

NÚMERO DE INSEMINAÇÕES ARTIFICIAIS POR ESTRO EM FÊMEAS SUÍNAS: ASSOCIAÇÃO COM O PERFIL ESTRAL E IMPACTO SOBRE O DESEMPENHO REPRODUTIVO

MARCUS VINICIUS FIGUEIRA DE ALVARENGA,¹ IVAN BIANCHI,¹ ANTONIO SERGIO VARELA JÚNIOR,¹ ODIRLEI CALDERAM,¹ EDUARDO SCHMITT,¹ MARCIO NUNES CORRÊA,¹ JOÃO CARLOS DESCHAMPS¹ E THOMAZ LUCIA, JR.¹

1. PIGPEL – Centro de Biotecnologia, Faculdade de Veterinária. E-mail: thomaz@ufpel.edu.br

RESUMO

Em suínos, é comum realizar múltiplas inseminações artificiais (IA) por estro, em função da longa duração do estro. Este estudo observacional teve o objetivo de verificar a associação entre o número de IA realizadas por estro com a duração do estro e o desempenho reprodutivo subsequente, em uma granja comercial. Após avaliação do perfil estral e da dinâmica folicular por ultrassonografia, por equipes independentes, o número de IA por estro foi registrado, sem interferência no manejo da granja. A primeira IA era realizada no momento da detecção do estro e as IA subsequentes eram realizadas em intervalos de 12 horas, enquanto a fêmea mostrasse sinais de estro. Compararam-se a taxa de parição e o tamanho total da leitegada em função do número de IA por estro. Também foi estimado o risco da realização de mais de 3 IA por estro, em função da duração do estro. A taxa de parição das

fêmeas que receberam duas IA (92,0%) foi maior ($p < 0,05$) do que a observada para fêmeas que receberam três (77,5%) ou quatro a seis IA (79,6%). O tamanho total da leitegada não diferiu ($p > 0,05$) entre fêmeas que receberam duas, três ou quatro a seis IA (10,6, 12,0 e 12,0, respectivamente). Para as fêmeas com duração do estro superior a 78 horas, o risco de receberem quatro a seis IA durante o estro foi 6,1 vezes maior do que o risco para fêmeas com duração do estro inferior a 50 horas ($p < 0,05$) e 3,4 vezes maior do que o risco para fêmeas com duração do estro entre 50 a 74 horas ($p < 0,05$). Ainda que a longa duração do estro permita um maior número de IA por estro, pode-se concluir que um número de IA por estro superior a três não é recomendado, pois não há benefício para o desempenho reprodutivo.

PALAVRAS-CHAVES: Duração do estro, taxa de parição, tamanho de leitegada, suínos.

ABSTRACT

NUMBER OF ARTIFICIAL INSEMINATIONS PER ESTRUS IN SWINE: ASSOCIATION WITH ESTRUS PROFILES AND IMPACT ON REPRODUCTIVE PERFORMANCE

In swine, multiple artificial inseminations (AI) are commonly performed per estrus due to the long estrus duration. This observational study aimed to evaluate the association among the number of AI conducted per estrus, the estrus duration and the subsequent reproductive performance on a commercial swine farm. After evaluation of both estrus profile and follicle dynamics using ultrasound, by two independent teams, the number of AI per estrus was recorded, with no interference in the farm habitual management. The first AI was done at the time of estrus detection

and subsequent AIs were done at 12 h intervals, as long as females showed estrus signs. The risk of conducting more than three AI per estrus as a function of estrus duration was also estimated. For females receiving two AI per estrus, farrowing rate (92.0%) was higher ($p < 0.05$) than for those receiving three (77.5%) or four to six AI (79.6%). Total litter size did not differ ($p > 0.05$) for females receiving two, three or 4 to 6 AI per estrus (10.6, 12.0 and 12.0, respectively). For females having estrus longer than 78 hours, the odds of receiving 4-6 AI were 6.1 times higher than for those having

estrus shorter than 50 horas, and 3.4 times higher than for those having estrus within 50 to 74 h (both $p < 0.05$). Thus, although long estrus duration allows multiple AI per estrus, we concluded

that more than three AIs per estrus are not recommended because there is no benefit for subsequent reproductive performance.

