

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

**“INFLUÊNCIA DO PESO DOS LEITÕES NA UNIFORMIZAÇÃO NO  
DESEMPENHO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS E SUAS LEITEGADAS”**

**THOMAS BIERHALS**

**PORTO ALEGRE**

**2011**

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

“INFLUÊNCIA DO PESO DOS LEITÕES NA UNIFORMIZAÇÃO NO DESEMPENHO  
DE PRIMÍPARAS SUÍNAS E SUAS LEITEGADAS”

**Autor:** Thomas Bierhals

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

**Orientador:** Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

PORTO ALEGRE

2011

**Thomas Bierhals**

INFLUÊNCIA DO PESO DOS LEITÕES NA UNIFORMIZAÇÃO NO DESEMPENHO  
DE PRIMÍPARAS SUÍNAS E SUAS LEITEGADAS

Aprovado em 24 de fevereiro de 2011.

APROVADO POR:

---

Fernando Pandolfo Bortolozzo  
Orientador e Presidente da Comissão

---

Rui Fernando Felix Lopes  
Membro da Comissão

---

Andrea Leal Ribeiro  
Membro da Comissão

---

Rafael Kummer  
Membro da Comissão

## AGRADECIMENTOS

Pelo amparo, auxílio, companheirismo, persistência e confiança no teu filho, eu te agradeço Deus por permaneceres assim até hoje.

Pai e Mãe, a lembrança do dia em que saí de casa com o objetivo de ser alguém na vida permanece até hoje. Foi por esse motivo que permaneci, durante todos os dias, focado e motivado. Foram vocês que me ensinaram a ser assim e, portanto, se sintam culpados por minha não desistência. Ainda não sou alguém, mas com o tempo estou aprendendo que o mais importante é ser alguém pra vocês e, mais do que isso, ter alguém como vocês.

Minha irmã “Tita” e cunhado Fernando, não foram poucas as vezes em que um telefonema salvou o meu dia. Voltando de um final de semana da praia com os amigos, trazendo fotos, que me recordam até hoje, e muito sono, devido a um pouco de festa, é bem verdade, mas, principalmente, pelo calor, rubor, tumor, dor e perda da função de uma pele branca “torrada” de um teimoso resistente a filtros solares, quando recebi a notícia de que a família tinha aumentado me levando as lágrimas, obrigado por terem nos dado tamanho presente. Davi, o tio Thomas é teu fã!

Mellagi, leitões em cio e porcas no pós-parto, se tudo der certo, nunca mais precisaremos pesar, ainda mais se for no Mato Grosso. Em Palma Sola até pensaria no seu caso, hehehe... Obrigado por ter me acolhido como um irmão e me passado conhecimentos técnicos e morais, principalmente em assuntos “mulherísticos”. Mana Ana Rúbia, também amo você!!

Professores Fernando, Ivo, Davi e Mari, estão cansados de receber agradecimentos pela transformação profissional de seus orientados, muitos leitões nasceram a mais e porcas morreram ou adoeceram a menos, mais carne suína foi produzida e vendida, mais pessoas consumiram e menos fome houve no mundo. A humanidade lhes agradece!

Tão importante quanto minha família, meus amigos, não sou ninguém sem vocês. Renato (Chernobyl), Diogo (criado com vó), Mirian e Carol iniciamos e terminamos juntos. Espero que sejamos amigos pra sempre, especialmente você Sr. Renato, não pense que eu esqueci os R\$ 600,00 que me deve... hehehe. Joninhas, Thaisinha, Jamil, Rafael (Village People), Henrique (cunhado), sem vocês o experimento não teria dado certo, ou pelo menos, não teríamos conseguido acabá-lo. Peço a Deus que nada interfira na amizade

enorme que fizemos durante esse tempo e, se ele quiser ser mais camarada, me mantenha o mais próximo possível de vocês. Enfim, a todos os meus amigos do Setsui: Samuca, Natinha, Andréa, Neimar, Morés, Mônica, Marcelo, Paola, Alana, Daihana, Ana Paula, Lú, Lídia 1 e 2, Mário, João, Paulo, Regislaine, Giseli, Ana Maria, Póli, Oscar, Pipetinha, Brenda, Djane, Lisi, Bruno, Zé, Eduardo, Rafael, Carol, Ricardo, Aline, Fernanda, Júlia, Márcio.

Pelo suporte financeiro e estrutura física para a realização dos experimentos agradeço a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e a Master Agropecuária.

Não pensem que me esqueci de vocês meus velhos amigos Dedão, Salsicha, Ramella e Ijuí, estamos aí, de Lages pro Mundo, como o prometido.

E você Sta. Manoela, que seria das referências sem sua ajuda, hehehe, a ti resguardo a vontade de agradecer-te a cada dia de minha vida.

## RESUMO

### INFLUÊNCIA DO PESO DOS LEITÕES NA UNIFORMIZAÇÃO NO DESEMPENHO DE PRIMÍPARAS SUÍNAS E SUAS LEITEGADAS

Autor: Thomas Bierhals

Orientador: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Co-orientador: Prof. Ivo Wentz

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência da uniformização de leitegadas com leitões de diferentes pesos no consumo alimentar, assim como, nas perdas corporais no período lactacional, no desempenho reprodutivo subsequente de primíparas e o desempenho de suas leitegadas até o desmame. Primíparas suínas foram separadas em 3 grupos: grupo A (n= 31) – leitegadas com 14 leitões leves (1,0-1,2 kg); grupo B (n= 32) – leitegadas com 7 leitões leves e sete leitões com peso intermediário (1,4-1,6kg); e, grupo C (n= 31) – leitegadas com 14 leitões com peso intermediário. Nas fêmeas foram realizadas as mensurações de peso corporal (24 horas após o parto e nos dias 7, 15 e 19 de lactação), espessura de toucinho (ET) e escore corporal visual (ECV) (24 horas após o parto e aos 19 dias de lactação) e consumo médio diário (CMD). Dados referentes ao subsequente intervalo-demame-estro (IDE), taxa de parto e número de leitões nascidos foram obtidos através do programa de gerenciamento da granja. Os leitões foram pesados individualmente na uniformização (dia zero) e aos 19 dias de idade. As variáveis relativas ao desempenho dos leitões foram analisadas como sendo 4 grupos (A, B1, B2 e C) onde B1 e B2 correspondem aos leitões leves e intermediários do grupo B, respectivamente. O consumo alimentar e as perdas lactacionais das fêmeas não foram influenciados pelo peso dos leitões à uniformização ( $P>0,10$ ). O IDE foi maior ( $P=0,08$ ) e a porcentagem de fêmeas que apresentaram estro em até sete dias após o desmame foi menor ( $P<0,10$ ) no grupo C comparado ao grupo A. A taxa de parto e o tamanho da segunda leitegada foram similares entre os grupos de fêmeas ( $P>0,10$ ). Os leitões do grupo B2 tiveram um maior ganho de peso diário (GPD) ( $P=0,07$ ) e maior peso no dia 19 ( $P=0,07$ ) que os leitões do grupo C. Em conclusão, as leitegadas compostas somente por leitões de peso intermediário prolongaram o IDE comparadas àquelas compostas apenas por leitões leves. Os leitões de peso intermediário tiveram melhor desempenho quando competiram com leitões leves do que com leitões de peso similar.

**Palavras-chave:** uniformização, primíparas, leitões, peso, desempenho reprodutivo.

## **ABSTRACT**

### ***INFLUENCE OF PIGLETS WEIGHT AT CROSSFOSTERING ON THE PERFORMANCE OF PRIMIPAROUS SOWS AND THEIR LITTERS***

*Author: Thomas Bierhals*

*Advisor: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo*

*Co-advisor: Prof. Ivo Wentz*

*The objective of this study was to evaluate the effect of crossfostering piglets with different birth weight on feed intake, body reserve losses and reproductive performance of primiparous sows and on performance of their litters until weaning. Primiparous sows were allocated in three groups: group A (n= 31) – litters with 14 Light piglets (1.0-1.2 kg); group B (n= 32) – litters with seven Light piglets and seven Intermediate piglets (1.4-1.6 kg), and group C (n= 31) – litters with 14 Intermediate piglets. Sows were weight up to 24 h after farrowing and on days 7, 15 and 19 of lactation. Backfat thickness (BT) and body conditional score (BCS) were measured up to 24 h after farrowing and again at day 19 of lactation. Feed intake was measured daily during. Data regarding the weaning-to-estrus interval (WEI), farrowing rate and number of piglets born were obtained from a backup of the farm management program. Piglets were individually weighed at crossfostering (day zero) and day 19 of lactation. Variables concerning the performance of piglets were analyzed as four groups (A, B1, B2 and C) where B1 and B2 corresponded to Light and Intermediate piglets of group B, respectively. The average daily feed intake (ADFI) and lactation losses were not influenced by weight of piglets at crossfostering ( $P>0.10$ ). Percentage of sows showing estrus until Day 7 after weaning was lower ( $P<0.10$ ) and WEI was higher ( $P=0.08$ ) in group C compared to group A. Farrowing rates and second litter size were similar among groups ( $P>0.10$ ). Piglets of B2 group were higher daily weight gain (DWG) ( $P=0.07$ ) and a higher weight at Day 19 ( $P=0.07$ ) than piglets of group C. In conclusion, litters composed entirely of Intermediate piglets prolonged WEI compared to litters with Light weight piglets. Intermediate piglets perform better when competing with lighter piglets than with piglets of similar weight.*

***Keywords:*** *crossfostering, primiparous, piglets, weight, reproductive performance.*

## LISTA DE TABELAS

Tabelas inseridas na Revisão Bibliográfica		Página
Tabela 1	Consumo alimentar e perdas corporais durante a lactação de fêmeas submetidas a diferentes tamanhos de leitegadas e disponibilidade de alimento.	22
Tabelas inseridas no Artigo Científico		
Table 1	Survival rate and performance of piglets until day 19 according to groups weight at crossfostering in primiparous sows (LSmeans $\pm$ SEM)	47
Table 2	Daily feed intake (ADFI) and daily body weight loss (DBWL) of primiparous sows according to groups of piglet weight at crossfostering (LSmeans $\pm$ SEM)	48
Table 3	Body reserve losses until day 19 of lactation in primiparous sows according to groups of piglet weight at crossfostering (LSmeans $\pm$ SEM)	49
Table 4	Subsequent reproductive performance of primiparous sows according to groups of piglet weight at crossfostering (LSmeans $\pm$ SEM)	50



## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Uniformização das leitegadas .....</b>	<b>10</b>
2.1.1 Aspectos imunológicos da uniformização.....	11
2.1.1.1 Imunidade passiva .....	11
2.1.1.1.1 Imunidade Humoral.....	11
2.1.1.1.2 Imunidade Celular .....	13
2.1.1.2 Questões práticas considerando aspectos imunológicos da uniformização .	13
2.1.2 Desempenho e viabilidade de leitões uniformizados .....	14
2.1.2.1 Período em que a uniformização é realizada.....	15
2.1.2.2 Origem dos leitões.....	17
2.1.2.2.1 Biológicos vs. Adotados .....	17
2.1.2.2.2 Ordem de parto da mãe biológica e adotiva .....	18
2.1.2.3 Uniformização de leitões leves .....	18
2.1.2.4 Número e tamanho dos leitões .....	20
2.1.2.5 Uniformização em primíparas.....	21
<b>2.2 Produção de leite .....</b>	<b>24</b>
2.2.1 Influência da ordem de parto.....	25
2.2.2 Influência do estado metabólico da fêmea em lactação .....	25
2.2.3 Influência da leitegada .....	25
2.2.4 Influência da seleção genética.....	26
<b>3 ARTIGO .....</b>	<b>28</b>
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>50</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O número de leitões desmamados/porca/ano é o indicador de produtividade mais utilizado nas unidades produtoras de leitões. Contudo, atualmente, o índice quilogramas totais de leitões desmamados/porca/ano vem ganhando maior importância. Assim, não somente a quantidade de leitões desmamados, mas também a qualidade destes leitões, mensurada a partir do seu peso ao desmame, são levadas em consideração. Nesse contexto, tanto a viabilidade, quanto o desempenho desses leitões na fase lactacional influenciam diretamente a produtividade do plantel. Portanto, todas as ações de manejo que possam garantir melhores condições para a expressão de seu potencial genético são relevantes.

Devido à hiperproliferação das matrizes não ter sido acompanhada por um aumento do espaço uterino ou eficiência placentária, houve um comprometimento no desenvolvimento fetal trazendo consequências, tais como, alta variabilidade e diminuição do peso dos leitões ao nascimento (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002; WOLF; ZÁKOVÁ; GROENEVELD, 2008), afetando, assim, a viabilidade e o desempenho dos leitões durante a fase lactacional. Em múltiparas, a uniformização de leitegadas por peso e tamanho é realizada entre oito e 24 horas após o nascimento, conferindo melhor desempenho e viabilidade aos leitões (ENGLISH; BAMPTON, 1982; SOUZA, 2010). Entretanto, em primíparas, essa mesma avaliação não foi encontrada na literatura consultada.

Sabe-se que o desempenho e viabilidade dos leitões na fase lactacional é muito dependente de fatores relacionados à fêmea, desde a qualidade do colostro e produção de leite até a conformação do aparelho mamário e habilidade materna. Assim, leitegadas amamentadas por primíparas podem ser mais predispostas a um menor desempenho nessa fase devido, principalmente, à menor habilidade materna, menor produção de leite (BEYER et al., 2007) e menor quantidade de imunoglobulinas (Igs) no colostro (VOISIN et al., 2006). Por outro lado, o número de leitões por leitegada exerce influência sobre a mobilização de reservas corporais das matrizes (QUESNEL; ETIENNE; PÈRE, 2007), o que, no caso de primíparas, categoria de maior representatividade no plantel (BORTOLOZZO; WENTZ, 2006), pode resultar em comprometimento reprodutivo subsequente (VESSEUR; KEMP; DEN HARTOG, 1994; SCHENKEL et al., 2010). No entanto, há questionamentos se existe influência do peso dos leitões à uniformização no

consumo alimentar, mobilização de reservas e perda de condição corporal de primíparas nessa fase, e se há efeito no desenvolvimento da glândula mamária e desempenho reprodutivo subsequente.

