

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

**“COMPORTAMENTO DOS LEITÕES E DAS FÊMEAS DURANTE AS
MAMADAS E DESEMPENHO DOS LEITÕES QUANDO SUBMETIDOS A TRÊS
DIFERENTES MANEJOS DE UNIFORMIZAÇÃO”**

GISELI HEIM

PORTO ALEGRE

2010

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

“COMPORTAMENTO DOS LEITÕES E DAS FÊMEAS DURANTE AS MAMADAS E
DESEMPENHO DOS LEITÕES QUANDO SUBMETIDOS A TRÊS DIFERENTES
MANEJOS DE UNIFORMIZAÇÃO”

Autor: Giseli Heim

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

2010

H467c Heim, Giseli

Comportamento dos leitões e das fêmeas durante as mamadas e desempenho dos leitões quando submetidos a três diferentes manejos de uniformização. / Giseli Heim - Porto Alegre: UFRGS, 2010.

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

1. Reprodução animal 2. Comportamento animal: suínos 3. Suinocultura: leitegada I. Bortolozzo, Fernando Pandolfo, Orient. II. Título.

CDD 619.38

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

Giseli Heim

COMPORTAMENTO DOS LEITÕES E DAS FÊMEAS DURANTE AS MAMADAS E
DESEMPENHO DOS LEITÕES QUANDO SUBMETIDOS A TRÊS DIFERENTES
MANEJOS DE UNIFORMIZAÇÃO.

Aprovado em 25 de Fevereiro de 2010.

APROVADO POR:

Fernando Pandolfo Bortolozzo
Orientador e Presidente da Comissão

Vivian Fischer
Membro da Comissão

Paulo Eduardo Bennemann
Membro da Comissão

Rui Fernando Felix Lopes
Membro da Comissão

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Fátima e Ricardo e à minha irmã, Christina, pelo apoio, incentivo e amor incondicional.

Ao meu orientador, Fernando P. Bortolozzo, co-orientadores, Ivo Wentz e Mari L. Bernardi e ao Prof. David Barcellos, pelos ensinamentos e amizade.

Aos amigos Mellagi, Thomas, Lisiane, Henrique, Eduardo e Paola, pelo grande auxílio durante o experimento.

Aos amigos da pós-graduação, Mellagi, Andrea, Daniele, Lisiane, Henrique, Rafael, Oscar, Brenda e Mores, aos M1 e a todos os bolsistas e estagiários do Setor de Suínos que participaram da minha formação profissional e pessoal durante esses dois anos de convívio.

Aos membros do PPGCV da UFRGS.

À CAPES pelo auxílio financeiro.

RESUMO

COMPORTAMENTO DOS LEITÕES E DAS FÊMEAS DURANTE AS MAMADAS E DESEMPENHO DOS LEITÕES QUANDO SUBMETIDOS A TRÊS DIFERENTES MANEJOS DE UNIFORMIZAÇÃO

Autor: Giseli Heim

Orientador: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Co-orientadores: Prof. Ivo Wentz

Prof^ª. Mari Lourdes Bernardi

O experimento avaliou o comportamento da fêmea e dos leitões e o desempenho destes do nascimento ao desmame após as leitegadas serem submetidas a três diferentes manejos de uniformização. A uniformização foi realizada em média $20,1 \pm 0,4$ horas (amplitude de 14,3 – 24,7 horas) após o parto. Foram formados três grupos: 100B (leitegada composta por 100% leitões filhos biológicos, n= 13), 50BX50A (50% biológicos e 50% adotados, n=13) e 100A (100% adotados, n=13). Todas as leitegadas foram compostas por 11 leitões com peso médio ao nascimento (média: $1454,9 \pm 74,6$ g; amplitude de 1065 – 1940 g). O comportamento das fêmeas e dos leitões foi avaliado durante quatro mamadas consecutivas, em quatro dias de observação (dias 1, 2, 4 e 6 após o parto, considerando o dia 1 o dia da uniformização). Os leitões foram pesados nos dias 4, 7, 10, 13 e 16. No primeiro dia de avaliação, o grupo 100B teve menor número ($P < 0,05$) de brigas por teto (0.9 vs. 1.6 vs. 1.4) que os outros grupos e tendeu a ter um menor percentual ($P < 0,07$) de leitões envolvidos nessas brigas que o grupo 100A (49,6%, 67,2% e 64,9% para 100B, 100A e 50BX50A, respectivamente). As mamadas produtivas, (3,3, 3,3, 3,8 e 3,8 para os dias 1, 2, 4 e 6, respectivamente), a taxa de sobrevivência (total 97,2%) e a média de peso dos leitões (1983, 2650, 3411, 4207 e 5047 g para os dias 4, 7, 10, 13 e 16, respectivamente) foram semelhantes ($P > 0,05$) entre os grupos. Apesar do menor número de brigas no primeiro dia de observação do grupo 100B, a uniformização realizada em média com 20 horas após o nascimento não tem efeitos adversos na taxa de sobrevivência e desempenho dos leitões adotados e biológicos.

Palavras-chave: uniformização, leitões, desempenho, comportamento

ABSTRACT

BEHAVIOR OF PIGLETS AND SOWS DURING NURSINGS AND PIG PERFORMANCE WHEN SUBMITTED TO THREE DIFFERENT MANAGEMENT OF CROSSFOSTERING

Author: Giseli Heim

Advisor: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Co-advisors: Prof. Ivo Wentz

Prof. Mari Lourdes Bernardi

The experiment evaluated behaviour of sows and piglets and performance of piglets from birth up to weaning after undergoing three different managements of crossfostering. Crossfostering was carried out within on average 20.1 ± 0.4 hours (range of 14.3 – 24.7 hours) after farrowing. Three groups were formed: 100B (100% biological piglets, n= 13), 50BX50A (50% biological piglets and 50% adopted piglets, n=13) and 100A (100% adopted piglets, n=13). All litters were standardized to eleven piglets with medium weight at birth (average: 1454.9 ± 74.6 g; range of 1065 – 1940 g). Behaviour of dams and piglets was evaluated during four consecutive days (day 1, 2, 4 and 6 after farrowing, considering day 1 as the crossfostering day). Piglets were weighed at days 4, 7, 10, 13 and 16. At first day of assessment, 100B group had low number ($P < 0.05$) of fights for teat (0.9 vs. 1.6 vs. 1.4) than other groups and tended to have a lower percentage ($P < 0.07$) of piglets involved in fights than 100A group (49.6%, 67.2% and 64.9% for 100B, 100A and 50BX50A, respectively). Productive nursing episodes (3.3, 3.3, 3.8 and 3.8 for days 1, 2, 4 and 6, respectively), survival rate (overall 97.2%) and average weight of piglets (1983, 2650, 3411, 4207 and 5047 g for days 4, 7, 10, 13 and 16, respectively) were similar ($P > 0.05$) among groups. In spite of the lower number of fights in 100B group at day 1, crossfostering performed on average at 20 h after birth has no adverse effects on survival and growth performance of adopted and biological piglets.

