

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

**“COMPORTAMENTO E DESEMPENHO DE LEITÕES LEVES SUBMETIDOS À
UNIFORMIZAÇÃO COM LEITÕES DE PESOS DISTINTOS”**

LISIANE PIRES DE SOUZA

PORTO ALEGRE

2010

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

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

“COMPORTAMENTO E DESEMPENHO DE LEITÕES LEVES SUBMETIDOS À
UNIFORMIZAÇÃO COM LEITÕES DE PESOS DISTINTOS”

Autor: Lisiane Pires de Souza

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

Orientador: Prof. Dr. Ivo Wentz

PORTO ALEGRE

2010

S729c Souza, Lisiane Pires de
Comportamento e desempenho de leitões leves
submetidos à uniformização com leitões de pesos distintos.
/ Lisiane Pires de Souza - Porto Alegre: UFRGS, 2010.

67 f.; il. – Dissertação (Mestrado) – Universidade
Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,
Porto Alegre, BR-RS, 2010. Ivo Wentz, Orient. ; Fernando
Pandolfo Bortolozzo, Co-Orient. ; Mari Lourdes Bernardi,
Co-Orient.

1. Reprodução animal 2. Suinocultura: Leitegada
3. Comportamento animal: suínos 4. Sobrevivência
animal: suínos I. Wentz, Ivo, Orient. II. Bortolozzo,
Fernando Pandolfo, Co-Orient. III. Bernardi, Mari
Lourdes, Co-Orient. IV. Título.

CDD 619.38

Catálogo na fonte preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Veterinária da UFRGS

Lisiane Pires de Souza

COMPORTAMENTO E DESEMPENHO DE LEITÕES LEVES SUBMETIDOS À
UNIFORMIZAÇÃO COM LEITÕES DE PESOS DISTINTOS

Aprovado em 25 de fevereiro de 2010.

APROVADO POR:

Prof. Dr. Ivo Wentz

Orientador e Presidente da Comissão

Dr. Paulo Eduardo Bennemann

Membro da Comissão

Prof. Dr. Rui Fernando Felix Lopes

Membro da Comissão

Profa. Dra. Vivian Fischer

Membro da Comissão

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Luiza por estar presente em todos os momentos importantes da minha vida, pelo seu amor incondicional e dedicação.

Ao meu pai João pelo carinho e incentivo.

Ao meu irmão Luís Alberto pela amizade e pela preocupação.

Ao meu noivo André pelo amor, companheirismo e paciência.

Ao meu orientador Ivo Wentz pelos conselhos, ensinamentos e exemplo profissional.

Ao meu co-orientador Fernando Pandolfo Bortolozzo, pelos ensinamentos, dedicação e grande contribuição em todas as etapas do trabalho.

À minha co-orientadora Mari Lourdes Bernardi pelos conhecimentos, presteza e dedicação na realização das análises estatísticas.

Ao Prof. David Barcellos pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Henrique pela amizade e parceria durante todo o experimento.

À Giseli pela amizade e valiosa ajuda no projeto.

Aos demais amigos da pós-graduação, Andrea, Ana Paula, Brenda, Dani, Oscar, Rafael e Tiago pela boa convivência e que de alguma forma também contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos bolsistas Bruno, Jamil, Luciana e Mário, pela grande ajuda na execução do experimento e pelos momentos de descontração.

Aos bolsistas Henrique e Alana por assistirem mais de 240 horas de vídeos de mamadas de leitões.

Aos demais bolsistas e estagiários que contribuem diariamente para o crescimento do Setor de suínos.

À UFRGS pelo ensino de qualidade.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

À Coperalfa por permitir a realização do experimento e a todos os funcionários da UPL Palma Sola pelo auxílio e pela ótima convivência.

MUITO OBRIGADA!

RESUMO

COMPORTAMENTO E DESEMPENHO DE LEITÕES LEVES SUBMETIDOS À UNIFORMIZAÇÃO COM LEITÕES DE PESOS DISTINTOS

Autor: Lisiane Pires de Souza

Orientador: Prof. Dr. Ivo Wentz

Co-orientadores: Prof. Dr. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Prof^ª. Dr^ª. Mari Lourdes Bernardi

O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento e o desempenho de leitões leves quando uniformizados com leitões de peso similares, médios e pesados. Os leitões utilizados, provenientes de fêmeas ordem de parto (OP) 2 a 6, foram transferidos para 60 fêmeas receptoras OP 2 e 3, sendo divididos em três grupos (G) (n= 20): G1- apenas leitões leves (0,80-1,25 kg); G2- leitões leves com médios (1,40-1,60 kg) e G3- leitões leves com pesados (>1,70 kg), com 6 leitões de cada categoria de peso, totalizando 12 leitões por leitegada. Para a análise, os grupos 2 e 3 foram subdivididos em LG2 (leves do G2), MG2 (médios do G2), LG3 (leves do G3) e PG3 (pesados do G3). Após a abertura do escamoteador foi observado que, no primeiro dia, 43,8% dos leitões dirigiram-se para o complexo mamário, aumentando para 84% no sexto dia. O percentual de mamadas perdidas foi maior para os leitões LG3 quando comparados com LG1, MG2 e PG3 nos primeiros dois dias de observação. Porém, os leitões LG3 apresentaram maior número de mamadas em 24 horas quando comparados aos leitões LG1 e LG2. Entre os leitões leves, apenas no segundo dia, o percentual de envolvimento em brigas durante a mamada do grupo LG2 ($30,9 \pm 2,9$) foi maior do que os leitões do LG1 ($21,9 \pm 2,9$) e LG3 ($21,4 \pm 2,9$). O número de brigas nos 15 minutos após a ejeção do leite, no primeiro dia, foi maior nos leitões LG3 ($0,55 \pm 0,10$) e PG3 ($0,59 \pm 0,14$) do que nos LG2 ($0,22 \pm 0,05$). O número de brincadeiras e percentual de leitões envolvidos não diferiu entre os leitões leves (LG1, LG2 e LG3). Os leitões leves não apresentaram diferença no peso ($P>0,05$), embora a sobrevivência dos leitões leves tenha sido menor, quando eles foram uniformizados com pesados. Portanto, a mistura de leitões leves com pesados não deve ser recomendada, porque, apesar de não influenciar o desempenho, a sobrevivência dos leitões leves é reduzida nesse tipo de uniformização.

Palavras-chave: uniformização, comportamento, desempenho, leitões leves.

ABSTRACT

BEHAVIOUR AND GROWTH PERFORMANCE OF LOW-BIRTH WEIGHT PIGLETS CROSS-FOSTERED WITH PIGLETS OF DIFFERENT BIRTH WEIGHTS

Author: Lisiane Pires de Souza

Advisor: Prof. Dr. Ivo Wentz

Co-advisors: Prof. Dr. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Prof^ª. Dr^ª. Mari Lourdes Bernardi

The aim of the study was to evaluate the behaviour, pre-weaning survival and growth performance of low-birth weight piglets fostered with intermediate- and high-birth weight piglets. Piglets derived from parity-2 to parity-6 sows were transferred to 60 parity-2 and 3 foster sows, and divided in three groups (G) (n=20): G1- only low-birth weight piglets (0.80-1.25 kg); G2- low-birth weight piglets and intermediate-birth weight piglets (1.40-1.60 kg), and G3- low-birth weight piglets and high-birth weight piglets (>1.70 kg), with 6 piglets per weight class, totalling 12 piglets per litter. For analysis purposes, groups 2 and 3 were subdivided in LG2 (G2 light piglets); IG2 (G2 intermediate-weight piglets), LG3 (G3 light piglets), and HG3 (G3 heavy piglets). After the creep box was opened, it was observed that 43.8% of the piglets went towards the udder on the first day, and this percentage increased to 84% on sixth day. The percentage of missed nursings was higher in LG3 piglets as compared to LG1, IG2, and HG3 piglets on the first two days of observation. However, video recording showed that LG3 piglets nursed a higher number of times as compared to LG1 and LG2 piglets. Among the light piglets, the percentage of those engaged in fights during nursing on day 2, group LG2 (30.9 ± 2.9) was higher than in groups LG1 (21.9 ± 2.9) and LG3 (21.4 ± 2.9). The number of fights during 15 minutes of nursing on the first day, was higher in groups LG3 (0.55 ± 0.10) and HG3 (0.59 ± 0.14) than in group LG2 (0.22 ± 0.05). Play events and percentage of piglet engaged in play were not different among light piglets (LG1, LG2, and LG3). Light piglets (LG1, LG2, and LG3) presented similar body weight ($P > 0.05$) at the end of the trial; however, the survival rate of light piglets fostered with heavy piglets (LG3) was lower than LG1 and LG2 piglets. Despite the lack of differences in growth performance, cross-fostering of low-birth weight piglets with high-birth weight piglets is not recommended because the survival of low-birth weight piglets is reduced.

Keywords: *cross-fostering; behaviour; growth performance; low-birth weight piglets.*

LISTA DE TABELAS

Tabelas inseridas no Artigo

| | | |
|----------|--|----|
| TABLE 1- | Percentage of piglets at the udder during the first 3 minutes after the creep box was opened and percentage of missed nursings on days (D) 1, 2, 4 and 6 of direct visual observation, number of nursings and percentage of productive nursings during 24 h on days 2 and 4 observed by video recording of low-birth weight light piglets fostered with piglets with the same or different birth weights (means \pm standard error)..... | 47 |
| TABLE 2- | Fights among piglets in each nursing and percentage of piglets engaged in fights before and during milk letdown (means \pm standard error)..... | 49 |
| TABLE 3- | Body weight (days (D) 4, 6, 8, 12 and 16) and survival rate at 16 days of age of light piglets fostered with the same weight piglets or different weight piglets (means \pm standard error)..... | 50 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 12 |
| 2.1 Peso do leitão ao nascimento | 12 |
| 2.1.1 Influência do peso ao nascimento na sobrevivência e no desempenho do leitão.... | 12 |
| 2.1.2 Aspectos fisiológicos do desenvolvimento do concepto relacionados com o peso ao nascimento e com a sobrevivência pré-desmame | 13 |
| 2.1.3 Influência da capacidade uterina e eficiência placentária no peso do leitão..... | 14 |
| 2.1.4 Influência nutricional durante a gestação no peso do leitão | 15 |
| 2.2 Comportamento da porca e dos leitões durante as mamadas..... | 18 |
| 2.2.1 Período pós-parto | 18 |
| 2.2.2 Fases da mamada..... | 19 |
| 2.2.2.1 Fase pré-ejeção..... | 20 |
| 2.2.2.2 Fase de ejeção | 21 |
| 2.2.2.3 Fase pós-ejeção | 21 |
| 2.2.3 Definição dos tetos..... | 22 |
| 2.2.4 Mamadas improdutivas | 22 |
| 2.2.5 Aspectos hormonais associados ao estímulo tátil | 23 |
| 2.2.6 Alterações no comportamento ao longo da lactação..... | 24 |
| 2.3 Uniformização de leitegadas..... | 25 |
| 2.3.1 Importância da uniformização de leitegadas..... | 26 |
| 2.3.2 Como e quando realizar a uniformização de leitegadas..... | 27 |
| 3 ARTIGO | 29 |
| 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS | 51 |
| 5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 52 |
| 6 ANEXOS | 63 |

1 INTRODUÇÃO

A seleção de fêmeas mais prolíferas resultou em maior tamanho das leitegadas (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002). Aliado a isso, a variabilidade de peso, e consequentemente, o número de leitões com baixo peso ao nascimento também tiveram um acréscimo (DEN HARTOG; VESSEUR; KEMP, 1994; MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001; WOLF; ZÁKOVÁ; GROENEVELD, 2008). Isto ocorre porque, com o aumento do tamanho da leitegada, o espaço uterino disponível para cada feto é reduzido, restringindo o crescimento durante o seu desenvolvimento (ASHWORTH et al., 2001).

O peso ao nascer pode ser determinante para a sobrevivência e bom desempenho dos leitões (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002; VAN RENS et al., 2005), uma vez que a maior superfície corporal em relação ao peso, nos leitões leves, torna esses animais mais susceptíveis à hipotermia (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). Os leitões nascem com pouca adaptação ao frio, cerdas esparsas, sem tecido adiposo marrom e com pequena camada de tecido gorduroso subcutâneo (BERTHON; HERPIN; LE DIVIDICH, 1994). A ingestão de colostro contribui no processo de termorregulação corporal, através do fornecimento de energia, por isso quanto mais rápido o leitão mamar após o nascimento, melhor será a sua capacidade de manter a homeotermia. Entretanto, os leitões com baixo peso ao nascer apresentam menores reservas energéticas, demoram mais para realizar a primeira mamada, aumentando a sensibilidade destes ao frio (LE DIVIDICH, 1999).

Os leitões leves ao nascimento, também, apresentam desvantagem na definição da ordem de teto (ENGLISH; WILKINSON, 1982), uma vez que leitões mais pesados têm preferência pelos tetos anteriores, que são os mais produtivos (BARBER; BRAUDE; MITCHELL, 1955). Os leitões menores em leitegadas com pesos distintos sofrem maior prejuízo, quando a leitegada em que estão inseridos for numerosa, devido ao maior número de competidores, e, em fêmeas mais velhas, por causa do menor número de tetos funcionais (CUTLER et al., 1999). Com o objetivo de reduzir a mortalidade, principalmente dos leitões leves, realiza-se a uniformização de leitegadas (MARCATTI NETO, 1986).

A uniformização de leitegadas consiste em transferir leitões de uma leitegada mais numerosa para uma menos numerosa, equalizando-as por número e peso dos leitões (NEAL; IRVIN, 1991; STRAW et al., 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001). Essa prática de manejo minimiza as variações de peso dentro da mesma leitegada (STRAW et al.,

1998), e quando realizada até 48 horas após o nascimento não apresenta queda no desempenho dos leitões (STRAW; DEWEY; BURGI, 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001). Entretanto, na prática, muitas vezes, a uniformização de leitegadas é realizada nas granjas de forma indiscriminada durante toda a lactação, provocando atraso no crescimento desses leitões.

Quanto à categoria de peso dos leitões que podem ser misturados na mesma leitegada ainda existem controvérsias. Acredita-se que leitões leves ao nascimento (<1200g), quando presentes na mesma leitegada que leitões pesados (>1700g), podem apresentar dificuldade de permanecer no complexo mamário durante a mamada, sendo excluídos no momento da ejeção do leite (ENGLISH, 1998). Entretanto, Milligan, Fraser e Kramer (2001) observaram mais episódios de brigas e mamadas perdidas em leitegadas com somente leitões leves. Outro inconveniente de leitegadas compostas apenas de leitões leves é o baixo estímulo do complexo mamário, o que pode causar falha na ejeção do leite. Talvez, a inserção de leitões pesados em leitegadas de baixo peso ao nascimento contribua para o melhor desempenho dos leitões leves, uma vez que os leitões pesados apresentam maior capacidade para estimular os tetos (KING et al., 1997), além de sugar completamente o leite disponível no seu teto (THOMPSON; FRASER, 1986; ALGERS et al., 1991). Especula-se, também, que o número diário de mamadas em leitegadas contendo apenas leitões leves seja menor do que aquelas que possuem leitões pesados. O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento e o desempenho de leitões leves quando uniformizados com outros de peso similares, médios e pesados.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Peso do leitão ao nascimento

O avanço genético, ao longo dos anos, contribuiu para o aumento do número de leitões nascidos totais por fêmea ao ano, entretanto, o peso médio ao nascimento reduziu (DEN HARTOG; VESSEUR; KEMP, 1994; MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001), podendo muitas vezes estar acompanhado de menor viabilidade e vitalidade (DAMGAARD et al., 2003). Com isso, o aumento no tamanho da leitegada também pode estar associado ao aumento na mortalidade peri e pós-natal (GUÉBLEZ; DAGORN, 2000).