Dessa forma, uma correta uniformização de leitegadas nessa classe de fêmeas pode ser fundamental, tanto para o desenvolvimento e viabilidade dos leitões, como para a vida produtiva e longevidade da fêmea no plantel, fatores que influenciam diretamente os quilogramas de leitões desmamados/fêmea/ano.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da uniformização de leitegadas com leitões de diferentes pesos no consumo alimentar, assim como, nas perdas corporais no período lactacional, no desempenho reprodutivo subsequente de primíparas e no desempenho de suas leitegadas até o desmame.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 Uniformização das leitegadas**

A uniformização das leitegadas compreende a transferência de leitões de leitegadas mais numerosas para as menos numerosas ou a formação de leitegadas com leitões de peso similar ao nascimento (NEAL; IRVIN, 1991; STRAW; DEWEY; BURGI, 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001). É uma prática de manejo utilizada com o objetivo de aumentar as chances de sobrevivência e melhorar o ganho de peso dos leitões durante a lactação (MARCATTI NETO, 1986; ROBERT e MARTINEAU, 2001).

Devido ao emprego de matrizes hiperprolíficas houve certo comprometimento no desenvolvimento fetal, trazendo consequências como o aumento da variabilidade e diminuição do peso dos leitões ao nascimento (VARLEY, 1995; MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001b; DEWEY; DE GRAU, 2002; MILLIGANQUINIQU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002; GONDRED et al., 2005) que afetam a viabilidade e o desempenho subsequente. Alternativas de manejo, como a uniformização das leitegadas por peso e número, podem amenizar essas perdas e garantir melhores condições aos leitões.

Mover leitões entre leitegadas aumenta os custos com mão de obra e a chance de disseminar doenças e, dependendo do protocolo utilizado, pode-se não ter os efeitos

positivos esperados. A uniformização deve ser realizada, preferencialmente, entre oito e 24 horas após o parto, período em que a maioria dos leitões ainda não definiu os tetos e que ainda são capazes de absorver o máximo de imunoglobulinas (Igs) e células imunoativas do colostro de sua mãe biológica e adotiva (ROBERT; MARTINEAU, 2001; PIETERS et al., 2008).

## 2.1.1 Aspectos imunológicos da uniformização

### 2.1.1.1 Imunidade passiva

#### 2.1.1.1.1 Imunidade Humoral

A espécie suína possui placenta epiteliocorial e, dessa forma, os leitões nascem agamaglobulêmicos (KIM; BRADLEY; WATSON, 1966; BOURNE et al., 1978; NEWBY; STOKES; BOURNE, 1982; STOKES; BOURNE et al., 1989; BUTLER, 1998;). Assim, o colostro assume um papel muito importante na transferência de imunidade, tanto para a proteção inicial frente aos diferentes agentes infecciosos, quanto para a própria sobrevivência (BURTON; SMITH., 1977), principalmente, nos primeiros dias de vida. Isso porque, ao nascer, o leitão é exposto imediatamente a patógenos presentes no ambiente, entretanto, o tempo necessário para o leitão conseguir gerar uma resposta imune ativa capaz de lhe conferir proteção é de sete a dez dias (ROTH, 1999; SALMON, 1999).

Não somente a ingestão, mas a quantidade (WILLS et al., 1997) e a qualidade do colostro são essenciais para a saúde, a sobrevivência e o desempenho dos leitões. De acordo com Klobasa, Agr e Butler, (1987), a concentração de Igs no colostro decai conforme a lactação avança. Os níveis de IgG, imunoglobulina com maior concentração nas primeiras horas de lactação, diminui cerca de cinco vezes logo nas primeiras 24 horas de lactação.

A concentração de IgG no plasma de leitões neonatos está positivamente relacionada com a sobrevivência (HENDRIX et al., 1978). Heim et al., (2009) observaram relação positiva e significativa ( $r=0,81$ ;  $P<0,05$ ) entre a concentração de IgG no soro das matrizes e de seus leitões, quando estes ingeriram colostro nas primeiras 24 horas de vida. Isso ocorreu independente deles serem leitões filhos biológicos ou adotados, evidenciando, assim, a eficiência no processo de transferência passiva das imunoglobulinas (Igs) quando realizada nesse período.

É necessário ainda considerar que o epitélio intestinal dos leitões neonatos é permeável a macromoléculas, como as Igs, apenas nas primeiras horas de vida. A partir da 12ª hora esse mecanismo é diminuído e torna-se praticamente nulo entre 24 e 36 horas (LECCE; MATRONE, 1960; LECCE, 1971; BOURNE, et al., 1978; MACHADO NETO; GRAVES; CURTIS, 1987; DREW; BEVANDICK; OWEN, 1990; LANZA; SHOUP; SAIF, 1995), momento no qual os enterócitos do intestino delgado cessam a transferência de macromoléculas intactas através da membrana baso-lateral, processo conhecido como “fechamento intestinal” (SMITH; JARVIS., 1978; EKSTROM; WESTRÖN, 1991). Os fatores que explicam esse mecanismo ainda não estão claros, mas é reconhecido que os componentes do colostro aceleram o processo (BURTON; SMITH., 1977; SMITH; JARVIS, 1978; SVENDSEN et al., 1986; BATE et al., 1991; SANGILD et al., 1993; CONNELL et al., 1995)

Além da IgG, o colostro contém outras Igs e, além disso, ele também tem as funções de prover energia para os leitões (lipídios, lactose, outros carboidratos, proteínas), maturar e desenvolver o epitélio intestinal (tiroxina, bombesina, neurotensina, fatores do crescimento – EGF, TGF, IGF-I, TGF-II), maturar as enzimas intestinais (cortisol, insulina), estimular o fechamento intestinal e crescimento do pâncreas (cortisol), reforçar a ligação entre mãe e leitões, além de induzir o sono dos leitões (peptídeos opióides), entre outras (JENSEN et al., 2001). Segundo Nguyen et al. (2007), o colostro tem, inclusive, papel importante na transferência de citocinas, peptídeos responsáveis pelo desenvolvimento e modulação do sistema imune. Entre as principais, estão TGF- $\beta$ , IL-6 e IL-4. Essas, tem como função primordial, o aumento da resposta dos linfócitos B, gerando mais anticorpos circulantes e, no intestino, aumento da produção de IgA, além da maturação do sistema imune local.

A IgA é a Ig de maior concentração no leite a partir do terceiro dia de lactação (KLOBASA; AGR; BUTLER et al., 1987) e a principal responsável pela proteção da mucosa intestinal, não necessitando ser absorvida para isso. Por esse motivo, não somente o colostro, mas o leite também possui funções imunológicas essenciais para os leitões.

Quanto maior for o período entre o nascimento e a primeira mamada, maior será a chance de se estabelecer uma infecção. Dessa forma, para assegurar uma ingestão adequada de colostro, é essencial que os leitões sejam colocados a mamar já na primeira hora após o

nascimento (MORÉS et al., 1998). Em situações de leitegadas muito grandes, a identificação dos primeiros leitões que nasceram e a privação do contato com a matriz por alguns momentos após a ingestão do colostro podem ser ferramentas utilizadas para prover melhor acesso e ingestão daqueles que nascem mais tarde.

#### 2.1.1.1.2 Imunidade Celular

Atualmente, pesquisas vêm sendo realizadas e cada vez mais se evidencia a importância da imunidade celular na proteção contra algumas doenças, dentre elas, pneumonia enzoótica (*Mycoplasma hyopneumoniae*) (BANDRICK et al., 2008). Dessa forma, a transferência de imunidade celular passiva assume aspectos relevantes. Segundo Pieters et al. (2008), nenhum dos leitões nascidos de matrizes imunizadas e uniformizados antes de seis horas após o nascimento adquiriram esse tipo de imunidade. Além disso, apenas 22% daqueles nascidos de matrizes não imunizadas e transferidos antes de seis horas para matrizes imunizadas foram positivos no teste de Hipersensibilidade Tardia (DTH) para *Mycoplasma hyopneumoniae*, demonstrando assim a importância da ingestão do colostro da mãe biológica. Dessa forma, a transferência de leitões num período menor que seis horas pode afetar a transferência de imunidade celular passiva.

#### 2.1.1.2 Questões práticas considerando aspectos imunológicos da uniformização

Na prática, deve-se levar em consideração que é de extrema importância para o leitão adquirir passivamente, através do colostro, quantidades suficientes de Igs, bem como, de células imunoativas capazes de lhe conferir proteção contra os patógenos presentes em seu meio. Há de se enfatizar que ao realizar o manejo de uniformização, não há como evitar a transferência de agentes, por vezes patogênicos, entre baias ou celas. Dessa forma, torna-se fundamental o leitão estar protegido contra esses “novos” agentes, visto que a imunidade é antígeno específica. Assim, tanto os leitões transferidos, como aqueles que permaneceram com suas mães biológicas, mas em leitegadas submetidas ao manejo de uniformização, estão expostos a novos agentes aos quais necessitam proteção (BIERHALS et al., 2010).

Os leitões transferidos para outra leitegada deverão, portanto, receber proteção contra os patógenos presentes naquele que será agora seu meio. No entanto, isso só será possível se sua mãe adotiva ainda estiver produzindo colostro com altas concentrações de imunoglobulinas (KLOBASA; AGR; BUTLER, 1987) e se as células intestinais do leitão ainda estiverem permeáveis a macromoléculas (LECCE; MATRONE, 1960; LECCE, 1971; BOURNE, et al., 1978; MACHADO NETO; GRAVES; CURTIS, 1987; DREW; BEVANDICK; OWEN, 1990; LANZA; SHOUP; SAIF, 1995). Dessa forma, leitões uniformizados após 24 horas de vida ou em mães adotivas paridas a mais de 24 horas estarão sujeitos a uma menor proteção imunitária.

Por outro lado, os leitões que permanecem com suas mães biológicas, mas em leitegadas submetidas ao manejo de uniformização, estão sujeitos a agentes carreados pelos leitões adotados aos quais eles podem não estar protegidos e, obviamente, não terão como adquirir essa proteção de forma passiva. Assim, os leitões biológicos podem ter seu desempenho e viabilidade afetados por esse motivo. Esse efeito é maior em leitegadas de primíparas, pois geralmente essas fêmeas entraram em contato com um menor número de antígenos e, segundo Voisin et al. (2006), elas apresentaram quantidade de IgG no colostro 16% menor do que fêmeas de maior ordem de parto e, dessa forma, suas leitegadas são mais suscetíveis a patógenos.

Outro aspecto que deve ser levado em consideração é o número de leitões que são transferidos. Segundo Madec e Waddilove (2002), regras claras para adoções devem ser estabelecidas, e as transferências de leitões devem ser limitadas a no máximo 20%, como forma de atenuar várias doenças, dentre elas a circovirose. Isso se torna um problema para granjas, principalmente multiplicadoras, que uniformizam leitegadas por sexo, devido ao maior valor econômico de uma categoria, recebendo por isso, atenção especial. Nesse caso, no mínimo 50% são transferidos e prejuízos podem ser gerados.

### 2.1.2 Desempenho e viabilidade de leitões uniformizados

Sendo os principais objetivos da uniformização a melhoria do desempenho e da viabilidade dos leitões durante o período lactacional, vários trabalhos compararam o

desempenho de leitegadas uniformizadas ou não. Os resultados são contraditórios, mas isso pode ser devido às diferentes metodologias adotadas.

Segundo English e Bampton (1982), a taxa de mortalidade pré-desmame é 40% menor em leitegadas uniformizadas. Corroborando com essa idéia, Marcatti Neto (1986) observou uma diminuição de 50% na mortalidade (13,4 vs 6,7%) e, diferença ainda maior (75%) quando realizou esse manejo com leitões leves ao nascimento (<800g) (62,5 vs. 15,4%). Em contrapartida, Neal e Irvin (1991) observaram uma tendência dos leitões não uniformizados terem maior taxa de sobrevivência (4,8%) aos 21 dias e ao desmame (42 dias) (6,8%), partindo de animais com vigor semelhante ao nascimento. No entanto, quando os leitões tinham alto escore de vigor ao nascimento (fortes), os uniformizados tiveram melhor sobrevivência aos 21 dias e ao desmame (42 dias).

De maneira geral, o desempenho e a viabilidade de leitões e/ou leitegadas uniformizadas dependem de muitas variáveis, as quais devem ser levadas em consideração no momento da realização desse manejo, dentre elas: período após o nascimento; origem dos leitões (adotado, biológico ou ordem de parto de sua mãe biológica ou adotiva); número e tamanho dos leitões que compõem a leitegada. Além disso, deve-se considerar os fatores relacionados à fêmea: número de tetos viáveis; produção de leite (BEYER et al., 2007); qualidade do colostro (VOISIN et al., 2006); condição corporal ao parto; consumo alimentar durante a lactação e habilidade materna; além de condições ambientais que afetam diretamente o consumo da fêmea lactante podendo influenciar a sua produção de leite.

#### 2.1.2.1 Período em que a uniformização é realizada

Respaldado pelos aspectos imunológicos da transferência de imunidade passiva, considera-se como momento ideal para a realização da uniformização de leitegada o período entre seis e 24 horas após o nascimento. Além disso, após esse período, muitos leitões já definiram o teto específico de mamada e, mudanças após essa definição, normalmente, estão associadas a perdas de mamada e brigas por disputa de teto (ROBERT; MARTINEAU, 2001). Essas brigas podem gerar úlceras na pele servindo como porta de entrada para patógenos, como *Staphylococcus hyicus*, agente da epidermite exsudativa



(CARVALHO et al., 2007). Contudo, em muitas granjas esse período não é levado em consideração. Segundo Straw, Dewey e Burgi (1998), 60% das uniformizações ocorreram após uma semana de idade em 300 granjas avaliadas.

Marcatti Neto (1986) observou que, quando a uniformização é realizada no momento adequado, ocorre uma redução na taxa de mortalidade em relação à leitegada na qual não foi aplicado esse manejo (6,7% vs. 13,4%). Em compensação, quando leitões são uniformizados ao longo da lactação, o peso ao desmame desses é menor do que os não uniformizados (NEAL; IRVIN, 1991; ROBERT; MARTINEAU, 2001). Essa diferença pode ser pelo fato dos leitões adotados brigarem mais por tetos (ROBERT; MARTINEAU, 2001) e perderem algumas mamadas.