Keywords: *crossfostering, piglets, performance, behaviour.*

LISTA DE TABELAS

Tabelas inseridas na Revisão Bibliográfica		Página
Tabela 1	Efeito da uniformização, uma vez a cada três dias, na frequência de brigas dos leitões durante as primeiras duas horas após a adoção	13
Tabela 2	Níveis de imunoglobulinas (Igs) (mg/ml) no soro, colostro, leite e suco intestinal de suínos	16
Tabela 3	Concentração de imunoglobulinas (Igs) no colostro e no leite	17
Tabelas inseridas no Artigo Científico		
Table 1	Behaviour of biological and adopted piglets submitted to crossfostering during M1 ¹ observation (four consecutive nursing episodes observed) (mean \pm standard error)	46
Table 2	Behaviour of biological and adopted piglets submitted to crossfostering during M2 ¹ observation (four consecutive nursing episodes observed) (mean \pm standard error)	47
Table 3	Weight (g) of biological and adopted piglets submitted to crossfostering (mean \pm standard error)	48

LISTA DE FIGURAS

Figuras inseridas na Revisão Bibliográfica		Página
Figura 1	Concentração láctea de imunoglobulinas (Igs) durante a lactação	15
Figura 2	Transferência de imunoglobulinas (Igs) do soro para o colostro e leite da porca	18

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1 Uniformização das leitegadas	11
2.1.1 Uniformização e taxa de mortalidade pré-desmame	12
2.1.3 Uniformização e comportamento da porca e dos leitões.....	13
2.2 Importância do colostro	15
2.3 Produção de leite de acordo com o teto e desempenho dos leitões.....	20
2.4 Definição da ordem de teto pelo leitão.....	23
2.5 Comportamento dos leitões e da fêmea durante as mamadas	23
3 ARTIGO	28
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	50
REFERÊNCIAS	51

1 INTRODUÇÃO

Com o melhoramento genético as fêmeas tornaram-se hiperprolíferas e o número de leitões desmamados por fêmea ao ano atingiu uma média de 28,57 leitões nas 10% melhores granjas inscritas em um programa de gerenciamento no Brasil (dados de janeiro a dezembro de 2008) (PIGCHAMP, 2008). Entretanto, o aumento no tamanho da leitegada foi acompanhado de uma grande variabilidade do peso ao nascimento (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001b; MILLIGAN; DEWEY; DE GRAU, 2002; QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002; DAMGAARD et al., 2003; GONDRET et al., 2005), com o coeficiente de variação oscilando entre 18 e 25% (LEENHOUWERS; VAN DER LENDE; KNOL, 1999). O peso médio ao nascimento dos leitões é menor (VARLEY, 1995), o que resulta em menor viabilidade e vitalidade (DAMGAARD et al., 2003), reduz a taxa de sobrevivência, uma vez que exclui, diretamente, os leitões menores do acesso às tetas funcionais e produtivas (ENGLISH; WILKINSON, 1982; QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002).

A mortalidade neonatal é a responsável pela maior parte das perdas no período lactacional. De acordo com vários autores de diferentes países, a mortalidade pré-desmame pode variar entre 7,9 e 18,6% (FRIENDSHIP; WILSON; MCMILLAN, 1986; CROMWELL et al., 1989; QUÉMÉRÉ et al., 1993; ABRAHÃO et al., 2004), com a maioria das mortes ocorrendo nas primeiras 36 horas (ABRAHÃO et al., 2004; PINHEIRO; MACHADO, 2007), e 79,0% na primeira semana de vida (FURTADO, 2007).

Para aumentar as chances de sobrevivência e reduzir as perdas neonatais é importante que sejam adotadas práticas de manejo que visem a proteção dos leitões e, dentre estas, a possibilidade de que seja realizada a uniformização destes por tamanho e peso.

A uniformização deve ser realizada, de preferência, entre seis e 24 horas após o parto, com o objetivo de garantir máxima transferência de imunidade celular e humoral da mãe biológica para seus leitões. Este é o período em que a absorção de imunoglobulinas (Ig) através do colostro é máxima e a maioria dos leitões ainda não definiu a ordem de teto (STRAW et al., 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001; PIETERS et al., 2008). Entretanto, em muitas granjas produtoras de suínos, essa prática é realizada ao longo de toda a lactação (STRAW; DEWEY; BURGI, 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001; LIMA, 2007), o que

pode resultar em aumento da taxa de mortalidade durante a lactação, redução do peso ao desmame e aumento das brigas entre os leitões no momento das mamadas (NEAL; IRVIN, 1991; ROBERT; MARTINEAU, 2001).

O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da uniformização, quanto ao desempenho dos leitões e comportamento dos mesmos e da fêmea durante as mamadas, quando realizada no período recomendado (até 24 horas de vida) para tomar decisões mais adequadas quanto à realização desta prática.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Uniformização das leitegadas

A uniformização das leitegadas é um manejo que consiste em transferir leitões de leitegadas mais numerosas para as menos numerosas, com o intuito de uniformizá-los por tamanho e peso (NEAL; IRVIN, 1991; STRAW et al., 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001; LIMA, 2007).

Esta prática é realizada com frequência nos sistemas de produção de suínos (STRAW; DEWEY; BURGI, 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001; LIMA, 2007), porém de forma indiscriminada, ou seja, durante todo período de lactação. A uniformização é um manejo necessário, no entanto, deve ser realizado, preferencialmente, entre seis e 24 horas após o parto, período em que a maioria dos leitões ainda não definiu seus tetos e para que estes absorvam o máximo de Igs do colostro de sua mãe biológica (STRAW et al., 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001; PIETERS et al., 2008).

A máxima absorção de Igs pelas células do epitélio intestinal dos leitões ocorre nas primeiras 12 horas de vida e diminui rapidamente, para desaparecer quase completamente em 24 e 36 horas (LECCE; MATRONE, 1960; LECCE, 1971; MENGE; FROBISH, 1976; BOURNE et al., 1978; MACHADO NETO; GRAVES; CURTIS, 1987; DREW; BEVANDICK; OWEN, 1990; LANZA; SHOUP; SAIF, 1995).

Quando a uniformização é realizada ao longo da lactação, são observados aumento da taxa de mortalidade pré-desmame, redução do ganho de peso e aumento das brigas entre os leitões, além de atrapalhar a mamada do grupo durante mais de seis horas após a adoção (NEAL; IRVIN, 1991; ROBERT; MARTINEAU, 2001). Segundo Madec e Walddilove

(2002), esta prática deve ser limitada a 10% dos leitões, para controle da circovirose e outros patógenos. Entretanto, muitas granjas realizam esta prática após o período aconselhado ou ao longo da lactação, como observado em um estudo realizado em 300 granjas por Straw, Dewey e Burgi (1998), em que 60% das uniformizações ocorreram após uma semana de idade, porém o percentual médio de leitões uniformizados foi de 8,6%, percentual que corresponde ao recomendado por Madec e Walddilove (2002).

2.1.1 Uniformização e taxa de mortalidade pré-desmame

A uniformização pode reduzir a taxa de mortalidade pré-desmame em até 40% (ENGLISH; BAMPTON, 1982). Segundo Marcatti Neto (1986), a taxa de mortalidade pré-desmame nas leitegadas uniformizadas foi de 6,7%, enquanto que nas leitegadas controle foi de 13,4%. A diferença foi maior no grupo dos leitões leves ao nascimento (≤ 800 g), cuja taxa de mortalidade foi 62,5% quando mantidos com suas mães biológicas, enquanto aqueles transferidos para outras leitegadas de peso similar apresentaram mortalidade de 15,4%. Souza et al. (2009) não encontraram diferença na mortalidade de leitões (4,6%), quando estes foram uniformizados leves com leves (0,80-1,25 kg) ou leves com médios (1,40 – 1,60 kg). Entretanto, quando os leitões leves foram uniformizados com leitões pesados ($>1,70$ kg) a mortalidade dos leves passou para 11%. Kirkwood, Zak e Goonewardene (1998), Milligan, Fraser e Kramer (2001b) e Milligan, Dewey e de Grau (2002) não encontraram impacto significativo na mortalidade média dos leitões entre leitegadas com alta variação de peso e leitegada com peso similar.

2.1.2 Uniformização e desempenho dos leitões

Quando os leitões são uniformizados ao longo da lactação, o peso ao desmame destes é menor do que os não uniformizados (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001a,b; ROBERT; MARTINEAU, 2001). Essa diferença pode ser pelo fato dos leitões adotados brigarem mais por tetos (ROBERT; MARTINEAU, 2001) e perderem algumas mamadas. Porém esta diferença no desempenho dos leitões não é observada quando estes são uniformizados nas primeiras 48 horas de vida (NEAL; IRVIN, 1991; MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001a,b). Dewey, Gomes e Richardson (2008) relataram que os leitões uniformizados 24 horas após o parto foram desmamados (16 dias) com peso semelhante aos leitões não uniformizados (5,1 e 5,2 kg, respectivamente, $P > 0,05$), porém quando a uniformização foi realizada com 48 horas pós-parto o peso ao desmame foi menor (3,8 kg, $P < 0,0001$).

