



CORRELAÇÃO ENTRE MORFOLOGIA ESPERMÁTICA, TAXA DE PARTO E TAMANHO DA LEITEGADA EM MATRIZES SUÍNAS

Andressa Capeletto¹, José Francisco Manta Bragança², Ricardo Xavier da Rocha²,
Tiago Goulart Petrolli², Paulo Eduardo Bennemann²

¹Acadêmica de Medicina Veterinária, UNOESC, Xanxerê, Santa Catarina, Brasil

²Professor Doutor em Medicina Veterinária, UNOESC-Xanxerê, Santa Catarina, Brasil.

E-mail para correspondência: paulo.bennemann@unoesc.edu.br

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

Prever o desempenho reprodutivo dos reprodutores utilizando apenas avaliações de características seminais tem sido motivo de vários estudos. Dessa forma foi avaliada, *in vivo*, a influência das alterações de morfologia espermática de reprodutores suínos sobre a taxa de parto e número de leitões nascidos totais em matrizes suínas. Foram utilizados 10 doadores de sêmen da raça Landrace com idade média de $8,8 \pm 1,1$ meses. As doses inseminantes continham 3 bilhões de espermatozoides totais. A fertilidade dos reprodutores foi avaliada *in vivo*, através dos dados de taxa de parto e número de leitões nascidos totais. Foram utilizadas 557 matrizes inseminadas artificialmente através da técnica de deposição intra-cervical do sêmen com doses homospermicas. Cada matriz recebeu até três doses inseminates do mesmo reprodutor. Os dados reprodutivos obtidos foram correlacionados com os resultados da morfologia espermática. A taxa de parto média foi 83,03%, sendo que dois reprodutores (627 e 1054) diferiram dos demais ($p < 0,05$) no grupo de reprodutores. Foi observada diferença na taxa de parto ($p < 0,05$) mesmo utilizando reprodutores selecionados por qualidade espermática. Não houve diferença entre os reprodutores ($p > 0,05$) para o número médio de leitões nascidos totais ($13,4 \pm 3,1$). Os dados de morfologia espermática demonstraram que as alterações encontradas nas avaliações interferiram de forma inversa e significativa na taxa de parto, mas, em relação ao número de leitões nascidos totais não houve diferença ($p > 0,05$). Não é possível prever a condição de subfertilidade de reprodutores utilizando apenas a análise de morfologia espermática, pois esta não interferiu na taxa de parto e número de leitões nascidos.

PALAVRAS-CHAVE: morfologia espermática, reprodutor suíno, tamanho de leitegada, taxa de parto.

CORRELATION BETWEEN SPERM MORPHOLOGY, FARROWING RATE AND LITTER SIZE IN SOWS

ABSTRACT

Predict the reproductive performance of boars using only seminal traits has been the subject of several studies. Thus an *in vivo* evaluation of the influence of sperm morphology of boars on farrowing rate and total number of piglets born per sows was

performed. A total of 10 semen donors Landrace with a 8.8 ± 1.1 months old were used. The insemination doses containing 3 billion of total sperm. The fertility of boars was evaluated *in vivo*, using data from farrowing rate and total piglets born. A total of 557 sows were artificially inseminated with homospermic doses using a cervical artificial insemination technique. Each sow received up to three semen doses of the same boar. Reproductive data were correlated with the results of sperm morphology. The average farrowing rate was 83.03%, and two boars (627 and 1054) was differed from the others ($p < 0.05$) in the group of the boars. Difference in the farrowing rate ($p < 0.05$) using selected boars by sperm quality was observed. There was no difference between boars ($p > 0.05$) for the average of total piglets born (13.4 ± 3.1). The data showed that sperm morphology has a significant and inverse effect in the farrowing rate, but in relation to the total piglets born there was no difference ($p > 0.05$). Is not possible to predict the condition of subfertility of boars using only the analysis of sperm morphology, as this did not interfere in farrowing rate and number of piglets born.