Realizando a uniformização entre 24 e 36 horas, Stewart e Diekman (1989) e Dewey, Gomes e Richardson et al. (2008) observaram menor desempenho de leitões uniformizados (180 a 210 g mais leves ao desmame) do que os não uniformizados ( $P < 0,05$ ). Quando o manejo foi realizado após as 48 horas a diferença foi ainda maior (800 g) ( $P < 0,0001$ ). Nos dois casos, os leitões uniformizados sofreram consequências de ordem imunológicas, sendo que naqueles uniformizados após 48 horas houve ainda problemas comportamentais decorrente da disputa por tetos.

Comprometimento no desempenho também foi observado por Parratt et al. (2006) quando utilizaram-se da uniformização no período de cinco dias antes do desmame. Um menor ganho de peso (198,2 vs 234,7 g/dia.  $P = 0,07$ ) em relação aos animais controle durante o período (16 – 21 dias de lactação) foi observado. Além disso, efeito semelhante ocorreu após o desmame, onde o ganho de peso diário foi de 85,4 e 101,1 g/dia ( $P < 0,001$ ) para os leitões uniformizados e não, respectivamente. Straw, Dewey e Burgi (1998) observaram que as transferências realizadas ao longo da lactação reduziram a variação no peso ao desmame em 41%, mas reduziram, também, a taxa de crescimento dos leitões em 20%.

Em granjas onde a uniformização de leitegadas é realizada uma vez ao dia, respeitar esse período ideal pode ser um problema, principalmente, naquelas fêmeas que terminam o parto entre zero e seis horas antes da uniformização. Nesses casos, os leitões são equalizados antes do momento ideal ou após as 24 horas de nascimento, caso forem uniformizados no dia seguinte. Em contrapartida, a realização desse manejo duas vezes ao

dia pode amenizar ou eliminar esse efeito e, conseqüentemente, garantir uma correta transferência de imunidade aos leitões (BIERHALS et al., 2010).

#### 2.1.2.2 Origem dos leitões

##### 2.1.2.2.1 Biológicos vs. Adotados

Robert e Martineau (2001) observaram um ganho de peso 13% menor na segunda semana de lactação em leitões adotados quando comparados aos biológicos. Esse fato foi atribuído às brigas devido a disputa por tetos que foram mais intensas nesse grupo de leitões. Esse efeito pode ter sofrido influência do período da realização do manejo de uniformização, que aconteceu em cinco momentos durante a lactação (4, 7, 10, 13 e 16 dias).

Quando o manejo é realizado no período considerado ideal, o desempenho e viabilidade de leitões biológicos e adotados se comparam. Heim et al. (2009) compararam três manejos de uniformização conforme a origem dos leitões. As leitegadas foram compostas de 100% leitões adotados, 100% biológicos ou 50% adotados com 50% biológicos. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre o peso dos leitões durante diferentes períodos da lactação. Da mesma forma, os leitões adotados e biológicos que mamaram na mesma mãe tiveram pesos semelhantes ( $P>0,05$ ) e foram desmamados com 5,06 e 5,17 kg, respectivamente. Corroborando com esses resultados, Bierhals et al. (2011) também verificaram desempenho e viabilidade semelhantes entre leitões biológicos e adotados quando ambos foram amamentados por fêmeas de mesma ordem de parto.

#### 2.1.2.2.2 Ordem de parto da mãe biológica e adotiva

A imunidade humoral passiva é específica aos antígenos para os quais o sistema imune da fêmea foi exposto. Assim, fêmeas mais velhas transferem, qualitativamente, uma melhor imunidade humoral. Além disso, estas fêmeas possuem maiores concentrações de IgG e IgA no colostro e leite em comparação a fêmeas mais jovens (KLOBASA; AGR; BUTLER, 1987). Dessa forma, leitegadas amamentadas por fêmeas mais velhas possuem imunidade contra maior número de antígenos e podem ter menor chance de comprometimento de seu desempenho.

Ao comparar leitões com origem em fêmeas de diferentes OP, Miller et al. (2006) não encontraram diferenças entre taxa de mortalidade pré e pós desmame entre filhos de OP1 e de OP5, mas a taxa de leitões “não econômicos”, os quais permaneceram mais tempo nas instalações e receberam maior aporte terapêutico, foi maior nos filhos de OP1 e esses também receberam duas vezes mais tratamento com antimicrobiano no período. Já Bierhals et al. (2011) não observaram um comprometimento na viabilidade, mas sim no desempenho de leitões uniformizados quando amamentados por primíparas, independentemente da ordem de parto da mãe biológica desse leitão, ao comparar com leitões amamentados por fêmeas de OP 5. Contudo, nesse trabalho a uniformização ocorreu no período ideal (oito-24h pós-nascimento) e o peso dos leitões à uniformização foi padronizado entre 1,2 e 1,6 kg.

Sabe-se que devido à menor produtividade de leite das primíparas, que é cerca de 15% menor do que uma secundípara (BEYER et al., 2007), seus leitões podem sofrer uma certa restrição alimentar e, conseqüentemente, serem desmamados mais leves. Leitões uniformizados em primíparas foram desmamados 16% mais leves do que aqueles que permaneceram com fêmeas de quinto parto (5,05 vs. 5,98 kg) (BIERHALS et al., 2011).

#### 2.1.2.3 Uniformização de leitões leves

Através de avanços genéticos, o número de leitões nascidos vivos/fêmea/ano aumentou e houve diminuição no peso médio dos leitões (DEN HARTOG; VESSEUR;

KEMP, 1994; MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001a) e, por vezes, a viabilidade e vitalidade foram afetadas negativamente (DAMGAARD et al., 2003), contribuindo para um aumento na mortalidade pré-desmame.

Os leitões com baixo peso ao nascimento possuem maiores problemas inerentes à termorregulação devido à maior relação entre superfície corporal e peso (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). Além disso, apresentam menores reservas energéticas, demoram mais para realizar a primeira mamada, aumentando a sensibilidade desses ao frio (LE DIVIDICH, 1999). Ainda, esses apresentam desvantagens quando uniformizados com leitões mais pesados no momento da definição do teto mamário (ENGLISH; WILKINSON, 1982). Esse efeito parece ser mais evidente em leitegadas numerosas ou em fêmeas velhas com baixo número de tetos viáveis (CUTLER et al., 1999). Dessa forma, atenção especial deve ser dada à uniformização desses leitões com o objetivo de lhes proporcionar melhor desempenho e viabilidade.

Trabalhando com múltiparas, Milligan, Fraser e Kramer (2001a) observaram mais episódios de brigas em leitegadas compostas somente por leitões leves. Em contrapartida, Souza (2010) não observou diferenças de brigas entre leitões leves, independentemente do tamanho dos leitões que dividiam a mesma leitegada. Todavia, maior percentual de mamadas perdidas nos dias 1, 2 e 4 pós-uniformização foi observada nos leitões leves, quando uniformizados com leitões pesados e, no dia 2, quando com médios. Além disso, menor número de mamadas no segundo dia pós-uniformização foi observado em leitegadas compostas somente por leitões leves em comparação àquelas onde leitões médios ou pesados foram uniformizados juntamente com leves (22,9b; 26,3a e 27,6a, respectivamente) ( $P < 0,09$ ). Dessa forma, o número de mamadas produtivas dos leitões leves nos dias 2 e 4 não diferiram, independentemente do tamanho dos leitões que pertenciam à mesma leitegada ( $P > 0,10$ ). Da mesma maneira, o peso dos leitões leves foi semelhante entre os grupos nos dias 4, 8, 12 e 16 de lactação ( $p > 0,1$ ). Assim, em múltiparas, o desempenho de leitões leves parece não ser comprometido pelo tamanho dos leitões de sua leitegada.

No entanto, quando a questão é a viabilidade dos leitões leves, o tamanho e o número dos leitões que dividem a mesma leitegada podem exercer influência. Os leitões com baixo peso ao nascer apresentam maiores chances de sobrevivência em leitegadas pequenas, independentemente do tamanho dos leitões agrupados (CUTLER et al., 1999). Já

quando uniformizados com leitões pesados (>1,7kg) apresentam maior mortalidade (11%) do que quando uniformizados com médios (1,4-1,6kg) ou com os de peso similar (5,8 e 4,6%, respectivamente) (SOUZA, 2010). Isso se torna mais evidente quando associado a leitegadas numerosas (DEEN; BILKEI, 2004). Dessa forma, em múltiparas, a uniformização de leitões leves com pesados deve ser evitada devido o comprometimento da viabilidade.

#### 2.1.2.4 Número e tamanho dos leitões

A uniformização de leitegadas por número e peso de leitões traz muitas consequências e questionamentos, tanto sobre eles como em relação à fêmea. Devido à hiperprolificidade proporcionada por avanços genéticos, observa-se em várias granjas um nascimento superior a 12 leitões vivos/parto, chegando, em alguns casos, a números superiores a 15 (THORUP, 2009). Dessa forma, a manutenção de uma leitegada desse tamanho, durante toda a lactação, pode ser produtiva e economicamente inviável e o manejo com amas-de-leite pode tornar-se uma alternativa a ser considerada.

Thorup (2009) uniformizou leitegadas com diferentes números de leitões (11, 13 ou 15) e avaliou a viabilidade, desempenho e produtividade do rebanho. Quando as leitegadas foram formadas por 15 leitões houve numericamente mais partos/fêmea/ano devido à menor necessidade de amas-de-leite. Contudo, numericamente, apresentaram menor quantidade de leitões/desmamados/fêmea/ano em consequência da menor viabilidade e desempenho desses leitões durante a lactação. Em contrapartida, apesar da maior necessidade de amas-de-leite quando as leitegadas foram menores (11 ou 13 leitões), a menor taxa de refugo, mortalidade e peso dos leitões ao desmame sustentaram um maior número e kg de leitões desmamados/fêmea/ano. Dessa forma, a manutenção de leitegadas grandes parece trazer menor produtividade ao plantel.

Stewart e Diekman (1989) compararam o desempenho de leitegadas pequenas (seis leitões) e grandes (12 leitões), e observaram que leitões uniformizados em leitegadas pequenas tiveram maior peso aos 21 dias de idade ( $6,60 \pm 0,05$  vs.  $5,32 \pm 0,08$  kg), maior taxa de sobrevivência (0,86 vs. 0,79%), e alcançaram os 105 kg com menor idade ( $190 \pm 1,7$  vs.  $195 \pm 1,2$  dias). Semelhantes resultados foram obtidos por Milligan, Fraser e Kramer

(2001a) e Deen e Bilkei (2004), demonstrando uma menor competição entre leitões de leitegadas pequenas.

#### 2.1.2.5 Uniformização em primíparas

Ao realizar o manejo de uniformização de leitegadas, não há como ignorar quais serão as consequências inerentes à fêmea, tais como produção de leite, consumo alimentar e perdas corporais diretamente proporcionais.

Caracteristicamente, fêmeas com intenso catabolismo na lactação possuem menores concentrações e frequência de pulsos de LH ao desmame (KIRKWOOD, 1987) e podem ter um prolongado intervalo desmame-estro (IDE), afetando diretamente o desempenho reprodutivo subsequente (POLEZE et al., 2006). Além disso, alterações no perfil de aminoácidos, induzidos por uma restrição proteica na dieta e perda de proteína corporal, alteram a secreção de LH através da modificação de neurotransmissores envolvidos na secreção de GnRH (QUESNEL et al., 2005).

Vesseur, Kemp e Den Hartog (1994) avaliaram os efeitos das perdas corporais durante a lactação de fêmeas com diferentes ordens de parto sobre o IDE e percentagem de tratamentos hormonais para induzir o retorno ao estro. Diferenças significativas no IDE foram encontradas em primíparas e secundíparas com perdas de peso a partir de 7,5% (11,7 e 8,0 dias, respectivamente), sendo que perdas acima de 12,5% ocasionaram maior necessidade de tratamento hormonal, além de ter sido a classe com maior IDE (14,7 e 8,5 dias para primíparas e secundíparas, respectivamente). Mesmo efeito não foi observado em fêmeas com ordem de parto  $\geq 3$ .

Além de possuírem uma menor capacidade de ingestão, o consumo alimentar de primíparas pode variar consideravelmente entre diferentes granjas ou até mesmo dentro da própria. Fatores como genética (WILLIAMS, 1998), condição corporal ao parto (REVELL et al., 1998), temperatura ambiente (MORALES, 2010), qualidade da ração e da água, manejo de arraçoamento, entre outras, podem influenciar o consumo voluntário da fêmea lactante.

O aumento do tamanho da leitegada nem sempre é acompanhado por incremento no consumo de ração por parte da fêmea. Quesnel, Etienne e Père (2007) avaliaram o consumo

de fêmeas divididas em três tratamentos conforme número de leitões lactentes e disponibilidade de ração (T1: 7 leitões, ração restrita; T2: 7 leitões, ração à vontade; T3: 13 ou 14 leitões, ração à vontade) e não observaram diferença no consumo entre os grupos que receberam ração à vontade. Consequentemente, as fêmeas do grupo T3 apresentaram maiores perdas corporais durante o período comparado àquelas do grupo T2 (Tabela 1).

Tabela 1. Consumo alimentar e perdas corporais durante a lactação de fêmeas submetidas a diferentes tamanhos de leitegadas e disponibilidade de alimento (Adaptado de Quesnel, Etienne e Père (2007))

Item	Tratamento			P
	T1*	T2*	T3*	
N	8	6	7	
Consumo alimentar médio (Mcal EM/d)	13,67 <sup>b</sup>	14,94 <sup>ab</sup>	15,85 <sup>a</sup>	< 0,001
Mudança de peso corporal (kg)	-12,0 <sup>c</sup>	0,2 <sup>b</sup>	-20,7 <sup>a</sup>	0,003
Mudança de espessura de toucinho	-4,4 <sup>a</sup>	-0,3 <sup>b</sup>	-4,0 <sup>a</sup>	0,006
Mudança de gordura corporal (%)	-24,3 <sup>a</sup>	-2,1 <sup>b</sup>	-28,2 <sup>a</sup>	0,003
Mudança de proteína corporal (%)	-2,7 <sup>ab</sup>	-0,4 <sup>b</sup>	-8,0 <sup>a</sup>	0,035

\*T1: 7 leitões, ração restrita; T2: 7 leitões, ração à vontade; T3: 13 ou 14 leitões, ração à vontade.