Straw et al. (1998) observaram que leitões uniformizados com 48 horas de vida foram desmamados mais pesados que os uniformizados ao longo da lactação (5280 vs. 4250 g). A uniformização ao longo da lactação reduziu a variação no peso ao desmame em 41%, mas deprimiu a taxa de crescimento dos leitões em 20%. Esta redução na variação não é desejável se associada com redução na taxa de crescimento

Souza et al. (2009) relataram que os leitões leves ao nascimento (0,80-1,25 kg), apresentaram peso semelhante ao desmame, independentemente se uniformizados com leitões pesados ($>1,70$ kg), médios (1,40-1,60 kg) ou em grupo de peso similar.

2.1.3 Uniformização e comportamento da porca e dos leitões

A uniformização realizada ao longo da lactação pode resultar em efeitos negativos no comportamento da porca e dos leitões o que, geralmente, compromete o desempenho dos mesmos (LIMA, 2007). A porca reconhece seus próprios leitões através do olfato (FRÄDRICH, 1974) e distingue-os dos adotados, podendo aceitar, rejeitar ou mesmo matá-los. Elas são mais agressivas com os leitões adotados quando estes são transferidos no final da lactação do que no início (HORRELL; BENNETT, 1981; PRICE et al., 1994; OLSEN; DYBKJAER; VESTERGAARD, 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001).

Robert e Martineau (2001) observaram que brigas por tetos e perdas de mamadas ocorreram mais entre os leitões das leitegadas uniformizadas ao longo da lactação, e o

número de leitões com lesões de brigas foi maior no grupo uniformizado do que no controle. Não foi observada diferença quando a uniformização foi realizada nas primeiras 24 horas após o parto (Tabela 1). Horrell e Bennet (1981) só observaram brigas entre leitões residentes (filhos biológicos em leitegadas com adotados) e adotados durante as mamadas e não entre estas.

Tabela 1. Efeito da uniformização, uma vez a cada três dias, na frequência de brigas dos leitões durante as primeiras duas horas após a adoção¹

	Dias de uniformização					
	1	4	7	10	13	16
Brigas por tetos durante as mamadas						
C*	12,2 ± 2,6	3,8 ± 1,0 e	3,9 ± 0,7 e	5,0 ± 1,1 e	3,3 ± 1,1 e	3,6 ± 0,9 e
U*	19,1 ± 3,2	18,2 ± 2,2 f	20,8 ± 2,8 f	27,2 ± 4,0 f	20,7 ± 1,7 f	18,3 ± 2,6 f
Brigas por tetos entre as mamadas						
C*	14,1 ± 2,9	3,3 ± 1,6 c	3,2 ± 1,2 c	2,1 ± 0,7 c	3,2 ± 0,8 e	2,4 ± 0,5 e
U*	23,5 ± 3,9	14,4 ± 2,8 d	11,1 ± 2,6 d	18,6 ± 4,9 d	19,3 ± 3,8 f	17,4 ± 3,3 f
Brigas na cela parideira						
C*	4,1 ± 1,4	3,1 ± 1,1 a	6,1 ± 1,6 a	3,7 ± 1,6 c	2,5 ± 0,9 c	3,9 ± 2,2 a
U*	1,5 ± 0,8	7,7 ± 1,4 b	12,4 ± 2,0 b	12,6 ± 1,9 d	10,9 ± 2,8 d	12,3 ± 3,2 b

Adaptado de Robert e Martineau (2001).

* Quatorze grupos uniformizado (U) e 13 controles (C).

¹ Número médio de brigas durante as primeiras duas horas após a pesagem das leitegadas do grupo C ou pesagem e uniformização das leitegadas do grupo U.

a, b diferem na coluna ($P < 0,05$); c, d diferem na coluna ($P < 0,01$); e, f diferem na coluna ($P < 0,001$).

Brigas por tetos foram mais frequentes entre um leitão residente e um adotado do que entre dois residentes ou dois adotados. Leitões adotados vocalizaram mais que os residentes, e também foram mais ativos, com médias de $16,4 \pm 0,9$, $10,5 \pm 0,6$ e $7,4 \pm 0,8\%$ (adotado, residente e controle, respectivamente) de tempo gasto caminhando ou correndo (ROBERT; MARTINEAU, 2001).

As porcas que tiveram suas leitegadas uniformizadas ao longo da lactação gastaram 15 a 30% menos tempo em decúbito lateral que as do grupo controle, junto com um aumento no tempo em que ficaram sentadas, em pé e deitadas em decúbito ventral. Porcas do grupo controle agrediram menos seus leitões, e as do grupo uniformizados foram mais agressivas com os leitões adotados em relação aos residentes. Essas diferenças não foram observadas quando a uniformização foi realizada nas primeiras 24 horas de vida (ROBERT; MARTINEAU, 2001).

2.2 Importância do colostro

A placenta dos suínos é classificada como epiteliocorial difusa (KIM; BRADLEY; WATSON, 1966; PORTER, 1988), não permitindo transferência de Igs da mãe para os fetos (BOURNE, 1976; BUTLER, 1998; KIM; BRADLEY; WATSON, 1966; LE JAN, 1996; NEWBY; STOKES; BOURNE, 1982; PORTER, 1988; STOKES; BOURNE, 1989). Portanto, os leitões nascem, praticamente, agamaglobulinêmicos, ou seja, sem proteção contra agentes patogênicos existentes no seu novo ambiente, e são incapazes de desenvolver as suas próprias respostas imunes locais que irão proteger o trato intestinal e respiratório, que são as principais portas de entrada dos patógenos (SALMON, 1999).

Os fetos têm baixa capacidade de produzir anticorpos (Acs) pelo fato de não estarem expostos a agentes infecciosos durante a vida intrauterina (WILSON, 1974; KLOBASA; WERHAHN; BUTLER, 1981). Portanto, o colostro é a única fonte de Acs maternos para o recém-nascido, uma vez que os leitões que não receberem anticorpos passivos primários desenvolverão respostas imunes a antígenos após sete a dez dias pós-parto (WILSON, 1974; KLOBASA; WERHAHN; BUTLER, 1981; ROTH, 1999; SALMON, 1999). Assim, leitões ao nascer dependem inteiramente do colostro para aquisição das Igs (IgG, IgM, IgA) que irão conferir as proteções iniciais, importantes para sua sobrevivência (BRAMBELL, 1958; PORTER, 1988; WAGSTROM; YOON; ZIMMERMAN, 2000). De acordo com Le Dividich, Herpin e Rosario-Ludovino (1994) e Wills et al. (1997), a saúde e sobrevivência dos leitões dependem, em grande parte, da quantidade de colostro ingerida.

Caso o leitão receba uma boa quantidade de colostro, no momento adequado, terá uma imunidade sérica altamente correlacionada com a da mãe, em natureza e

especificidade, independente dos leitões serem filhos adotados ou biológicos (HEIM et al., 2009).

É necessário maximizar a ingestão de colostro nas primeiras seis horas de vida do leitão, uma vez que, após o parto, a concentração das Igs no colostro decresce a cada aleitamento sucessivo, principalmente a IgG, que cai rapidamente (Figura 1). Portanto, quanto maior for o período entre o nascimento e a primeira mamada, maior será a chance de se estabelecer uma infecção. Para assegurar uma ingestão adequada de colostro pelos leitões, é essencial que estes sejam colocados a mamar já na primeira hora após o nascimento (ROOKE; BLAND, 2002).