KEYWORDS: Estrus duration, farrowing rate, litter size, swine.

INTRODUÇÃO

A inseminação artificial (IA) em suínos é uma biotécnica eficiente, de fácil execução e de baixo custo (VAZQUEZ et al., 2008), que vem sendo usada de forma crescente, em função dos benefícios genéticos, econômicos e sanitários (DESCHAMPS et al., 1988; CORRÊA et al., 2001). Estimativas recentes indicam que, pelo menos, 50% das fêmeas alojadas em sistemas tecnificados de produção são inseminadas artificialmente (BORTOLOZZO & WENTZ, 2005). Portanto, os protocolos utilizados nas IA podem ter impacto sobre a eficiência reprodutiva destes sistemas.

A realização da IA no período entre 28 horas antes da ovulação até, no máximo, 8 horas após a ovulação, está associada à obtenção de índices satisfatórios de desempenho reprodutivo (KEMP & SOEDE, 1996; NISSEN et al., 1997; BORTOLOZZO et al., 2005). Dessa forma, a determinação do momento de ovulação é fundamental para o sucesso de programas de IA. Em geral, a ovulação da fêmea suína ocorre no início do terço final do estro (WEITZE et al., 1994; CASSAR et al., 2005; ALVARENGA et al., 2006), cuja duração é bastante variável e relativamente longa, entre 48 e 62 horas (WEITZE et al., 1994; NISSEN et al., 1997; LUCIA et al., 1999). A duração do estro pode ser estimada em função do intervalo desmame-estro (IDE), se for considerado que fêmeas com IDE mais curto tendem a permanecer em estro por mais tempo (WEITZE et al., 1994; KEMP & SOEDE, 1996). Porém, como esta associação é pouco consistente, estimativas do momento de ocorrência da ovulação, baseadas apenas nessa associação negativa entre a duração do estro e o IDE, são pouco precisas (LUCIA et al., 1999; CORRÊA et al., 2002; ALVARENGA et al., 2006). Com o uso de ultrassonografia, o diagnóstico da ovulação pode ser feito com maior precisão (WEITZE et al., 1994; KEMP & SOEDE, 1996; NISSEN et al., 1997; VIANA et al., 1999; ALVARENGA et al., 2006), mas o seu uso como rotina ainda é limitado, pois o equipamento tem alto custo e seu manuseio exige treinamento especializado.

Em granjas comerciais, é comum o uso de múltiplas IA por estro (FOXCROFT et al., 2008; VAZQUEZ et al., 2008). Isso pode ocorrer em função da longa duração do estro, como forma de compensar a imprecisão na estimativa do momento da ovulação. Em geral, os protocolos de IA usados em granjas comerciais utilizam duas a três IA durante o estro, cada uma com um total de espermatozoides entre 2,5 e 3,0 $\times 10^9$ (JOHNSON, 2000; CORRÊA et al., 2001; RATH, 2002; BORTOLOZZO & WENTZ, 2005). Ainda que a realização de um menor número de IA durante o estro possa ser de interesse para sistemas de produção de suínos (BORTOLOZZO et al., 2005; FOXCROFT et al., 2008), para otimizar o uso dos machos e reduzir custos, em algumas granjas comerciais, as fêmeas são inseminadas consecutivamente, enquanto apresentarem sinais de estro, sendo, muitas vezes, inseminadas mais do que três vezes durante esse período. Este estudo avaliou a associação entre o número de IA realizadas durante o estro com o perfil estral das fêmeas e o seu desempenho reprodutivo subsequente.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em uma granja comercial, localizada na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, com um plantel formado por 2.250 matrizes de uma mesma base genética. De cada grupo semanal de desmame, metade das fêmeas desmamadas foi selecionada ao acaso. Não se avaliaram as fêmeas que apresentaram estro no momento do desmame ou que não apresentaram estro em até dez dias após o desmame e excluíram-se do estudo aquelas que foram subsequentemente descartadas por problemas não reprodutivos. O estudo seguiu um delineamento observacional, sendo a colheita de dados realizada sem interferência no manejo conduzido na granja. A partir do desmame, foram iniciadas as avaliações do perfil estral e da dinâmica folicular, por duas equipes que trabalharam simultaneamente, ainda que cada equipe não tivesse conhecimento dos dados colhidos pela