Os leitões com menor peso ao nascimento apresentam algumas características que não favorecem o seu desempenho e sobrevivência. Com o intuito de reduzir o percentual de perdas, e conseqüentemente, aumentar o número de leitões desmamados, medidas de manejo específicas devem ser adotadas com essa categoria de leitões logo após o nascimento e durante todo o período de lactação.

2.1.1 Influência do peso ao nascimento na sobrevivência e no desempenho do leitão

O peso ao nascer pode ser determinante para a sobrevivência e bom desempenho dos leitões. Furtado (2007) verificou que leitões com peso entre 600 g e 1200 g apresentaram maior taxa de mortalidade até o desmame em relação aos leitões de médio (≤ 1300 g - < 1800 g) e elevado peso (≥ 1800 g) ao nascimento ($P < 0,05$). Os leitões com baixo peso ao nascimento apresentam menores reservas corporais, maior sensibilidade a baixas temperaturas, demoram mais tempo para ingerir o colostro, além de possuir menor capacidade de disputa pelos melhores tetos (LE DIVIDICH, 1999).

Spicer et al. (1986) observaram que os leitões mais leves ingeriram em média o colostro pela primeira vez 133 minutos após o nascimento, enquanto que os mais pesados em 55 minutos já estavam mamando. Os leitões adquirem a imunidade passiva através da ingestão do colostro e em até 24-36 horas após o nascimento as imunoglobulinas (Ig) ainda estão disponíveis. Porém, transcorridas 12 horas do nascimento a concentração de alguns componentes do colostro, principalmente IgG, reduz quase que pela metade (BOURNE, 1969). Assim, leitões que mamam mais rapidamente, ingerem colostro de melhor qualidade e em maior quantidade. Além disso, Milligan, Fraser e Kramer (2001) observaram que os

leitões com baixo peso ao nascer (0,9-1,0 Kg) gastam mais tempo em disputas por tetos e perdem mais episódios de mamadas que leitões médios (1,2-1,59 Kg) e pesados (>1,6 Kg).

Além de estar relacionado com a habilidade em mamar, o peso ao nascimento também está estritamente relacionado com a capacidade termorregulatória, uma vez que os leitões leves apresentam maior superfície corporal em relação ao seu peso, proporcionando maior susceptibilidade ao quadro de hipotermia (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). A capacidade termorregulatória do suíno apresenta-se deficiente nas primeiras horas de vida, e a temperatura corporal pode reduzir, em média, 2,2°C logo após o parto (CURTIS; BÄCKSTRÖM, 1981). A ingestão de leite é fundamental para o fornecimento de energia para o leitão manter a temperatura corporal.

O peso ao nascimento também está diretamente associado com o desempenho do leitão. Cole e Varley (2000) demonstraram que o peso ao nascimento contribuiu com 37% na variação do peso ao desmame. Segundo Wolter et al. (2002), os leitões mais pesados ao nascer (1,8 Kg) comparados com os mais leves (1,3 Kg) apresentaram maior peso ao desmame (6,58 Kg vs 5,72 Kg, respectivamente, $P < 0,001$). Rehfeldt e Kuhn (2006) observaram que os leitões de baixo peso ao nascimento possuem menor ($P < 0,05$) ganho de peso diário (GPD) em relação aos médios e pesados, resultando em menor peso ao desmame. Mahan et al. (1998), acompanhando leitões desde o nascimento até o abate, verificaram que os leitões mais leves ao desmame precisaram de oito dias a mais para alcançar o mesmo peso de abate dos leitões mais pesados ao desmame ($P < 0,05$).

2.1.2 Aspectos fisiológicos do desenvolvimento do concepto relacionados com o peso ao nascimento e com a sobrevivência pré-desmame

Aproximadamente, até o 12º dia de gestação, ocorre a migração dos embriões no útero, a partir desse momento, o concepto alongado (100 a 150 cm) se adere ao endométrio. A aderência entre o epitélio materno e concepto apresenta maior firmeza por volta dos dias 15 e 16 de gestação (DANTZER; WINTHER, 2001). O concepto de 12 dias apresenta-se no estágio de blastocisto alongado, sendo composto pelo trofoblasto e disco embrionário. O trofoblasto, através da sua expansão inicial, estabelece os limites para a futura adesão placentária, definindo primariamente o espaço uterino para cada concepto. Nesse espaço, os conceptos disputam os nutrientes necessários para seu crescimento e sobrevivência

(GEISERT; YELICH, 1997). Quando a ligação com o endométrio de dois embriões apresenta-se muito próxima, ao atingirem a fase de desenvolvimento fetal, o suprimento sanguíneo pode ser limitante para o desenvolvimento e sobrevivência deles (PANZARDI et al., 2009b).

Na espécie suína, o processo de desenvolvimento embrionário não ocorre simultaneamente em todos os conceitos, provocando com isso diferenças em seus tamanhos. Alguns fetos podem sofrer restrição do crescimento intra-uterino (IUGR), ou seja, um comprometimento no crescimento e desenvolvimento de embriões e/ou fetos durante a gestação (WU et al., 2006). A capacidade funcional da placenta é fundamental para o adequado desenvolvimento embrionário. Quando a vascularização da placenta se apresenta insuficiente, ocorre menor fluxo sanguíneo, conseqüentemente, a placenta sofre degeneração, que leva à redução na transferência de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto (GAGNON, 2003). Esse fato resulta em desenvolvimento fetal retardado, que pode estar relacionado com a mortalidade pré-desmame.

Segundo Leenhouders et al. (2002), leitegadas com altas taxas de sobrevivência apresentam concentrações superiores de cortisol no sangue, maior peso de órgãos vitais, como fígado, glândulas adrenais, intestino delgado e estômago. O papel do cortisol, no desenvolvimento fetal, é estimular e regular a maturação dos órgãos vitais, além de estimular a deposição de glicogênio muscular e hepático (RANDALL, 1988; LIGGINS, 1994). O glicogênio encontra-se presente no fígado, músculo esquelético e tecido adiposo, sendo 30 a 38 g de glicogênio por kg de peso corporal a reserva total no leitão neonato (PETTIGREW, 1981). Após o nascimento, em poucas horas, essa reserva de glicogênio sofre um acentuado declínio, principalmente no fígado, que chega a 70% no primeiro dia de vida. Os leitões com alta sobrevivência apresentam maior concentração de glicogênio hepático e muscular, uma vez que aumenta a capacidade desses leitões em manter a glicemia e a temperatura corporal (LEENHOUDERS et al., 2002).

2.1.3 Influência da capacidade uterina e eficiência placentária no peso do leitão

A capacidade uterina pode comprometer o tamanho da leitegada e o peso do leitão ao nascer (PÉRE; DOURMAD; ETIENNE, 1997; VAN DER LENDE; SCHOENMAKER, 1990). O tamanho da placenta e o fluxo sanguíneo influenciam a quantidade de nutrientes

fornecidos pela placenta (KNOL; LEENHOUWERS; VAN DER LENDE, 2002.). A eficiência placentária (EP), definida como o resultado da divisão do peso ao nascimento do leitão pelo peso de sua placenta, (WILSON; FORD, 2001) indica que placentas de tamanho reduzido são capazes de manter o adequado desenvolvimento fetal (BIENSEN; WILSON; FORD, 1998; WILSON et al., 1998).

O desenvolvimento da placenta dos leitões é estimulado por fatores regulatórios do crescimento como o fator de crescimento semelhante à insulina e fator de crescimento endotelial vascular (DANTZER; WINTHER, 2001). Durante o desenvolvimento, estruturas de ligação com o endométrio são formadas para permitir a passagem de nutrientes. Com o estabelecimento de uma superfície de contato, ocorre o desenvolvimento de um fluxo sanguíneo (SMITS et al., 2006). A placenta encontra-se completamente formada após o 30º dia de gestação (ECHEVERRI, 2004) e continua crescendo até aproximadamente o 70º dia de gestação, com pouco aumento após essa fase. Nesse período, a placenta e o embrião estão com pesos semelhantes. Os fetos continuam crescendo até o momento do parto (MARRABLE, 1971).

O desenvolvimento dos leitões pode ser afetado no momento em que duas placentas adjacentes entram em contato, comprometendo o alongamento dos embriões (WU et al., 2006). A ocorrência de insuficiência placentária e, por conseguinte, a IUGR envolve diversos fatores, como genética, ambiente e maturidade materna (WU et al., 2006). A IUGR resulta em menor peso do leitão ao nascimento (MAHAN et al., 1998; DONZELE; ABREU; HANNAS, 2002; REHFELDT; KUHN, 2006), o qual, como mencionado anteriormente, está diretamente relacionado à sua sobrevivência, peso ao desmame e desempenho subsequente (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002).

Segundo Baxter et al. (2008), além da EP, a quantidade e a densidade das aréolas foram as características placentárias de maior importância para a sobrevivência após o nascimento. As aréolas placentárias surgem por volta do 30º dia de gestação, são os principais sítios de transferência de nutrientes no útero. As aréolas mais densas melhoram o ambiente intra-uterino, conseqüentemente, as chances de crescimento, desenvolvimento e sobrevivência dos leitões (BAXTER et al., 2008).

2.1.4 Influência nutricional durante a gestação no peso do leitão

A fêmea suína, cada vez mais precoce e mais produtiva, apresenta exigências nutricionais específicas para cada fase. A gestação pode ser dividida em três fases, com níveis nutricionais diferentes, que quando não atendidos, influenciam negativamente na taxa de crescimento e desenvolvimento dos fetos (CLOSE; COLE, 2001). O fornecimento inapropriado de nutrientes para o útero resulta em 15 a 20% de leitões com baixo peso ao nascimento (PETTIGREW, 1981).

A fase inicial da gestação compreende os primeiros 21 dias, na qual ocorre o início da formação da placenta e dos anexos fetais. Neste período, pode ser prejudicial uma subnutrição, bem como, uma supernutrição (WU et al., 2004).

No primeiro caso, a síntese placentária de óxido nítrico e de poliaminas diminui, comprometendo a angiogênese, crescimento e vascularização da placenta, e regulação do fluxo sanguíneo entre o útero e a placenta. Com isso, há uma diminuição na transferência de nutrientes e oxigênio da mãe para o feto, comprometendo o crescimento fetal. A arginina é o substrato comum para a síntese de óxido nítrico e poliaminas, sendo a ornitina o seu precursor (WU et al., 2004). As porcas gestantes com deficiência de proteína na dieta apresentam menor concentração de arginina, e as atividades das enzimas óxido nítrico sintetase e ornitina descarboxilase ficam reduzidas (WU et al., 1998).

Em situações de alto consumo, também pode apresentar efeito negativo na sobrevivência embrionária. Considera-se como crítica as primeiras 48 e 72 horas de gestação para a sobrevivência embrionária, período em que se recomenda realizar a restrição alimentar (JINDAL et al., 1996). Com alta ingestão de alimentos, aumenta o fluxo sanguíneo e o catabolismo hepático da progesterona plasmática, provocando redução da concentração deste hormônio (DEN HARTOG; VESSEUR; KEMP, 1994). A progesterona é responsável pelas atividades secretórias do útero e oviduto, que são fundamentais para o embrião em desenvolvimento (FOXCRIFT et al., 2000). No entanto, o alto consumo de alimentos somente provoca mortalidade embrionária quando a fêmea apresentar boa condição corporal ou bom estado energético (ABREU; DONZELE; OLIVEIRA, 2005).

Na fase intermediária (22 a 75 dias de gestação), a nutrição influencia mais o estado corporal da fêmea do que o tamanho da leitegada e o peso dos leitões (CLOSE; COLE, 2001). Porém, nesta fase o número de fibras musculares no feto é estabelecido, sendo esse processo importante para determinar o nível de hipertrofia das fibras musculares e a massa

corpórea final dos leitões. As fibras musculares podem ser denominadas de primárias, influenciada pela genética, e, secundárias dependentes da nutrição e do espaço uterino (HANDEL; STICKLAND, 1987). As fibras primárias, como o próprio nome sugere, formam as primeiras fibras musculares, nas quais, os mioblastos se unem para formar as fibras musculares secundárias (FOXCROFT; TOWN, 2004). As fibras musculares primárias são formadas entre 35 e 55 dias de gestação e as secundárias entre 55 e 95 dias (FOXCROFT; TOWN, 2004). A falta de uniformidade de uma leitegada pode estar relacionada a uma baixa taxa de crescimento das fibras musculares secundárias (DWYER; FLETCHER; STICKLAND, 1993; FOXCROFT et al., 2006).

Com o aumento do nível nutricional entre 25 e 50 dias de gestação, período que antecede a hiperplasia das fibras secundárias, foi observado efeito positivo mais evidente no número destas fibras (DWYER; STICKLAND; FLETCHER, 1994). No entanto, outros autores verificaram que quando as fêmeas aumentaram o consumo neste mesmo período, não houve efeito no número de fibras musculares e peso dos fetos (MUSSER et al., 1997; NISSEN et al., 2003).

A terceira fase (76 dias de gestação até o parto), devido a uma maior intensidade no crescimento fetal, necessita de maior aporte energético em relação aos outros dois períodos. Entre 90 e 100 dias de gestação, ocorre aumento significativo na transferência de nutrientes entre a mãe e o feto, isso porque, aumenta a superfície de contato da placenta e a vascularização (BIENSEN; WILSON; FORD, 1998). O peso dos fetos aumenta exponencialmente à medida que avança a gestação, com maior ganho de peso no terço final. Além disso, a proteína acrescida nos tecidos fetais, antes dos 69 dias é de 0,25 g/dia, aumentando para 4,63 g/dia, após este período (MCPHERSON et al., 2004).

A subnutrição materna influencia o crescimento dos fetos, porém não se sabe claramente qual nutriente apresenta relação direta com o comprometimento do crescimento fetal (ASHWORTH et al., 2001).

O peso ao nascimento pode melhorar com aumento do consumo energético e protéico no último terço da gestação, principalmente em fêmeas hiperprolíferas, que apresentam tendência a um maior número de leitões de baixo peso ao nascer. Porém, excesso de energia entre 75 e 90 dias de gestação pode prejudicar o desenvolvimento da

glândula mamária e, conseqüentemente, reduzir a produção de leite na lactação, principalmente em primíparas (HEAD; WILLIAMS, 1991).

Segundo Coffey et al. (1994), fêmeas com maior ingestão de energia (7400 Kcal/dia vs 5900 Kcal/dia) durante a gestação apresentaram leitegadas mais pesadas ao nascer e ao desmame, entretanto, King et al. (2006) não observaram diferença significativa entre fêmeas que receberam maior quantidade de ração e teor de proteína na dieta em relação ao grupo controle. Close e Cole (2001) observaram que cada aumento na ingestão de 2.390 Kcal ED/dia foi equivalente a um acréscimo de 800 g no peso do leitão ao nascer. No entanto, leitões com peso superior a 1500 g não receberam influência dos níveis energéticos ingeridos durante a gestação (KING et al., 2006).

A maior ingestão de energia pela fêmea durante a gestação pode representar um menor consumo no período lactacional (COFFEY et al., 1994). Contudo, para alcançar bons resultados produtivos e reprodutivos da fêmea, devem-se ajustar as dietas para que atendam as necessidades da gestação e da lactação, sem comprometer nenhuma dessas fases.

2.2 Comportamento da porca e dos leitões durante as mamadas

A espécie suína possui algumas particularidades que exigiram a criação de um comportamento próprio durante a mamada. A fêmea pare um grande número de leitões que já nascem capazes de mamar por conta própria. As porcas não possuem cisterna mamária para armazenar o leite produzido, motivo pelo qual um leitão não pode obter leite sem aumento na pressão intra-mamária mediada pela liberação de ocitocina (FRASER, 1980; ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982; ALGERS; ROJANASTHIEN; UVNÄS-MOBERG, 1990). Por isso, houve a necessidade da evolução de um sistema distinto de comunicação entre a fêmea e seus leitões, para obter sucesso nas mamadas.