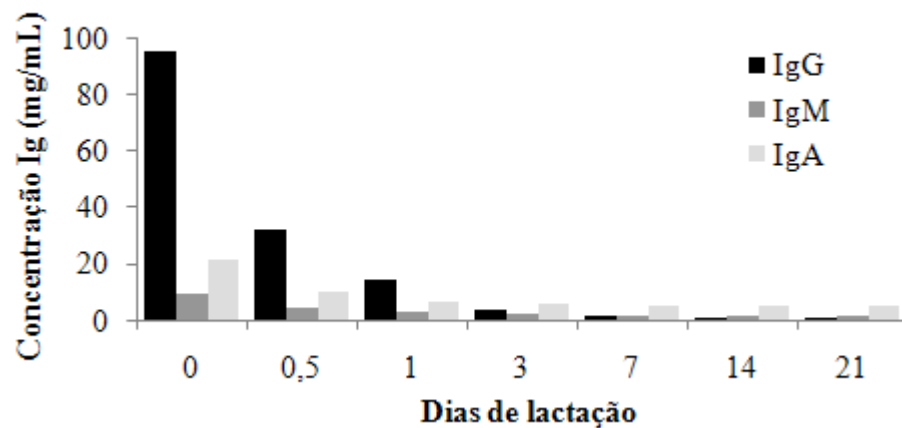


Figura 1. Concentração láctea de imunoglobulinas (Igs) durante a lactação

Adaptado de Klobasa, Agr e Butler (1987).

Além da queda da concentração das Igs do colostro, a absorção através do epitélio intestinal do neonato se dá por apenas algumas horas após o nascimento. A absorção é máxima nas primeiras 12 horas de vida e diminui bruscamente em 24 a 36 horas (LECCE; MATRONE, 1960; PORTER, 1969; LECCE, 1971; MENGE; FROBISH, 1976; BOURNE et al., 1978; WESTRÖM et al. 1984; 1985; MACHADO NETO; GRAVES; CURTIS, 1987; DREW; BEVANDICK; OWEN, 1990; LANZA; SHOUP; SAIF, 1995; ROOKE et al., 2003), quando os enterócitos do intestino delgado dos leitões cessam a transferência de macromoléculas intactas através da membrana baso-lateral das células, processo conhecido como “fechamento intestinal” (SMITH; JARVIS, 1978; EKSTROM; WESTRÖM, 1991).

Os mecanismos dos fatores que influenciam o fechamento não estão completamente esclarecidos, mas é reconhecido que os componentes do colostro aceleram este processo, como a concentração peri-parto de cortisol (BURTON; SMITH, 1977; WESTRÖM et al., 1985; SVENDSEN et al., 1986; BATE et al., 1991; SANGILD et al., 1993; CONNELL et al., 1995). Nesse período inicial, as células do epitélio intestinal neonatal são altamente vacuolizadas, imaturas e capazes de absorver macromoléculas, tais como as Igs (LECCE; MATRONE, 1960; MOON, 1972; SIMPSON-MORGAN; SMEATON, 1972; WERHAHN; KLOBASA; BUTLER, 1981). A absorção se dá por endocitose e subsequente movimento transcelular das macromoléculas em todo o epitélio intestinal (BURTON; SMITH, 1977). A IgA absorvida é re-secretada em superfícies mucosas do neonato, enquanto que a IgG permanece na circulação (STOKES; BOURNE, 1989). A IgA é a principal Ig presente no suco intestinal (BOURNE; PICKUP; HONOUR, 1971) (Tabela 3). Tem ação local (na parede ou mucosa intestinal), protegendo o trato gastrointestinal contra determinadas doenças, como por exemplo, a colibacilose e a gastroenterite transmissível (BOHL; SAIF, 1975).

Tabela 2. Níveis de imunoglobulinas (Igs) (mg/ml) no soro, colostro, leite e suco intestinal de suínos

	IgG	IgA	IgM	IgA:IgG
Soro	24,3	2,4	2,9	0,1
Colostro (h0 durante parto)	61,8	9,7	3,2	0,16
Leite	1,4	3,0	0,9	2,1
Suco intestinal (níveis relativos)	0,2	2,6	Traço	13,0

Adaptado de Bourne, Pickup e Honour (1971).

A IgA é a principal Ig no leite, porém no colostro a Ig que predomina é a IgG (Tabelas 2 e 3) (VAERMAN; ARBUCKLE; HEREMANS, 1970; YABIKI; KASHIWAZAKI; NIMIOKA, 1974; BOURNE, 1976; 1977; KLOBASA; WERHAHN; BUTLER, 1981; STOKES; BOURNE, 1989; LE JAN, 1993; BUTLER, 1998; DARRAGH; MOUGHAN, 1998; MAGNUSSEN, 1999). A diferença na composição de

anticorpos do leite e colostro é hormonalmente regulada. A IgG é, seletivamente, transportada do soro para o colostro sob o controle dos hormônios no fim da gestação (PORTER, 1988; STOKES; BOURNE, 1989). Células epiteliais mamárias, influenciadas pela interação hormonal de estrógeno, progesterona e prolactina, vinculadas a cadeia pesada de IgG, resultam em seu transporte seletivo em relação a outras classes de Igs (WATSON, 1980; PORTER, 1988). Com a mudança hormonal pós-parto, diminuição sérica de progesterona e aumento de corticóides e prolactina, há um aumento na secreção de leite e supressão na produção de colostro (DELOUIS, 1978; HARTMANN; WHITELY; WILCOX, 1984; KLOPFENSTEIN; GARMER; MARTINEAU, 1999). Como uma indicação do aumento da produção local e transporte de IgA secretória, a proporção de células epiteliais mamárias expressando componente secretor sobe de 20% ao parto, para quase 100% no momento da lactação estabelecida (LE JAN, 1993). Mais de 90% de IgA e IgM e 70% de IgG no leite são produzidas localmente na glândula mamária (Figura 3) (BOURNE, 1973).

Tabela 3. Concentração de imunoglobulinas (Igs) no colostro e no leite

Ig	Colostro (hora 0) ¹	Leite (14 dias pós-parto)
IgG (mg/mL)	95,6	0,9
IgA (mg/mL)	21,2	5,3
IgM (mg/mL)	9,1	1,4

¹ durante o parto.

Adaptado de Darragh e Moughan (1998).

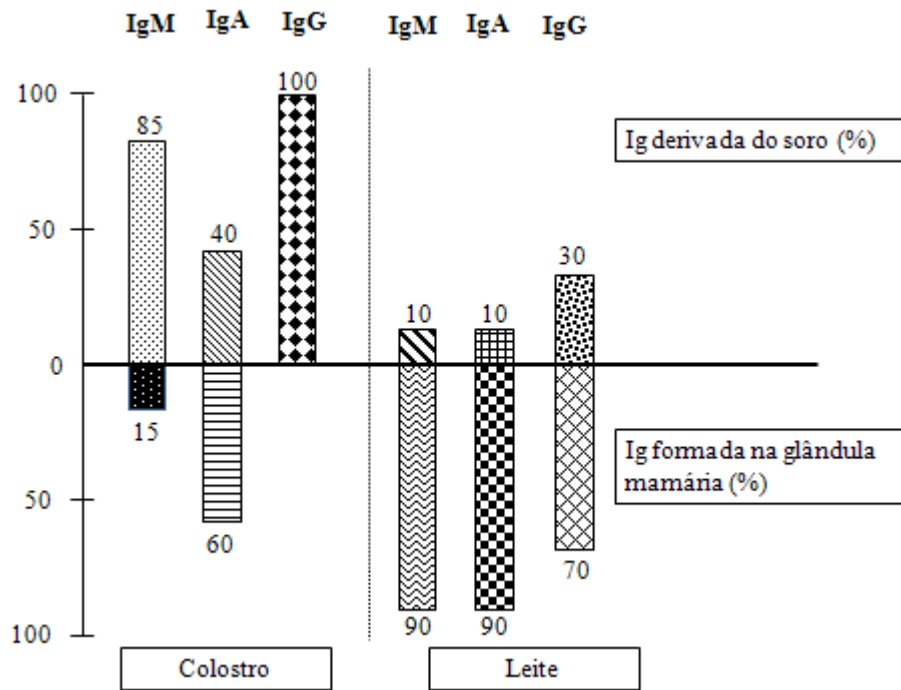


Figura 2. Transferência de imunoglobulinas (Igs) do soro para o colostro e leite da porca

Adaptado de Bourne (1973).