KEYWORDS: boar, farrowing rate, litter size, sperm morphology.

INTRODUÇÃO

O segmento de produção de suínos tem evoluído amplamente nos últimos anos em direção à melhoria da produtividade e da qualidade dos produtos finais. Esse contexto favorece e impulsiona o desenvolvimento de novas alternativas tecnológicas que acelerem ainda mais o crescimento do setor. Nesse sentido, com a intensificação do uso da inseminação artificial, a eficiência produtiva do plantel fica ainda mais exposta e dependente da qualidade das doses inseminantes (SCHULZE et al., 2014). Portanto, o uso de ferramentas que agilizem e assegurem uma precisa avaliação do sêmen terão, cada vez mais, importância dentro desse sistema de produção.

A inseminação artificial traz como principal benefício a otimização da eficiência de produção, maximizando o uso de machos de alto valor genético. Suínos de centrais de inseminação artificial (CIAs) difundem seus genes a um grande número de fêmeas, portanto, qualquer não conformidade que afete a atividade reprodutiva e que não possa ser detectado precocemente irá comprometer os resultados de produtividade do plantel (De ALBA ROMERO, 2012). O reprodutor suíno determina quase 33% da fertilidade total do rebanho, sendo 15 vezes mais importante que a fertilidade da matriz suína isoladamente e, representa metade da influência do manejo reprodutivo em geral (FLOWERS, 1997).

Em suínos de alto potencial genético, é esperado que, até 15% dos animais manifestem sinais de sub fertilidade (FLOWERS, 1997). Estimativas confiáveis do potencial de fertilidade de suínos por meio da avaliação do sêmen pode ser uma importante ferramenta para a seleção dos reprodutores (SCHULZE, 2014), diante disso, a avaliação da motilidade e morfologia espermática são cruciais para garantir a produção de doses inseminantes de alta qualidade. Estudos correlacionando a morfologia espermática com a fertilidade tem demonstrado que algumas anomalias têm sido relacionadas com diferentes graus de fertilidade (GADEA et al., 1998; XU et al., 1998; FEISTMA, 2009), onde um aumento de 10 pontos percentuais de alterações morfológicas (de 20 para 30%) pode provocar uma redução de 0,08 leitão por leitegada, além do comprometimento de 0,5% da taxa de parto (FEITSMA, 2009).

A capacidade reprodutiva do cachaço é o principal fator que determina um

retorno econômico em um sistema de produção de suínos e, é obtida pelo percentual de fêmeas inseminadas no plantel e pela sua influência sobre a taxa de parto e o tamanho da leitegada (TSAKMAKIDIS et al., 2010). Parâmetros como taxa de parto e o tamanho da leitegada, mesmo sendo um método direto de avaliação da fertilidade de reprodutores, exigem um longo período de tempo e alto custo por se tratar de uma informação retrospectiva (FOXCROFT et al., 2010; DYCK et al., 2011). No entanto, a avaliação *in vivo*, independente do tipo de análise realizada e, associada ou não a técnicas de avaliação *in vitro*, é a ferramenta que melhor prediz a real capacidade fecundante dos machos (TSAKMAKIDIS et al., 2010).

A relação das características espermáticas avaliadas *in vitro* com a fertilidade tem sido um desafio em estudos de diferentes espécies (BROEKHUIJSE et al., 2012; KUMMER et al., 2013). Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi o de analisar a influência das alterações de morfologia espermática de reprodutores suínos, sobre a taxa de parto e número de leitões nascidos totais.

MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido em uma granja núcleo com 1.800 matrizes avós que dispunha de uma central de processamento de sêmen própria, localizada no extremo oeste do estado de Santa Catarina (SC).