2.2.1 Período pós-parto

Ao nascer, o leitão luta para livrar-se das membranas fetais e romper o cordão umbilical, e, depois de vencida esta etapa, inicia a procura pela glândula mamária (WELCH; BAXTER, 1986). Normalmente, o caminho é realizado pela região abdominal, passando por entre os membros posteriores de suas mães para chegar ao complexo mamário

(WELCH e BAXTER, 1986; PETERSEN; RECEN; VESTERGAARD, 1990). Apesar dos leitões nascerem com os olhos abertos, a procura pelos tetos não parece ser visual, pois muitas vezes eles estão próximos aos tetos e não os percebem (HARTSOCK; GRAVES, 1976). Durante esta fase exploratória, os leitões, através do olfato e do ato de fuçar, descobrem os tetos, porém, muitas vezes, antes de iniciar qualquer mamada, ocorre o contato com o focinho da mãe (PETERSEN; RECEN; VESTERGAARD, 1990). Entre duas e seis horas após o parto, ocorre a fase de escolha, na qual os leitões mamam em vários tetos sucessivamente e ocorrem as primeiras brigas por posse (HARTSOCK; GRAVES, 1976; PETERSEN; RECEN; VESTERGAARD, 1990).

Segundo Fraser e Rushen (1992) os leitões procuram por tetos que ainda contém colostro. Eles nascem com reservas limitadas de energia que são rapidamente degradadas, aumentando a suscetibilidade desses animais a hipotermia, hipoglicemia, fraqueza e, conseqüentemente, à morte (LE DIVIDICH; NOBLET, 1981). Além disso, a espécie suína possui placenta epiteliocorial, ou seja, não ocorre passagem de anticorpos via placenta (PORTER, 1988). Por isso, o colostro, além de ser uma fonte energética, possui também imunoglobulinas, que são absorvidas pelo leitão até 36 horas após o nascimento (HARTSOCK; GRAVES, 1976; DE PASSILLÉ; RUSHEN; PELLETIER; 1988). Durante o parto e nas primeiras horas subsequentes, o colostro pode ser obtido facilmente pelos leitões, devido aos altos níveis de ocitocina que possibilitam a ejeção deste (ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982).

Nas primeiras oito horas, as ejeções de colostro ocorrem em intervalos mais curtos e com maior variabilidade, de cinco a 40 minutos. Quando a lactação é estabelecida, toda a leitegada mama simultaneamente em intervalos regulares de 45 a 60 minutos. Segundo Lewis e Hurnik (1985), as mamadas cíclicas ou regulares iniciam em torno de $10,7 \pm 4,5$ horas após o parto. Nesse período, a ordem dos tetos já está melhor estabelecida e, portanto, as brigas por tetos diminuem.

2.2.2 Fases da mamada

Normalmente, no início, a mamada começa através da vocalização da fêmea, alertando a leitegada e atraindo-a para o complexo mamário. Porém, os leitões também podem vocalizar e massagear os tetos, obtendo o mesmo resultado (FRASER, 1980;

ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982; LEWIS; HURNIK, 1986; CASTRÉN et al., 1989). No momento da mamada, a fêmea assume a posição de decúbito lateral, expondo a cadeia mamária para os leitões.

A mamada regular apresenta três fases: a fase pré-ejeção do leite, a fase de ejeção e a fase pós-ejeção. Durante as fases da mamada, a fêmea emite grunhidos que apresentam importante papel na interação com a leitegada. Essa comunicação pode ser afetada por altos níveis de barulho contínuo no ambiente da granja, como por exemplo, o de ventiladores (ALGERS; JENSEN, 1985). Algers e Jensen (1985) observaram que os leitões alojados em ambiente relativamente silencioso (59 dB) responderam melhor aos grunhidos das fêmeas no momento da mamada do que leitões expostos a um som ambiente de 85 dB. Os neonatos desenvolvem uma preferência pela voz da sua mãe (POINDRON; CARRICK, 1976). No trabalho desenvolvido por Walser (1986), no primeiro e segundo dia de vida, 46% e 88%, respectivamente, dos leitões responderam exclusivamente à vocalização de sua própria mãe, em relação à vocalização de outra porca.

2.2.2.1 Fase pré-ejeção

A glândula mamária é estimulada através da massagem dos tetos pelos leitões por um período de um a três minutos (FRASER, 1980; ALGERS; JENSEN, 1985; ALGERS et al., 1991). Essa massagem estimula a liberação de ocitocina pela hipófise, que é o hormônio responsável pela ejeção do leite. Com a chegada dos leitões ao complexo mamário, a fêmea começa a vocalizar ritmicamente, aproximadamente um grunhido por segundo, sinalizando que a ocitocina está sendo liberada (FRASER, 1980; ALGERS; ROJANASTHIEN; UVNÄS-MOBERG, 1990).

Segundo Fraser (1984), os leitões maiores podem massagear o teto mais vigorosamente antes da ejeção, alcançando com isso grande aporte sanguíneo ao teto. Assim, a liberação de ocitocina aumenta, resultando em maior contração das células mioepiteliais alveolares e, conseqüentemente, maior fluxo de leite. Um elevado número de leitões estimulando a glândula mamária também provoca aumento na produção de leite (FRASER, 1984).

O período de massagem na glândula mamária pré-ejeção e a vocalização da fêmea permitem que todos os leitões estejam presentes na hora da mamada e encontrem um teto

para mamar, uma vez que o período de ejeção do leite é extremamente curto (FRASER, 1980; ALGERS; ROJANASTHIEN; UVNÄS-MOBERG, 1990). Isso não significa que, para ocorrer ejeção do leite, todos os leitões precisem estar presentes (NEWBERRY; WOOD-GUSH, 1984).

2.2.2.2 Fase de ejeção

O leite fica disponível somente durante a fase de ejeção do leite, isso porque a glândula mamária da fêmea suína não possui cisterna (DE PASSILÉ; RUSHEN, 1989). Após massagear os tetos (um a três minutos), ocorre aumento na frequência de vocalizações da fêmea, coincidindo com a liberação da ocitocina na corrente sanguínea. Esse aumento na frequência de grunhidos pode ser um sinal para que os leitões, ao invés de massagear, comecem a sugar os tetos, preparando-se para o curto período em que o leite fica disponível (FRASER, 1980).

O número de leitões e o tempo de estimulação na glândula mamária influenciam o pico de grunhidos da porca (ALGERS; ROJANASTHIEN; UVNÄS-MOBERG, 1990). Aproximadamente 23 a 25 segundos após essa alteração na vocalização ocorre o aumento da pressão intra-mamária (ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982). A ejeção do leite apresenta duração de 20 a 30 segundos (FRASER, 1980), portanto, um atraso de cinco segundos de um leitão na chegada aos tetos após essa ejeção pode causar de 25 a 50% de perda na ingestão de leite, demonstrando a importância da comunicação entre fêmea e leitão (ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982). Com a redução da pressão intra-mamária, o fornecimento de leite é interrompido (FRASER, 1980).

2.2.2.3 Fase pós-ejeção

Essa fase inicia com a interrupção do fluxo de leite, quando os leitões retornam a massagear os tetos da fêmea por alguns minutos. Quanto maior o tempo gasto e o número de leitões massageando os tetos, mais leite será produzido na mamada seguinte (GILL; THOMSON, 1956). Segundo Barber, Braude e Mitchell (1955), os leitões que foram impedidos de realizar a massagem pós-ejeção apresentaram redução no ganho de peso. A massagem final, conforme Algers e Jensen (1985), tem função reguladora da produção de leite pela fêmea, o que a permite ajustar este parâmetro ao real número de leitões mamando.

Segundo McBride (1963), esta massagem também serve como um marcador olfatório, o que facilitaria o estabelecimento da ordem de tetos.

Quanto mais frequentes as mamadas dos leitões, maior sua ingestão de leite e subsequente ganho de peso (SPINKA et al., 1997). Esses autores compararam dois grupos, um deles com intervalos de 35 minutos (MIN35) entre as mamadas e outro com intervalo de 70 minutos (MIN70) no sétimo dia de lactação. O número de mamadas em 24 horas foi maior no grupo MIN35, mas, por outro lado, a quantidade de leite por mamada foi maior no grupo MIN70. Entretanto, a quantidade de leite total em 24 horas foi consideravelmente superior no grupo MIN35, assim como o ganho de peso, explicado pelo maior número de mamadas. Segundo Algiers (1993), porcas que receberam leitões provenientes de outras leitegadas apresentaram intervalos mais longos entre as mamadas do que porcas sem enxerto de leitões.

2.2.3 Definição dos tetos

Com o decorrer das mamadas após o parto, os leitões demonstram preferências por determinados tetos e aos poucos estabelecem uma ordem (MCBRIDE, 1963; DE PASSILÉ; RUSHEN, 1989). A ejeção de leite, por ser restrita a poucos segundos, pode resultar em brigas durante a mamada. Quando um leitão tenta assumir um outro teto, ele correrá o risco de perder o leite do seu próprio teto (ALGERS, 1993).

A partir do sétimo dia, praticamente todos os leitões já definiram seu teto (HEMSWORTH; WINFIELD; MULLANEY, 1976; JEPPESEN, 1982). Os leitões, após o estabelecimento do seu teto, geralmente mamam no mesmo teto ou par de tetos durante toda a lactação (MCBRIDE, 1963; DE PASSILÉ; RUSHEN, 1989). Segundo Barber, Braude e Mitchell (1955), os leitões mais pesados e aqueles que nasceram mais cedo tem preferência pelos tetos anteriores. Considerados mais produtivos, os tetos anteriores são disputados pelos maiores leitões (HARTSOCK; GRAVES; BAUMGARDT, 1977), porém, essa teoria não foi comprovada por outros autores, os quais não encontraram influência do peso do leitão ao nascer na definição dos tetos anteriores (DE PASSILÉ; RUSHEN, 1989; ROSILLON-WARNIER; PAQUAY, 1984).

2.2.4 Mamadas improdutivas

As mamadas improdutivas ou incompletas são aquelas em que não há ejeção de leite, embora a fase pré-ejeção tenha sido realizada. Elas são relativamente comuns e podem ocorrer devido a diversos fatores (WHITTEMORE; FRASER, 1974). Um deles, relatado por Newberry e Wood-Gush (1984), é o processo de sincronização das mamadas, onde sons de mamadas de algumas fêmeas podem causar mamadas pré-maturas em outras, instaladas na mesma sala. Foi verificado que fêmeas que tiveram mamadas recentes começavam outra subsequente em sincronia com outra fêmea, mesmo que não fosse possível uma nova ejeção. No entanto, não foram encontradas diferenças no número de mamadas incompletas entre as fêmeas alojadas em salas de maternidade com outras lactantes e fêmeas isoladas (WHATSON; BERTRAM 1980). É possível que a sincronização das mamadas seja uma adaptação para minimizar a incidência de mamadas cruzadas entre os grupos (NEWBERRY; WOOD-GUSH 1984). O período entre duas mamadas completas ou produtivas é mais curto do que entre duas mamadas completas intercaladas por uma incompleta, o que promove a redução na ingestão de leite diária e, conseqüentemente, queda na taxa de crescimento dos leitões, no segundo caso (NEWBERRY; WOOD-GUSH 1984; CASTRÉN; ALGERS; JENSEN, 1989).

Castrén, Algers e Jensen (1989) observaram que 31% das mamadas foram incompletas nos três primeiros dias pós-parto. Essa constatação foi comprovada por Jensen, Stangel e Algers (1991), que encontraram maior frequência de falhas na ejeção do leite nos primeiros cinco dias pós-parto, chegando a 30,5% de todas as mamadas. Segundo estes autores, as mamadas incompletas não são causadas pela forma de criação intensiva, e sim fazem parte do comportamento natural da fêmea suína (CASTRÉN; ALGERS; JENSEN, 1989).

A transferência de leitões de uma fêmea para outra ao longo da lactação parece interferir nas mamadas, pois o número de mamadas incompletas aumenta, indicando desconforto da porca, que pode ser devido ao odor ou vocalização diferente emitida pelos novos leitões (ALGERS, 1993).

2.2.5 Aspectos hormonais associados ao estímulo tátil

A massagem dos tetos pelos leitões, além de estimular a liberação de ocitocina, estimula também a liberação hormônios ligados à lactação, como a prolactina e outros

como a gastrina, a somatostatina, o polipeptídeo intestinal vasoativo (VIP), a insulina e o glucagon (ALGERS et al., 1991). A liberação destes hormônios está relacionada com a ativação dos nervos vagais e o seu papel apresenta grande importância na adaptação da fisiologia e do metabolismo da fêmea durante a lactação (ALGERS et al., 1991).

A liberação de prolactina aumenta o número de receptores de insulina na glândula mamária e diminui esses receptores no tecido adiposo, direcionando a energia para o complexo mamário, promovendo a lactação (UVNÄS-MOBERG, 1989). Durante a mamada, a liberação de gastrina promove o espessamento da mucosa intestinal, a qual é facilitada pela diminuição dos níveis de somatostatina, já que esse hormônio inibe indiretamente as funções gastrintestinais (EFENDIC et al., 1980). Assim, o trato digestivo se adapta ao maior consumo alimentar e os processos digestivos são otimizados. O VIP é produzido no trato gastrintestinal e nos vasos sanguíneos dos tetos, e apresenta ação local, dilatando os vasos sanguíneos e auxiliando na distribuição de nutrientes e sangue rico em hormônios pelos tetos (ALGERS et al., 1991). Com o acréscimo do fluxo sanguíneo, a temperatura da pele na região dos tetos também aumenta, estimulando o comportamento de sucção (ALGERS, 1993). A liberação de insulina e glucagon, induzida pela massagem e sucção dos leitões, facilitam os processos metabólicos, além de transferir nutrientes das reservas corporais para a glândula mamária (ALGERS et al., 1991). A duração e a intensidade do estímulo no teto de cada leitão influenciam a produção de leite nas três primeiras semanas (ALGERS; JENSEN, 1991).

2.2.6 Alterações no comportamento ao longo da lactação

Ao longo da lactação, acontecem mudanças no comportamento das mamadas. No início, na maioria das vezes, as mamadas iniciavam através de grunhidos emitidos pela fêmea. Com o passar do tempo, ocorre uma inversão nesse comportamento, ou seja, aumenta o número de mamadas iniciadas pelo estímulo dos leitões (JENSEN; STANGEL; ALGERS, 1991). Além disso, há um acréscimo na quantidade de mamadas finalizadas pela fêmea, através do ato de esconder os tetos. Normalmente, a fêmea interrompe a mamada levantando-se ou posicionando-se em decúbito esternal (JENSEN, 1988).

O tempo gasto na fase de massagem pré-ejeção e pós-ejeção reduz entre a primeira e a quarta semana (JENSEN, 1988). Assim, a duração das mamadas diminui e o tempo em

que a fêmea permanece escondendo seus tetos aumenta (BOE, 1993). Durante as duas primeiras semanas de lactação, os leitões gastam 30% do seu tempo envolvidos com o processo de mamada, reduzindo após esse período. No trabalho de Valros et al. (2002), 24 fêmeas foram filmadas por 24 horas nos dias 3, 6, 13, 20 e 30 após o parto. A partir do sexto dia foi verificada uma queda na duração das mamadas, aumento significativo no percentual de mamadas finalizadas pela fêmea e no tempo em que a fêmea permanece em decúbito esternal.