A quantidade de Igs produzida é influenciada pela ordem de parto (OP), com fêmeas de maior OP tendo níveis mais elevados de Igs (KLOBASA; AGR; BUTLER, 1987).

Os anticorpos adquiridos passivamente influenciam o desenvolvimento da resposta imune ativa do leitão (WILSON, 1974; KLOBASA; WERHAHN; BUTLER, 1981; ROTH, 1999). A presença de Acs passivos no soro dos leitões suprime a produção endógena de Acs (BOERSEMA et al., 1998; KIM; BRADLEY; WATSON, 1966; KLOBASA; WERHAHN; BUTLER, 1981; KLOBASA et al., 1986; REDMAN, 1979; WILSON, 1974), e o nível de supressão é diretamente proporcional a quantidade de Acs adquiridos passivamente (KLOBASA; WERHAHN; BUTLER, 1981; KLOBASA et al., 1986).

Além das Igs, o colostro contém linfócitos, citocinas, nucleotídeos e vários fatores de crescimento que podem afetar o sistema imune pós-natal (BRAMBELL, 1958; SCHLIMME; MARTIN; MEISEL, 2000; WAGSTROM, YOON, ZIMMERMAN, 2000;

BLUM; BAUMRUCKER, 2002; BOUTINAUD; JAMMES, 2002). Além da função imunológica, o colostro também tem as funções de prover energia para os leitões (lipídios, lactose, 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 de comportamento entre mãe e leitões, além de induzir o sono dos leitões (peptídeos opióides), entre outras (XUE et al., 1994; JENSEN et al., 2001).

2.3 Produção de leite de acordo com o teto e desempenho dos leitões

Os suínos domésticos modernos tem em torno de 12 a 16 glândulas mamárias funcionais, que se alinham em duas fileiras paralelas entre si e em relação à linha média, desde a região torácica até a inguinal e estão dispostas em três grupos: peitorais (dois pares), abdominais (dois a quatro pares) e inguinais (dois pares) (ELMORE; MARTIN, 1986; ENGEL; ST. CLAIR, 1986; KLOPFENSTEIN; GARMER; MARTINEAU, 1999). Pequenos tetos extra-numerários, funcionais ou não, podem ser encontrados e, geralmente, estão localizados entre o terceiro e o quarto par de tetos, menos frequentemente entre o quarto e o quinto par e ocasionalmente entre os outros pares (KLOPFENSTEIN; GARMER; MARTINEAU, 1999). Há também os tetos acessórios que não são funcionais, ou seja, não estão ligados aos tecidos glandulares e que podem estar localizados no fim da cadeia mamária entre os membros posteriores (MOLENAT; THIBEAULT, 1977).

Cada glândula é uma unidade funcional separada e distinta, com um teto, dois canais distintos e dois orifícios externos. Dentro de cada glândula mamária há normalmente dois sistemas glandulares internos, um cranial e um caudal. Histologicamente, os alvéolos se ligam através de um canal comum para formar lóbulos que são unidos por tecido conjuntivo para formar lobos. Células mioepiteliais estão localizadas junto à membrana basal das células epiteliais nos alvéolos, e quando estimuladas pela ocitocina, resulta em ejeção do leite. As glândulas mamárias são supridas por uma rede de veias, artérias e vasos linfáticos que se encontram em cada lado da linha média ventral e se estendem longitudinalmente a partir da axila até a região inguinal. Há uma anastomose venosa entre cada par de glândulas mamárias. O suprimento sanguíneo é oriundo da artéria carótida

comum para as glândulas anteriores e de uma derivada da aorta abdominal para as glândulas posteriores (ELMORE; MARTIN, 1986; KLOPFENSTEIN; GARMER; MARTINEAU, 1999).

O desenvolvimento mamário normal exige a presença de fetos (KENSINGER; COLLIER; BAZER, 1986) e ocorre principalmente na segunda metade do período gestacional (HACKER; HILL, 1972). Durante este tempo, há uma proliferação de tecidos lobuloalveolares e substituição de tecido adiposo e estroma (HACKER; HILL, 1972; KENSINGER et al., 1982). A formação de células lobuloalveolares está correlacionada com o aumento das concentrações de estrógeno e de progesterona na circulação materna, associada a baixos níveis de prolactina. O crescimento da glândula é histologicamente completo em 90 dias de gestação. Após 105 dias de gestação, a atividade metabólica da glândula mamária é estimulada pela diminuição da progesterona e aumento dos níveis de estrógeno. A regulação hormonal da mamogênese não está claramente definida, mas acredita-se que o aumento de estrógeno estimula os receptores de prolactina na glândula mamária que, por sua vez, resulta na proliferação e diferenciação de células secretoras, e aumento do peso da glândula mamária (KLOPFENSTEIN; GARMER; MARTINEAU, 1999). Além disso, a relaxina, presente em níveis aumentados no final da gestação, aumenta o crescimento do parênquima mamário (HURLEY, et al., 1991). O sinal para a produção de leite pela glândula mamária é um pico de prolactina e um aumento sérico de corticóides que ocorre antes do parto, em combinação com a queda brusca dos níveis séricos de progesterona que ocorre no parto e as características físicas de remoção de colostro da glândula mamária (HARTMANN; WHITELY; WILCOX, 1984; KLOPFENSTEIN; GARMER; MARTINEAU, 1999).

As glândulas mamárias peitorais possuem leite em maior quantidade, e os tetos são mais compridos e flácidos, permitindo aos leitões um melhor contato durante a sucção, sendo estas mais disputadas, em relação às glândulas posteriores (GILL; THOMSON, 1956; HEMSWORTH; WINFIELD; MULLANEY, 1976). Furtado et al. (2009) observaram que os tetos peitorais e abdominais tiveram maior produção diária de leite ($809,2 \pm 458,7$ g, $732,8 \pm 369,2$ g, respectivamente) que os inguinais ($634,4 \pm 450,0$ g) ($P < 0,05$). Gill e Thomson (1956) verificaram produção 15,3% superior nos quatro pares anteriores em relação aos quatro posteriores.

A produção de leite é afetada, primariamente, pela demanda gerada durante a lactação, existindo associação positiva entre o peso ao nascimento e a capacidade de estimulação da glândula mamária. Os leitões maiores ao nascimento são mais vigorosos, realizando um estímulo mais eficaz da glândula (HARTMAN; LUDWICK; WILSON, 1962; SCHEEL; GRAVES; SHERRITT, 1977; ALGERS; JENSEN, 1991; KING et al., 1997).