Foram selecionados 10 reprodutores da raça Landrace com idade média de $8,8 \pm 1,1$ meses de idade, alojados em boxes individuais e submetidos à frequência de uma coleta semanal de sêmen. Não foram selecionados reprodutores que apresentaram descarte de ejaculado por baixa qualidade espermática (<70% de motilidade e >20% de alterações de morfologia) nos últimos 60 dias anteriores ao início do estudo. O acesso a água de bebida era *ad libitum* e a ração era baseada em uma dieta a base de milho e soja (15% de proteína bruta e 3.300 kcal de energia metabolizável).

A coleta de sêmen foi realizada entre os meses de outubro de 2012 e janeiro de 2013. O ejaculado total foi coletado sempre pelo mesmo operador utilizando a técnica da mão enluvada (GOLDBERG et al., 2013). Cada ejaculado foi coletado em recipiente próprio e pré-aquecido a 37°C. A motilidade espermática foi avaliada em microscopia de contraste de fase em 100 aumentos. De cada ejaculado *in natura*, foi retirada uma alíquota de 20 µL de sêmen e diluída em 0,5 mL de uma solução de formol citrato de sódio a 2,94% para análise de morfologia espermática, sendo contadas 200 células em microscopia de contraste de fase em 1.000 aumentos (PURSEL et al., 1972). Foram processadas doses inseminantes homospermicas com 3 bilhões de espermatozoides totais, sendo envasadas em blister com um volume de 80 mL e armazenadas por até 72 horas a uma temperatura de 15-18°C.

Para avaliar o potencial de fertilidade dos reprodutores, foi utilizado o teste *in vivo*, através da mensuração do desempenho reprodutivo de matrizes suínas inseminadas artificialmente através da técnica de homospermia com deposição intracervical do sêmen. Foram inseminadas 575 matrizes da raça Landrace de ordem de parto $3,0 \pm 0,9$ e duração de lactação de $23,5 \pm 3,4$ dias. No dia do desmame todas as fêmeas desmamadas foram conduzidas para gaiolas individuais na unidade de gestação e o diagnóstico de estro foi realizado no turno seguinte. A detecção do estro foi mantida do desmame até o 7º dia pós desmame com auxílio de um macho

sexualmente maduro (>12 meses) sendo realizada duas vezes ao dia (08:00 h e 16:00 h). As fêmeas que manifestaram estro foram inseminadas no turno seguinte ao diagnóstico de estro positivo e as demais inseminações 12 e 24 horas após a primeira. Após a inseminação, foram coletados dados de taxa de parto e número de leitões nascidos totais.

As variáveis: resposta taxa de parto e número de leitões nascidos totais foram correlacionadas com os resultados da morfologia espermática de cada reprodutor. O resultado da taxa de parto foi analisado pelo teste Chi-square do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2005) e o resultado de número de leitões nascidos analisado pelo procedimento GLM do SAS, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey-Kramer. Foi realizada uma comparação entre os reprodutores em relação a chance de não parto utilizando o procedimento Odds Ratio. Os dados de morfologia espermática foram comparados pelo teste não paramétrico através do procedimento NPARR do pacote estatístico SAS sendo as médias comparadas pelo teste de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa de parto média foi de 83,03% (67,6%-90,7%), sendo que os reprodutores 627 (71,1%) e 1054 (67,6%) diferiram dos demais ($p < 0,05$) no grupo de reprodutores. O número médio de leitões nascidos foi $13,4 \pm 3,1$ (12,8-14,2), não diferindo ($P > 0,05$) entre os reprodutores (Tabela 1).

TABELA 1. Número de matrizes inseminadas (n), taxa de parto (TP) e número de leitões nascidos totais (LNT) de acordo com o reprodutor utilizado.