Aproximadamente dez dias após o parto iniciam as mudanças no comportamento durante a mamada, que estão ligadas ao processo gradual de desmame. Jensen e Recen (1989) propuseram a hipótese do “fast food” para melhor explicar o processo de desmame. Os autores sugeriram que, com a redução do tempo da massagem pós-ejeção, a produção de leite ao longo do tempo diminui. Além disso, o esforço para obter o leite aumenta, uma vez que a fêmea inicia menor número de mamadas. No ambiente natural, com o passar dos dias, a dependência de leite pelos leitões diminui e a ingestão de alimentos sólidos aumenta, até que ocorra o desmame completo, com cerca de 17 semanas de idade (JENSEN; RECEN, 1989).

2.3 Uniformização de leitegadas

Com o objetivo de amenizar os efeitos do aumento do tamanho das leitegadas, como a redução no peso individual dos leitões e aumento do coeficiente de variação do peso ao nascer (DEN HARTOG; VESSEUR; KEMP, 1994; MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001; WOLF; ZÁKOVÁ; GROENEVELD, 2008), é realizada a uniformização das leitegadas. Esta prática consiste na transferência de leitões de uma leitegada mais numerosa para uma menos numerosa, uniformizando-as por número e peso dos leitões (NEAL; IRVIN, 1991; STRAW et al., 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001). Apesar de realizada na maioria dos sistemas de produção de suínos, nem sempre é feita de forma adequada (STRAW; DEWEY; BURGI, 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001).

A uniformização é um manejo que muitas vezes, torna-se indispensável, devendo ser realizado preferencialmente entre seis e 24 horas após o parto, pois neste período, a maioria dos leitões ainda não definiu seus tetos e a ingestão de colostro não é prejudicada (STRAW et al., 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001).

2.3.1 Importância da uniformização de leitegadas

Segundo English e Bampton (1982), a uniformização das leitegadas pode reduzir a mortalidade pré-desmame em 40%. Marcatti Neto (1986) observou menor taxa de mortalidade pré-desmame nas leitegadas uniformizadas (6,7%), quando comparada com o grupo controle (13,4%). Os leitões com peso ao nascimento inferior a 800 g não uniformizados atingiram mortalidade na lactação de 62,5%, e quando as leitegadas foram uniformizadas houve uma redução na mortalidade para 15,4 %. Isso demonstra a influência da uniformização na sobrevivência dos leitões, principalmente, quando pertencem à categoria leve ao nascimento (<800 g).

Além de maior sobrevivência, Marcatti Netto (1986) observou melhor desenvolvimento dos leitões uniformizados quando comparados àqueles que não sofreram esse manejo. No trabalho de Neal e Irvin (1991), quando os leitões tinham alto escore de vigor ao nascimento (fortes), os uniformizados tiveram melhor sobrevivência aos 21 dias. Entretanto, Milligan, Fraser e Kramer (2001) não encontraram impacto significativo na mortalidade média dos leitões, comparando leitegadas com ou sem variação de peso.

Os leitões leves tendem a perder menos episódios de mamadas quando agrupados com leitões pesados em relação a leitegadas de peso similar (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001). Quando a leitegada contém somente leitões leves, eles podem não estimular a glândula mamária suficientemente, podendo ocorrer falhas na produção de leite. Neste caso, mantendo alguns leitões grandes na leitegada pode-se melhorar o ganho de peso de leitões de baixo peso ao nascer (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001). Mas, se os leitões forem muito pesados, os leves têm mais dificuldade para estabelecer a ordem de teto e menor chance de sobrevivência (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001; DEEN; BILKEI, 2004). Deen e Bilkei (2004) observaram os melhores resultados de ganho de peso diário (GPD), do nascimento até os 21 dias de vida, quando os leitões leves foram uniformizados com outros de peso médio.

Os leitões com baixo peso ao nascer apresentam maiores chances de sobrevivência em leitegadas pequenas, independentemente do peso dos leitões com os quais estão agrupados. Os leitões leves quando agrupados com leitões pesados em leitegadas numerosas apresentam alta mortalidade (DEEN e BILKEI, 2004), demonstrando que, em

leitegadas numerosas, os leitões leves não devem permanecer na mesma leitegada com leitões pesados, pois a sobrevivência pode ser comprometida.

2.3.2 Como e quando realizar a uniformização de leitegadas

O período ideal para realizar a uniformização de leitegadas, apesar de ser um manejo muito utilizado, não está completamente esclarecido nas granjas de suínos. Em algumas propriedades esta prática é realizada nas primeiras horas de vida, no dia seguinte ao parto ou até mesmo durante toda a lactação.

A espécie suína apresenta algumas particularidades que precisam ser avaliadas quando esse manejo é adotado. A placenta é classificada como epiteliocorial, ou seja, não permite a transferência de Imunoglobulinas (Igs) da mãe para os fetos (PORTER, 1988). Os leitões nascem, praticamente sem proteção contra agentes patogênicos do ambiente, sendo incapazes de desenvolver as suas próprias respostas imunes (SALMON, 1999). O colostro é a única fonte de anticorpos maternos para o recém-nascido, portanto, os leitões ao nascer dependem inteiramente do colostro para aquisição das Igs que irão conferir as proteções primárias, fundamentais para sua sobrevivência (WAGSTROM; YOON; ZIMMERMAN, 2000).

A absorção máxima de Igs pelas células epiteliais do intestino dos leitões ocorre nas primeiras 12 horas de vida, decrescendo rapidamente e, entre 24 e 36 horas, desaparece quase completamente (DREW; BEVANDICK; OWEN, 1990; LANZA; SHOUP; SAIF, 1995). A cada mamada sucessiva após o parto, as Igs diminuem rapidamente, por isso, para garantir uma ingestão adequada de Igs, recomenda-se colocar os leitões para mamar logo após o nascimento.

Os leitões nas primeiras horas após o parto mamam em diferentes tetos, sendo que a maioria deles, entre 24 e 36 horas, iniciam a definição dos tetos (MCBRIDE, 1963; HEMSWORTH; WINFIELD; MULLANEY, 1976). A uniformização deve ser realizada em até 24-36 horas após o parto, pois assim, os leitões além de mamar o colostro de sua mãe biológica, têm oportunidade também de mamar o colostro da mãe de destino.

De acordo com Straw et al (1998), as leitegadas uniformizadas até o segundo dia após o nascimento apresentaram leitões com maior peso ao desmame quando comparados àquelas realizadas ao longo da lactação (5,28 vs 4,25 Kg). Quando a uniformização foi

realizada ao longo da lactação houve decréscimo de 41% na variação de peso ao desmame, porém, a taxa de crescimento também reduziu (20%). Portanto, a redução na variação do peso não é desejável, se implicar em prejuízo na taxa de crescimento do animal (STRAW et al., 1998).

Robert e Martineau (2001) avaliaram o efeito de repetidas uniformizações (1, 4, 7, 10, 13 e 16 dias de vida), classificaram os leitões em controles (não uniformizados), adotados (leitões uniformizados) e residentes (leitões filhos biológicos que dividem a leitegada com uniformizados), e observaram que, durante a primeira semana de lactação, o peso corporal e o GPD foram semelhantes entre os grupos. Em contraste, na segunda semana, os leitões adotados pesaram 13% a menos que os controles. Quanto às avaliações de comportamento, neste mesmo trabalho, não foi observada diferença entre os grupos quando a uniformização foi feita nas primeiras 24 horas após o parto. No entanto, a cada nova uniformização (4, 7, 10, 13 e 16 dias de vida), foi constatado que brigas durante a mamada, brigas por tetas e brigas em qualquer outro lugar da gaiola ocorreram mais nas leitegadas cuja uniformização foi praticada ao longo da lactação.

3 ARTIGO

A formatação do artigo segue as normas da revista ao qual será submetido.

1 **Behaviour and growth performance of low-birth weight piglets cross-fostered with**
2 **piglets of different birth weights**

3 Lisiane Pires de Souza^{a1}, Henrique Castello Costa de Fries^a, Giseli Heim^a, Jamil Elias
4 Faccin^a, Luciana Fiorin Hernig^a, Bruno Teixeira Marimon^a, Mário Valduga Reckziegel^a,
5 Mari Lourdes Bernardi^b, Ivo Wentz^a, Fernando Pandolfo Bortolozzo^a

6

7 ^aSetor de Suínos, Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Federal do Rio
8 Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9090, 91540-000, Porto Alegre, Brazil.

9 ^bDepartamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio
10 Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 7712, 91540-000 , Porto Alegre, Brazil.

11

12 **Abstract**

13 The aim of the study was to evaluate the behaviour, pre-weaning survival and growth
14 performance of low-birth weight piglets fostered with intermediate- and high-birth weight
15 piglets. Piglets derived from parity-2 to parity-6 sows were transferred to 60 parity-2 and 3
16 foster sows, and divided in three groups (G) (n=20): G1- only low-birth weight piglets
17 (0.80-1.25 kg); G2- low-birth weight piglets and intermediate-birth weight piglets (1.40-1.60
18 kg), and G3- low-birth weight piglets and high-birth weight piglets (>1.70 kg), with 6 piglets
19 per weight class, totalling 12 piglets per litter. For analysis purposes, groups 2 and 3 were
20 subdivided in LG2 (G2 light piglets); IG2 (G2 intermediate-weight piglets), LG3 (G3 light
21 piglets), and HG3 (G3 heavy piglets). After the creep box was opened, it was observed
22 that 43.8% of the piglets went towards the udder on the first day, and this percentage
23 increased to 84% on sixth day. The percentage of missed nursings was higher in LG3
24 piglets as compared to LG1, IG2, and HG3 piglets on the first two days of observation.

¹Corresponding author. Tel.: 55 51 33086132, Fax: 55 51 33086132.
E-mail address: lisiane.psouza@yahoo.com.br (Lisiane Pires de Souza).

25 However, video recording showed that LG3 piglets nursed a higher number of times as
26 compared to LG1 and LG2 piglets. Among the light piglets, the percentage of those
27 engaged in fights during nursing on day 2, group LG2 (30.9 ± 2.9) was higher than in
28 groups LG1 (21.9 ± 2.9) and LG3 (21.4 ± 2.9). The number of fights during 15 minutes of
29 nursing on the first day, was higher in groups LG3 (0.55 ± 0.10) and HG3 (0.59 ± 0.14)
30 than in group LG2 (0.22 ± 0.05). Play events and percentage of piglet engaged in play
31 were not different among light piglets (LG1, LG2, and LG3). Light piglets (LG1, LG2, and
32 LG3) presented similar body weight ($P > 0.05$) at the end of the trial; however, the survival
33 rate of light piglets fostered with heavy piglets (LG3) was lower than LG1 and LG2 piglets.
34 Despite the lack of differences in growth performance, cross-fostering of low-birth weight
35 piglets with high-birth weight piglets is not recommended because the survival of low-birth
36 weight piglets is reduced.

37 *Keywords: cross-fostering; behaviour; growth performance; low-birth weight piglets.*

38

39 **1. Introduction**

40

41 Sows have become increasingly prolific due to genetic improvement (Quiniou et al., 2002);
42 however, this resulted in a large variability in litter birth weight and higher numbers of low-
43 birth weight piglets (Den Hartog et al., 1994; Milligan et al., 2001; Wolf et al., 2008). Birth
44 weight is a determinant factor for piglet survival and growth performance (Quiniou et al.,
45 2002; Van Rens et al., 2005). Piglets with low-birth weight are more likely to have
46 hypothermia (Herpin et al., 2002). Colostrum must be ingested during the first hours of life
47 in order to supply energy to the piglets, allowing the body temperature regulation. Low-
48 birth weight piglets, in addition of having lower energy stores, take longer to suckle for the
49 first time, making them more sensitive to cold than normal-weight piglets (Le Dividich,

50 1999). Moreover, when competing with heavier piglets during teat order definition, light
51 piglets are in disadvantage, as they usually suckle in the posterior teats, which produce
52 less milk (English and Wilkinson, 1982).

53 In order to reduce the effect of competition on the growth performance and pre-weaning
54 mortality of light newborn piglets, cross-fostering is recommended (Marcatti Neto, 1986).
55 Cross-fostering is the transference of piglets among litters in order to obtain litters with
56 similar number of piglets and birth weights (Neal and Irvin, 1991; Straw et al., 1998; Robert
57 and Martineau, 2001), thereby reducing weight variation within the litter (Straw et al.,
58 1998). When this management practice is performed up to 48 h after farrowing, before teat
59 order is established, piglet growth performance and behaviour are not affected as
60 compared to piglets exchanged after this period (Straw et al., 1998; Robert and Martineau,
61 2001). However, it is observed in commercial farms that cross-fostering is often
62 indiscriminately performed during the entire lactation period, resulting in delayed growth of
63 adopted piglets.

64 The weight category of piglets that can be mixed in the same litter is still subject of
65 controversy. It is believed that low-birth weight piglets cross-fostered with heavier piglets
66 may have less chance to access the teats or to have effective suckling (English, 1998).
67 Litters with only low-birth weight piglets may not be capable of stimulating the udder,
68 resulting in milk ejection failure. A delay of five seconds in the arrival of a piglet at the
69 udder after milk letdown may cause 25 to 50% lower milk intake (Ellendorf et al., 1982).
70 Therefore, retaining some large piglets in the litter may improve the weight gain of low-
71 birth weight piglets, because of the ability of heavier piglets to stimulate the teats (King et
72 al., 1997). Based on our field observations, the daily number of nursings is lower in litters
73 with only light piglets as compared to litters including both light and heavy piglets.
74 The aim of this study was to evaluate the behaviour and growth performance of low-birth
75 weight piglets cross-fostered with low-, medium- and high-birth weight piglets.

76

77 **2. Materials and methods**

78

79 2.1. Animals and treatments

80

81 The experiment was carried out between January and March 2009 on a commercial pig
82 farm (2,900 Agroceres PIC[®] sows) located in southern Brazil.

83 Piglets were individually weighed before cross-fostering, and allotted to treatment groups
84 according to weight. Low-birth weight piglets born from parity-two to parity-six sows were
85 transferred to 60 foster sows (parity two and three), according to the following three
86 treatment groups (G), with 20 replicates each: G1 – litters with only low-birth weight piglets
87 (0.80 -1.25 kg), G2 – low-birth weight piglets mixed with medium-birth weight piglets (1.40-
88 1.60 kg), and G3 – low-birth weight piglets mixed with heavy-birth weight piglets (>1.70
89 kg), with six piglets in each weight class, in a total of 12 piglets in each litter. For data
90 analysis, groups 2 and 3 were subdivided as follows: LG2 (G2 light piglets); IG2 (G2
91 intermediate-weight piglets), LG3 (G3 light piglets), and HG3 (G3 heavy piglets). Group 1
92 was not divided because all piglets were light (LG1). Piglet birth weight was not different
93 among LG1, LG2, and LG3 groups (1.08 ± 0.03 kg, 1.10 ± 0.03 kg and 1.09 ± 0.03 kg,
94 respectively), but were lower than those in groups IG2 (1.50 ± 0.03 kg) and HG3 ($1.80 \pm$
95 0.03 kg).

96 Cross-fostering was carried out within $21.3 \text{ h} \pm 0.32 \text{ h}$ (16.9 to 25.8 h) postpartum, on
97 average. None of the piglets remained with their biological dam. In addition, each litter
98 contained equal numbers of males and females.

99

100 2.2. Management

101

102 Sows were transferred to the farrowing rooms seven days before the predicted farrowing
103 date, and were housed in individual farrowing crates. Farrowing was induced by the
104 injection of PGF₂α synthetic analogue (sodium cloprostenol) when sows had on average
105 113.7 days of gestation. On the day of farrowing, sows were not fed, and after farrowing,
106 the amount of feed offered was gradually increased until day four of lactation, when *ad*
107 *libitum* feeding was offered. Feed contained 17.5% crude protein, 1.0% lysine, and 3,400
108 kcal/kg metabolizable energy. Creep feed (20.8% crude protein, 1.45% lysine, and 3,450
109 kcal/ kg metabolizable energy) started to be offered when piglets were six days old.