Há correlação linear positiva e significativa entre produção de leite e número de leitões lactentes ( $P < 0,001$ ) (NIELSEN et al., 2002). Além disso, existem diferenças na produção de leite de acordo com o peso dos leitões e consequente vigor na sucção (van der STEEN; de GROOT, 1992).

O tamanho da leitegada pode ser o maior determinante para a captação de aminoácidos (AA) pela glândula mamária. Isso se dá pelo aumento do fluxo de plasma na glândula mamária devido à maior estimulação, diferentemente do mecanismo que ocorre com o progresso da lactação, onde a maior captação de AA é garantida pela adaptação das células alveolares, sem haver alteração no fluxo de plasma (NIELSEN et al., 2002). Assim, fêmeas com grandes leitegadas estão sujeitas a maiores exigências protéicas. Segundo Schenkel et al. (2007) fêmeas que perderam mais que 10% de massa protéica na lactação tiveram menor número de leitões nascidos no segundo parto.

Esse efeito é muito relevante em primíparas, pois elas não são capazes de compensar o déficit de proteína da dieta, devido ao mau balanceamento dessa ou menor consumo, através da mobilização de reservas corporais (REVELL et al., 1998). Assim, sob condições de alta demanda por leite, associadas, geralmente, a leitegadas grandes no final da lactação, ocorre um comprometimento na produção leiteira e, conseqüentemente, menor desempenho da leitegada, além dos problemas reprodutivos já citados.

Durante a lactação, a energia ingerida deve atender a manutenção, produção de leite, além de crescimento corporal em primíparas, sendo que a produção de leite corresponde a 65-80% de toda exigência, dependendo da ordem de parto e tamanho da leitegada (CLOSE; COLE, 2001).

Em uma situação de carência energética, a fêmea suína é capaz de manter a produção de leite, desde que tenha suficientes reservas corporais para mobilizar, garantindo, assim, o desempenho dos leitões. Esse fato torna as perdas corporais ainda mais significativas. Em contrapartida, fêmeas com excessivas perdas corporais devido ao baixo consumo de energia na lactação, ao atingir o limiar de perdas, diminuem a mobilização, perdem menos peso para garantir o seu bem-estar e, dessa forma, o desempenho de sua leitegada fica comprometido (MULLAN; CLOSE; COLE, 1989).

Ao comparar leitões que permaneceram com primíparas ou com fêmeas de quinto parto, Bierhals et al. (2011) observaram GPD de 200 e 250g/leitão/dia, respectivamente, em leitegadas com 11 leitões com peso médio à uniformização de 1,44 kg. Assim, houve restrição no desempenho dos leitões que permaneceram com primíparas devido à menor produção de leite. Dessa forma, a uniformização também deve levar em consideração a capacidade de produção de leite da fêmea para evitar ao máximo a restrição no desempenho da leitegada.

Segundo Bierhals et al., (2010), em situações de consumo alimentar diário inferior a 4kg MS/dia a manutenção de leitegadas com mais de 10 leitões pode exigir perdas corporais superiores a 7,5% do peso corporal, e o desempenho dos leitões pode ser comprometido, principalmente, quando eles tem alto peso à uniformização. Em contrapartida, em granjas onde o consumo médio das primíparas é superior a 5,0kg MS/dia, leitões com mérito genético para GPD de 170 e 230g/leitão/dia em leitegadas de 14 e 10 leitões, respectivamente, podem ser uniformizados.



Além disso, a uniformização de leitegadas com maior número ou peso de leitões em múltiparas pode ser uma alternativa para garantir o desempenho dos leitões e evitar problemas reprodutivos às primíparas, pois essas fêmeas possuem um maior consumo alimentar durante a lactação, produzem mais leite (BEYER et al., 2007) e são mais resistentes ao comprometimento reprodutivo subsequente (VESSEUR; KEMP; DEN HARTOG, 1996). Ainda há de se considerar que a manutenção de leitegadas pequenas ou leitões leves em múltiparas traz uma subutilização da sua capacidade de produção de leite e, conseqüentemente, a produtividade da granja.

Contudo, há correntes que afirmam que um maior número de leitões pode estimular o desenvolvimento da glândula mamária e a produção de leite para a próxima lactação (FRASER; THOMPSON; RUSHEN, 1992; QUESNEL; ETIENNE; PÈRE, 2007). Dessa forma, se pode especular que a produção de leite em glândulas succionadas por leitões leves também pode ser comprometida na lactação subsequente devido ao menor estímulo da glândula mamária proporcionado por esses leitões.

## **2.2 Produção de leite**

Os principais componentes do leite na espécie suína são proteína, lactose e lipídeos. A taxa de transação da corrente sanguínea para a glândula mamária é determinada pela concentração de substratos e, algumas vezes, pela concentração de inibidores (PETTIGREW, 1998). A lactose é o agente osmótico e, portanto, responsável pela quantidade de leite produzido pela matriz suína.

A síntese de componentes do leite está na dependência de fatores endócrinos e do número de células da glândula mamária. A nutrição pode influenciar diretamente a síntese de componentes do leite. Por exemplo, há um incremento na porcentagem de gordura no leite quando ocorre suplementação de gordura na dieta (PETTIGREW, 1981). Da mesma forma, a suplementação de ácido linoléico através da dieta proporciona sua excreção pelo leite. Outros fatores podem afetar a produção de leite, os principais serão abordados em forma de tópicos a seguir.

### 2.2.1 Influência da ordem de parto

A produção de leite de fêmeas primíparas e fêmeas ordem de parto (OP) 4 foi de 85% e 106%, respectivamente, ao serem comparadas com secundíparas (BEYER et al., 2007). Esse comprometimento em primíparas também foi observado na produção de colostro, onde a concentração de IgG foi 16% menor que em fêmeas de maior ordem de parto (VOISIN et al., 2006).

O colostro é o maior determinante da sobrevivência dos leitões no início da lactação (FARMER; QUESNEL, 2009), mas assim como o leite, também é fonte de nutrientes. Dessa forma, uma maior produção de leite e colostro pode prover aos leitões um maior aporte de nutrientes e, conseqüentemente, melhor desempenho, ou seja, além da maior transferência de imunidade passiva, fêmeas de maior ordem de parto produzem mais leite e, por conseguinte, desmamam leitões mais pesados (BIERHALS et al., 2011).

### 2.2.2 Influência do estado metabólico da fêmea em lactação

O estado metabólico de uma matriz durante a lactação é determinado pela interação de três fatores: quantidade de nutrientes absorvidos; quantidade de reservas protéicas; e, gordura e composição do leite produzido. Indiretamente, as seleções genéticas para maior tamanho de leitegada e produção leiteira proporcionaram um maior estado catabólico às fêmeas durante a lactação. O estado metabólico da fêmea nessa fase influencia a quantidade e a composição do leite produzido (PETTIGREW, 1998). Além disso, há relação com liberação de hormônios reprodutivos afetando diretamente o desenvolvimento dos folículos ovarianos (PETTIGREW, 1998). Dessa forma, o desempenho da leitegada e subseqüente reprodução da matriz são afetados pelo estado metabólico da fêmea lactante.

### 2.2.3 Influência da leitegada

Segundo Harrell, Thomas e Boyd et al. (1993), o leite torna-se limitante para o crescimento dos leitões a partir do oitavo e décimo dia de lactação, sendo que no 21º dia há

necessidade de uma produção em torno de 18L/dia para atender as exigências da leitegada. Essa produção de leite tem correlação positiva com o tamanho da leitegada. Já correlação negativa foi observada entre o tamanho da leitegada e o consumo de leite individual dos leitões (AULDIST et al., 1995). Portanto, leitegadas maiores estimulam uma maior produção de leite pela fêmea e, em contrapartida, um desempenho inferior da leitegada é esperado.

O tamanho e o peso dos leitões juntamente com o vigor e/ou intensidade de sucção exercem um papel na quantidade de leite produzido. Vários autores observaram grande diferença na produção de leite de acordo com o peso e conseqüente vigor na sucção (van der STEEN; de GROOT, 1992). Isso ficou mais evidente quando King et al. (1997) observaram um aumento de 26% na produção de leite na primeira semana de lactação quando leitões de duas semanas foram uniformizados em fêmeas recém paridas. Inversamente, quando leitões recém nascidos foram uniformizados em fêmeas na terceira semana de lactação houve uma diminuição de 22% na produção de leite.

A explicação para correlação positiva entre tamanho dos leitões e produção de leite é sugerida por Fraser (1984), que afirma que leitões maiores massageiam as glândulas mais vigorosamente no período de pré-ejeção e direcionam maior suplemento sanguíneo ao local. Além disso, leitões mais pesados são mais eficientes em esgotar os tetos, diminuindo os “feedbacks” inibidores da lactação (HARTMANN; ATWOOD; COX, 1995).

Em outro trabalho, Pluske et al. (1998) compararam fêmeas suplementadas com 38% a mais de energia via sonda gástrica com fêmeas que receberam alimentação “*ad libitum*” durante 28 dias de lactação e não observaram diferença na produção de leite nem no desempenho dos leitões. Assim, ficou evidente que o limite máximo da produção de leite é determinado pela capacidade das células secretoras de leite. Além disso, esses dados suportam ser o leitão que determina a produção de leite no início da lactação, mas, na seqüência, a suplementação de substratos assume um papel mais importante. Isso é controlado, primariamente, pelo consumo da fêmea, mas também pela mobilização de reservas corporais (AULDIST; KING, 1995).

#### 2.2.4 Influência da seleção genética

A seleção para alta taxa de crescimento e pequena espessura de toucinho influenciou diretamente a produção e a composição do leite em fêmeas suínas. Houve uma diminuição no consumo voluntário pelas fêmeas durante a lactação e, mesmo assim, elas produzem mais leite (35% a mais) do que há 30 anos (REVELL; WILLIAMS, 1993; BEYER et al., 2007).

Tem-se sugerido que a eficiência na síntese do leite tem aumentado e que matrizes são capazes de aumentar a produção sem necessitar consumir mais para isso (PLUSKE et al., 1995). Outra explicação recorre sobre um aumento de tecido mamário e conseqüentemente maior número de células para síntese de leite. Contudo, Mackenzie e Revell (1998) ao observarem um aumento de 20% na produção de leite em primíparas em um período de 45 anos (1952-1997), associado à menor idade e menor peso corporal, sugerem que somente o incremento proporcionado pelo tecido mamário não explica totalmente esse acréscimo na produção leiteira.

### **3 ARTIGO**

ARTIGO A SER SUBMETIDO À COMISSÃO EDITORIAL DA REVISTA  
“LIVESTOCK SCIENCE”

---

A formatação do artigo segue as normas da revista “Livestock Science”

1 **Influence of piglets weight at crossfostering on the performance of primiparous sows**  
2 **and their litters**

3

4 **T. Bierhals<sup>a</sup>, D. Magnabosco<sup>a</sup>, R.R. Ribeiro<sup>a</sup>, J. Perin<sup>a</sup>, R.A. da Cruz<sup>a</sup>, M.L. Bernardi<sup>b</sup>,**  
5 **I. Wentz<sup>a</sup>, F.P. Bortolozzo<sup>a\*</sup>**

6

7 *<sup>a</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) – Faculdade de Veterinária – Setor*  
8 *de Suínos, Av. Bento Gonçalves 9090, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS – Brazil*

9 *<sup>b</sup> UFRGS – Faculdade de Agronomia– Departamento de Zootecnia, Av. Bento Gonçalves,*  
10 *7712, CEP 91540-000, Porto Alegre, RS – Brazil*

11

12 \* Corresponding author. Tel.: +55 5133088043; fax: +55 5133086132.

13 *E-mail address:* fpbortol@ufrgs.br (F.P. Bortolozzo).

14

15 **ABSTRACT**

16 The objective of this study was to evaluate the effect of crossfostering piglets with  
17 different birth weight on feed intake, body reserve losses and reproductive performance of  
18 primiparous sows and on performance of their litters until weaning. Primiparous sows were  
19 allocated in three groups: group A (n= 31) – litters with 14 Light piglets (1.0-1.2 kg); group  
20 B (n= 32) – litters with seven Light piglets and seven Intermediate piglets (1.4-1.6 kg), and  
21 group C (n= 31) – litters with 14 Intermediate piglets. Sows were weighed up to 24 h after  
22 farrowing and on days 7, 15 and 19 of lactation. Feed intake was measured daily during  
23 lactation. Data regarding the weaning-to-estrus interval (WEI), farrowing rate and number  
24 of piglets born were obtained from a backup of the farm's management program. Piglets

25 were individually weighed at crossfostering (day zero) and day 19 of lactation. Variables  
26 concerning the performance of piglets were analyzed as four groups (A, B1, B2 and C)  
27 where B1 and B2 corresponded to Light and Intermediate piglets of group B, respectively.  
28 The average daily feed intake and body reserve losses of sows during lactation were not  
29 influenced by the weight of piglets at crossfostering ( $P>0.10$ ). The percentage of sows  
30 showing estrus until Day 7 after weaning was lower ( $P=0.07$ ) and WEI was higher ( $P=$   
31  $0.08$ ) in group C compared to group A. Farrowing rate and second litter size were similar  
32 among groups ( $P>0.10$ ). The piglets from B2 group had a higher daily weight gain and a  
33 higher weight at Day 19 ( $P=0.07$ ) than the piglets of group C. In conclusion, litters  
34 composed entirely of Intermediate piglets prolonged WEI of sows compared to litters with  
35 Light piglets. Intermediate piglets perform better when competing with lighter piglets than  
36 with piglets of similar weight.

37

38 *Keywords:*

39 Crossfostering

40 Primiparous

41 Piglets

42 Weight

43 Reproductive performance

44

## 45 **1. Introduction**

46 Crossfostering is used to obtain litters with a similar number of piglets or with  
47 homogeneous weight, which increases the survival and weight gain of piglets until weaning

48 (Robert and Martineau, 2001). Factors such as size of the piglets (Milligan et al., 2001),  
49 parity order of adoptive dam (Bianchi et al., 2006; Bierhals et al., 2011) and percentage of  
50 transferred piglets (Madec and Waddilove, 2002) can affect the success of crossfostering.