Reprodutor	n	TP(%)	LNT
95	51	87,3 ^a	14,2±3,1
183	40	76,9 ^a	12,9±3,3
295	52	80,0 ^a	12,8±3,2
298	61	88,4 ^a	13,6±3,0
506	39	90,7 ^a	13,2±3,3
627	32	71,1 ^b	13,1±2,7
673	66	85,7 ^a	12,9±2,6
772	40	83,3 ^a	13,6±2,6
1054	23	67,6 ^b	13,8±3,4
1175	42	91,3 ^a	13,6±3,3

a,b na coluna diferem no teste de Chi-square para $p < 0,05$.

Vários experimentos têm sido desenvolvidos com o objetivo de tentar identificar a fertilidade de reprodutores através da associação de variáveis seminais (GADEA et al., 1998; SUTKEVICIENE et al, 2005; KUMMER et al., 2013), no entanto, ainda não foi possível estabelecer um critério prático que determine, de forma objetiva, a condição de subfertilidade de um reprodutor. De acordo com LEE et al. (2014), a informação da morfologia espermática é limitada como critério de análise de fertilidade. No entanto, este dado é importante na análise seminal de reprodutores jovens, sendo utilizado como método de triagem dos reprodutores antes do início da produção de sêmen em uma unidade de processamento de sêmen (SCHULZE et al., 2014). O fato de ter sido observada diferença entre reprodutores na taxa de parto e não em relação ao número de leitões nascidos totais, pode indicar que a capacidade do espermatozoide em se

manter viável no trato genital da fêmea possa estar comprometida. Este dado corrobora com TSAKMAKIDIS et al. (2010), os quais relatam um efeito negativo nas taxas de parto, porém o mesmo não foi observado em relação ao tamanho da leitegada. Segundo MAROTO-MORALES et al. (2012) e VICENTE-FIEL et al. (2014), o ejaculado é composto por 3 a 4 subpopulações de espermatozoides e que uma seletiva subpopulação de espermatozoides será responsável pela fecundação dos oócitos. Dessa forma, somente um dos parâmetros avaliados pode ter sido afetado (taxa de parto).

É importante observar que, mesmo utilizando-se reprodutores selecionados por qualidade espermática (morfologia espermática) foi observada diferença na taxa de parto ($p < 0,05$). De acordo com FLOWERS (1997), mesmo em um plantel de reprodutores que apresentem parâmetros considerados normais de motilidade e morfologia espermática, existe uma sub-população de até 15% dos animais sub-férteis e que não são detectados por exames de rotina. Da mesma forma VICENTE-FIEL et al. (2014) relatam que existe uma variação individual no percentual de espermatozoides em cada subpopulação e que este fato pode explicar, em parte, a condição de subfertilidade de alguns reprodutores.

Foi comparada a razão de chance (Odds ratio - OR) de não parto entre os reprodutores que apresentaram diferença para taxa de parto a um nível de significância de 5%. Nesta avaliação (OR), quando foram comparados os resultados de taxa de parto entre o grupo foi observado que os reprodutores 627 e 1054 foram os que mais se destacam de forma negativa, apresentando uma OR de 4,0 e 4,7 vezes, respectivamente, quando comparados ao reprodutor número 506. A Tabela 2 apresenta a razão de chance de não parto entre os reprodutores.

TABELA 2. Distribuição da razão de chance (Odds Ratio) de não parto do grupo de reprodutores em relação aos reprodutores 627 e 1054.

Reprodutor	Odds Ratio	IC 95%	p	
95	627	2,8	1,04-7,47	0,0410
	1054	3,3	1,17-9,25	0,0243
183	627	1,3	0,54-3,38	0,5149
	1054	1,6	0,60-4,19	0,3443
295	627	1,6	0,67-3,95	0,2833
	1054	1,9	0,74-4,91	0,1773
298	627	3,1	1,16-8,26	0,0240
	1054	3,6	1,30-10,23	0,0141
506	627	4,0	1,17-13,38	0,0267
	1054	4,7	1,32-16,40	0,0165
673	627	0,4	0,16-1,02	0,0548
	1054	2,9	1,09-7,52	0,0320
772	627	0,5	0,18-1,34	0,1637
	1054	2,4	0,84-6,82	0,1027
1175	627	0,2	0,07-0,79	0,0193
	1054	0,2	0,06-0,69	0,0118