Alguns autores sugerem que a ordem de tetos interfere no desenvolvimento dos leitões, com a variação na produção de leite de cada glândula mamária sendo o principal fator que contribui para a variação de peso da leitegada ao desmame (FRASER; JONES, 1975; HEMSWORTH; WINFIELD; MULLANEY, 1976; HARTSOCK; GRAVES; BAUMGARDT, 1977; FRASER et al., 1979; ROSILLON-WARNIER; PAQUAY, 1984). Segundo Furtado et al. (2009), leitões de médio ($1,59 \pm 0,17\text{kg}$) e elevado ($1,93 \pm 0,21\text{kg}$) peso ao nascimento que mamaram nos pares cinco, seis e sete apresentaram peso inferior (5420 ± 1130 g, 5900 ± 1110 g, respectivamente) ao desmame (21 dias) em relação àqueles que mamaram nos pares um (6660 ± 1100 g, 7400 ± 1130 g, respectivamente) e dois, três e quatro (6140 ± 1120 , 6600 ± 1200 g, respectivamente). Dessa forma, existe um sinergismo entre a eficiência do leitão e a resposta da glândula mamária ao estímulo recebido, resultando na autorregulação da produção de leite (FURTADO et al., 2009). No entanto, Stull et al. (1999) não observaram diferença no peso ao desmame (28 dias) entre leitões que mamaram no primeiro (6760 g), quarto (6660 g) ou sexto par de tetos (6770 g). A diferença entre os pares de tetos também é observada em relação à produção de colostro, onde o sétimo par de tetos teve um volume 64,5% menor que o primeiro par (FRASER; LIN, 1984). Furtado et al. (2009) encontraram uma diferença de 25,5% do volume de colostro entre o primeiro e o sétimo par de tetos.

Segundo Furtado et al. (2009), os três primeiros pares de tetos tiveram maior procura (18,6%, 17,7% e 18,2%, par um, dois e três, respectivamente) e 70,7% dos leitões mamaram nos quatro primeiros pares, comprovando os resultados de KIM et al. (2000) que relataram que 60% dos leitões mamaram nestes tetos.

2.4 Definição da ordem de teto pelo leitão

Os leitões iniciam a procura pelo complexo mamário, através do focinho, poucos minutos após o nascimento (HARTSOCK; GRAVES, 1976). Nas primeiras 18 horas de vida, eles disputam os tetos vigorosamente e mamam em três ou quatro tetos diferentes (HARTSOCK; GRAVES, 1976; JEPPESEN, 1982). Segundo Fraser e Rushen (1992), os leitões procuram por tetos onde ainda há ejeção de colostro. Entre três e sete dias, a escolha por uma glândula mamária predomina (ROSILLON-WARNIER; PAQUAY, 1984). A partir dos sete dias, ocorre a eleição de um teto, ou ocasionalmente dois, sendo estabelecida a posição definitiva na mamada (HEMSWORTH; WINFIELD; MULLANEY, 1976; JEPPESEN, 1982). Donald (1937a; b) foi quem descobriu o estabelecimento da ordem de tetos pelos leitões, baseada na variação da taxa de crescimento destes, e na variação da produção de leite dos diferentes tetos. Uma vez estabelecida a ordem da mamada, dificilmente ocorrem disputas e o leitão ocupará o mesmo teto ou o mesmo par de tetos até o desmame (ROSILLON-WARNIER; PAQUAY, 1984). De acordo com McBride (1963) e Wyeth e McBride (1964), 10 a 17,5% dos leitões mamam em dois tetos, sendo, normalmente, o primeiro teto o principal, aquele que o leitão dá mais atenção. O teto secundário é quase sempre adjacente ao principal.

Segundo Jeppesen (1982), existe um efeito comportamental significativo durante as mamadas. Nos primeiros dias de lactação, os sons emitidos pela porca servem de orientação para os leitões, atraindo-os para os tetos anteriores que ficam mais próximos à origem do som.

Em geral, leitões maiores ou mais vigorosos têm maiores chances de vencer na disputa pelos tetos anteriores, enquanto os mais leves ou subordinados mamam nos posteriores (WYETH; MCBRIDE, 1964; MCBRIDE; JAMES; WYETH, 1965; HARTSOCK; GRAVES, 1976; SCHEEL; GRAVES; SHERRITT, 1977; ROSILLON-WARNIER; PAQUAY, 1984; KIM et al., 2000).

2.5 Comportamento dos leitões e da fêmea durante as mamadas

As primeiras ejeções de leite ocorrem antes mesmo do fim do parto. Discreta ejeção de leite ocorre em um curto intervalo de tempo durante o estabelecimento da lactação, com uma maior variabilidade, de cinco a 40 minutos, nas primeiras oito horas após o início do

parto e, mais tarde com intervalos de 45 a 60 minutos (BARBER; BRAUDE; MITCHELL, 1955; FRASER, 1984a; CASTREN et al., 1992; FRASER; RUSHEN, 1992).

A mamada é dividida em três fases: pré-ejeção do leite, ejeção e pós-ejeção. A fase de massagem pré-ejeção dura de um a três minutos (BARBER; BRAUDE; MITCHELL, 1955). Um menor número de leitões massageando o teto torna mais longa a fase pré-ejeção, necessária para promover a ejeção de leite (ALGERS, 1993). Segundo Fraser (1980) e Castren et al. (1992), a função de uma longa fase pré-ejeção é necessária para que todos os leitões tenham tempo para encontrar o seu lugar, definir seus tetos e começar a massagem. Leitões maiores podem massagear seu teto de forma mais vigorosa, resultando em um maior fluxo sanguíneo para sua própria glândula mamária (FRASER, 1984b).

Após a estimulação da glândula mamária, impulsos elétricos são enviados ao hipotálamo, onde neurônios secretores liberam vesículas secretoras contendo ocitocina, que são transportadas até a neurohipófise através dos axônios do trato hipotalâmico neuro hipofisário, resultando na liberação da ocitocina pela neurohipófise, e, conseqüentemente, ejeção do leite (ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982). A ejeção do leite é caracterizada por um súbito e rápido aumento na pressão intra-mamária, que rapidamente chega a 20-40 mmHg e, então, gradualmente retorna a níveis basais (ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982).

Uma mudança na taxa de grunhido da porca, vinte segundos antes da liberação do leite, sinaliza que os leitões devem parar a massagem para iniciar a sucção de leite (ALGERS, 1993). A fase de ejeção do leite é de aproximadamente 10 a 20 segundos (GILL; THOMSON, 1955; FRASER, 1980; ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982), período em que a ocitocina provoca a contração das células mioepiteliais da glândula mamária (ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982). Segundo Ellendorff, Forsling e Poulain (1982), as concentrações plasmáticas de ocitocina aumentam e atingem um pico antes da ejeção do leite, e, gradualmente, diminui para valores basais, levando mais tempo que a pressão intra-mamária leva para chegar a valores basais. A concentração de ocitocina no plasma aumenta de valores baixos ($<0,2-6,0 \mu\text{u/mL}$) para um único pico ($3,9-21,2 \mu\text{u/ml}$), detectada entre 30 e 16 segundos antes do aumento da pressão intra-mamária ou entre 15 e um segundo antes da ejeção do leite. Quando a pressão intra-mamária diminui, o leite não está mais disponível, uma vez que no complexo mamário da

porca não tem cisterna (WAKERLEY; CLARKE; SUMMERLEE, 1988). Na fase de ejeção, os leitões consomem, em média, cerca de 20 a 30 g de leite (BARBER; BRAUDE; MITCHELL, 1955).

Durante os primeiros dias após o parto, as porcas iniciam a maior parte das mamadas por vocalização (grunhidos) e exposição do aparelho mamário (ALGERS; JENSEN, 1985; JENSEN; STANGEL; ALGERS, 1991). Os leitões que emitem um grunhido, também parecem ser capazes de estimular a porca a expor o aparelho mamário (JENSEN; ALGERS, 1984).

A função da vocalização da porca foi sugerida por Fraser (1980) para alertar os suínos, bem como atraí-los para os tetos para iniciar a mamada. No início da mamada há uma maior vocalização por parte da porca, os leitões iniciam a mamada e a ocitocina é liberada para a circulação sanguínea, no entanto ainda não há leite disponível. Neste momento, a mamada é caracterizada por movimentos lentos da mandíbula dos leitões (FRASER, 1980). Leva cerca de 20 segundos a partir do momento em que a ocitocina é liberada para a circulação até que esta promova um aumento da pressão intra-mamária (ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982), e, neste momento, a mamada é caracterizada por movimentos rápidos da mandíbula (FRASER, 1980).