51 The survival rate of piglets can be reduced when piglets of different size are  
52 crossfostered in pluriparous sows (Milligan et al., 2001; Deen and Bilkei, 2004). However,  
53 there is a lack of information regarding the viability and performance of litters composed of  
54 piglets of different weight, in primiparous sows. In addition to being one of the more  
55 numerous categories of a pig herd (Straw, 1984), first parity sows are highly susceptible to  
56 body reserve losses (Noblet et al., 1998), which can compromise their subsequent  
57 reproductive performance (Vesseur et al., 1994; Schenkel et al., 2010).

58 Litters with a great number of piglets have a greater stimulation of milk production  
59 (Smith et al., 1992), but there is no proportional increase in the sows' feed intake, thus  
60 resulting in higher body reserve losses (Quesnel et al., 2007). On the other hand, litters of  
61 small size can compromise the development of mammary gland and milk production in the  
62 subsequent lactation (Fraser et al., 1992). A greater stimulus to the mammary complex and  
63 a subsequent higher milk production can be induced by piglets with a higher body weight  
64 (Fraser, 1984). Therefore, is essential to determine the size of piglets to be crossfostered in  
65 primiparous sows so that an excessive lactational catabolism can be avoided and the  
66 performance of piglets is not compromised.

67 The objective of this study was to evaluate the effect of crossfostering piglets with  
68 different birth weights on feed intake, body reserve losses and the reproductive  
69 performance of primiparous sows and on the performance of litters until weaning.

70

71



## 72 2. Materials and Methods

### 73 2.1. Animals, facilities and general management practices

74 The study was performed with primiparous sows (DB25® line – Landrace x Large  
75 White) in the South Region of Brazil (parallel 27°), from January to April 2010, during the  
76 hot season of this subtropical region. Pluvial precipitation ranged from 136 to 170  
77 mm/month. Average temperature ranged from 18.8°C to 21.4°C whereas minimum and  
78 maximum temperatures ranged from 13.0°C to 24.5°C and from 22.0°C to 37.5°C,  
79 respectively. Air humidity ranged from 31% to 99% with 80% of the days reaching a value  
80 of  $\geq 70\%$ .

81 During pregnancy, gilts were automatically fed twice a day with a corn soybean diet  
82 (3,000 kcal ME/kg, 16.2% CP and 0.84% lysine). Between 0 and 5 days of gestation (day 0  
83 = day of first AI) females received 1.8 kg of feed per day. From 6 to 85 days of gestation,  
84 1.8, 2.0 or 2.2 kg of feed per day was provided according to the body condition score of the  
85 sows (Young et al., 2004). After this, they were fed 3.3 kg with a gradual reduction in the  
86 quantity provided, from 3.3 kg (5 days before the expected farrowing) to 1 kg (1 day before  
87 the expected farrowing). After farrowing, sows received feed *ad libitum* with a corn  
88 soybean lactation diet (3,330 kcal ME/kg, 20.1% CP and 1.1% lysine). Water was provided  
89 *ad libitum* to females throughout the study. Creep feed was not available for piglets.

90 The farrowing house consisted of 16 rooms with 64 farrowing crates in each. Crates  
91 were equipped with water nipples and automatic feeders and had a full plastic slatted floor.  
92 Farrowing induction was performed at 114 days of gestation using 0.06mg PGF<sub>2</sub>-alfa  
93 analogue injection (Dinoprost Tromethamine, Lutalyse®; Pharmacia & Upjohn, México  
94 O.F., Mexico) by vulvar submucosal route. Farrowings were supervised 24 h a day.

95           After weaning, females were housed in individual crates in the gestation building,  
96 which had a casting concrete floor. Estrus detection was performed daily by back pressure  
97 test in the presence of mature boars (older than 12 months). The sows were inseminated  
98 with pooled semen doses containing 3 billion sperm cells diluted in 85 mL of BTS extender  
99 (Beltsville Thawing Solution—MINITUB®). The semen doses were stored at 15–18 °C  
100 and were used for AI within a maximum of 72 h. The first AI was performed around 12 h  
101 after the onset of estrus and then every 24 h until sows were on estrus.

102

### 103 *2.2. Study design*

104           Sows with locomotor disorders, abscesses, less than 14 functional teats and a history  
105 of reproductive problems were not included in the study. Three groups of primiparous sows  
106 were initially formed (n= 35 each group): group A – litters with 14 Light (1.0-1.2 kg)  
107 piglets; group B – litters with seven Light piglets and seven of Intermediate (1.4-1.6 kg)  
108 piglets, and group C – litters with 100% Intermediate piglets. A homogeneous distribution  
109 of sows in the groups was performed according to farrowing date, number of total born  
110 piglets and body weight at farrowing. Litters were composed of 14 adopted piglets, all of  
111 feminine sex, which were crossfostered between 8 and 24 h after birth.

112

### 113 *2.3 Data collection*

114           Body weight (BW), backfat thickness (BT) and body condition score (BCS) were  
115 measured at a maximum of 24 h after farrowing and again at day 19 of lactation. Body  
116 weight of sows was also measured on days 7 and 15 of lactation. Measurements of BT were  
117 taken at P2 point on the last rib, 6.5 cm away from the midline of the vertebral column with  
118 A-mode ultrasonography (Renco Lean Meter®-Renco Corporation, Minneapolis, MN)

119 within a range of 1 mm. The evaluation of BCS was performed according to a scale of 1  
120 (very thin) to 5 (obese) points (Young et al., 2004), including intermediate values of 0.5  
121 point. Percentages of body fat and body protein were estimated according to the equations  
122 of Whittemore and Yang (1989). The loss of BW, protein mass and fat mass, between  
123 parturition and weaning, were expressed in kilograms and also as percentages in relation to  
124 BW, body protein mass and fat mass at parturition. Feed refusals were daily weighed in  
125 order to determine the average daily feed intake (ADFI). Data regarding the weaning-to-  
126 estrus interval (WEI), farrowing rate and number of piglets born were obtained from a  
127 backup of the farm management program PigCHAMP®.

128 Piglets were individually weighed with a digital balance (5g of precision) at  
129 crossfostering (day zero) and day 19 of lactation. In the 20 litters of group B, the teat being  
130 sucked by each piglet was recorded in the second week of lactation (Fraser et al., 1992).  
131 The survival rate of piglets was determined at Day 19 of lactation.

132

#### 133 *2.4 Statistical analyses*

134 All statistical analyses were performed with Statistical Analysis System software,  
135 version 9.1.3 (SAS, 2005). Differences among groups were considered as significant at  
136  $P < 0.10$ . Variables concerning the performance of sows were analyzed taking into account  
137 the three initial groups (A, B and C), whereas variables concerning the performance of  
138 piglets were analyzed as four groups (A, B1, B2 and C) where B1 and B2 corresponded to  
139 the Light and Intermediate piglets of group B, respectively. The analyses concerning the  
140 performance of piglets were performed using litters as experimental units. The frequency of

141 distribution of piglets among classes of teats took into account the anatomical pairs of teats:  
142 cranial (1-2); abdominal (3-5) and inguinal (6-8).

143 The following variables were analyzed with the GLM procedure of SAS and  
144 comparisons among groups were performed with the Tukey-Kramer test: weight of piglets,  
145 daily weight gain (DWG) of piglets, weight gain of piglets according to teat classes, ADFI  
146 of sows, body reserves (BW, BT) of sows, body reserve losses (loss of BW, BT, body fat  
147 mass and body protein mass) of sows, WEI, total number of piglets born, and number of  
148 piglets born alive. The variables ADFI and daily loss of BW were analyzed taking into  
149 account three periods of lactation: 0-7 days; 8-15 days, and 16-19 days. Analyses of these  
150 variables were performed as repeated measures using the MIXED procedure including  
151 fixed effects of group, period and interaction between group and period. The survival rate  
152 of piglets, coefficient of variation of piglets' weight at Day 19 of lactation and BCS of sows  
153 were analyzed with the NPAR1WAY procedure and groups were compared by the Kruskal-  
154 Wallis test. Percentages of females with WEI  $\leq$  7 days, farrowing rate and percentage of  
155 piglets in each teat class were analyzed with the Chi-square test.

156

### 157 **3. Results**

158 From 105 selected females, 11 were excluded during the study (5 dead, 2 with  
159 locomotor disorders and 4 due to a feed intake lower than 0.5 kg/d during the first week of  
160 lactation, 31, 32 and 31 sows remaining, for groups A, B and C, respectively.

161 After farrowing, sows weighed  $189.1 \pm 12.6$  kg, had  $15.6 \pm 2.2$  mm BT and  $3.6 \pm$   
162  $0.3$  BCS. Sows weaned on average  $13.3 \pm 0.1$  piglets. None of these variables were  
163 different among groups ( $P > 0.10$ ).

164 Results of performance and survival rate of piglets are shown in Table 1. Weight at  
165 Day 19, DWG, CV of weaning weight and survival rate were similar ( $P > 0.10$ ), for A and  
166 B1 groups. Piglets from the B2 group had a higher survival rate, weight at Day 19 and  
167 DWG, and lower CV of weaning weight than piglets from the other groups ( $P \leq 0.07$ ). A  
168 higher weight at Day 19 was observed in C piglets than in A and B1 piglets ( $P < 0.05$ ) but  
169 DWG was similar ( $P > 0.10$ ) for A and C piglets. A similar survival rate and CV of  
170 weaning weight were observed for A, B1 and C piglets ( $P > 0.10$ ).

171 Within group B, cranial teats were similarly sucked by Light (B1) and Intermediate  
172 (B2) piglets (28.1% vs. 28.9%). Nevertheless, abdominal teats were sucked more by  
173 Intermediate piglets (51.9% vs. 31.1%;  $P < 0.001$ ), whereas Light piglets predominated in  
174 inguinal teats (40.0% vs. 20.0%;  $P < 0.001$ ). Light piglets were heavier at weaning if they  
175 sucked abdominal teats compared to inguinal teats (4.82 vs. 4.39 kg /day;  $P = 0.03$ ).  
176 However, weaning weight was similar ( $P > 0.10$ ) for Intermediate piglets when they sucked  
177 abdominal or inguinal teats (5.84 vs. 5.53 kg).

178 Regarding sows, there was no effect of the interaction ( $P > 0.10$ ) among groups of  
179 piglets' weight and lactation period on BW loss and ADFI. Overall, ADFI was  $4.5 \pm 0.9$  kg,  
180 which was not influenced by crossfostering piglets' weight, but a gradual increase in ADFI  
181 was observed with progression of lactation (Table 2).

182 Daily BW loss was higher at 8-15 days than at 0-7 days of lactation (Table 2),  
183 which corresponded to losses of 0.51% and 0.27% per day, respectively. There were no  
184 differences ( $P > 0.10$ ) among groups in body reserve losses (BW, BT, BCS, body fat mass  
185 and body protein mass) during 19 days of lactation (Table 3). Overall, sows lost on average  
186 14.3 kg BW, which corresponded to 7.6% of their BW at farrowing.

187 Results concerning the subsequent reproductive performance are shown in Table 4.  
188 Percentage of sows showing estrus until Day 7 after weaning was lower ( $P = 0.07$ ) and  
189 WEI was higher ( $P = 0.08$ ) in group C compared to group A. Overall, sows that showed  
190 estrus after 7 days had a lower number of piglets born in the second farrowing (12.0 vs.  
191 14.2;  $P = 0.02$ ) although differences in the second litter size among groups were not  
192 observed ( $P > 0.10$ ). Farrowing rates were similar among groups ( $P > 0.10$ ).

193

#### 194 **4. Discussion**

195 The fact that DWG of piglets in group A and C were similar suggest that milk yield  
196 of primiparous represented an adequate nutritional supply for Light piglets in group A, but  
197 insufficient for Intermediate piglets of group C. It is known that the number of milk  
198 producing cells and the activity of these cells determine milk yield (Dijkstra et al., 1997). In  
199 primiparous sows, the mammary gland size (tissue and DNA) is lower than in multiparous  
200 sows (Nielsen et al., 2001), resulting in a reduction of up to 21% in milk production  
201 compared to parity-four females (Beyer et al. 2007). Thus, sow parity in which the piglet  
202 will remain during lactation affects its performance and may restrict its genetic potential for  
203 weight gain. In another study, piglets with a similar weight at crossfostering (on average  
204 1.44 kg) had a lower daily weight gain (200 x 250 g) when nursed by primiparous  
205 compared to parity-five sows (Bierhals et al., 2011).

206 When crossfostered with heavier littermates, low birth weight piglets usually suck  
207 the inguinal teats, which produce less milk (English and Wilkinson, 1982), and they miss  
208 more nursing episodes and have a higher mortality rate (Deen and Bilkei, 2004). Our data  
209 demonstrated that Light piglets tend to remain in the inguinal teats when crossfostered with  
210 Intermediate piglets. The higher DWG of Light piglets when sucking abdominal teats

211 compared to inguinal teats is linked to the fact that piglets sucking cranial and abdominal  
212 teats usually have a higher DWG, which is attributed to higher weight and DNA content of  
213 these glands, already in the period pre-farrowing (Kim et al., 2000). Nevertheless, the  
214 performance of Intermediate piglets that sucked inguinal teats was not compromised  
215 probably because they were heavy enough to properly stimulate the glands (Fraser, 1984).  
216 The higher survival rate of Intermediate piglets that were mixed with Light ones, compared  
217 to the other groups, can be partially explained by the fact that abdominal glands, on which  
218 they sucked more, are more active in protein synthesis and produce more immunoglobulins  
219 and lactoferrin in colostrum than inguinal glands (Wu et al., 2010). In addition, the lower  
220 level of competition undergone by Intermediate piglets when competing with Light piglets  
221 (group B2) compared with Intermediate-Intermediate competition (group C) probably  
222 contributed to their greater DWG, less variability in weight at Day 19, and higher survival  
223 rate.