Na análise de morfologia espermática, 83,5% das células espermáticas avaliadas na amostra apresentavam aspecto normal. Dentre as alterações, as mais prevalentes foram: defeitos de cabeça (1,2%), gota citoplasmática proximal (3,6%), gota citoplasmática distal (5,8%) e cauda laço (5,3%), perfazendo um total médio de 16,5% de alterações (Tabela 3).

TABELA 3. Tipo de alteração de morfologia espermática de acordo com o reprodutor.

Macho	N	Cabeça	GCP*	GCD**	Cauda Laço	Total
95	63	1,5±1,4 ^{ab}	4,5±2,8 ^a	13,7±4,5 ^a	3,7±0,2 ^c	23,3±9,0 ^a
183	52	1,9±0,2 ^{bc}	1,7±0,6 ^{cde}	3,3±0,6 ^{cde}	0,9±0,7 ^{de}	8,3±0,8 ^{ef}
295	65	1,2±1,3 ^{cd}	0,2±0,7 ^e	6,5±6,2 ^b	7,2±1,4 ^b	15,2±8,6 ^c
298	69	0,8±0,6 ^{cde}	2,6±1,2 ^{bc}	1,6±0,2 ^e	6,7±2,6 ^b	12,6±4,3 ^{cd}
506	43	2,5±1,9 ^a	2,2±0,8 ^{cd}	3,1±1,9 ^{de}	4,8±0,7 ^c	12,8±5,1 ^{cde}
627	45	0,4±0,3 ^{ef}	0,5±0,6 ^e	3,7±2,7 ^{de}	4,1±2,9 ^{cd}	10,0±5,9 ^f
673	77	0,7±0,4 ^{cde}	14,1±12,6 ^b	2,4±1,8 ^e	3,7±1,0 ^c	21,1±14,3 ^{bef}
772	48	2,8±1,1 ^a	2,6±1,2 ^{cd}	15,6±18,1 ^{bc}	12,8±7,8 ^a	34,5±23,9 ^b
1054	34	0,7±0,8 ^{def}	0,3±0,3 ^e	3,5±2,6 ^{de}	0,4±0,9 ^e	5,6±3,2 ^f
1175	46	0,1±0,2 ^f	0,7±0,4 ^{de}	4,7±2,1 ^{bcd}	8,3±4,5 ^b	15,2±2,2 ^{cd}
Média	54,2	1,2±1,3	3,6±6,6	5,8±7,7	5,3±4,4	16,5±12,8

*Gota citoplasmática proximal, **Gota citoplasmática distal.

Letras diferentes na coluna diferem no teste de Kruskal-Wallis para $p < 0,05$.

Para avaliar o efeito do total de alterações de morfologia sobre a taxa de parto e o número de leitões nascidos, os reprodutores foram agrupados em três grupos: alto ($\geq 20\%$ de alterações), intermediário ($>10\%$ - $<20\%$ de alterações) e baixo ($\leq 10\%$ de alterações) de acordo com o percentual de alterações morfológicas. A Tabela 4 apresenta a distribuição dos grupos de reprodutores de acordo com o grau de alterações morfológicas.

TABELA 4. Taxa de parto (TP), leitões nascidos totais (LNT) e tipo de alteração morfológica em relação à classe dos reprodutores (total de alterações de morfologia espermática).