outra. Baseou-se a detecção do estro na observação do reflexo de tolerância ao homem, na presença de um macho sexualmente maduro (RTHM), em três turnos (às 6:30, 14:30 e 22:30 h). Os machos foram conduzidos por um técnico treinado, pelo corredor entre as fileiras das gaiolas individuais, em frente às fêmeas. Caracterizaram-se o início do estro pelo primeiro RTHM positivo e o final do estro pelo primeiro RTHM negativo. O IDE foi calculado como o intervalo entre o desmame e o início do estro e a duração do estro foi calculada pelo intervalo entre o início e o final do estro (WEITZE et al., 1994; LUCIA et al., 1999; VIANA et al., 1999).

Avaliaram-se a dinâmica folicular através da ultrassonografia em tempo real, pela técnica transcutânea, com transdutor convexo de 5,0 MHz, (Anser Vet 485, Pie Medical®) (SOEDE & KEMP, 1993; ALVARENGA et al., 2006). Procedeu-se ao exame das fêmeas em pé, duas vezes ao dia (às 6:30 e 14:30 h). No momento do exame, foi utilizado o gel carboximetilcelulose, na superfície de contato do transdutor, para garantir a propagação do som. Posicionou-se o transdutor no flanco direito, no ponto médio entre a articulação femurotibial-patelar e a última costela, 10 cm acima do úbere. Como pontos de referência para a localização do ovário, foram considerados a bexiga, na posição caudal, e as alças intestinais, na posição cranial. Definiu-se o momento da ovulação pela ausência de folículos pré-ovulatórios, ou quando o número de folículos era menor do que o encontrado no exame anterior, desde que estes achados fossem confirmados no exame no turno seguinte, a fim de evitar diagnósticos falsos positivos.

As IA foram realizadas de acordo com os protocolos de detecção do estro rotineiramente conduzidas pela equipe de trabalho da granja, com detecção do estro baseada na observação do RTHM, duas vezes ao dia (às 8:00 e 16:30 h). Durante o período de avaliação, 168 fêmeas foram inseminadas, com doses de sêmen com volume de 100 mL e 3×10^9 espermatozoides, diluídas em Beltsville Thawing Solution (BTS) (PURSEL & JOHNSON, 1975) e usadas no máximo 48 horas após a coleta. Realizou-se a primeira IA no momento do diagnóstico do estro (0 h), e as demais IA foram feitas em intervalos de 12 horas, até que as fêmeas deixassem de apresentar sinais de cio. O número de IA realizadas durante o estro foi registrado. A taxa de parição foi cal-

culada pela divisão do número de partos pelo número total de fêmeas inseminadas. Extraiu-se o número total de leitões nascidos no parto subsequente do banco de dados da granja. Uma vez que o número máximo de IA por estro observado neste estudo foi igual a seis, agruparam-se as fêmeas que receberam mais de três IA em uma única categoria (quatro a seis IA).

Avaliou-se a associação entre o tamanho da leitegada e o número de IA por análise de variância, com comparação entre médias através do método da diferença mínima significativa (LSD). A associação entre a taxa de parição e o número de IA foi avaliada através do teste de qui-quadrado. Realizou-se uma análise de regressão logística para avaliar a associação entre o número de IA durante o estro e a duração do estro das fêmeas, considerando como controles as fêmeas que receberam duas ou três IA durante o estro e nos casos em que as fêmeas receberam entre quatro a seis IA. Categorizou-se a duração do estro em: < 50 horas; 50 a 74 horas; e > 78 horas. O risco de fêmeas classificadas em diferentes categoria de duração do estro serem submetidas entre quatro a seis IA durante o estro foi estimado pela Razão de Chance, determinando-se a respectiva significância estatística através de intervalos de confiança, em nível de significância de 95%, e pelo teste de qui-quadrado. Todas as análises estatísticas foram geradas pelo programa STATISTIX® (2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fêmeas avaliadas neste estudo apresentaram ordem de parto igual a $3,3 \pm 2,7$, com taxa de parição de 80,4% e tamanho total da leitegada igual a $11,8 \pm 3,3$. O efeito da ordem de parto sobre a taxa de parição e o tamanho da leitegada não foi significativo ($p > 0,05$). Ainda que a média para o tamanho da leitegada estivesse dentro dos níveis desejáveis, a taxa de parição observada esteve abaixo dos índices aceitáveis na suinocultura moderna (DIAL et al., 1992). Mais da metade das fêmeas inseminadas recebeu três IA por estro (Tabela 1), apresentando taxa de parição inferior ($p < 0,05$) à observada nas fêmeas que receberam duas IA (77,5% e 92,0%, respectivamente). Em um estudo incluindo apenas leitoas, o uso de uma única IA por estro foi associada com redução no tamanho total da leitegada, em comparação com o uso de duas IA por estro, ainda que não tenham sido observados efeitos