224         The fact that there was no difference in feed intake among groups suggests that litter  
225 weight may not affect sow feed intake during lactation, considering litter size was  
226 standardized at crossfostering. Litter size and piglets' weight could influence milk  
227 production (Fraser, 1984, Smith et al. 1992; Quesnel et al., 2007), thus increasing energy  
228 demand for milk production, which is a factor that affects the ADFI (Dourmad, 1991).  
229 However, voluntary feed intake may not increase when more than seven (Quesnel et al.,  
230 2007) or eleven (Koketsu et al., 1996) piglets are being nursed, which probably explains the  
231 similar feed intake observed in the present study where the sows nursed on average 14  
232 piglets. According to Quesnel and Prunier (1995), stimuli associated with suckling in sows  
233 induce the secretion of hormones involved in lactogenesis (prolactin, GH, cortisol) and  
234 milk ejection (oxytocin), and metabolic adaptations that favor preferential drive of nutrients

235 toward mammary glands. Maternal mobilization of lipids is likely to be stimulated by GH,  
236 which inhibits lipogenesis, and by cortisol, which stimulates lipolysis. Thus, the greater  
237 energy demand for milk production in large litters is provided to some extent by the energy  
238 from the mobilization of body tissue, which, according to our results, seems to occur  
239 regardless of the weight of piglets comprising the litter.

240         Sow feed intake soon after farrowing is generally low and increases throughout  
241 lactation, with 80% of the peaks of intake being observed between 7 and 19 days of  
242 lactation (Koketsu et al., 1996). This increase in feed intake observed as the lactation  
243 progressed supports the comments of Noblet et al. (1998) that the increase is gradual and a  
244 plateau is reached after the third week of lactation. In spite of the increase in feed intake,  
245 body reserves were mobilized throughout lactation in all groups, showing that requirements  
246 for maintenance and milk production of primiparous sows are often not fulfilled by  
247 nutrients supplied through feed (Quesnel et al., 2007). According to equations suggested by  
248 Close and Cole (2001), considering primiparous with a BW and DWG of the litter similar  
249 to those of our study, the energy requirement for maintenance and milk production would  
250 be 24.2 Mcal ME/day. Thus, the amount of feed consumed by sows from this study is  
251 below the estimated 7.3 kg of feed/day that they should have consumed.

252         High body reserve losses may be related to an insufficient feed intake. It is worth  
253 remembering that the lactation period occurred during the hot season, which can be  
254 associated with a reduction in feed intake and a higher weight loss during lactation (Prunier  
255 et al., 1997). Furthermore, contemporary sows produce more milk than older genotypes  
256 (Whittemore, 1996) and the mobilization of body reserves can be greater in situations of  
257 limited nutrient intake as an effort to maximize milk output (Jones and Stahly, 1999;  
258 Vinsky et al., 2006). Body reserve losses may also be explained by the great number of



259 nursed piglets because in sows with a similar feed intake, higher losses are observed when  
260 larger litters are nursed (Quesnel et al., 2007).

261         There is an expectation that 80-85% of primiparous sows come into estrus within  
262 seven days after weaning (Poleze et al., 2006). Endogen opioid peptides are released during  
263 nursing episodes and can reduce the LH secretion through the inhibition of excitatory  
264 stimulus of noradrenaline on GnRH neurons (Chang et al., 1993). Although all the sows  
265 nursed 14 piglets, heavier piglets may exhibit a greater sucking or massaging activity  
266 (Fraser, 1984; King et al., 1997), leading to a more effective suppression of LH release,  
267 thus explaining the delay of estrus manifestation in sows nursing only Intermediate piglets  
268 compared with those nursing only Light piglets. This possibility is reinforced by the fact  
269 that piglets' weight at weaning is negatively associated with follicle size (van Leeuwen et  
270 al., 2010) and that smaller follicles on the third day after weaning can result in a longer  
271 weaning-ovulation interval (Bracken et al., 2003).

272         The fact that large litters composed of Intermediate piglets (group C) have  
273 compromised the performance of piglets and the WEI of sows suggests that this kind of  
274 litter is not the most appropriate for primiparous, especially in periods when feed intake can  
275 be reduced, as in the case of a hot season. On the other hand, litters with light piglets or  
276 with light piglets mixed with intermediate piglets seem to be more appropriate to be nursed  
277 by primiparous sows. Considering that lower milk production was observed in glands not  
278 sucked in the previous lactation (Fraser et al., 1992), one question to be raised is whether  
279 milk production in subsequent lactation can be potentially compromised in glands sucked  
280 by light piglets due to their less intense stimulation (Fraser, 1984). In the present study, an  
281 evaluation was not made of whether milk production in the second lactation could be  
282 affected by the degree of mammary gland stimulation during the previous lactation. Thus, it

283 is still uncertain which type of litter should be used in primiparous sows to ensure  
284 appropriate milk production in the subsequent lactation.

285

## 286 **5. Conclusions**

287 Litters composed entirely of Intermediate piglets (1.4-1.6 kg) cause a delay in the  
288 return to cyclicity of sows compared to litters with Light weight piglets (1.0-1.2 kg).  
289 Intermediate piglets have better growth performance when competing with lighter piglets  
290 than with piglets of similar weight. Feed intake and lactation losses of primiparous sows  
291 were not influenced by the weight of piglets at crossfostering.

292

## 293 **Acknowledgements**

294 The authors are grateful to CNPq and CAPES, from the Brazilian Government, and  
295 DB-DanBred group, for the financial support, and to the Master Company for providing the  
296 facilities to perform this study.

297

## 298 **References**

299

- 300 Beyer, M., Jentsch, W., Kuhla, S., Wittenburg, H., Kreienbring, F., Scholze, H., Rudolph,  
301 P.E., Metges, C.C., 2007. Effects of dietary energy intake during gestation and lactation  
302 on milk yield and composition of first, second and fourth parity sows. *Arch. Anim.*  
303 *Nutr.* 61, 452-468.
- 304 Bianchi, I., Deschamps, J.C., Lucia, T.J., Corrêa, M.N., Varela, A.S.J., Fontinelli, E.,  
305 Meincke, W., 2006. Fatores de risco associados ao desempenho de fêmeas suínas de  
306 primeiro e segundo partos durante a lactação. *Rev. Bras. Agrocienc.* 12, 351-355.

- 307 Bierhals, T., Mellagi, A.P.G., Heim, G., Bernardi, M.L., Wentz, I., Bortolozzo, F.P., 2011.  
308 Performance of litter after crossfostering of piglets between females of parity order 1  
309 and 5. *Acta Sci. Vet.* 39, 942.
- 310 Bracken, C.J., Lamberson, W.R., Safranski, T.J., Lucy, M.C., 2003. Factors affecting  
311 follicular populations on day 3 postweaning and interval to ovulation in a commercial  
312 sow herd. *Theriogenology*. 60, 11-20.
- 313 Chang, W.J., Barb, C.R., Kraeling, R.R., Rampacek, G.B., Leshin, L.S., 1993. Involvement  
314 of the central noradrenergic system in opioid modulation of luteinizing hormone and  
315 prolactin secretion in the pig. *Biol. Reprod.* 49, 176-180.
- 316 Close, W.H., Cole, D.J.A., 2001. Nutrition of sows and boars. Nottingham University  
317 Press, United Kingdom.
- 318 Deen, M.G.H., Bilkei, G., 2004. Cross fostering of low-birth weight piglets. *Livest. Prod.*  
319 *Sci.* 90, 279-284.
- 320 Dijkstra, J., France, J., Dhanoa, M.S., Maas, J.A., Hanigan, M.D., Rook, A.J., Beever, D.E.,  
321 1997. A model to describe growth patterns of the mammary gland during pregnancy  
322 and lactation. *J. Dairy Sci.* 80, 2340-2354.
- 323 Dourmad, J.Y., 1991. Effect of feeding level in the gilt during pregnancy on voluntary feed  
324 intake during lactation and changes in body composition during gestation and lactation.  
325 *Livest. Prod. Sci.* 27, 309.
- 326 English P.R., Wilkinson V., 1982. Management of the sow and litter in late pregnancy and  
327 lactation in relation to piglet survival and growth. In: Cole, D.J.A, Foxcroft, G.R. (Eds).  
328 Control of Pig Reproduction. Butterworth Scientific, London, pp. 479-506.
- 329 Fraser, D., 1984. The role of behaviour in swine production: A review of research. *Appl.*  
330 *Anim. Ethol.* 11, 317.
- 331 Fraser, D., Thompson, B.K., Rushen, J., 1992. Teat productivity in second lactation sows:  
332 influence of use or non-use of teat during the first lactation. *Anim. Prod.* 55, 419-424.
- 333 Jones, D.B., Stahly, T.S., 1999. Impact of amino acid nutrition during lactation on body  
334 nutrient mobilization and milk nutrient output in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 77,  
335 1513-1522.
- 336 Kim, S.W., Hurley, W.L., Hant, I.K., Easter, R.A., 2000. Growth of nursing pigs related to  
337 the characteristics of nursed mammary glands. *J. Anim. Sci.* 78, 1313-1318.

- 338 King, R.H., Mullan, B.P., Dunshea, F.R., Dove, H., 1997. The influence of piglet body  
339 weight on milk production of sows. *Livest. Prod. Sci.*, 47, 169-174.
- 340 Koketsu, Y., Dial, G.D., Pettigrew, J.E., Marsh, W.E., King, V.L., 1996. Characterization  
341 of feed intake patterns during lactation in commercial swine herds. *J. Anim. Sci.* 74,  
342 1202-1210.
- 343 Madec, F., Waddilove, J., 2002. Control of PCV2 or control other factors, several  
344 approaches to a complex problem In: *Proceedings of the 17th International Pig  
345 Veterinary Society Congress, Ames, U.S.A.* pp. 45-53.
- 346 Milligan, B.N., Fraser, D., Kramer, D.L., 2001. The effect of littermate weight on survival,  
347 weight gain, and suckling behaviour of low-birth-weight piglets in cross fostered litters.  
348 *J. Swine Health Prod.* 9(4), 161-166.
- 349 Nielsen, O.L., Pedersen, A.R., Sorensen, M. T., 2001. Relationships between piglets  
350 growth rate and mammary gland size of the sow. *Livest. Prod. Sci.* 67, 273-279.
- 351 Noblet, J., Etienne, M., Dourmad, J.Y., 1998. Energetic efficiency of milk production. In:  
352 Verstegen, M.W.A., Moughan, P.J., Schrama, J.W. (Eds). *The lactating sow.* 1.ed.  
353 Wageningen Press, Wageningen, pp.113-130.
- 354 Poleze, E., Bernardi, M.L., Amaral Filha, W.S., Wentz, I., Bortolozzo, F.P., 2006.  
355 Consequences of variation in weaning-to-estrus interval on reproductive performance  
356 of swine females. *Livest. Sci.* 103, 124-130.
- 357 Prunier, A., Messias de Bragança, M., Le Dividich, J., 1997. Influence of high ambient  
358 temperature on performance reproductive sows. *Livest. Prod. Sci.* 52, 123-133.
- 359 Quesnel, H., Etienne, M., Père, M.C., 2007. Influence of litter size on metabolic status and  
360 reproductive axis in primiparous sows. *J. Anim. Sci.* 85, 118-128.
- 361 Quesnel, H., Prunier, A., 1995. Endocrine bases of lactational anoestrus in the sow. *Reprod.*  
362 *Nutr. Dev.* 35, 395-414.
- 363 Robert, S., Martineau, G.P., 2001. Effects of repeated cross-fostering on preweaning  
364 behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. *J.*  
365 *Anim. Sci.* 79, 88-93.
- 366 Schenkel, A.C., Bernardi, M.L., Bortolozzo, F.P., Wentz, I., 2010. Body reserve  
367 mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size.  
368 *Livest. Sci.* 132, 165-172.

- 369 Smith, B.B., Martineau, G., Bisailon, A., 1992. Mammary glands and lactation problems.  
370 In: Mengeling, W.L., D'Allaire, S., Taylor, D.J. (Eds). Diseases of swine. 7.ed. Iowa  
371 State University Press, Ames, pp. 40-61.
- 372 Straw, B., 1984. Causes and control of sow losses. *Mod. Vet. Pract.* 65, 349-353.
- 373 van Leeuwen, J.J.J., Williams, S.I., Kemp, B., Soede, N.M., 2010. Post-weaning  
374 Altrenogest treatment in primiparous sows: the effect of duration and dosage on  
375 follicular development and consequences for early pregnancy. *Anim. Repr. Sci.* 119,  
376 258-264.
- 377 Vesseur, P.C., Kemp, B., Den Hartong, H.A., 1994. Factors affecting the weaning to  
378 oestrus interval in the sow. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 72, 225-233.
- 379 Vinsky, M.D., Novak, S., Dixon, W.T., Dyck, M.K. Foxcroft, G.R., 2006. Nutritional  
380 restriction in lactating primiparous sows selectively affects female embryo survival and  
381 overall litter development. *Reprod. Fertil. Dev.* 18, 347-355.
- 382 Whittemore, C.T., 1996. Nutrition reproduction interactions in primiparous sows. *Livest.*  
383 *Prod. Sci.* 46, 65-83.
- 384 Whittemore, C.T., Yang, H., 1989. Physical and chemical composition of the body of  
385 breeding sows with differing body subcutaneous fat depth at parturition, differing  
386 nutrition during lactation and differing litter size. *Anim. Prod.* 48, 203-212.
- 387 Wu, W.Z., Wang, X.Q., Wu, G.Y., Kim, S.W., Chen, F., Wang, J.J., 2010. Differential  
388 composition of proteomes in sow colostrum and milk from anterior and posterior  
389 mammary glands. *J. Anim. Sci.* 88, 2657-2664.
- 390 Young, M.G., Tokach, M.D., Aherne, F.X., Main, R.G., Dritz, S.S., Goodband, R.D.,  
391 Nelssen, J.L., 2004. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the  
392 subsequent effects on lactation performance. *J. Anim. Sci.* 82, 3058-3070.
- 393

394

395

Table 1. Survival rate and performance until day 19 of piglets nursed by primiparous sows according to their weight at crossfostering (LSmeans  $\pm$  SEM)

Variables	Group A	Group B1	Group B2	Group C
Weight, kg				
at crossfostering	1.11 $\pm$ 0.004b	1.12 $\pm$ 0.006b	1.50 $\pm$ 0.006a	1.50 $\pm$ 0.004a
at day 19	4.82 $\pm$ 0.05c	4.64 $\pm$ 0.09c	5.70 $\pm$ 0.1a	5.39 $\pm$ 0.09b
Daily weight gain, g	195.3 $\pm$ 4.60bc	185.5 $\pm$ 4.53c	221.0 $\pm$ 4.53a	205.0 $\pm$ 4.60b
CV of weight <sup>€</sup> , %	7.1;13.8;26.6a	6.2;13.5;33.4a	5.1;10.4;34.7b	6.4;14.2;25.3a
Survival rate <sup>€</sup> , %	71.4;94.3;100.0b	71.4;92.4;100.0b	71.4;97.3;100.0a	78.6;95.2;100.0b

Group A: light piglets (1.0-1.2 kg).