Classe	TP	LNT	Cabeça	GCP*	GCD**	CL***	Total
Baixo	72,5 ^a	13,2±3,1	1,1±0,8 ^a	0,9±0,8 ^a	3,5±2,1 ^a	1,8±2,4 ^a	8,2±4,2 ^a
Intermediário	86,9 ^b	13,5±2,8	1,1±1,4 ^a	1,4±1,3 ^b	4,0±4,1 ^a	6,8±2,9 ^b	14,0±5,9 ^b
Alto	85,4 ^b	13,3±3,1	1,5±1,3 ^b	8,0±9,7 ^c	9,5±11,3 ^b	6,1±5,6 ^c	25,3±16,9 ^c

* Gota Citoplasmática Proximal; ** Gota Citoplasmática Distal; *** Cauda Laço.

Letras diferentes na coluna diferem no teste de Tukey-Kramer para $p < 0,05$.

O percentual de alterações morfológicas interferiu de forma inversa e significativa na taxa de parto ($P < 0,05$), sendo que os reprodutores da classe intermediária ou alto grau de alterações morfológicas apresentaram um melhor desempenho. Porém, o mesmo efeito não foi observado em relação ao número de leitões nascidos totais.

As classes de reprodutores (baixo, intermediário e alto) diferiram conforme o tipo de alteração de morfologia espermática, sendo que gota citoplasmática proximal e gota citoplasmática distal as que mais se destacaram ($p < 0,05$). Estudos correlacionando a morfologia espermática com a fertilidade demonstraram que algumas alterações foram relacionadas com diferentes graus de fertilidade (GADEA et al., 1998; XU et al., 1998; FEISTMA, 2009). Neste sentido, XU et al. (1998) demonstraram que a proporção de células espermáticas normais no ejaculado pode explicar grande parte da variação no tamanho da leitegada ($r^2 = 0,59$). Já FEITSMA (2009) coletou dados de 512.000 ejaculados em duas centrais e avaliou os dados de fertilidade em mais de três milhões de inseminações. O percentual médio de células alteradas foi de 15,5% (5,4% de defeitos primários e 10,1% de secundários). Com o aumento de 10 pontos percentuais de alterações morfológicas (acréscimo de 20 para 30%) foi observada redução de 0,08 leitão por leitegada e comprometimento da taxa de parto em 0,5%. No presente trabalho, a taxa média de alterações morfológicas foi de 16,5% o que corrobora com a avaliação de FEITSMA (2009). É provável que este nível de alterações não seja suficiente para levar a redução do tamanho da leitegada, afetando somente a taxa de parto.

De acordo com DEN DAAS et al. (1998), existem alterações morfológicas consideradas como defeitos compensatórios e que não são manifestados em situações de uma alta concentração espermática. Dessa forma, é possível que em DI's contendo 3 bilhões de espermatozoides, mesmo com 25,3% de alterações totais e 17,5% de alterações de gota citoplasmática encontradas no grupo de reprodutores com alto percentual de alterações, não foi observada diferença no número de leitões nascidos totais. MEZALIRA et al. (2005) ao avaliarem a taxa de prenhez de quatro reprodutores utilizando inseminação artificial pós cervical, observaram que mesmo empregando 0,5 e 1,0 bilhão de espermatozoides por dose, um dos reprodutores teve comprometimento na taxa de prenhez. Por outro lado um dos reprodutores, mesmo com 0,25 bilhão de espermatozoide por dose, alcançou taxa de prenhez superior a 95%. Com o emprego de um baixo número de espermatozoides por dose, a tendência é que as diferenças de fertilidade entre os reprodutores sejam mais acentuadas ou mais facilmente evidenciadas.

