths, mummies, abortions and early embryonic death. *The Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. Swine Reproduction*. Philadelphia, v. 8, n. 3, p. 623-639, 1992.
- DU, M.; ZHU, M. J. Fetal programming of skeletal muscle development. *Applied muscle biology and meat science*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009.
- DWYER, C. M.; FLETCHER, J. M.; STICKLAND, N. C. The influence of maternal nutrition on muscle fiber number development in the porcine fetus and on subsequent postnatal growth. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 72, n. 11, p. 911-917, 1994.
- FOXCROFT, G. R.; DIXON, W. T.; NOVAK, C. T.; PUTMAN, C. T.; TOWN, S. C.; VINSKY, M. D. The biological basis for prenatal programming of postnatal growth performance in pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 84, n. 7, p. 105-112, 2006.
- GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; JUIN, H.; LOUVEAU, I.; LEBRET, B. Low birth weight is associated with enlarged muscle fibre area and impaired meat tenderness of the *longissimus* muscle in pigs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 84, n. 7, p. 93-103, 2006.
- HANDEL, S. E.; STICKLAND, N. C. The growth and differentiation of porcine skeletal muscle fibers types and the influence of birthweight. *Journal of Anatomy Veterinary*, Edinburgh, n. 152, p. 107-119, 1987.
- HOLANDA, M. C. R.; BARBOSA, S. B. P.; SAMPAIO, I. B. M.; SANTOS, E. S.; SANTORO, K. R. Tamanho da leitegada e pesos médios, ao nascer e aos 21 dias de idade, de leitões da raça Large White. *Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária e Zootecnia*, Belo Horizonte, v. 57, n. 4, p. 539-544, 2005.
- HOSHI, E. H.; FONSECA, N. A. N.; PINHEIRO, J. W.; BRIDI, A. M.; SILVA, C. A. Muscle fiber number and growth performance of pigs from sows treated with ractopamine. *Asian-Australasian Journal of Animal Science*, Seoul, v. 18, n. 10, p. 1492-1497, 2005.

- LUCIA, T. J.; CORREA, M. N.; DESCHAMPS, J. C.; BIANCHI, I.; DONIN, M. A.; MACHADO, A. C.; MEINCKE, W.; MATHEUS, J. E. Risk factors for stillbirth in two swine farms in the south of Brazil. *Preventive Veterinary Medicine*, Amsterdam, v. 53, n. 1-2, p. 285-292, 2002.
- MILLER, L. R.; GARWOOD, V. A.; JUDGE, M. D. Factors affected porcine muscle fiber type, diameter and number. *Journal Animal Science*, Champaign, v. 41, n. 1, p. 66, 1975.
- REHFELDT, C.; ADAMOVIC, I.; KUNH, G. Effects of dietary daidzein supplementation of pregnant sows on carcass and meat quality and skeletal muscle cellularity of the progeny. *Meat Science*, Savoy, v. 75, n. 1, p. 103-111, 2007.
- REHFELDT, C.; KUNH, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 84, n. 7, p. 113-123, 2006.
- SCHNEIDER, L. G. *Natimortalidade suína em granjas industriais: distribuição, qualidade dos registros do parto e causas associadas à natimortalidade pré-parto, intraparto e pós nascimento*. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Faculdade de Veterinária. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- TECSA SUINOCULTURA. Diferenciação de leitões natimortos e mumificados. 2007. Disponível em: <[www.tecsa.com.br/.../SUI%20Natimortos%20e%20mumificados.pdf](http://www.tecsa.com.br/.../SUI%20Natimortos%20e%20mumificados.pdf)>. Acesso em: 10 abr. 2012.
- TOWN, S. C.; PUTMAN, C. T.; TURCHINSKY, N. J.; DIXON, W. T.; FOXCROFT, G. R. Number of conceptuses in utero affects porcine fetal muscle. *Reproduction*, Alberta, v. 4, n. 128, p. 443-454, 2004.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. *Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG*. Versão 7.1. Viçosa, MG, 1997. 150 p.
- WIGMORE, P. M. C.; STICKLAND, N. C. Muscle development in large and small pigs fetuses. *Journal of Anatomy*, Edinburgh, v.137, n. 2, p. 235-245, 1983.
- WU, G.; BAZER, F. W.; CUDD, T. A.; MEININGER, C. J.; SPENCER, T. E. Maternal nutrition and fetal development. *Journal of Nutrition*, Bethesda, v. 134, n. 9, p. 2169-217, 2004.
- WU, G.; BAZER, F. W.; WALLACE, T. E.; SPENCER, T. E. Intrauterine growth retardation: implications for the animal sciences. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 84, n. 7, p. 2316-2337, 2006.