A intensidade da vocalização da porca é considerada um sinal para os leitões, onde uma baixa intensidade indica que o leite não está ainda disponível, e, assim, resulta na massagem do teto por parte dos leitões, enquanto que um aumento súbito da intensidade da vocalização indica que a ejeção de leite irá ocorrer dentro de alguns segundos. Este aumento da intensidade da vocalização poderá servir como um sinal para orientar os leitões a parar a massagem, encontrar o teto e iniciar a mamada. É importante que o leitão comece a mamar logo que o leite esteja disponível, porque um atraso de cinco segundos causará uma perda de 25 a 50% de leite (ALGERS, 1993).

Os leitões retomam a massagem no teto após a mamada, mesmo não havendo nova liberação de leite imediatamente (ELLENDORFF; FORSLING; POULAIN, 1982). Segundo McBride (1963), esta segunda massagem serve como um marcador olfatório, o que facilitaria o estabelecimento da ordem de tetos. Algers e Jensen (1985) sugeriram que a função da massagem pós-ejeção é a que o leitão estimula, individualmente, a produção de leite do seu próprio teto para a mamada seguinte. Segundo Algers e Jensen (1991), a

duração e a intensidade do estímulo dado a um teto influenciou a produção de leite do mesmo teto durante os primeiros dias de lactação.

Foi demonstrado, em ovinos e humanos, que os neonatos desenvolvem uma preferência pela voz da sua mãe (POINDRON; CARRICK, 1976; DECASPER; FIFER, 1980). Segundo o estudo de Walser (1986), das três leitegadas avaliadas, no primeiro dia de vida, 46% dos leitões responderam exclusivamente para a vocalização de sua própria mãe, em relação à vocalização de outra porca e, aos dois dias de vida, 88% responderam exclusivamente para a voz de sua mãe.

É bem possível que a sincronização do comportamento de mamada seja prejudicada, pelo menos durante os primeiros dias de vida, se os leitões, ao nascimento, estiverem expostos aos grunhidos de outras porcas, tornando mais difícil identificar a voz da sua mãe (ALGERS, 1993).

A duração (200-250 minutos/dia) e a intensidade da estimulação de cada glândula mamária influenciou a produção de leite nos primeiros três dias de lactação (ALGERS; JENSEN, 1991), e a frequência (20-24 vezes/ dia) das mamadas influenciou o ganho de peso dos leitões (SPINKA et al., 1997; AULDIST et al., 1995).

Algers (1991) observaram que porcas que receberam leitões provenientes de outras leitegadas tiveram intervalos mais longos entre as mamadas que porcas que não receberam nenhum leitão. A uniformização das leitegadas parece interferir na mamada, de tal forma que aumenta a proporção de mamadas não produtivas, o que indica que a porca possa estar perturbada. Isto pode ser causado pela vocalização emitida pelos leitões adotados (ALGERS, 1993).

A ausência de cisterna resulta em brigas durante a ejeção do leite. Quando um leitão tenta mamar em outro teto, ele correrá o risco de perder o leite do seu próprio teto (ALGERS, 1993). As brigas sempre começam em algum ponto, normalmente quando um leitão mama em outro teto que não seja o seu. As brigas ocorrem mais nas duas primeiras horas após o nascimento, diminuindo com o passar das horas (HARTSOCK; GRAVES, 1976).

Segundo Hartsock e Graves (1976), 80,8% dos leitões ganharam a disputa por teto, quando esta se deu em seu próprio teto e apenas 38,7% dos leitões ganharam a brigas,

quando disputaram por teto que não era seu, mostrando características de comportamento territorial.

3 ARTIGO

ARTIGO SUBMETIDO À COMISSÃO EDITORIAL DA REVISTA “APPLIED
ANIMAL BEHAVIOUR SCIENCE”

1 **Effects of crossfostering on pre-weaning behaviour of sows and piglets and growth**
2 **performance of biological and adopted piglets**

3

4 Giseli Heim^a, Ana Paula Gonçalves Mellagi^a, Thomas Bierhals^a, Lisiane Pires de Souza^a,
5 Henrique Castello Costa de Fries^a, Paola Piuco^a, Eduardo Seidel^a, Mari Lourdes Bernardi^b,
6 Ivo Wentz^a, Fernando Pandolfo Bortolozzo^{a*}

7

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

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

12

13 **Abstract**

14

15 Crossfostering is either the transference of piglets to equalize litter size or to create
16 homogeneous litters according to the birth weight. The aim of the experiment was to
17 assess the behaviour of both sows and piglets and litter performance up to weaning. Three
18 groups were studied: 100B (100% biological piglets, n= 13), 50BX50A (50% biological
19 piglets and 50% adopted piglets, n=13) and 100A (100% adopted piglets, n=13). All litters
20 were standardized to eleven piglets on average within 20.1 ± 0.4 h (14.3 – 24.7 h) of birth.
21 The behaviour of piglets and sows was recorded during four consecutive sucklings for four
22 days (days 1, 2, 4 and 6 after farrowing, considering day 1 as the crossfostering day). The
23 observations were performed at two moments: moment 1 (M1 – since piglets were
24 released from creep box until milk letdown) and moment 2 (M2 – since the end of milk
25 letdown up to 15 minutes later). Piglets were weighed at days 1, 4, 7, 10, 13 and 16. There
26 were no differences ($P>0.05$) among the groups in the following behavioural variables:

27 percentage of nursing episodes missed; number of fights for teats and percentage of
28 piglets involved in fights at M1; percentage of piglets vocalizing at M1 and M2; number of
29 fights per piglet and percentage of piglets involved in fights elsewhere in the cage; number
30 of fights and percentage of piglets involved in fights inside the creep box; number of playful
31 behavior per piglet and percentage of piglets involved. At day 1 of M2, 100B piglets
32 displayed a lower number ($P<0.05$) of fights for teat (0.9 vs. 1.6 vs. 1.4) than the other
33 groups and tended to have a lower percentage ($P<0.07$) of piglets involved in fights than
34 100A group (49.6%, 67.2% and 64.9% for 100B, 100A and 50BX50A, respectively).
35 Productive nursing episodes (3.3, 3.3, 3.8 and 3.8 for days 1, 2, 4 and 6, respectively),
36 survival rate (overall 97.2%) and average weight of piglets (1983, 2650, 3411, 4207 and
37 5047 g for days 4, 7, 10, 13 and 16, respectively) were similar ($P>0.05$) among groups. In
38 spite of the lower number of fights in the 100B at day 1, crossfostering performed on
39 average at 20 h after birth has no adverse effects on survival and growth performance of
40 adopted and biological piglets.

41 **Keywords:** *crossfostering; behaviour; weight; survival; piglets.*

42

43 **1. Introduction**

44

45 With advances in genetic improvement, an increase in sow prolificacy has been observed.
46 This increase can be associated with a large variability in birth weight and a higher piglet
47 mortality rate (Alonso-Spilsbury et al., 2007; Damgaard et al., 2003; Gondret et al., 2005;
48 Milligan et al., 2001; Quiniou et al., 2002). It is important to adopt management practices
49 such as crossfostering, which is either the transference of piglets to equalize litter size or
50 to create homogeneous litters according to birth weight.

51 Crossfostering reduces pre-weaning mortality (Robert and Martineau, 2001; Straw et al.,
52 1998), although it has become widely used throughout lactation in order to meet the

53 system's requirements for heavy piglets of highly uniform body weights at weaning (Robert
54 and Martineau, 2001; Straw et al., 1998). Crossfostering should be performed up to 24 h
55 after farrowing, before teat order has been established, so that piglets can absorb the
56 maximum of colostrum immunoglobulins from their genetic dams (Pieters et al., 2008;
57 Robert and Martineau, 2001; Straw et al., 1998). This can be explained because the
58 higher immunoglobulin absorption takes place until 12 h after the farrowing and a loss in
59 gut permeability occurring 24 and 36 h afterwards (Lanza et al., 1995; Lecce et al., 1961;
60 Speer et al., 1959). It has been shown that the performance of piglets is not affected if this
61 practice is performed until 48 h after farrowing (Milligan et al., 2001; Neal and Irvin, 1991;
62 Robert and Martineau, 2001).