Segundo KUMMER et al. (2013), motilidade espermática, motilidade progressiva e gota citoplasmática são as características espermáticas que melhor discriminam a fertilidade nos reprodutores suínos. No entanto, estes dados são contraditórios com os encontrados neste estudo, uma vez que, mesmo com um alto índice de alterações de gota citoplasmática (16,5% e 18,2%) os reprodutores 673 e 772 não diferiram dos demais em relação ao número de leitões nascidos. Da mesma forma, os reprodutores 627 e 1054, os quais apresentaram 4,2% e 3,8%, respectivamente, de gota citoplasmática diferiram dos demais em relação a taxa de parto. A presença de células espermáticas com gota citoplasmática normalmente é associada a defeitos na maturação espermática, sendo consideradas células imaturas (SANCHO et al., 2004). Tanto gota citoplasmática proximal quanto distal pode estar associada a prejuízos na fertilidade (LOVERCAMP & SUTOVSKY, 2008). O mecanismo pelo qual a gota citoplasmática afeta a fertilidade do macho ainda, não está esclarecido. Segundo PETRUNKINA et al. (2001), a presença desta alteração pode reduzir a interação do espermatozoide com o epitélio do oviduto.

LEE et al. (2014) e FOXCROFT et al. (2010) salientam que dificilmente um único teste será capaz de prever o potencial reprodutivo de um cachão, sendo necessário uma associação de vários parâmetros de qualidade espermática. KUMMER et al. (2013) avaliaram 25 características seminais ao longo de 240 horas de armazenamento das doses inseminantes através de análises multivariadas e observaram que a interação entre as características pode explicar parte das variações de fertilidade dos reprodutores.

CONCLUSÃO

A avaliação da morfologia espermática realizada no sêmen suíno *in natura* é uma análise importante para realizar uma triagem dos reprodutores inférteis. No entanto, esta análise por si só não é capaz de prever a condição de subfertilidade de um reprodutor uma vez que esta não interferiu na taxa de parto e número de leitões nascidos. A condição de subfertilidade parece estar relacionada a uma condição multivariada de características seminais.

REFERÊNCIAS

BROEKHUIJSE, M. L. W. J., SOSTARIC, E., FEITSMA, H., GADELLA, B. M. Application of computer-assisted semen analysis to explain variations in pig fertility. **Journal of Animal Science**, v.90, p.779-789, 2012.

DE ALBA ROMERO, C. Optimización del uso de verracos de alto valor genético. 2012. Disponível em: <www.minitube.com>. Acesso em: 06 fev. 2014.

DEN DAAS, J.H.; DEJONG, G.G.; LANSBERGEN, L.; Van WAGTENDONK-De LEEUW, A.M. The relationship between the number of spermatozoa inseminated and the reproductive efficiency of individual bulls. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 1714–1723, 1998.

DYCK, M K., FOXCROFT, G. R., NOVAK, S., RUIZ-SÁNCHEZ, A., PATTERSON, J., DIXON, W. T. Biological markers of boar fertility. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 46, p. 55-58, 2011.

FEITSMA, H. Artificial insemination in pigs, research and developments in The Netherlands, a review. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. 61-71, 2009.

FLOWERS, W. L. Management of boars for efficient semen production. **Journal of Reproduction and Fertility**, v. 52, p. 67-78, 1997.

FOXCROFT, G.R., PATTERSON, J., CAMERON, A., DYCK, M.K. Application of advanced AI technologies to improve the competitiveness of the pork industry. In: **PROCEEDINGS OF THE 21st IPVS CONGRESS**, p. 25-29, 2010. Anais... Vancouver, Canada. 2010.

GADEA, J.; MATAS, C.L.X. Prediction of porcine semen fertility by homologous *in vitro* penetration hIVP/assay. **Animal Reproduction Science**, v.56, p.95-108, 1998.

GOLDBERG, A.M.; ARGENTI, L.; FACCIN, J.E.; LINCK, L.; SANTI, M.; BERNARDI, M.L.; CARDOSO, M.R.I.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. Risk factors for the bacterial contamination during boar semen collection. **Research in Veterinary Science**, v.95, p.362-367, 2013.

KUMMER, A.B.H.P.; GAGGINI, T.S.; BERNARDI, M.L.; McMANUS, C.; GONÇALVES, M.E.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Multivariate analyses for determining the association of field porcine fertility with sperm motion traits analysed by computer-assisted semen analysis and with sperm morphology. **Reproduction in Domestic Animals**, v.48, p.747-754, 2013.