110

111 2.3. Measurements

112

113 2.3.1. Behavioural observations

114 Behaviour was assessed by direct visual observation during four consecutive nursings on
115 four days, when piglets were 1, 2, 4, and 6 days old, cross-fostering being performed on
116 day 1. At the time of piglet distribution in the treatment groups, piglets were placed inside
117 the creep box, with no contact with the sow. All piglets were individually marked on their
118 backs for easier identification. After 50 minutes, the creep box was opened, and piglets
119 were allowed to enter the sow area. Behavioural observations started when the creep box
120 was opened. During the three first minutes of observation, the number of piglets trying to
121 reach the udder was recorded. If any piglets remained inside creep box after this period,
122 they were gently pushed outside of the box until their entire body was visible.

123 The number of fights for teats, percentage of piglets involved in fights, percentage of
124 piglets vocalizing, percentage of missed nursing episodes, and percentage of productive
125 nursings were evaluated during pre-ejection and milk letdown periods. Milk letdown was
126 visually defined when the movements of the jaw of piglets suckling at the udder changed
127 from slow to rapid movements. The return to slow jaw movements characterized the

128 beginning post-letdown milk period (Fraser, 1980; Watson and Bertram, 1980;
129 Wattanakul et al., 1998).

130 After nursing, number of fights for teats, number of piglets involved in fights, number of
131 piglets vocalizing, and number of playful behaviours were recorded for 15 min. A fight
132 event was defined when two piglets presented aggressive physical contact, such as biting
133 and head or shoulders knocks (Petersen and Vestergaard, 1989; Erhard et al., 1997;
134 Robert and Martineau, 2001; Deen and Bilkei, 2004). A new fight was defined when, after
135 being distant for three seconds, piglets engaged again in fighting (Wiegand et al., 1994;
136 Milligan et al., 2001). Piglets were considered playing when they scampered, jumped, and
137 tossed their heads (Donaldson et al., 2002). Piglets appeared excited but relaxed, and
138 gave the overall impression that they were “having fun” (Spinka et al., 2001).

139 After the end of the observation period (pre-ejection, milk letdown and 15 minutes after
140 nursing), piglets remained for 50 minutes in the creep box until the next observation
141 period. Trios of sows including one sow from each group (G1, G2, and G3) were observed
142 daily: one trio in the morning and one in the afternoon. Sows were separately evaluated by
143 a single examiner, who was previously trained. Whereas piglets of one sow were being
144 evaluated, piglets of the other sows remained in the creep box.

145 In addition to direct visual observation, a video camera was used to record sow and piglets
146 for 24 h, when piglets were two and four days of age, allowing the recording of the number
147 of nursings in 24 h. Nursing was defined to occur when at least 50% of the piglets
148 gathered at the udder presented rapid suckling movements for approximately 15 seconds.
149 Number of nursings, number of piglets suckling, and number of productive nursing were
150 recorded each day.

151

152 2.3.2. Growth performance

153 Piglets were weighed at 4, 8, 12, and 16 days of age, using a digital scale with 5g
154 accuracy, to determine body weight gain. Piglets were weaned 16 d post-farrowing.
155 Mortality was recorded daily.

156

157 2.4. Statistical analyses

158

159 The obtained data was statistically analyzed using Statistical Analysis System software
160 programme, version 9.1.3 (SAS Institute Inc., NC, USA, 2005). All parameters were
161 analyzed using litter as the experimental unit. Numbers of fights for teats and of playful
162 behaviours were expressed as the observed number of these events divided by the
163 number of piglets of each litter. Vocalizations, number of piglets engaged in fights and in
164 playful behaviours were expressed as percentages of piglets engaged in these behaviours
165 over the total of piglets per litter. Percentage of missed nursings and percentage of piglets
166 engaged in fights or playful behaviours were submitted to arcsine square root
167 transformation before being analyzed by the GLM procedure. However, after being
168 submitted to transformations (Steel and Torrie, 1980), the following parameters did not
169 present normal distribution: number of nursings, percentage of piglets going towards the
170 udder within three minutes after the creep box was opened, percentage of nursings
171 observed in video recordings, percentage of piglets vocalizing, number of fights, number of
172 playful behaviours, percentage of piglets engaged in playful events, and survival rate, were
173 consequently analyzed as discrete variables using the non-parametric NPAR1WAY
174 procedure of SAS, and groups were compared by the Kruskal-Wallis test. Data relative to
175 the number of playful behaviours and the percentage of piglets engaged in playful events
176 on day 1 were not submitted to statistical analysis because they were lower than 0.002
177 and 0.31%, respectively. Piglet body weight was analyzed as a repeated measure using

178 the MIXED procedure of SAS. Means were compared by the Tukey test at 5% significance
179 level, and P values between 5% and 10% were considered as trends.

180

181 **3. Results**

182

183 None of the sows showed aggression towards their piglets. During the first three minutes
184 after the creep box was opened, 43.8% of the piglets went towards the udder on the first
185 day of observation or cross-fostering day, and this percentage almost doubled on day six
186 (84%). More LG3 and HG3 piglets moved towards the udder than groups LG1, LG2, or
187 IG2 (Table 1) on day 6. Nevertheless, LG3 piglets missed more nursings ($P < 0.05$) than
188 LG1, IG2 and HG3 piglets on days 1 and 2 (Table 1). Through video recordings it was
189 observed that, on day 2, LG1 piglets presented lower number of nursings ($P < 0.05$) than
190 the other piglets (Table 1). On day 4, the number of nursings of LG1 group piglets was
191 lower ($P < 0.05$) than those in groups LG3 and HG3. LG3 and HG3 piglets tended to suckle
192 more time on day 4 as compared to LG2 and IG2 piglets. On day 2, a higher percentage of
193 effective nursings were observed in HG3 piglets as compared to LG1, LG2, and LG3
194 piglets (Table 1).

195 Number of fights for teats and percentage of piglets engaged in fights decreased with time
196 (Table 2). On day 1, the number of fights for teats was higher in group IG2 than in LG1
197 and LG3 groups. On day 2, more LG2 piglets were engaged in fights than LG1, LG3, and
198 HG3 piglets. There were no differences among groups ($P < 0.05$) in number of fights for
199 teats and percentage of piglets engaged in fights on days 4 and 6 (Table 2).

200 On day 1, number of fights for teats and percentage of piglets engaged in fights 15
201 minutes after nursing were higher in LG3 (0.55 ± 0.10 and 46.0 ± 4.1 , respectively) and
202 HG3 (0.59 ± 0.14 and 44.9 ± 4.1 , respectively) groups than the LG2 group (0.22 ± 0.05

203 and 25.4 ± 5.4 , respectively). There were no differences in the number of fights for teats
204 (0.26 ± 0.02 , 0.09 ± 0.01 and 0.07 ± 0.01) and percentage of piglets engaged in fights
205 (25.5 ± 1.3 , 12.2 ± 1.1 , and 11.0 ± 1.1) on days 2, 4, and 6 (respectively), during 15
206 minutes after nursing.

207 A higher number of playful behaviours was observed in IG2 (0.07 ± 0.01) and HG3 ($0.09 \pm$
208 0.02) piglets compared to LG1 (0.03 ± 0.01), LG2 (0.03 ± 0.01), and LG3 (0.03 ± 0.01)
209 piglets on day 2. A higher percentage of IG2 piglets was involved in playful events (12.5%)
210 than LG1 (5.0%), LG2 (4.8%), and LG3 (5.4%) piglets.

211 There were no differences in percentage of piglets vocalizing before and after nursing
212 among groups on any observation day ($P > 0.05$). Before nursing, overall average of
213 percentage of piglets vocalizing were 11.0%, 7.5%, 5.8% and 7.3%, and post letdown milk
214 were 2.3%, 1.3%, 1.4% and 2.6% on days 1, 2, 4 and 6, respectively.

215 Low-birth weight piglets had similar body weight ($P > 0.05$) on days 4, 8, 12, and 16,
216 independently of treatment group (Table 3), and their body weight remained lower than the
217 intermediate-birth weight piglets (IG2) and high-birth weight piglets (HG3). Survival rate in
218 group LG3 was lower (Table 3) than in other groups, and similar between LG1 and LG2.
219 Survival rates of LG1 and LG2 piglets were lower as compared to HG3.

220

221 **4. Discussion**

222

223 Sows recognize their litter by olfactory cues, and may become aggressive towards
224 fostered piglets (Algers and Uvnäs-Moberg, 2007). Although all piglets were fostered, that
225 is, they suckled from an adoptive dam, no cases of sow aggressiveness were recorded.
226 This may be partially explained by the fact that cross-fostering was performed around 21 h
227 after farrowing. Sows show little aggression towards fostered piglets if cross-fostering is
228 performed up to 48 h post-partum (Newberry and Wood-Gush, 1986; Dellmeier and

229 Friend, 1991; Robert and Martineau, 2001); however, they become more aggressive if
230 piglets are fostered during the entire period of lactation (Horrell and Bennett, 1981; Olsen
231 et al., 1998).

232 After farrowing, nursing is started by piglets, with grunts and tactile stimulation of udder
233 (Jensen and Algers, 1984), and after the first week, nursing is usually started by the sow,
234 which grunts aimed at attracting the piglets to the udder (Jensen et al., 1991). The
235 increase in the percentage of piglets that went towards the udder after the creep box was
236 opened, along of the observation days, suggests that the fostered piglets became
237 increasingly familiar with their enclosure and gradually recognized their new dam. The fact
238 that a higher percent of light and heavy piglets of group 3 (LG3 and HG3) moved towards
239 the udder on day 6 (Table 1) as compared to the other groups probably indicates that the
240 heavy piglets were more active and hungrier, waking up and stimulating the light piglets to
241 suckle too.

242 Piglets only obtain milk as intramammary pressure increases due to oxytocin release
243 (Fraser, 1980; Ellendorff et al., 1982; Algers et al., 1990). Milk is available only during the
244 milk letdown phase because sows have no teat cisternae (De Passillé and Rushen 1989).
245 During the first 8 h postpartum, milk is ejected in short intervals, ranging between 5 and 40
246 minutes. Nursings become regular or cyclical about 10 h postpartum (Lewis and Hurnik,
247 1985), with intervals of 45-60 minutes. The duration of milk letdown phase is 20-30
248 seconds (Whittemore and Fraser., 1974; Fraser, 1980) and, if the piglet misses this
249 nursing, it will only have new opportunity about one hour later. During the first 6 h after
250 cross-fostering, some piglets can be wandering around the pen and, therefore, miss some
251 nursings (Horrell and Bennett, 1981; Neal and Irvin, 1991; Straw et al., 1998; Robert and
252 Martineau, 2001). The higher percentage of missed nursings by the low-birth weight
253 piglets (LG3) fostered with high-birth weight piglet on days 1 and 2 (Table 1) as compared
254 to LG1, IG2, and HG3 piglets, confirms previous observations (Milligan et al., 2001) that

255 light piglets tend to miss more nursings. However, this was not observed in the LG1 group.
256 The fact that heavy piglets (HG3) missed less nursings and had more effective nursings
257 (Table 1), despite the absence of difference in fights during nursing (Table 2), indicates
258 that the light piglets in this group (LG3) were less active to find a teat to suckle. The higher
259 number of fights, during 15 minutes after nursing on day 1, in group of light piglets mixed
260 with heavy piglets (0.55/piglet) as compared to light piglets mixed with intermediate-weight
261 piglets (0.22/piglets) probably contributed to make the light piglets submissive to heavy
262 piglets.

263 Piglets cross-fostered until 48 h after birth present less fighting episodes, because teat
264 order has not been yet established. After farrowing, piglets compete for the teats - some
265 piglets establish ownership of a particular teat -, whereas others may die of hypoglycemia
266 if they do not have the chance of suckle, or else survive suckling on the remaining teats
267 (De Passillé et al., 1988). Piglets show preference for determined teats and gradually
268 establish a teat order. Before teat order definition, piglets massage different teats and, if
269 these are busy with other piglets, fights may happen (Hartsock and Graves, 1976). After
270 teat order is established, piglets usually suckle from the same teat during entire lactation
271 (Mcbride, 1963; De Passillé and Rushen, 1989). The results of the present study confirm
272 that fights decrease with time, both during and after nursing probably because teat order
273 was established, and therefore piglets went to their own teats, which prevented fights.

274 The observed increase in the number of play event with time indicated that social
275 interaction among piglets in the same litter tended to be less aggressive and friendlier. The
276 high number of playful events in intermediate-weight piglets (IG2) and heavy piglets
277 (HG3), on day 2, shows that these piglets established faster a favourable social interaction
278 with their littermates than the light piglets (LG1, LG2, and LG3).

279 The similar body weight observed among low-birth weight piglets (LG1, LG2, LG3),
280 independently of the body weight of the littermates, is consistent with the observations of

281 Milligan et al. (2001). On the other hand, in the study of Deen and Bilkei (2004), low-birth
282 weight piglets fostered with intermediate-birth weight piglets were heavier on day 21 than
283 piglets fostered with heavy-birth weight piglets. Intermediate-birth weight piglets (IG2) and
284 high-birth weight piglets (HG3) maintained the body weight difference relative to low-birth
285 weight piglets, demonstrating the importance of birth weight. Heavier piglets stimulate
286 vigorously the udder and suckle completely all the available milk, ingesting larger amounts
287 of nutrients (Fraser et al., 1979; Thompson and Fraser, 1986; Algers et al., 1991).

288 The survival of low weight piglets is compromised in litters with high weight variation
289 (English et al., 1977). Some authors have shown the impact of piglet body weight on
290 survival and growth performance (Cutler et al., 1999; Leenhouders et al., 2001; Milligan et
291 al., 2002). Light piglets that die during the first days after farrowing probably failed to find
292 and keep a functional teat (Fraser, 1990; Fraser et al., 1995). The lower survival rate of
293 low-birth weight piglets fostered with high-birth weight piglets is consistent with the
294 observation of Milligan et al. (2001), who observed that it is more difficult for light piglets to
295 establish their teat as compared to heavy piglets, resulting in their higher mortality. Deen
296 and Bilkei (2004) compared litters consisting of piglets with different weights, and observed
297 higher mortality in light piglets when placed with heavy piglets as compared to
298 intermediate-weight piglets. In the present study, the higher number of missed nursings on
299 days 1 and 2 in low-birth weight piglets fostered with high-birth weight piglets may explain
300 their higher mortality, as milk is the source that provides energy for the piglet's vital body
301 processes. Thermoregulation of piglets that do not ingest enough energy is deficient.

302 Previous studies suggest that birth weight and body temperature at 24 h after birth were
303 good indicators of survival rate during the first week of life. Postnatal piglet survival is
304 compromised when birth weight and temperature at 24 h are lower than 1275 g and 38°C,
305 respectively (Panzardi et al., 2009).

306 Based on the results of the present study, it is suggested that, when cross-fostering is
307 performed, low-birth weight piglets should not be placed with heavy-birth weight piglets,
308 but rather with intermediate-birth weight piglets. This management practice, if performed
309 before teat order is established, reduces fights and missed nursings.

310

311 **5. Conclusions**

312 Light piglets fostered with heavy piglets go more often towards the udder, but the number
313 of missed nursing is higher as compared to litters with only light piglets. In spite of
314 behavioural differences, weaning weight of light piglets is not affected by cross-fostering
315 with heavier piglets. However, the survival of light piglets is lower when they are cross-
316 fostered with heavy piglets.