Group B1: light piglets suckling in a sow together with Intermediate piglets (1.4-1.6 kg).

Group B2: intermediate piglets suckling in a sow together with light piglets

Group C: intermediate piglets (1.4-1.6 kg).

CV= coefficient of variation.

<sup>€</sup>Data presented as minimum, median and maximum values.

a, b, c in the same row indicate statistical differences ( $P < 0.10$ ).

396

Table 2. Daily feed intake (ADFI) and daily body weight loss (DBWL) of primiparous sows according to groups of piglet weight at crossfostering (LSmeans  $\pm$  SEM)

	Group A	Group B	Group C	Mean
ADFI, kg				
Days 0-7	3.7 $\pm$ 0.2	3.6 $\pm$ 0.2	4.0 $\pm$ 0.2	3.7 $\pm$ 0.1a
Days 8-15	4.8 $\pm$ 0.2	4.7 $\pm$ 0.2	4.7 $\pm$ 0.2	4.8 $\pm$ 0.1b
Days 16-19	5.6 $\pm$ 0.2	5.3 $\pm$ 0.2	5.4 $\pm$ 0.2	5.4 $\pm$ 0.1c
DBWL, kg				
Days 0-7	0.41 $\pm$ 0.2	0.55 $\pm$ 0.2	0.61 $\pm$ 0.2	0.52 $\pm$ 0.1a
Days 8-15	0.85 $\pm$ 0.2	0.92 $\pm$ 0.1	1.09 $\pm$ 0.2	0.95 $\pm$ 0.1b
Days 16-19	0.78 $\pm$ 0.2	0.59 $\pm$ 0.2	0.94 $\pm$ 0.2	0.77 $\pm$ 0.1ab

Group A: 14 piglets with weight between 1.0-1.2 kg.

Group B: 7 piglets with weight between 1.0-1.2 kg and 7 between 1.4-1.6 kg.

Group C: 14 piglets with weight between 1.4-1.6 kg.

There were no differences among groups ( $P > 0.10$ ).

a, b, c in the same column indicate statistical differences among periods of lactation ( $P < 0.10$ ).

397

Table 3. Body reserve losses until day 19 of lactation in primiparous sows according to groups of piglet weight at crossfostering (LSmeans  $\pm$  SEM)

	Group A	Group B	Group C
Body weight loss, kg	-12.8 $\pm$ 2.1	-13.5 $\pm$ 1.7	-16.6 $\pm$ 1.6
Body weight loss, %	-6.8 $\pm$ 1.1	-7.1 $\pm$ 0.9	-8.8 $\pm$ 0.8
Back fat loss, mm	-2.4 $\pm$ 0.4	-2.5 $\pm$ 0.3	-2.3 $\pm$ 0.3
Body Condition Score loss	-0.5 $\pm$ 0.1	-0.6 $\pm$ 0.1	-0.6 $\pm$ 0.1
Body fat loss, kg	-6.3 $\pm$ 0.9	-6.6 $\pm$ 0.5	-7.0 $\pm$ 0.5
Body fat loss, %	-14.4 $\pm$ 2.1	-15.3 $\pm$ 1.3	-16.7 $\pm$ 1.2
Body protein loss, kg	-1.9 $\pm$ 0.4	-2.0 $\pm$ 0.3	-2.7 $\pm$ 0.3
Body protein loss, %	-6.4 $\pm$ 1.3	-6.8 $\pm$ 1.1	-8.8 $\pm$ 1.0

Group A: 14 piglets with weight between 1.0-1.2 kg.

Group B: 7 piglets with weight between 1.0-1.2 kg and 7 between 1.4-1.6 kg.

Group C: 14 piglets with weight between 1.4-1.6 kg.

There was no difference among groups ( $P > 0.10$ ).



400

Table 4. Subsequent reproductive performance of primiparous sows according to groups of piglet weight at crossfostering (LSmeans  $\pm$  SEM)

	Group A	Group B	Group C
Weaning-to-estrus interval $\leq$ 7 d, %	83.9a	77.4ab	58.6b
Weaning-to-estrus interval, d	6.4 $\pm$ 1.0a	7.4 $\pm$ 1.0ab	8.8 $\pm$ 1.0b
Performance in the second farrowing			
Farrowing rate, %	80.7	84.4	77.4
Total Born piglets	14.1 $\pm$ 0.6	13.6 $\pm$ 0.7	13.2 $\pm$ 0.6
Piglets Born alive	13.6 $\pm$ 0.6	13.1 $\pm$ 0.6	12.8 $\pm$ 0.8

Group A: 14 piglets with weight between 1.0-1.2 kg.

Group B: 7 piglets with weight between 1.0-1.2 kg and 7 between 1.4-1.6 kg.

Group C: 14 piglets with weight between 1.4-1.6 kg.

a, b in the same row indicate statistical differences ( $P < 0.10$ ).

401

#### **4 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A uniformização de leitegadas é um manejo indispensável em granjas tecnificadas de suínos, principalmente, em função da hiperprolificidade das fêmeas atuais, com influência direta sobre o índice quilogramas de leitões desmamados/fêmea/ano, principal indicador de produtividade em granjas suínas produtoras de leitões.

As consequências inerentes a esse manejo vão desde alterações comportamentais, tanto da fêmea quanto dos leitões, até questões imunológicas, que podem afetar os leitões desde os primeiros dias de vida até momentos posteriores ao desmame. Além disso, há de se pensar nas consequências sobre a fêmea, pois seu desempenho lactacional e reprodutivo subsequente são afetados diretamente pelo perfil de sua leitegada lactente.

Vários são os pontos a serem levados em consideração para a realização de uma correta uniformização de leitegada. O sucesso desse manejo dependerá de como eles são levados em consideração dentro de cada granja. Dessa forma, a uniformização de leitegadas deixa de ser uma simples “mistura” de leitões, tornando-se uma ferramenta de auxílio à sanidade, reprodução, produtividade e lucratividade da atividade.

## REFERÊNCIAS

- AULDIST, D. E.; CARLSON, D.; MORRISH, L.; WAKEFORD, C.; KING, R. H. Effect of increased suckling frequency on mammary development and milk yield of sows. In: HENNESSY, D. P.; CRANWELL, P. D. (Eds). *Manipulating Pig Production V*. Werribee: Australian Pig Science Association, 1995, p. 137.
- AULDIST, D. E.; KING, R.H. Piglet's role in determining Milk production in the sow. In: *V Manipulating Pig Production*. Victoria, Australia. p. 114-118, 1995.
- BANDRICK, M.; PIETERS, M.; PIJOAN, C.; MOLITOR, T.W. Passive transfer of maternal *mycoplasma hyopneumoniae*-specific cellular immunity to piglets. **Clinical and Vaccine Immunology**, v. 15, n.3, p. 540-543, 2008.
- BATE, L. A.; IRELAND, W.; CONNELL, B. J.; GRIMMELT, B. Development of the small intestine of piglets in response to prenatal elevation of glucocorticoids. **Histology and Histopathology**, v. 6, p. 207-216, 1991.
- BEAULIEU, A. D.; AALHUS, J. L.; WILLIAMS, N. H.; PATIENCE, J. F. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 2767-2778, 2010.
- BEYER, M; JENTSCH, W.; KUHLA, S.; WITTENBURG, H.; KREIENBRING, F.; SCHOLZE, H.; RUDOLPH, P.E.; METGES, C.C. Effects of dietary energy intake during gestation and lactation on milk yield and composition of first, second and fourth parity sows. **Archives of Animal Nutrition**, v. 61, p. 452-468, 2007.
- BIANCHI, I.; DESCHAMPS, J. C.; LUCIA, T. J.; CORRÊA, M. N.; VARELA, A. S. J.; FONTINELLI, E.; MEINCKE, W. Fatores de risco associados ao desempenho de fêmeas suínas de primeiro e segundo partos durante a lactação. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, p. 351-355, 2006.
- BIERHALS, T.; HEIM, G.; PIUCO, P.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Uso prático do manejo de uniformização de leitegadas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, supl. 1, p. 141-157, 2010.
- BIERHALS, T.; MELLAGI, A. P. G.; HEIM, G.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Performance of litter after crossfostering of piglets between females of parity order 1 and 5. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39, p. 942, 2011.
- BRACKEN, C. J.; LAMBERSON, W. R.; SAFRANSKI, T. J.; LUCY, M. C. Factors affecting follicular populations on day 3 postweaning and interval to ovulation in a commercial sow herd. **Theriogenology**, v. 60, p. 11-20, 2003.

BORTOLOZZO, F. B.; WENTZ, I. **Suinocultura em ação 3: A fêmea suína de reposição**. Porto Alegre: Palotti, 2006. 60 p.

BOURNE, F. J.; NEWBY, T. J.; EVANS, P.; MORGAN, K. The immune requirements of the newborn pig and calf. **Annales de Recherches Veterinaires**, v. 9, n. 2, p. 23 -244, 1978.

BURTON, K. A.; SMITH, M. W. Endocytosis and immune globulin transport across the small intestine of the new-born pig. **The Journal of Physiology**, v. 270, p. 473-488, 1977.

BUTLER, J. E. Immunoglobulin diversity, B-cell and antibody repertoire development in large farm animals. **Revue Scientifique et Technique**, v. 17, p. 43-70, 1998.

CARVALHO, L. F. O. S.; MORENO, A. M.; SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. Circovirose Suína. In: SOBESTIANSKY, J.; BARCELLOS, D. E. S. N. (Eds). *Doenças dos Suínos*. Goiânia: Cãnone Editora, 2007, p. 213-225.

CHANG, W. J.; BARB, C. R.; KRAELING, R. R.; RAMPACEK, G. B.; LESHIN, L. S. Involvement of the central noradrenergic system in opioid modulation of luteinizing hormone and prolactin secretion in the pig. **Biology of Reproduction**, v. 49, p. 176-180, 1993.

CLOSE, W. H.; COLE, D. J. A. **Nutrition of sows and boars**. Nottingham: Nottingham University Press, 2001. 337 p.

CONNELL, B. J.; BATE, L. A.; IRELAND, W.; ACORN, R. Morphological changes in the small intestine of the fetal pig after prenatal stimulation of the sow with ACTH. **Histology and Histopathology**, v. 10, p. 255-264, 1995.

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, 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.

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

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, p. 215, 1994.

DEWEY, C. E.; GOMES, T.; RICHARDSON, K. Field trial to determine the impact of providing additional care to litters on weaning weight of pigs. **The Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 72, p. 390-395, 2008.

DIJKSTRA, J.; FRANCE, J.; DHANOA, M. S.; MAAS, J. A.; HANIGAN, M. D.; ROOK, A. J.; BEEVER, D. E. A model to describe growth patterns of the mammary gland during pregnancy and lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 2340-2354, 1997.

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.

DOURMAD, J. Y. Effect of feeding level in the gilt during pregnancy on voluntary feed intake during lactation and changes in body composition during gestation and lactation. **Livestock Production Science**, v. 27, p. 309, 1991.

EKSTROM, G. M.; WESTRÖM, B. R. Cathepsin B and D activities in intestinal mucosa during postnatal development in pigs. Relation to intestinal uptake and transmission of macro molecules. **Biology of the Neonate**, v. 59, p. 314-321, 1991.

ENGLISH, P. R.; BAMPTON, P. R. The importance of within litter variation in piglet birthweight in relation to piglet survival and influence of cross-fostering simultaneously farrowed litters as to achieved more uniform birthweight within litters. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 7., 1982, Cidade do México. **Proceedings...** Cidade do México, 1982. p. 248.

ENGLISH, P. R.; WILKINSON, V. Management of the sow and litter in late pregnancy and lactation in relation to piglet survival and growth. In: COLE, D. J. A.; FOXCROFT, G. R. (Eds). *Control of Pig Reproduction*. London: Butterworth Scientific, 1982, p. 479-506.

FARMER, C.; QUESNEL, H. Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum in sows. **Journal of Animal Science**, v. 87, Suppl.13, p. 56-64, 2009.

FIX, J. S.; CASSADY, J. P.; HOLL, J. W.; HERRING, W. O.; CULBERTSON, M. S.; SEE, M. T. Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus muscle area of commercial market swine. **Livestock Science**, v. 127, 51-59, 2010.

FRASER, D. The role of behaviour in swine production: A review of research. **Applied Animal Ethology**, v. 11, p. 317, 1984.

FRASER, D.; THOMPSON, B. K.; RUSHEN, J. Teat productivity in second lactation sows: influence of use or non-use of teat during the first lactation. **Animal Production**, 55, p. 419-424, 1992.

GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; LOUVEAU, I.; LEBRET, B.; PICHODO, X.; LE COZLER, Y. Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity and muscle histological traits at market weight. **Livestock Production Science**, v. 93, p. 137-146, 2005.

HARRELL, R. J.; THOMAS, M. J.; BOYD, R. D. Limitations of sow milk yield on baby pig growth. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1993, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca, 1993. p. 156-164.

HARTMANN, P.; ATWOOD, C.; COX, D. Endocrine and autocrine strategies for the control of lactation in women and sows. In: Intercellular Signaling in the Mammary Gland. New York and London, 1995, p. 203-225

HENDRIX, W. F.; KELLEY, K. W.; GASKINS, C. T.; HINRICHS, D. J. Porcine neonatal survival and serum gamma globulins. **Journal of Animal Science**, v. 47, p. 1281-1286, 1978.

HEIM, G.; MELLAGI, A. P. G.; BIERHALS, T.; PIUCO, P.; SOUZA, L. P.; GAVA, D.; CANAL, C.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Absorção de anticorpos via colostro em leitões filhos biológicos e adotados após a uniformização das leitegadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS, 14., 2009, Uberlândia, Brasil. **Anais...** Uberlândia, Brasil, 2009. p. 267-268.