nas taxas de parição (BORTOLOZZO et al., 2005). A vantagem na taxa de parição observada no presente estudo pode ser considerada discutível, em função da substancial desvantagem numérica entre o tamanho da leitegada dessas fêmeas (10,6) e o das fêmeas inseminadas três ou mais vezes (12,0). Por exemplo, considerando a taxa de parição e o tamanho total da leitegada observados neste estudo, as 25 fêmeas com duas IA por estro teriam produzido 244 leitões. Porém, se com a mesma taxa de parição o tamanho total da leitegada fosse igual ao observado para as fêmeas com 3 IA por estro, estas teriam produzido 276 leitões (ou seja, 32 leitões a mais). Portanto, ainda que a diferença observada não tenha sido significativa, esta seria relevante em condições de campo. A ausência de significância estatística pode se dever ao número relativamente pequeno de fêmeas avaliadas, o que se justifica pelo modelo observacional deste estudo. Ainda que fosse aconselhável sob o ponto de vista estatístico, a avaliação de um maior número de fêmeas foi limitada, pela carência de recursos humanos para a sua realização, dentro dos intervalos de tempo propostos para as avaliações.

Menos de 15% das fêmeas avaliadas receberam duas IA por estro, o que sugere que, na granja em questão, o número de IA por estro é proporcional à duração do estro, pois as fêmeas que permaneceram em estro por mais tempo foram inseminadas mais vezes (Tabela 2). Neste contexto, as fêmeas com duas IA por estro seriam as que não apresentaram estro longo o suficiente para serem inseminadas, ao menos, uma terceira vez. A realização das avaliações por ultrassonografia em intervalos mais curtos permitiria uma maior precisão na determinação do momento da ovulação, porém, em função da carência de recursos humanos, já mencionada antes, a condução dessas avaliações em intervalos menores somente seria possível quebrando a independência das duas equipes envolvidas no estudo, o que prejudicaria a metodologia estabelecida. Ainda assim, o momento da ovulação observado neste estudo (Tabela 2) é consistente com as estimativas obtidas com avaliações dentro de intervalos mais curtos (KEMP & SOEDE, 1996).

TABELA 1. Taxa de parição e tamanho total da leitegada em função do número de inseminações artificiais (IA) durante o estro

IA	n (%)	Taxa de parição (%)	Total de nascidos/parto
2	25 (14,9)	92,0 ^a	10,6 ± 0,7 ^a
3	89 (53,0)	77,5 ^b	12,0 ± 0,4 ^a
quatro a seis	54 (32,1)	79,6 ^b	12,0 ± 0,5 ^a

a, b Média na coluna diferiram estatisticamente ($p < 0,05$).

TABELA 2. Número de inseminações artificiais (IA) durante o estro em função da ocorrência de estro e ovulação ($n = 168$)

Parâmetro	IA durante o estro			Média
	2	3	quatro a seis	
Desmame-estro (h)	106,5 ± 8,8 ^b	84,1 ± 3,3 ^a	83,0 ± 4,1 ^a	87,3 ± 29,1
Duração do estro (h)	53,3 ± 3,4 ^a	61,8 ± 1,8 ^b	70,1 ± 2,3 ^c	63,2 ± 17,8
Início do cio-ovulação (h)	50,7 ± 2,9 ^a	45,7 ± 1,5 ^a	50,4 ± 1,9 ^a	47,9 ± 14,3

a, b Média nas linhas diferiram estatisticamente ($p < 0,01$).