317

318 **References**

319

- 320 Algers, B., Madej, A., Rojanasthien, S., Uvnäs-Moberg, K., 1991. Quantitative
321 relationships between suckling-induced teat stimulation and the release of prolactin,
322 gastrin, somatostatin, insulin, glucagon and VIP in sows. *Vet. Res.*
323 *Commun.* 15, 395–407.
- 324 Algers, B., Rojanasthien, S., Uvnäs-Moberg, K., 1990. The relation between teat
325 stimulation, oxytocin release and grunting in the sow. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 26, 267–276.
- 326 Algers, B., Uvnäs-Moberg, K., 2007. Maternal behavior in pigs. *Horm. Behav.* 52, 78–85.
- 327 Cutler, R.S., Fahy, V.A., Spicer, E.M., Cronin, G.M., 1999. Prewaning mortality. In: Straw,
328 B.E., D’Allaire, S., Mengeling, W.L., Taylor, D.J. (Eds.), *Diseases of Swine*. Iowa State
329 University Press, Ames, pp. 985–1002.
- 330 De Passillé, A.M.B., Rushen, J., Hartsock, T.G. 1988. Ontogeny of teat fidelity in pigs and
331 its relation to competition at suckling. *Can. J. Anim. Sci.* 68, 325–338.

- 332 De Passillé, A.M.B., Rushen, J., 1989. Suckling and teat disputes by neonatal
333 piglets. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 22, 23–38.
- 334 Deen, M.G.H., Bilkei, G., 2004. Cross fostering of low-birth weight piglets. *Livest. Prod.*
335 *Sci.* 90, 279-284.
- 336 Dellmeier, G.R., Friend, T.H., 1991. Behavior and extensive management of domestic
337 sows (*Sus scrofa*) and litters. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 29, 327–341.
- 338 Den Hartog L.A., Vesseur P.C. & Kemp B.V., 1994. Nutrition-reproduction interactions in
339 sows. In: Cole D.A., Wiseman J. & Valey M.A. (Eds). *Principles of pig science*.
340 Nottingham: Nottingham University Press, p. 215.
- 341 Donaldson, T.M., Newberry, R.C., Spinka, M., Cloutier, S, 2002. Effects of early play
342 experience on play behaviour of piglets after weaning. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 79, 221-
343 231.
- 344 Ellendorff, F., Forsling, M.L., Poulain, D.A., 1982. The milk ejection reflex in the pig. *J.*
345 *Physiol.* 333, 577.
- 346 English, P.R., 1998. Ten basic principles of fostering piglets. *Pig Prog.* 4, 39-41.
- 347 English, P.R., Smith, W.J., Maclean, A. (Eds.), 1977. *The Sow: Improving her Efficiency*.
348 Farming Press Ltd., Ipswich, Suffolk.
- 349 English P.R., Wilkinson V., 1982. Management of the sow and litter in late pregnancy and
350 lactation in relation to piglet survival and growth. In: Cole DJA, Foxcroft GR, eds. *Control*
351 *of Pig Reproduction*. London: Butterworth Scientific, 479–506.
- 352 Erhard, H.W., Mendl, M., Ashley, D.D., 1997. Individual aggressiveness of pigs can be
353 measured and used to reduce aggression after mixing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 137–
354 151.
- 355 Fraser, D., 1980. A review of the behavioural mechanism of milk ejection of the domestic
356 pig. *Appl. Anim. Ethol.* 6, 247.

- 357 Fraser, D., 1990. Behavioural perspectives on piglet survival. *J. Reprod. Fertil. suppl.* 40,
358 355-370.
- 359 Fraser, D., Kramer, D.L., Pajor, E.A., Weary, D.M., 1995. Conflict and cooperation:
360 Sociobiological, principles and the behaviour of pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 44, 139-157.
- 361 Fraser, D., Thompson, B.K., Ferguson, D.K., Darroch, R.L., 1979. The 'teat order' of
362 suckling pigs. III. Relation to competition within litters. *J. Agric. Sci. Camb.* 92, 257-261.
- 363 Hartsock, T.G., Graves, H.B., 1976. Neonatal behavior and nutrition-related mortality in
364 domestic. *J. Anim. Sci.* 42, 235-241.
- 365 Herpin, P., Damon, M., Le Dividich, J., 2002. Development of thermoregulation and
366 neonatal survival in pigs. *Livest. Prod. Sci.* 78, 25-45.
- 367 Horrell, I., Bennett, J., 1981. Disruption of teat preferences and retardation of growth
368 following cross-fostering of 1-week-old pigs. *Anim. Prod.* 33, 99-106.
- 369 Jensen, P., Algers, B., 1984. An ethogram of piglet vocalizations during suckling. *Appl.*
370 *Anim. Ethol.* 11, 237-248.
- 371 Jensen, P., Stangel, G., Algers, B., 1991. Nursing and suckling behaviour of semi-naturally
372 kept pigs during the first 10 days postpartum. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 31, 195-209.
- 373 King, R.H., Mullan, B.P., Dunshea, F.R., Dove, H., 1997. The influence of piglet body
374 weight on milk production of sows. *Livest. Prod. Sci.* 47, 169-74.
- 375 Le Dividich, J., 1999. Review: management to reduce variation in pre- and post-weaned
376 pigs. In: Cranwell, P.D. (Ed.), *Manipulating Pig Production VII. Australasian Pig Science*
377 *Association.* 135-155.
- 378 Leenhouders, J.I., de Almeida Júnior, C.A., Knol, E.F., Van der Lende, T., 2001. Progress
379 of farrowing and early postnatal pig behavior in relation to genetic merit for pig survival. *J.*
380 *Anim. Sci.* 79, 169-174.
- 381 Lewis, N. J., Hurnik, J. F., 1985. The development of nursing behaviour in swine. *Appl.*
382 *Anim. Behav. Sci.* 14, 225-232.

- 383 Marcatti Neto, A., 1986. Efeito da uniformização de leitegadas no desempenho de leitões
384 lactentes. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 38, 413-417.
- 385 McBride, G., 1963. The “teat-order” and communication in young pigs. *Anim. Behav.* 11,
386 53.
- 387 Milligan, B.N., Dewey, C.E., De Grau, A.F., 2002. Neonatal-piglet weight variation and its
388 relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. *Prev. Vet. Med.*
389 56, 119-127.
- 390 Milligan, B.N., Fraser, D., Kramer, D.L., 2001. Birth weight variation in the domestic pig:
391 effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*
392 73, 179-191.
- 393 Neal, S.M., Irvin, K.M., 1991. The effects of crossfostering pigs on survival and growth. *J.*
394 *Anim. Sci.* 69, 41-46.
- 395 Newberry, R.C., Wood-Gush, D.G.M., 1986. Social relationships of piglets in a semi-natural
396 environment. *Anim. Behav.* 34, 1311–1318.
- 397 Olsen, A.N.W., Dybkjaer, L., Vestergaard, K.S., 1998. Crosssuckling and associated
398 behaviour in piglets and sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 61, 13–24.
- 399 Panzardi, A.; Bierhals, T.; Mellagi, A.P.G.; Bernardi, M.L.; Bortolozzo, F.P.; Wentz, I. 2009.
400 Survival of piglets according to physiological parameters at birth. In: Proceedings of the
401 8th International Conference on Pig Reproduction - Banff, Canada.
- 402 Petersen, H., Vestergaard, K., 1989. Integration of piglets into social groups of free
403 ranging domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 23, 223–236.
- 404 Quiniou, N., Dagorn, J., Gaudré, D., 2002. Variation of piglets birth weight a consequences
405 on subsequent performance. *Livest. Prod. Sci.* 78, 63-70.
- 406 Robert, S., Martineau, G.P., 2001. Effects of repeated cross-fosterings on preweaning
407 behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. *J. Anim.*
408 *Sci.* 79, 88–93.

- 409 SAS Institute Inc., 2005. SAS/STAT software, Version 9.1.3, SAS Institute Inc. Cary, NC.
- 410 Spinka, M., Newberry, R.C., Bekoff, M., 2001. Mammalian play: training for unexpected. Q.
- 411 Rev. Biol. 76, 141-168.
- 412 Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. Principles and Procedures of Statistics. Nova York:
- 413 McGraw-Hill Book Company. 2.ed. 633p.
- 414 Straw, B.E., Burgi, E.J., Dewey, C.E., Duran, C.O., 1998. Effects of extensive
- 415 crossfostering on performance of pigs on a farm. J. Am. Vet. Med. Assoc. 212, 855–856.
- 416 Thompson, B.K., Fraser, D., 1986. Variation in piglet weights: development of within-litter
- 417 variation over a 5- week lactation and effect of farrowing crate design. Can. J. Anim. Sci.
- 418 66, 361–372.
- 419 Van Rens, B.T.T.M., De Koning, G., Bergsma, R., Van Der Lende, T., 2005. Prewaning
- 420 piglet mortality in relation to placental efficiency. J. Anim. Sci. 83, 144–151.
- 421 Wattanakul, W., Edwards, S.A., Stewart, A.H., English, P.R., 1998. Effect of familiarity with
- 422 the environment on the behaviour and performance response of sows and piglets to
- 423 grouping during lactation. Appl. Anim. Behav. Sci. 61, 25–39.
- 424 Wiegand, R.M., Gonyou, H.W., Curtis, S.E., 1994. Pen shape and size: effects on pig
- 425 behaviour and performance. Appl. Anim. Behav. Sci. 39, 49–61.
- 426 Whatson, T.S., Bertram, J.M., 1980. A comparison of incomplete nursing in the sow in two
- 427 environments. Anim. Prod. 30, 105–114.
- 428 Whittemore, C.T., Fraser, D., 1974. The nursing and suckling behaviour of pigs: II.
- 429 Vocalization of the sow in relation to suckling behaviour and milk ejection. Br. Vet. J. 130,
- 430 346–356.
- 431 Wolf, J., ZÁKOVÁ, E., Groeneveld, E., 2008. Within-litter variation of birth weight in
- 432 hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets
- 433 and losses until weaning. Livest. Sci. 115, 195–205.

434

Table 1. Percentage of piglets at the udder during the first 3 minutes after the creep box was opened and percentage of missed nursings on days (D) 1, 2, 4 and 6 of direct visual observation, number of nursings and percentage of productive nursings during 24 h on days 2 and 4 observed by video recording* of low-birth weight light piglets fostered with piglets with the same or different birth weights (means \pm standard error)

| Variables | LG1 | LG2 | LG3 | IG2 | HG3 |
|-----------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| Number of litters | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| At the udder - D1, % | 49.0 \pm 5.6 | 44.7 \pm 5.0 | 40.9 \pm 4.7 | 43.4 \pm 4.6 | 40.8 \pm 5.3 |
| At the udder - D2, % | 50.0 \pm 5.7 | 49.7 \pm 5.0 | 53.1 \pm 5.4 | 52.5 \pm 5.3 | 54.9 \pm 5.9 |
| At the udder - D4, % | 66.6 \pm 4.2 | 66.4 \pm 5.3 | 75.8 \pm 7.1 | 66.7 \pm 5.2 | 78.5 \pm 6.5 |
| At the udder - D6, % | 82.4 \pm 4.5b | 76.6 \pm 4.6b | 90.9 \pm 3.2a | 77.7 \pm 4.6b | 92.3 \pm 3.0a |
| Missed nursings - D1, % | 24.7 \pm 3.2b | 30.9 \pm 3.2ab | 39.3 \pm 3.1a | 25.1 \pm 3.2b | 20.7 \pm 3.1b |
| Missed nursings - D2, % | 13.8 \pm 2.5b | 25.0 \pm 2.5a | 25.9 \pm 2.5a | 10.0 \pm 2.5b | 10.5 \pm 2.5b |
| Missed nursings - D4, % | 5.5 \pm 1.95ab | 8.1 \pm 1.95ab | 9.6 \pm 1.95a ¹ | 2.4 \pm 1.95b ¹ | 2.6 \pm 1.95b ¹ |
| Missed nursings - D6, % | 2.9 \pm 1.2ab | 6.1 \pm 1.2a | 4.4 \pm 1.2ab | 2.5 \pm 1.2ab | 0.9 \pm 1.2b |
| Number of litters* | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Number of nursings - D2, n | 22.9 \pm 1.3b ¹ | 26.3 \pm 1.3a ¹ | 27.6 \pm 1.3a | 26.3 \pm 1.3a ¹ | 27.6 \pm 1.3a |
| Productive nursings - D2, % | 94.6 \pm 1.2b | 94.4 \pm 1.0b | 90.2 \pm 4.0b | 96.0 \pm 1.1ab | 98.1 \pm 0.8a |
| Number of nursings - D4, n | 26.6 \pm 1.2b | 28.1 \pm 1.3b ¹ | 30.7 \pm 1.0a ¹ | 28.1 \pm 1.3b ¹ | 30.7 \pm 1.0a ¹ |
| Productive nursings - D4, % | 98.0 \pm 0.5 | 98.4 \pm 0.9 | 97.0 \pm 1.9 | 99.3 \pm 0.3 | 99.3 \pm 0.6 |

a,b Means followed by different letters in the same row are statistically different ($P < 0.05$) or tend to be different¹ ($P < 0.09$).

LG1= low-birth weight piglets (0.80-1.25kg); LG2= low-birth weight piglets fostered with intermediate-birth weight piglets; IG2= intermediate-birth weight piglets (1.40-1.60kg) fostered with low-birth weight

piglets; LG3= low-birth weight piglets fostered with high-birth weight piglets, HG3= high-birth weight piglets (>1.70kg) fostered with low-birth weight piglets.

435

Table 2. Fights among piglets in each nursing and percentage of piglets engaged in fights before and during milk letdown (means \pm standard error)

| Variables | LG1 | LG2 | LG3 | IG2 | PG3 |
|-----------------------------------|------------------|-------------------|------------------|------------------|-------------------|
| Number of litters | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Fights/piglet/nursing - D1, n | 0.23 \pm 0.04b | 0.29 \pm 0.03ab | 0.23 \pm 0.04b | 0.37 \pm 0.05a | 0.30 \pm 0.05ab |
| Piglets engaged in fights - D1, % | 27.7 \pm 3.2 | 26.7 \pm 3.2 | 25.8 \pm 3.2 | 32.3 \pm 3.2 | 30.8 \pm 3.2 |
| Fights/piglet/nursing - D2, n | 0.16 \pm 0.02 | 0.23 \pm 0.03 | 0.18 \pm 0.03 | 0.19 \pm 0.03 | 0.16 \pm 0.03 |
| Piglets engaged in fights - D2, % | 21.9 \pm 2.9b | 30.9 \pm 2.9a | 21.4 \pm 2.9b | 25.5 \pm 2.9ab | 18.9 \pm 2.9b |
| Fights/piglet/nursing - D4, n | 0.05 \pm 0.01 | 0.10 \pm 0.02 | 0.07 \pm 0.02 | 0.07 \pm 0.02 | 0.06 \pm 0.02 |
| Piglets engaged in fights - D4, % | 8.0 \pm 2.4 | 12.8 \pm 2.4 | 10.2 \pm 2.4 | 10.3 \pm 2.4 | 8.6 \pm 2.4 |
| Fights/piglet/nursing - D6, n | 0.03 \pm 0.01 | 0.03 \pm 0.01 | 0.04 \pm 0.01 | 0.03 \pm 0.01 | 0.03 \pm 0.01 |
| Piglets engaged in fights - D6, % | 4.7 \pm 1.7 | 5.6 \pm 1.7 | 5.2 \pm 1.7 | 4.8 \pm 1.7 | 4.6 \pm 1.7 |

Means followed by different letters in the same row are statistically different ($P < 0.05$).

LG1= low-birth weight piglets (0.80-1.25kg); LG2= low-birth weight piglets fostered with intermediate-birth weight piglets; IG2= intermediate-birth weight piglets (1.40-1.60kg) fostered with low-birth weight piglets; LG3= low-birth weight piglets fostered with high-birth weight piglets, HG3= high-birth weight piglets (>1.70kg) fostered with low-birth weight piglets. D=day.