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

JENSEN, A. R.; ELNIF, J.; BURRIN, D. G.; SANGILD, P. T. Development of intestinal immunoglobulin absorption and enzyme activities in neonatal pigs is diet dependent. **Journal of Nutrition**, v. 131, p. 3259-3265, 2001.

JONES, D. B.; STAHLY, T. S. Impact of amino acid nutrition during lactation on body nutrient mobilization and milk nutrient output in primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1513-1522, 1999.

KIM, S.W.; HURLEY, W. L.; HANT, I. K.; EASTER, R. A. Growth of nursing pigs related to the characteristics of nursed mammary glands. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 1313-1318, 2000.

KIM, Y. B.; BRADLEY, S. G.; WATSON, D. W. Ontogeny of the immune response, I. Development of immunoglobulins in germfree and conventional colostrum-deprived piglets. **The Journal of Immunology**, v. 97, p. 52-63, 1966.

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.

KIRKWOOD, R. N. The influence of feeding level during lactation on the occurrence and endocrinology of the postweaning estrus in sows. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 67, p. 405-415, 1987.

KLOBASA, F.; AGR, D.; BUTLER, J. E. Absolute and relative concentration of immunoglobulins G, M, and A, and albumin in the lacteal secretion of sows of different lactation numbers. **American Journal of Veterinary Research**, v. 48, p. 176-182, 1987.

KOKETSU, Y.; DIAL, G. D.; PETTIGREW, J. E.; MARSH, W. E.; KING, V. L. Characterization of feed intake patterns during lactation in commercial swine herds. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1202-1210, 1996.

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*. Australian Pig Science Association, 1999, p. 135-155.

LECCE, J. G. Rearing neonatal piglets of low birth weight with on a automatic feeding device. **Journal of Animal Science**, v. 33, n. 1, p. 47-51, 1971.

LECCE, J. G.; MATRONE, G. Porcine neonatal nutrition: The effect of diet on blood serum proteins and performance of the baby pig. **Journal of Nutrition**, v. 70, n. 1, p. 13-20, 1960.

MACHADO NETO, R.; GRAVES, C. N.; CURTIS, S. E. Immunoglobulins in piglets from sows heat-stressed prepartum. **Journal of Animal Science**, v. 65, n. 2, p. 445-455, 1987.

MACKENZIE, D. D. S.; REVELL, D. K. Genetic influences on milk quantity. In: VERSTEGEN, M.W.A. et al. *The Lactating Sow*. Nottingham: University Press, 1998, p. 97-112.

MADEC F.; WADDILOVE J. Control of PCV2 or control other factors, several approaches to a complex problem. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 17., 2002, Ames. **Proceedings...** Ames, 2002. p. 45-53.

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.

MILLER, Y. J.; COLLINS, A. M.; SMITS, R. J.; HOLYOAKE, P. K. Improving the performance of gilt progeny. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY, 19., 2006, Copenhagen, 2006. **Proceedings...** Copenhagen, 2006. p. 106.

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, 2001a.

MILLIGAN, B. N.; FRASER, D.; KRAMER, D. L. Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 73, p. 179-191, 2001b.

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.

MORALES, O. E. S. Aspectos produtivos de suínas e suas leitegadas em diferentes sistemas de ambiência na maternidade. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias). Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

MORÉS, N.; SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; MORENO, A. M. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. In: SOBESTIANSKY, J.; WENTZ, I.; SILVEIRA, P. R. S.; SESTI, L. A. C. (Eds). Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho. Brasília: Serviço de Produção de Informação – SPI, 1998, p. 135-162.

MULLAN, B. A; CLOSE, W. H.; COLE, D. J. A. Predicting nutrient responses of the lactating sows. In: COLE, D.J.A. e HARESIGN, W. Recent advances in animal nutrition. Butterworths: London, 1989, p. 229-243.

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.

NEWBY, T. J.; STOKES, C. R.; BOURNE, F. J. Immunological activities of milk. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 3, p. 67-94, 1982.

NGUYEN, T. V.; YUAN, L.; AZEVEDO, M. S. P.; JEONG, K.; GONZALEZ, A. M.; SAIF, L. J. Transfer of maternal cytokines to suckling piglets: In vivo and in vitro models with implications for immunomodulation of neonatal immunity. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 117, p. 236-248, 2007.

NIELSEN, O. L.; PEDERSEN, A. R.; SORENSEN, M. T. Relationships between piglets growth rate and mammary gland size of the sow. **Livestock Production Science**, v. 67, p. 273-279, 2001.

NIELSEN, T. T.; TROTTIER, N. L.; STEIN, H. H.; BELLAVAR, C.; EASTER, R. A. The effect of litter size and day of lactation on amino acid uptake by the porcine mammary glands. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 2402-2411, 2002.

NOBLET, J.; ETIENNE, M., DOURMAD J.Y., Energetic efficiency of milk production. In: VERSTEGEN, M.W.A.; MOUGHAN, P. J.; SCHRAMA, J. W. (Eds). The lactating sow. 1.ed. Wageningen: Wageningen Press, 1998, p.113-130



PARRATT, C. A.; CHAPMAN, K. J.; TURNER, C.; JONES, P. H.; MENDEL, M. T.; MILLER, B. G. The fighting behaviour of piglets mixed before and after weaning in the presence or absence of a sow. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 101, p. 54-67, 2006.

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

PETTIGREW, J. E. Modeling metabolism of the lactating sow. In: VERSTEGEN, M.W.A. et al. *The Lactating Sow*. Nottingham: University Press, 1998, p. 259-269.

PIETERS, M.; BANDRICK, M.; PIJOAN, C.; BAIDOO, S.; MOLITOR, T. The effect of cross-fostering on the transfer of *Mycoplasma hyopneumoniae* maternal immunity from the sow to the offspring. **Clinical and Vaccine Immunology**, v. 15, n. 3, p. 540-543, 2008.

POLEZE, E.; BERNARDI, M. L.; AMARAL FILHA, W. S.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Consequences of variation in weaning-to-estrus interval on reproductive performance of swine females. **Livestock Science**, v. 103, p. 124-130, 2006.

PRUNIER, A.; MESSIAS DE BRAGANÇA, M.; LE DIVIDICH, J. Influence of high ambient temperature on performance reproductive sows. **Livestock Production Science**, v. 52, p. 123-133, 1997.

PLUSKE, J. R.; WILLIAMS, I. H.; CEGIELSKI, A.C.; CLOWES, E. J.; ZAK, L. J.; ATHERNE, F. X. Super-alimentation of first litter sows during lactation. In: HENNESSY, D. P.; CRANWELL, P. D. (Eds). *Manipulating Pig Production V*. Werribee: Australian Pig Science Association, 1995, p. 129.

PLUSKE, J. R.; WILLIAMS, I. H.; ZAK, L. J.; CLOWES, E. J.; CEGIELSKI, A. C.; ATHERNE, F. X. Feeding lactating primiparous sows to establish three divergent metabolic states. 3. Milk production and piglet growth. **Journal of Animal Science**, v.76, p. 1165-1171, 1998.

QUESNEL, H.; ETIENNE, M.; PÈRE, M.C. Influence of litter size on metabolic status and reproductive axis in primiparous sows. **Journal of Animal Science**, v. 85, p. 118 -128, 2007.

QUESNEL, H.; MEJIA-GUADARRAMA, C. A.; DOURMAD, J. Y.; FARMER, C.; PRUNIER, A. Dietary protein restriction during lactation in primiparous sows with different live weights at farrowing: I. Consequences on sow metabolic status and litter growth. **Reproduction and Nutrition Development**, v. 45, p. 39-56, 2005.

QUESNEL, H.; PRUNIER, A. Endocrine bases of lactational anoestrus in the sow. **Reproduction and Nutrition Development**, v. 35, p. 395-414, 1995.

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.

REVELL, D. K.; WILLIAMS, I. H. A review – Physiological control e manipulation of voluntary food intake. In: BATTERHAMN, E.S. (Ed). *Manipulating Pig Production IV*. Attwood, Victoria: Australasian Pig Science Association, 1993, p. 55-80.

REVELL, D. K.; WILLIAMS, I. H.; MULLAN, B. P.; RANFORD, J. L.; SMITS, R. J. Body composition at farrowing e nutrition during lactation affects the performance of primiparous sows. II. Milk composition, milk yield e piglet growth. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 1738-174, 1998.

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

ROTH, J. A. The immune system. In: STRAW, B. E.; D'ALLAIRE, S.; MENGELING, W. L.; TAYLOR, D. J. (Eds). *Diseases of Swine*. 8. ed. Ames: Iowa State University Press, 1999. p. 799-820.

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

SANGILD, P. T.; DIERNAES, L.; CHRISTIANSEN, I. J.; SKADHAUGE, E. Intestinal transport of sodium, glucose and immunoglobulin in neonatal pigs: Effects of glucocorticoids. **Experimental Physiology**, v. 78, p. 485-497, 1993.

SCHENKEL, A. C.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Quais as principais características das fêmeas que manifestam a síndrome do segundo parto? **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, p. 63-72, 2007.

SCHENKEL, A. C.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Body reserve mobilization during lactation in first parity sows and its effect on second litter size. **Livestock Science**, v. 132, p. 165-172, 2010.

SMITH, A. L.; STALDER K. J.; SERENIUS, T. V.; BAAS, T. J.; MABRY, J. W. Effects of piglet birth weights at weaning and 42 days post weaning. **Journal of Swine Health and Production**, v. 15, n.4, p. 213-218, 2007.

SMITH, B. B.; MARTINEAU, G.; BISAILLON, A. Mammary glands and lactation problems. In: MENGELING, W. L.; D'ALLAIRE, S.; TAYLOR, D. J. (Eds). *Diseases of swine*. 7 ed. Ames, Iowa: Iowa State University Press, 1992, p. 40-61.

SMITH, M. W.; JARVIS, L. G. Growth and cell replacement in the new-born pig intestine. In: ROYAL SOCIETY OF LONDON, 1978, London. **Proceedings...** London, 1978. p. 69-89.

SOUZA, L. P. Comportamento e desempenho de leitões leves submetidos à uniformização com leitões de pesos distintos. 65f. 2010. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias).

Programa de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

STEWART, T. S.; DIEKMAN, M. A. Effect of birth and fraternal litter size and cross-fostering on growth and reproduction in swine. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 635-640, 1989.

STOKES, C.; BOURNE, J. F. Mucosal immunity. In: HALLIWELL, R. E. W.; GORMAN, N. T. (Eds.). *Veterinary Clinical Immunology*. Philadelphia: W B Saunders, 1989. p. 178-181.

STRAW, B. Causes and control of sow losses. **Modern Veterinary Practice**, v. 65, p. 349-353, 1984.

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

SVENDSEN, L. S.; WESTROM, B. R.; SVENDSEN, J.; OHLSSON, B. G.; EKMAN R.; KARLSSON, B. W. Insulin involvement in intestinal macromolecular transmission and closure in neonatal pigs. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v. 5, p. 299-304, 1986.

THORUP, F. Can prolific sows nurse their own progeny? In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON PIG REPRODUCTION, 8., 2009, Banff, 2009. **Proceedings...** Banff, 2009. p. 183

Van der STEEN, H. A. M.; de GROOT, P. N. Direct and maternal breed effects on growth and milk intake of piglets: Meishan versus Dutch breeds. **Livestock Production Science**, v. 30, p. 361-373, 1992.

Van LEEUWEN, J. J. J.; WILLIAMS, S I.; KEMP, B.; SOEDE, N. M. Post-weaning Altrenogest treatment in primiparous sows; the effect of duration and dosage on follicular development and consequences for early pregnancy. **Animal Reproduction Science**, v. 119, p. 258-264, 2010.

VARLEY, M. A. Introduction. In: VARLEY M.A. (Ed.). *The neonatal pig: development and survival*. leeds: Biddles Ltd., 1995. p. 1-13.

VESSEUR, P. C.; KEMP, B.; DEN HARTOG, H. A. Factors affecting the weaning to oestrus interval in the sow. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 72, p. 225-233, 1994.

VESSEUR, P. C.; KEMP, B.; DEN HARTOG, H. A. The effect of the weaning to oestrus interval on litter size, live born piglets and farrowing rate in sows. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 71, p. 30-38, 1996.

VOISIN, F.; LE DIVIDICH, J.; SALLE, E. N.; MARTINEAU, G. P. On-assessment of the immune quality of sow colostrum. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY, 19., 2006, Copenhagen. **Proceedings...** Copenhagen, 2006. v. 1, p. 299.

VINSKY, M. D.; NOVAK, S.; DIXON, W. T.; DYCK, M. K.; FOXCROFT, G. R. Nutritional restriction in lactating primiparous sows selectively affects female embryo survival and overall litter development. **Reproduction, Fertility and Development**, v. 18, p. 347-355, 2006.

WILLIAMS, I. H. Nutritional effects during lactation and during the interval from weaning to oestrus. In: VERSTEGEN, M. W. A.; MOUGHAN, P. J.; SCHRAMA, J. W. (Eds). The lactating sow. 1.ed. Wageningen: Wageningen Press, 1998. p.159-181.

WILLS, R.; ZIMMERMAN, J. J.; YOON, K. J.; SWENSON, S. L.; MCGINLEY, M. J.; HILL, H. T.; PLATT, K. B.; CHRISTOPHER-HENNINGS, J.; NELSON, E. A. Porcine reproductive and respiratory syndrome virus: a persistent infection. **Veterinary Microbiology**, v. 55, p. 231-240, 1997.

WHITTEMORE, C. T. Nutrition reproduction interations in primiparous sows. **Livestock Production Science**, v. 46, p. 65-83, 1996.

WHITTEMORE, C. T., YANG, H. Physical and chemical composition of the body of breeding sows with differing body subcutaneous fat depth at parturition, differing nutrition during lactation and differing litter size. **Animal Production**, v. 48, p. 203-212, 1989.

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.

WU, W. Z.; WANG, X. Q.; WU, G. Y.; KIM, S. W.; CHEN, F.; WANG, J. J. Differential composition of proteomes in sow colostrum and milk from anterior and posterior mammary glands. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 2657-2664, 2010.

YOUNG, M. G.; TOKACH, M. D.; AHERNE, F. X.; MAIN, R. G.; DRITZ, S. S.; GOODBAND, R. D.; NELSSSEN, J. L. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects on lactation performance. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 3058-3070, 2004.