No entanto, mais de 30% das fêmeas foram inseminadas quatro ou mais vezes durante o estro (Tabela 1), apresentando taxa de parição e tamanho da leitegada semelhantes aos das fêmeas inseminadas três vezes ($p > 0,05$). Portanto, o uso de mais do que três

IA durante o estro não trouxe benefício em termos de desempenho reprodutivo, apenas contribuindo para o aumento dos custos por fêmea inseminada. De certa forma, estes resultados são consistentes com estudos desenvolvidos com monta natural (XUE et al., 1998a;

XUE et al., 1998b), que relatam desempenho reprodutivo semelhante com três ou apenas dois acasalamentos por estro, ainda que, no estudo em questão, o número de acasalamentos por fêmeas tenha sido alocado ao acaso, e não em função da duração do estro. O aparente benefício em tamanho de leitegada observado para as fêmeas com três ou quatro a seis IA por estro, em comparação com aquelas com duas IA por estro, não pode ser considerado relevante, em função da baixa taxa de parição observada nas duas categorias. Para as fêmeas que receberam três IA por estro, a menor taxa de parição poder ser decorrente do protocolo usado para a IA, pois, com a primeira IA ocorrendo no momento da detecção do estro e as demais em intervalos de 12 horas, a terceira IA ocorreria 24 horas após a detecção do estro. Considerando que as fêmeas que receberam três IA durante o estro ovularam em torno de 45 horas após a detecção do estro (Tabela 2) e que a ovulação ocorre no terço final do estro, independentemente da duração do estro (KEMP & SOEDE, 1996; NISSEN et al., 1997; CORRÊA et al., 2002), é possível que um protocolo diferente, com a realização da primeira IA 12 horas após a detecção do estro, fosse mais bem sincronizado com a ovulação, o que, provavelmente, seria benéfico para o desempenho reprodutivo, considerando o tamanho total da leitegada observado para as fêmeas que receberam três IA por estro. É importante ressaltar que, dada sua natureza observacional, as informações referentes à detecção de estro e dinâmica folicular colhidas pelas equipes que atuaram no presente estudo não eram de conhecimento da equipe da granja, que realizou as IA de acordo com protocolos previamente determinados para sua rotina de trabalho.

O estro das fêmeas que receberam quatro a seis IA foi mais longo do que o estro das fêmeas inseminadas menos vezes (Tabela 2). As médias observadas para o IDE, a duração do estro e o momento da ovulação foram consistentes com outros estudos (SOEDE & KEMP,

1993; WEITZE et al., 1994; KEMP & SOEDE, 1996; LUCIA et al., 1999; VIANA et al., 1999). O IDE foi mais longo nas fêmeas inseminadas duas vezes, as quais também apresentaram estro mais curto. Porém, embora o número de IA por estro tenha sido maior, na medida em que o estro foi mais longo, o IDE não diferiu para fêmeas inseminadas três ou quatro a seis vezes por estro ($p > 0,05$). Esses dados confirmam que, a despeito de existir uma associação negativa entre o IDE e duração do estro (WEITZE et al., 1994; KEMP & SOEDE, 1996), esta apresenta limitada intensidade e, portanto, não pode ser utilizada de forma precisa para estimar o momento de ocorrência da ovulação (LUCIA et al., 1999; CORRÊA et al., 2002; ALVARENGA et al., 2006).