436

Table 3. Body weight (days (D) 4, 6, 8, 12 and 16) and survival rate at 16 days of age of light piglets fostered with the same weight piglets or different weight piglets (means \pm standard error)

| Variables | LG1 | LG2 | LG3 | IG2 | PG3 |
|-------------------|-------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------|-------------------|
| Number of litters | 20 | 20 | 20 | 20 | 20 |
| Weight - D4, kg | 1.54 \pm 0.03aA | 1.53 \pm 0.03aA | 1.53 \pm 0.03aA | 2.10 \pm 0.03bA | 2.46 \pm 0.03cA |
| Weight - D8, kg | 2.31 \pm 0.05aB | 2.32 \pm 0.05aB | 2.32 \pm 0.05aB | 3.05 \pm 0.05bB | 3.48 \pm 0.05cB |
| Weight - D12, kg | 3.22 \pm 0.08aC | 3.21 \pm 0.08aC | 3.22 \pm 0.08aC | 4.13 \pm 0.08bC | 4.58 \pm 0.08cC |
| Weight - D16, kg | 4.17 \pm 0.10aD | 4.13 \pm 0.10aD | 4.12 \pm 0.10aD | 5.20 \pm 0.10bD | 5.68 \pm 0.10bD |
| Survival - D16, % | 95.4 \pm 1.8b | 94.2 \pm 2.2b ¹ | 88.3 \pm 2.4c ¹ | 98.3 \pm 1.1ab | 99.2 \pm 0.8a |

a,b,c Means followed by different letters in the same row are statistically different ($P < 0.05$) or tend to be different ($P = 0.066$).

A, B, C, D Means followed by different letters in the same column indicate statistical weight difference ($P < 0.05$).

LG1= low-birth weight piglets (0.80-1.25kg); LG2= low-birth weight piglets fostered with intermediate-birth weight piglets; IG2= intermediate-birth weight piglets (1.40-1.60kg) fostered with low-birth weight piglets; LG3= low-birth weight piglets fostered with high-birth weight piglets, HG3= high-birth weight piglets (>1.70kg) fostered with low-birth weight piglets.

437

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na suinocultura industrial, o aprimoramento do manejo é fundamental para suprir os desafios impostos pelos avanços genéticos. As fêmeas estão cada vez mais prolíferas, não sendo capazes de amamentar toda sua leitegada adequadamente. A uniformização, bastante utilizada para resolver essa questão, deve ser aplicada de forma consciente e com embasamento técnico. Em muitas granjas, este manejo ocorre de forma indiscriminada, ao longo de toda a lactação, o que provoca queda no desempenho desses leitões. Os resultados deste experimento mostraram que as fêmeas aceitaram com facilidade os leitões adotivos, e também que os eventos de disputas entre os leitões foram poucos, quando a uniformização foi realizada até aproximadamente 21 horas após o parto.

A mistura de leitões leves (0,80 a 1,20 kg) não deve ser recomendada quando os leitões forem muito pesados (>1,70 kg). Apesar do peso ao desmame dos leitões leves não ter sido influenciado pelo grupo de uniformização, os leitões leves uniformizados com pesados apresentaram comprometimento da sobrevivência, afetando com isso a lucratividade da cadeia. Provavelmente, em granjas com maiores desafios sanitários e de manejo, a uniformização entre leitões leves e pesados pudesse apresentar prejuízos ainda maiores.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, M.L.T.; DONZELE, J.L.; OLIVEIRA, R.F.M. Exigências e manejo nutricionais de matrizes suínas gestantes e lactantes. In: **Anais do IV Seminário Internacional de Aves e Suínos** (Florianópolis, Brasil), 2005. p. 33-59.

ALGERS, B. Nursing in pigs: communicating needs and distributing resources. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2826–2831, 1993.

ALGERS, B.; JENSEN, P. Communication during suckling in the domestic pig. Effects of continuous noise. **Applied Animal Behavior Science**, v. 14, p. 49–61, 1985.

ALGERS, B.; JENSEN, P. Teat stimulation and milk production during early lactation in sows: effects of continuous noise. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, p. 51–60, 1991.

ALGERS, B.; MADEJ, A.; ROJANASTHIEN, S.; UVNÄS-MOBERG, K. Quantitative relationships between suckling-induced teat stimulation and the release of prolactin, gastrin, somatostatin, insulin, glucagon and VIP in sows. **Veterinary Research Communications**, v. 15, p. 395-407, 1991.

ALGERS, B.; ROJANASTHIEN, S.; UVNÄS-MOBERG, K. The relation between teat stimulation, oxytocin release and grunting in the sow. **Applied Animal Behavior Science**, v. 26, p. 267–276, 1990.

ALGERS, B.; UVNÄS-MOBERG, K. Maternal behavior in pigs. **Hormones and Behavior**, v. 52, p. 78-85, 2007.

ASHWORTH, C.J.; FINCH, A.M.; PAGE, K.R.; NWAGWU, M.O.; MCARDLE, H.J. Causes and consequences of fetal growth retardation in pigs. **Reproduction Supplement**, v. 58, p. 233-246, 2001.

BARBER, R.; BRAUDE, R.; MITCHELL, K. Studies on milk production of Large White pigs. **The Journal of Agricultural Science**, v. 46, p. 97–118, 1955.

BAXTER, E.M.; JARVIS, S.; D'EATH, R.B.; ROSS, D.W.; ROBSON, S.K.; FARISH, M.; NEVISON, I.M.; LAWRENCE, A.B.; EDWARDS, S.A. Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. **Theriogenology**, v. 69, p. 773–783, 2008.

BERTHON, D.; HERPIN, P.; LE DIVIDICH, J. Shivering thermogenesis in the neonatal pig. **Journal of Thermal Biology**, v. 19, p. 413-418, 1994.

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.

- BOE, K. Maternal behaviour of lactating sows in a loose housing system. **Applied Animal Behavior Science**, v. 35, p. 327-338, 1993.
- BOURNE, F.J. Studies on colostral and milk proteins in the sows: I. The transmission of mammary secretion from colostrum to milk with natural suckling. **Animal Production, Pencaitland**, v.11, p. 337-343, 1969.
- CASTRÉN, H.; ALGERS, B.; JENSEN, P. Occurrence of unsuccessful sucklings in newborn piglets in a semi-natural environment. **Applied Animal Behavior Science**, v. 23, p. 61-73, 1989a.
- CASTRÉN, H.; ALGERS, B.; JENSEN, P.; SALONIEMI, H. Suckling behaviour and milk consumption in newborn piglets as a response to sow grunting. **Applied Animal Behavior Science**, v. 24, p. 227–238, 1989b.
- CLOSE, W.H.; COLE, D.J.A. **Nutrition of sows and boars**. 1.ed. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. 377p.
- COFFEY, M.T.; DIGGS, B.G.; HANDLIN, D.L.; KNABE, D.A.; MAXWELL, C.V.; NOLAND JÚNIOR, P.R.; PRINCE, T.J.; GROMWELL, G.I. Effects of dietary energy during gestation and lactation on reproductive performance of sows: a cooperative study. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 4-9. 1994.
- COLE, M.; VARLEY, M. Weight watchers from birth. **Pig international**, v. 30. p. 13-16. 2000.
- CURTIS, S. E; BÄCKSTRÖM, L. Housing and environmental influences on production. In: LEMAN, A. D.; GLOCK, R. D.; MENGELING, W. L.; PENNY, R. H. C.; SCHOLL, E.; STRAW, B. (Eds). **Diseases of Swine**. 6. ed. Ames: Iowa State University Press, 1981. Cap. 72, p. 737-753.
- CUTLER, R. S.; FAHY, V. A.; SPICER, E. M.; CRONIN, G. M. Pre-weaning Mortality. In: STRAW, B. E.; D'ALLAIRE, S.; MENGELING, W. L.; TAYLOR, D. J. **Diseases of Swine**, 8. ed. Ames: Iowa State University Press, 1999. Cap 65, p. 985-1002.
- DAMGAARD, L.H.; RYDHMER, L.; LOVENDAHL, P.; GRANDINSON, K. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 604–610, 2003.
- DANTZER, V.; WINTHER, H. Histological and immunohistochemical events during placentation in pigs. **Reproduction**, v. 58 (Suppl), p. 209-222, 2001.
- DE PASSILLÉ, A.M.B.; RUSHEN, J.; HARTSOCK, T.G. Ontogeny of teat fidelity in pigs and its relation to competition at suckling. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, p.325-338. 1988.

DE PASSILÉ, A. M.; RUSHEN, J.; PELLETIER, G. Sucking behavior and serum immunoglobulin levels in neonatal piglets. **Animal Production**, v. 47, p. 447, 1988.

DE PASSILÉ, A. M.; RUSHEN, J. Suckling and teat disputes by neonatal piglets. **Applied Animal Behavior Science**, v. 22, p. 23-38, 1989.

DEEN, M.G.H.; BILKEI, G. Cross fostering of low-birth weight piglets. **Livestock Production Science**, v. 90, p. 279-284, 2004.

DELLMEIER, G.R.; FRIEND, T.H. Behavior and extensive management of domestic sows (*Sus scrofa*) and litters. **Applied Animal Behavior Science**, v. 29, p.327-341, 1991.

DEN HARTOG, L.A.; VESSEUR, P.C.; KEMP, B.V. Nutrition-reproduction interactions in sows. In: COLE, D.A.; WISEMAN, J.; VALEY, M.A. (Eds). **Principles of pig science**. Nottingham: Nottingham University Press, 1994. p.215.

DONALDSON, T.M., NEWBERRY, R.C., SPINKA, M., CLOUTIER, S. Effects of early play experience on play behaviour of piglets after weaning. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 79, p. 221-231. 2002.

DONZELE, J.L.; ABREU, M.L.T.; HANNAS, M.I. Recentes avanços na nutrição de leitões. In: Anais do Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos e Tecnologia da Produção de Raças. **Anais**.Campinas, Brasil, 2002. p.103-161.

DREW, M.D.; BEVANDICK, I.M.; OWEN, B.D. Artificial rearing of colostrum-deprived piglets using iron chelators: The effects of oral administration of EDDHA with and without bovine or porcine immunoglobulins on piglet performance and iron metabolism. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 70, n. 2, p. 655-666, 1990.

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

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

ECHEVERRI, H.M. Selection for placental efficiency in swine. Columbia, U.S.A. PhD **Tesis** (Faculty of the Graduate School) - University of Missouri-Columbia, 2004. 106p.

EFENDIC, S.; ENZMANN, F.; NYLÉN, A.; UVNÄS-WALLENSTEN, K.; LUFT, R. Sulphonylurea (Glibenclamide) enhances somatostatin and inhibits glucagons release induced by arginine. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 108, p. 231-233, 1980.

ELLENDORFF, F.; FORSLING, M. L.; POULAIN, D. A. The milk ejection reflex in the pig. **Journal of Physiology**, v. 333, p. 577-594, 1982.

ENGLISH, P.R. Ten basic principles of fostering piglets. **Pig Program**, v. 4, p. 39-41. 1998.

ENGLISH, P.R.; BAMPTON, P.R. The importance of within litter variation in piglet birthweight in relation to piglet survival and influence on cross-fostering simultaneously farrowed litters as to achieved more uniform birthweight within litters. International Pig Veterinary Society Congress, 7. **Anais**. Cidade do México, 1982. p. 248.

ENGLISH, P.R., SMITH, W.J., MACLEAN, A. **The Sow: Improving her Efficiency**. Farming Press Ltd., Ipswich, Suffolk. 1977.

ENGLISH, P. R.; WILKINSON, V. Management of sow and litter rate pregnancy and lactation in relation to piglet survival and growth. In: COLE, D. J. A.; FOXCROFT, G. R. (Eds.). **Control of pig reproduction**. London: Butterworths, 1982. cap. 23, p. 479-506.

ERHARD, H.W.; MENDEL, M.; ASHLEY, D.D. Individual aggressiveness of pigs can be measured and used to reduce aggression after mixing. **Applied Animal Behavior Science**, v 54, p.137–151, 1997.

FOXCROFT, G.R.; DIXON, W.T.; NOVAK, S.; PUTMAN, C.T.; TOWN, S.C.; VINSKY, M.D.A. Prenatal programming of postnatal growth performance. In: University of Minnesota Reproduction **Workshop**: Achieving and Exceeding Sow Production Targets Alberta, Canada, 2006. p.57-72.

FOXCROFT, G.R.; DIXON, W.T.; TREACY, B.K.; JIANG, L.; NOVAK, S.; MAO, J.; ALMEIDA, F.C.L. Insights into conceptus-reproductive tract interactions in the pig. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1-15, 2000.

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

FRASER, D. A review of the behavioural mechanism of milk ejection of the domestic pig. **Applied Animal Ethology**, v. 6, p. 247-255, 1980.

FRASER, D. Some factors influencing the availability of colostrum to piglets. **Animal Production**, v. 339, p. 115-123, 1984.

FRASER, D. Behavioural perspectives on piglet survival. **Journal of Reproduction and fertility supplement**, v. 40, p. 355-370, 1990.

FRASER, D.; KRAMER, D.L.; PAJOR, E.A.; WEARY, D.M.. Conflict and cooperation: Sociobiological, principles and the behaviour of pigs. **Applied Animal Behavior Science**, v. 44, p. 139-157, 1995.

FRASER, D.; RUSHEN, J. Colostrum intake by newborn piglets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 72, p.1, 1992.

FRASER D, THOMPSON BK, FERGUSON DK, DARROCH RL. The 'teat order' of suckling pigs. III. Relation to competition within litters. **The Journal of Agricultural Science (Cambridge)**, v. 92, p. 257-261, 1979.

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

GAGNON, R. Placental insufficiency and its consequences. **Reproductive Biology**, v. 110 (Suppl), p. 99-107, 2003.

GEISERT, R.D.; YELICH, J.V. Regulation of conceptus development and attachment in pigs. **Journal of Reproduction and Fertility**. v. 52 (Suppl), p.133-149, 1997.

GILL, J. C.; THOMSON, W. Observation on the behaviour of suckling pigs. **British Journal Animal Behavior**. v. 4, p. 46-51, 1956.

GUÉBLEZ, R.; DAGORN, J. Hyperprolificité des truies situation actuelle et perspectives. **TechniPorc**. v. 23-2, p. 5-7, 2000.

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**, v. 152, p.107-119, 1987.

HARTSOCK, T. G.; GRAVES H. B. Neonatal behavior and nutrition-related mortality in domestic swine. **Journal of Animal Science**, v 42, p. 235, 1976.

HARTSOCK, T. G.; GRAVES H. B.; BAUMGARDT, B. R. Agonistic Behavior and the Nursing Order in Suckling Piglets: Relationships with Survival, Growth and Body Composition. **Journal of Animal Science**, v. 44, p. 320-330, 1977.

HEAD, R.H.; WILLIAMS, I.H. Mammogenesis is influenced by pregnancy nutrition. In: Batterham E.S. (Ed). **Manipulating Pig Production III**. Qttword: Australasian Pig Science Association, 1991. p.76.

HEMSWORTH, P.H.; WINFIELD, C.G.; MULLANEY, P.D.. Within-litter variation in the performance of piglets to three weeks of age. **Animal. Production**, v. 22, p. 351-357, 1976.

HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 25-45, 2002.

HORRELL, I.; BENNETT, J. Disruption of teat preferences and retardation of growth following cross-fostering of 1-week-old pigs. **Animal Production**, v. 33, p.99-106, 1981.

JENSEN, P. Maternal behaviour and mother-young interactions during lactation in free ranging domestic pigs. **Applied Animal Behavior Science**, v 20, p. 297-308, 1988.

JENSEN, P.; ALGERS, B. An ethogram of piglet vocalizations during suckling. **Applied Animal Ethology**, v. 11, p. 237-248, 1984.

JENSEN, P.; RECÉN, B. When to wean - observations from free-ranging domestic pigs. **Applied Animal Behavior Science**, v. 23, p. 49-60, 1989.