LEE, W.Y.; LEE, R.; KIM, H.C.; LEE, K.H.; CUI, X.S.; KIM, N.H.; KIM, S.H.; LEE, I.J.; UHM, S.J.; YOON, M.J.; SONG, H. Pig spermatozoa defect in acrosome formation caused poor motion parameters and fertilization failure through artificial insemination and in vitro fertilization. **Asian Australas Journal Animal Science**, v.27, n.10, p.1417-1425, 2014.

LOVERCAMP, K.; SUTOVSKY, P. Cytoplasmic droplets: the most frequently observed abnormality. **Proceedings of Midwest Boar Stud Managers Conference**, Saint Louis, MI, USA, p.31-49, 2008.

MAROTO-MORALES, A.; RAMÓN, M.; GARCIA-ÁLVARES, O.; SOLER, A.J.; FERNÁNDEZ-SANTOS, M.R.; ROLDAN, E.R.S.; GOMENDIO, M.; PÉREZ-GUZMÁN, M.D.; GARDE, J.J. Morphometrically-distinct sperm subpopulations defined by a multistep statistical procedure in ram ejaculates: Intra- and interindividual variation. **Theriogenology**, v.77, p.1529-1539, 2012.

MEZALIRA, A.; DALLANORA, D.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Influence of sperm cell dose and post-insemination backflow on reproductive performance of intrauterine inseminated sows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 40, p. 1-5, 2005.

PETRUNKINA, A.M.; GEHLHAAR, R.; DROMMER, W.; WABERSKI, D.; TOPFER-PETERSEN, E. Selective sperm binding to pig oviductal epithelium in vitro. **Reproduction**, v.121, p.889-896, 2001.

PURSEL VG, JOHNSON LA, RAMPACEK GB. Acrosome morphology of boar spermatozoa incubated before cold shock. **Journal of Animal Science**, v.34, p.278-283, 1972.

SANCHO, S.; PINART, E.; BRIZ, M.; GARCIA-GIL, N.; BADIA, E.; BASSOLS, J.; KADAR, E.; PRUNEDA, A.; BUSSALLEU, E.; YESTE, M.; COLL, M.G., BONET, S. Semen quality of postpubertal boars during increasing and decreasing natural photoperiods. **Theriogenology**, v.62, p.1271-1282, 2004.

SAS Institute. SAS User's guide: Statistical Analysis System, Release 9.1.3, Cary, North Carolina, USA, 2005.

SCHULZE, M.; BUDER, S.; RUDIGER, K.; BEYERBACH, M. Influences on semen traits used for selection of young AI boars. **Animal Reproduction Science**, V.148, p.164-170, 2014.

SUTKEVICIENE, N.; ANDERSSON, M.A.; ZILINSKAS, H.; ANDERSSON, M. Assessment of boar semen quality in relation to fertility with special reference to methanol stress. **Theriogenology**, v.63, p.739-747, 2005.

TSAKMAKIDIS, I.A.; LYMBEROPOULOS, A.G.; KHALIFA, T.A.A. Relationship between sperm quality traits and field-fertility of porcine semen. **Journal of Veterinary Science**, V.11, p.151-154, 2010.

VICENTE-FIEL, S.; PALACÍN, I.; SANTOLARIA, P.; YÁNIZ, J.L. A comparative study of sperm morphometric subpopulations in cattle, goat, sheep and pig using a computer-assisted fluorescence method (CASMA-F). **Animal Reproduction Science**, V.139, p.182-189, 2013.

XU, X.; POMMIER, S.; ARBOV, T.; HUTCHINGS, B.; SOTTO, W.; FOXCROFT, G. R. In vitro maturation and fertilization techniques for assessment of semen quality and boar fertility. **Journal of Animal Science**, v.76, p. 3079-3089, 1998.