Para as fêmeas com duração do estro superior a 78 horas, o risco de receberem quatro ou mais IA por estro foi 6,1 vezes maior ($P = 0,0003$) do que para as fêmeas com duração do estro inferior a 50 horas, e 3,4 vezes maior ($P = 0,0028$) do que para as fêmeas com duração do estro entre 50 a 74 horas (Tabela 3), ainda que este risco tenha sido semelhante ($p > 0,05$) para as fêmeas com duração do estro entre 50 a 74 horas ou inferior a 50 horas. Assim, em função do grande número de IA realizadas nas fêmeas com estro mais longo, é possível que uma ou mais inseminações tenham sido realizadas no metaestro, caso a detecção de estro realizada pela equipe da granja tenha sido deficiente. Nestes casos, poderia ocorrer infiltração leucocitária no sistema genital da fêmea, para eliminar potenciais organismos agressores, como agentes infecciosos ou os espermatozoides presentes no seu interior, o que é associado com maior frequência de processos patológicos, como endometrites e descargas vulvares, que podem ser associados com incremento na taxa de retorno ao estro (ROZEBOOM et al., 1997, 1999; ALTHOUSE et al., 2000; KAEOKET et al., 2005), o que justificaria a redução na taxa de parição observada nas fêmeas com quatro a seis IA durante o estro.

TABELA 3. Risco de ocorrência de quatro ou mais inseminações artificiais por estro em função da duração do estro

Duração do estro		Duração do estro	
		50 a 74 horas	> 78 horas
< 50 horas	Razão de chance	1,79	6,11
	Intervalo de confiança (95%)	0,75 - 4,32	2,17 - 17,17
	P	0,1868	0,0003
50 a 74 horas	Razão de chance	-	3,40
	Intervalo de confiança (95%)	-	1,49 - 7,74
	P	-	0,0028

CONCLUSÕES

Ainda que a longa duração do estro em suínos permita a realização de múltiplas inseminações artificiais por estro, o número de mais que três inseminações por estro não seria recomendado, em função de não se refletir em benefício para a taxa de parição e para o tamanho da leitegada subsequentes.

REFERÊNCIAS

- ALTHOUSE, G. C.; KUSTER, C. E.; CLARK, S. G.; WEISIGER, R. M. Field investigations of bacterial contaminants and their effects on extended porcine semen. **Theriogenology**, v. 53, p. 1167-1176, 2000.
- ALVARENGA, M. V. F.; BIANCHI, I.; SCHMITT, E.; VARELA JUNIOR, A. S.; CALDERAM, O.; CORRÊA, M. N.; DESCHAMPS, J. C.; LUCIA, T. JR. Characterization of estrus profile in female swine and its accuracy in estimating ovulation time in comparison to ultrasound diagnosis. **Animal Reproduction**, v. 3, p. 364-369, 2006.
- BORTOLOZZO, F. P.; UEMOTO, D. A.; BENNEMANN, P. E.; POZZOBON, M. C.; CASTAGNA, C. D.; PEIXOTO, C. H.; BARIONI JR. W.; WENTZ, I. Influence of time of insemination relative to ovulation and frequency of insemination on gilt fertility. **Theriogenology**, v. 64, p. 1956-1962, 2005.
- BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Situação da IA em suínos no Brasil e no mundo. In: BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. **Inseminação artificial na suinocultura tecnificada**. Porto Alegre, RS: Palloth_____, 2005. 183 p.
- CASSAR, G.; KIRKWOOD, R. N.; POLJAK, Z.; BENNETT-STEWART, K.; FRIENDSHIP, R. M. Effect of single or double insemination on fertility of sows bred at an induced estrus and ovulation. **Journal of Swine Health and Production**, v. 13, p. 254-258, 2005.
- CORRÊA, M. N.; MEINCKE, W.; LUCIA, T. JR.; DESCHAMPS, J. C. **Inseminação artificial em suínos**. Londrina, PR: Printpar, 2001. 181 p.
- CORRÊA, M. N.; LUCIA, T. JR.; AFONSO, J. A. B.; DESCHAMPS, J. C. Reproductive performance of early-weaned female swine according to their estrus profile and frequency of artificial insemination. **Theriogenology**, v. 58, p. 103-112, 2002.
- DESCHAMPS, J. C.; CORRÊA, M. N.; LUCIA, T. JR. Impacto da inseminação artificial em suínos. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v. 22, p. 75-79, 1998.
- DIAL, G. D.; MARSH, W. E.; POLSON, D. D.; VAILLANCOURT, J.-P. Reproductive failure: differential diagnosis. In: LEMAN, A. D.; STRAW, B. E.; MENGELING, W. L.; D'ALLAIRE, S.; TAYLOR, D. J. (Ed.). **Diseases of swine**. 7. ed. Ames, IA: Iowa State University Press, 1992. p. 88-137.
- FOXCROFT, G. R.; DYCK, M. K.; RUIZ-SANCHEZ, A.; NOVAK, S.; DIXON, W. T. Identifying useable semen. **Theriogenology**, v. 70, p. 1324-1336, 2008.
- JOHNSON, L. A.; WEITZE, K. F.; FISER, P.; MAXWELL, W. M. C. Storage of boar semen. **Animal Reproduction Science**, v. 62, p. 143-172, 2000.
- KAEOKET, K.; TANTASUPARUK, W.; KUNAVONGKRIT, A. The effect of post-ovulatory insemination on the subsequent embryonic loss, oestrous cycle length and vaginal discharge in sows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 40, p. 492-494, 2005.
- KEMP, B.; SOEDE, N. M. Relationship of weaning-to-estrus interval to timing of ovulation and fertilization in sows. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 944-9, 1996.
- LUCIA, T. JR.; CORRÊA, M. N.; DESCHAMPS, J. C.; PERUZZO, I. A.; MATHEUS, J. E. M.; ALEIXO, J. A. G. Influence of equine chorionic gonadotropin on weaning-to-estrus interval and estrus duration in early-weaned primiparous female swine. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 3163-3167, 1999.
- NISSEN A. K.; SOEDE N. M.; HYTTTEL, P.; SCHMIDT, M.; D'HOORE, L. The influence of time of insemination relative to time of ovulation on farrowing frequency and litter size in sows, as investigated by ultrasonography. **Theriogenology**, v. 47, p. 1571-1582, 1997.
- PURSEL, V. G.; JOHNSON, L. A. Freezing of boar spermatozoa: fertilizing capacity with concentrated semen and a new thawing procedure. **Journal of Animal Science**, v. 40, p. 99-102, 1975.
- RATH, D. Low dose insemination in the sow: a review. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 37, p. 201-205, 2002.
- ROZEBOOM, K. J.; TROEDSSON, M. H. T.; SHURSON, G. C.; HAWTON, J. D.; CRABO, B. G. Late estrus and metestrus insemination after estrual insemination decreases farrowing rate and litter size in swine. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 2323-2327, 1997.
- ROZEBOOM, K. J.; TROEDSSON, M. H. T.; MOLITOR, T. W.; CRABO, B. G. The effect of spermatozoa and seminal plasma on leukocyte migration into the uterus of gilts. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 22201-22206, 1999.
- STATISTIX®. Statistix® 8 Analytical software. Tallahassee, FL., 2003.