JENSEN, P.; STANGEL, G.; ALGERS, B. Nursing and suckling behaviour of semi-naturally kept pigs during the first 10 days postpartum. **Applied Animal Behavior Science**, v. 31, p. 195-209, 1991.

JEPPESEN, L.E. Teat-order in groups of piglets reared on an artificial sow: I. Formation of teat-order and influence of milk yield on teat performance. **Applied Animal Ethology**, v. 8, p. 335-345, 1982.

JINDAL, R.; COSGROVE, J.R.; AHERNE, F.X.; FOXCROFT, G.R. Effect of nutrition on embryo mortality in gilts: association with progesterone. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 620, 1996.

JOHANSEN, M.; ALBAN, L.; KJAERSGARD, H.D.; BAEKBO, P. Factors associated with suckling piglet average daily gain. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 63, p. 91-102, 2004.

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

KING, R.H.; MULLAN, B.P.; DUNSHEA, F.R.; DOVE, H. The influence of piglet body weight on milk production of sows. **Livestock Production Science**, v. 47, p. 169-174, 1997.

KNOL, E.F.; LEENHOUWERS, J.I.; VAN DER LENDE T. Genetic aspects of piglet survival. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 47-55, 2002.

LANZA, I.; SHOUP, D.I.; SAIF, L.J. Lactogenic immunity and milk antibody isotypes to transmissible gastroenteritis virus in sows exposed to porcine respiratory coronavirus during pregnancy. **American Journal of Veterinary Research**, v. 56, n. 6, p. 739-748, 1995.

LE DIVIDICH, J. Review: management to reduce variation in economic cost of the techniques used in commercial pre- and post-weaned pigs. In: CRANWELL, P.D. (Ed.). **Manipulating Pig Production VII**. Australasian Pig Science Association, 1999. p. 135-155.

LE DIVIDICH, J.; NOBLET, J. Colostrum Intake and thermoregulation in the neonatal pig relation to environmental temperature. **Biology of the Neonate**, v. 40, p. 167-174, 1981.

LEENHOUWERS, J.I.; DE ALMEIDA JÚNIOR, C.A.; KNOL, E.F., VAN DER LENDE, T. Progress of farrowing and early postnatal pig behavior in relation to genetic merit for pig survival. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 169–174, 2001.

LEENHOUWERS, J.I.; KNOL, E.F.; DE GROOT, P.N.; VOS, H.; VAN DER LENDE, T. Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. **Journal of Animal Science**, v.. 80, p. 1759-1770, 2002.

LEWIS, N. J.; HURNIK, J. F. An approach response of piglets to the sow's nursing vocalizations. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 66, p. 537-539, 1986.

LEWIS, N. J.; HURNIK, J. F. The development of nursing behaviour in swine. **Applied Animal Behavior Science**, v. 14, p. 225-232, 1985.

LIGGINS, G.C. The role of cortisol in preparing the fetus for birth. **Reproduction, Fertility and Development**. v. 6, p. 141-150, 1994.

MAHAN, D.C.; CROMWELL, G.L.; EWAN, R.C.; HAMILTON, C.R.; YEN, J.T. Evaluation of the feeding duration of phase1 nursery diet to three-week-old pigs of two weaning weights. **Journal of Animal Science**, v.76, p. 578-583, 1998.

MARCATTI NETO, A. Efeito da uniformização de leitegadas no desempenho de leitões lactentes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 38, p. 413-417, 1986.

MARRABLE, A.W. **The embryonic pig. A chronological account**. London: Pitman Medical, 1971. 130p.

McBRIDE, G. The “teat-order” and communication in young pigs. **Animal Behavior**, v.11, p. 53-56, 1963.

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

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

MILLIGAN, B.N.; FRASER, D.; KRAMER, D.L. The effect of littermate weight on survival, weight gain, and suckling behaviour of low-birth-weight piglets in cross fostered litters. **Journal of Swine Health and Production**, v. 9, n. 4, p. 161-166, 2001.

MUSSER, R.E.; DAVIS, D.L.; GOODBAND, R.D.; TOKACH, M.D.; NELSSSEN, J.L. Fetal and maternal responses to feed intake from d 29 to 45 of gestation. **Journal of Animal Science**, v. 75 (Suppl 1), p. 165, 1997.

NEAL, S.M.; IRVIN, K.M. The effects of crossfostering pigs on survival and growth. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 41-46, 1991.

NEWBERRY, R. C.; WOOD-GUSH, D. G. M. The suckling behaviour of domestic pigs in a semi-natural environment. **Animal Behavior**, v. 95: p. 11-25, 1984.

NEWBERRY, R.C.; WOOD-GUSH, D.G.M. Social relationships of piglets in a semi-natural environment. **Animal Behavior**, v 34, p.1311-1318, 1986.

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

OLSEN, A.N.W.; DYBKJAER, L.; VESTERGAARD, K.S. Crosssuckling and associated behaviour in piglets and sows. **Applied Animal Behavior Science**, v. 61, p.13–24, 1998.

PANZARDI A., BIERHALS T., MELLAGI A.P.G., BERNARDI M.L., BORTOLOZZO F.P. & WENTZ I. Survival of piglets according to physiological parameters at birth. In: Proceedings of the 8th International Conference on Pig Reproduction. **Proceedings** - Banff, Canada. 2009.

PANZARDI, A.; MARQUES, B. M. F. P. P.; HEIM, G.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Fatores que influenciam o peso do leitão ao nascimento. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37(Supl 1), p. 49-60, 2009b.

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

PETERSEN, V.; RECEN, B.; VESTERGAARD, K. Behaviour of sows and piglets during farrowing under free range conditions. **Applied Animal Behavior Science**, v. 26, p. 169-179, 1990.

PETERSEN, H.; VESTERGAARD, K. Integration of piglets into social groups of free ranging domestic pigs. **Applied Animal Behavior Science**, v. 23, p. 223-236, 1989.

PETTIGREW, J.E. Supplemental dietary fat for periparturient sows: A Review. **Journal of Animal Science**, v. 53, p. 107-117, 1981.

POINDRON, P.; CARRICK, M. J. Hearing recognition of the lamb by its mother. **Animal Behavior**, v. 24, p. 600, 1976.

PORTER, P. Immune system. In: LEMAN, A. D.; STRAW, B.; GLOCK, R. D. (Eds.). **Diseases of Swine**, 6th ed. Ames: Iowa State University Press, 1988. Cap. 3, p. 44–57.

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

RANDALL G.C.B. Tissue glycogen concentrations in hypophysectomized pig fetuses following infusion with cortisol. **Journal of Developmental Physiology**. v.10, p. 77-83, 1988.

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 (Suppl), p. 113-123, 2006.

ROBERT, S.; MARTINEAU, G. P. Effects of repeated cross-fosterings on preweaning behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 88-93, 2001.

ROSILLON-WARNIER, A.; PAQUAY, R. Development and consequences of teat-order in piglets. **Applied Animal Behavior Science**, v. 13, p. 47-58, 1984.

SALMON, H. The mammary gland and neonate mucosal immunity. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 72, p. 143-155, 1999.

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

SMITS, C.H.M.; RAMAEKERS, P.; KEMP, B.; HAZELEGER, W; WU, G. The role of functional nutrients in prenatal survival and growth of porcine fetuses in early gestation. In: Proceedings of University of Minnesota Reproduction **Workshop: Achieving and Exceeding Sow Production Targets** (Alberta, Canada), 2006. p. 57-72.

SPICER, E.M; DRIESEN, S.J; FAHY, V.A.; HORTON, B.J.; SIMIS, L.D.; JONES, R.T; CUTLER, R.S.; PRIME, R.W. Causes of preweaning mortality on a large intensive piggery. **Australian Veterinary Journal**, v. 63, p. 71-75, 1986.

SPINKA, M.; ILLMANN, G.; ALGERS, B.; STETKOVA, Z. The role of nursing frequency in milk production in nursing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 1223-1228, 1997.

SPINKA, M., NEWBERRY, R.C., BEKOFF, M. Mammalian play: training for unexpected. **The Quarterly Review of Biology**, v. 76, p. 141-168, 2001.

STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and Procedures of Statistics**. Nova York: McGraw-Hill Book Company, 2.ed., 1980. 633p.

STRAW, B.E.; BURGI E.J.; DEWEY, C.E.; DURAN, C. O. Effects of extensive crossfostering on performance of pigs on a farm. **Journal of American Veterinary Medical Association**, v. 212, p. 855-856, 1998.

STRAW, B.E.; DEWEY, C.E.; BURGI, E.J. Patterns of crossfostering and piglets mortality on commercial U.S. and Canadian swine farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 33, p. 83-89, 1998.

THOMPSON, B.K., FRASER, D. Variation in piglet weights: development of within-litter variation over a 5- week lactation and effect of farrowing crate design. **Canadian Journal Animal Science**, v. 66, p. 361-372. 1986.

UVNÄS-MOBERG, K. The gastrointestinal tract in growth and reproduction. **Science American**, p. 78-83, 1989.

VALROS, A. E.; RUNDGREN, M.; SPINKA, M.; SALONIEMI, H.; RYDHMER, L.; ALGERS, B. Nursing behaviour of sows during 5 weeks lactation and effects on piglet growth. **Applied Animal Behavior Science**, v. 76, p. 93-104, 2002.

VAN DER LENDE, T.; SCHOENMAKER, G.J.W. The relationship between ovulation rate and litter size before and after day 35 of pregnancy in gilts and sows: an analysis of published data. **Livestock Production Science**. v. 26, p. 217-229, 1990.

VAN RENS, B.T.T.M.; DE KONING, G.; BERGSMA, R.; VAN DER LENDE, T. Preweaning piglet mortality in relation to placental efficiency. **Journal of Animal Science**, v.83, p. 144-151, 2005.

WAGSTROM, E.A., YOON, K.J., ZIMMERMAN, J.J. Immune components in porcine mammary secretions. **Viral Immunology**, v. 13, p. 383-397, 2000.

WALSER, E.S. How early can piglets recognize their sow's voice? **Applied Animal Behavior Science**, v. 15, p.177, 1986.

WATTANAKUL, W.; EDWARDS, S.A.; STEWART, A.H.; ENGLISH, P.R. Effect of familiarity with the environment on the behaviour and performance response of sows and piglets to grouping during lactation. **Applied Animal Behavior Science**, v. 61, p. 25-39, 1998.

WELCH, A. R.; BAXTER, M. R. Responses of newborn piglets to thermal and tactile properties of the environment. **Applied Animal Behavior Science**, v.15, p.203-215, 1986.

WIEGAND, R.M.; GONYOU, H.W.; CURTIS, S.E. Pen shape and size: effects on pig behavior and performance. **Applied Animal Behavior Science**, v. 39, p. 49-61, 1994.

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, p. 905-910, 1998.

WILSON, M.E.; FORD, S.P. Comparative aspects of placental efficiency. **Journal of Reproduction & Fertility**, v. 58 (Suppl), p. 223-232, 2001.

WHATSON, T. S.; BERTRAM, J. M. A comparison of incomplete nursing in sow in two environments. **Animal Production**, v. 30, p. 105-114, 1980.

WHITTEMORE, C. T.; FRASER, D. The nursing and suckling behavior of pigs: II. Vocalization of the sow in relation to suckling behavior and milk ejection. **British Veterinary Journal**, v. 130, p. 346-356, 1974.

WOLF, J.; ZÁKOVÁ, E.; GROENEVELD, E. Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. **Livestock Science**, v. 115, p.195-205, 2008.

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

WU, G.; BAZER, F.W.; CUDD, T.A.; MEININGER, C.J.; SPENCER, T.E. Maternal nutrition and fetal development. **Journal of Nutrition**, v. 134, p. 2164-2172, 2004.

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

WU, G.; POND, W.G.; OTT, T.; BAZER, F.W. Maternal dietary protein deficiency decreases nitric oxide synthase and ornithine decarboxylase activities in placenta and endometrium of pigs during early gestation. **Journal of nutrition**, v.128, p. 2395-2402, 1998.

6 ANEXOS

Planilha de coleta dos dados de comportamento antes e durante a liberação do leite

| Avaliação: | Leitões | | | | | | | | | | | | |
|----------------|---------|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|--|
| ID: | | | | | | | | | | | | | |
| G: | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | |
| Comport min 1* | | | | | | | | | | | | | |
| Comport min 2* | | | | | | | | | | | | | |
| Comport min 3* | | | | | | | | | | | | | |

* Legenda:

- 1- permanece dormindo
- 2- acorda/ continua no escamoteador
- 3- Sai e vai em direção ao comp mamário
- 4- Sai e fica errante

| | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| Perda de mamada 1 | | | | | | | | | | | | | |
| Perda de mamada 2 | | | | | | | | | | | | | |
| Perda de mamada 3 | | | | | | | | | | | | | |
| Perda de mamada 4 | | | | | | | | | | | | | |
| Disputa por teto M1 | | | | | | | | | | | | | |
| Disputa por teto M 2 | | | | | | | | | | | | | |
| Disputa por teto M 3 | | | | | | | | | | | | | |
| Disputa por teto M 4 | | | | | | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------------|-------|-------|--|-------|--|-------|--|-------|--|-------|--|-------|--|-------|--------|
| Def do teto M 1/ Estimul do comp mam | cauda | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | cabeça |
| Decúbito da fêmea: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Def do teto M 2/ Estimul do comp mam | cauda | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | cabeça |
| Decúbito da fêmea: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Def do teto M 3/ Estimul do comp mam | cauda | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | cabeça |
| Decúbito da fêmea: | | | | | | | | | | | | | | | |
| Def do teto M 4/ Estimul do comp mam | cauda | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | | _____ | cabeça |
| Decúbito da fêmea: | | | | | | | | | | | | | | | |

| | |
|-----------------------------|--|
| Comportamento da fêmea M 1* | |
| Comportamento da fêmea M 2* | |
| Comportamento da fêmea M 3* | |
| Comportamento da fêmea M 4* | |

| | |
|-------------------|--|
| Agressividade M 1 | |
| Agressividade M 2 | |
| Agressividade M 3 | |
| Agressividade M 4 | |

* Legenda:

1= fêmea oferece os tetos

2= fêmea esconde os tetos

3= fêmea esconde os tetos no início e depois oferece

4= fêmea de pé

| | | | | |
|-----------------------|--|--|--|--|
| Ejeção cranial-caudal | | | | |
| Tempo (s) | | | | |

OBS:

| | | | | | | | | | | |
|-------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Horário início- término: | | | | | | | | | | |
| Brigas mamada 4 | Min 1 | Min 2 | Min 3 | Min 4 | Min 5 | Min 6 | Min 7 | Min 8 | Min 9 | Min 10 |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | Min 11 | Min 12 | Min 13 | Min 14 | Min 15 | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | |
| Comportamento lúdico mamada 1 | | | | | | | | | | |
| Comportamento lúdico mamada 2 | | | | | | | | | | |
| Comportamento lúdico mamada 3 | | | | | | | | | | |
| Comportamento lúdico mamada 4 | | | | | | | | | | |

Monitoramento do número de mamadas em 24 horas por meio de filmagens**ID:****Grupo:****Nº total de mamadas em 24 horas:**

| Mamada | Horário | Leitões que mamaram | OBS |
|--------|---------|---------------------|-----|
| 1 | | | |
| 2 | | | |
| 3 | | | |
| 4 | | | |
| 5 | | | |
| 6 | | | |
| 7 | | | |
| 8 | | | |
| 9 | | | |
| 10 | | | |
| 11 | | | |
| 12 | | | |
| 13 | | | |
| 14 | | | |
| 15 | | | |
| 16 | | | |
| 17 | | | |
| 18 | | | |
| 19 | | | |
| 20 | | | |
| 21 | | | |
| 22 | | | |
| 23 | | | |
| 24 | | | |
| 25 | | | |
| 26 | | | |
| 27 | | | |
| 28 | | | |
| 29 | | | |
| 30 | | | |

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)