SOEDE, M. N.; KEMP, B. In synchronized pigs, the duration of ovulation is not affected by insemination and is not a determinant for early embryonic diversity. **Theriogenology**, v. 39, p. 1043-1053, 1993.

VAZQUEZ J. M.; ROCA J.; GIL; M.; CUELLO, A.; PARRILLA, C. I.; VAZQUEZ, J. L.; MARTINEZ, E. A. New developments in low-dose insemination technology. **Theriogenology**, v. 70, p. 1216-1224, 2008.

VIANA, C. H. C.; SILVEIRA, P. R. S.; MORETTI, A. S.; RODRIGUES, P. H. M. Relationships between the characteristics of weaning-to-estrus interval, estrus duration and moment of ovulation by ultrasonography in sows. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 6, p. 205-211, 1999.

WEITZE, K. F.; WAGNER-RIETSCHEL, H.; RICHTER, L. H.; WABERSKI, D. The onset of heat after weaning, heat duration, and ovulation as major factors in AI timing in sows. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 29, p. 433-443, 1994.

XUE, J. L.; LUCIA, T. JR.; KOKETSU, Y.; DIAL, G. D.; MARSH, W. E. Influence of mating frequency and weaning-to-mating interval on sow reproductive performance. **Swine Health and Production**, v. 6, p. 157-162, 1998a.

XUE, J. L.; DIAL, G. D.; TRIGG, T.; DAVIES, P. R.; KING, V. L. Influence of mating on sow reproductive performance. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 2962-2966, 1998b.

Protocolado em: 23 out. 2007. Aceito em: 26 jan. 2010.