63 Crossfostering should be avoided beyond the recommended period, e.g. during lactation,
64 because it might enhance infection hazard and pre-weaning mortality rate as piglets are
65 exposed to an environment with pathogenic agents against which piglets may not have
66 any adequate protection (Wills et al., 1997). Repeated crossfostering during lactation can
67 be stressful for both piglets and sows and is likely to have detrimental effects on their
68 behaviour without improving body weight at weaning (Horrell and Bennett, 1981; Milligan
69 et al., 2001; Neal and Irvin, 1991; Olsen et al., 1998; Price et al., 1994; Robert and
70 Martineau, 2001). Young suckling piglets develop teat fidelity and repeated crossfosterings
71 could affect this behaviour (Robert and Martineau, 2001).

72 The aim of the present study was to observe sows and piglets behaviour during nursing
73 and growth performance of piglets up to weaning in biological (also called resident) and
74 adopted (also called fostered) piglets crossfostered within around 20 h after birth.

75

76 **2. Material and methods**

77

78 **2.1. Animals and treatments**

79

80 This experiment was carried out on a commercial swine unit of 2900 sows in southern of
81 Brazil, Santa Catarina state, from October through to December 2008 and involved 39
82 sows of parity five (Agroceres PIC[®] genetics, C23) with at least 12 teats.

83 Approximately one week before estimated farrowing date, sows were moved into individual
84 farrowing crates, with plastic flooring, where they remained until weaning. Farrowings were
85 induced by prostaglandin administration on days 113-114 of gestation. Each sow was
86 housed in the center of its farrowing crate. Piglets could access both spaces situated at
87 sides of the crate (inaccessible to the sow) and creep area (in front of the crate), which
88 had heat lamps for the piglets. Farm management was performed equally for the three
89 groups without intervention or modifications.

90 Temperature control was based on the curtain management. The average temperature of
91 farrowing houses was 23.4°C (26.3 and 21.6°C for average maximum temperature and
92 average minimum temperature, respectively) whereas the average temperature of creep
93 area was 27.6°C (30.2 and 25.5°C for average maximum temperature and average
94 minimum temperature, respectively).

95 On the first day after farrowing, sows received 1.0 kg of food and until the fourth day food
96 was increased gradually (1.0 kg/day). From fourth day onward, they received a
97 commercial corn soybean diet (17.5% crude protein, 1.0% lysine and 3400 kcal/ kg
98 metabolizable energy) *ad libitum*. From the sixth day of age, piglets were provided with
99 creep feed (20.8% crude protein, 1.45% lysine and 3450 kcal/ kg metabolizable energy).

100 Both sows and piglets had free water access.

101 Most of the piglets (92%) were crossfostered within 24 h after birth with an interval of on
102 average 20.1 ± 0.4 h (14.3 – 24.7 h) after farrowing. All litters were standardized to 11
103 piglets, with good birth vigor score, i.e., easy to move around the pen, to find the creep box
104 and suckling effectively (Neal and Irvin, 1991). At crossfostering piglets were weighed

105 (average: 1454.9 ± 74.6 g; range of 1065 – 1940 g) and allocated into three groups (13
106 litters each group): 100B (100% biological piglets), 50BX50A (50% biological piglets and
107 50% adopted piglets) and 100A (100% adopted piglets). All piglets were allocated into
108 these groups based on gender and weight. Piglets were individually earmarked at the time
109 they were crossfostered. In 50BX50A group, six and five piglets were alternately
110 distributed to each female so that at the end there were almost the same number of
111 biological (n= 71) and adopted (n= 72) piglets. Adopted piglets were all issued from fifth
112 parity sows, 1-2 donors being used for each fostering mother in 50BX50A group and 2-3
113 donors for each fostering mother in 100A group. In 100B group the crossfostering was only
114 performed by number, that is, the surplus piglets were removed always trying to maintain
115 piglet birth weight close to that of the two other groups.

116

117 **2.2. Measurements**

118

119 2.2.1. Behavioural observations

120

121 In order to evaluate the behaviour of piglets and dams during nursing, four consecutive
122 nursings were evaluated by direct visual observation during four days (day 1, 2, 4 and 6
123 after farrowing, considering day 1 as the crossfostering day). All evaluations were
124 performed by a single person who has undergone previous training and was assessed a
125 sow and her litter at a time. At the beginning of each assessment, piglets were released
126 from the creep box and helped out. After the end of evaluation, the piglets were held in
127 creep box for 50 minutes until the next assessment.

128 The observation period was divided in two moments: moment 1 (M1 – since the piglets
129 were released from the creep box until milk letdown) and moment 2 (M2 – since the end of
130 milk letdown up to 15 minutes later). All piglets within a litter were individually marked with

131 numbers on their back for better identification during the observation period. The pre-
132 ejection milk massaging phase, which lasted from one through to three minutes (Algers,
133 1993; Algers and Jensen, 1985; Algers and Uvnäs-Moberg, 2007; Fraser, 1980) and milk
134 letdown, from 10 to 20 seconds (Algers and Uvnäs-Moberg, 2007; Ellendorff et al., 1982;
135 Fraser, 1980) were covered by M1 moment. Post letdown milk massaging phase was
136 extended to 15 minutes afterward (Per Jensen and Augustsson, 1998) being covered by
137 M2 period.

138 Milk letdown was characterized by the moment piglets changed their suckling movements,
139 i.e., from slow jaw movements to faster ones and then kept intensively suckling for about
140 15 seconds. Nursing was considered successful (including milk letdown) if a fast suckling
141 phase could be observed, that is, if piglets were suckling intensively on the teats for about
142 15 seconds without interspersing teat massage or moving around. Nursing was considered
143 to have started when more than half of the piglets were actively manipulating the udder
144 and ended when more than half of the litter had left the udder or was inactive next to the
145 udder (Fraser, 1980; Wattanakul et al., 1998; Whatson and Bertram, 1980).

146 The following variables were recorded during M1: number of fights for teats, percentage of
147 piglets involved in fights, percentage of piglets vocalizing, percentage of nursing episodes
148 missed and number of productive nursings. The variables recorded during M2 were the
149 following: number of fights for teats, number of fights elsewhere in the cage, number of
150 fights inside the creep box, percentage of piglets involved in these fights, percentage of
151 piglets vocalizing, number of playful behaviour and percentage of piglets involved in this
152 behaviour. Even in cases of non-productive nursings (without milk letdown), sows and their
153 litters were evaluated for 20 minutes at M2 (for all the variables except for the number of
154 fights for teats and percentage of piglets involved in these fights), and after this period
155 piglets were kept in the creep box.

156 A fight was defined as aggressive behaviour such as an attack (including head knocks and
157 biting), a displacement event with physical contact (Erhard et al., 1997) or any shoulder
158 knock (Petersen and Vestergaard, 1989). A fight was considered to have started when one
159 piglet attacked another for three seconds (Erhard et al., 1997; Petersen and Vestergaard,
160 1989; Robert and Martineau, 2001). By definition, a fight episode was considered finished
161 when piglets remained separated for at least three seconds (Milligan et al., 2001; Wiegand
162 et al., 1994). Playful behaviour was defined as the time two piglets interacted sociably,
163 without aggression, a new playful episode being considered when repeated after 30
164 seconds.

165

166 2.2.2. Growth performance

167

168 After crossfostering, piglets were individually weighed at days 4, 7, 10, 13 and 16 after
169 farrowing. Piglets were weaned at day 16 after farrowing.

170

171 **2.3. Statistical analysis**

172

173 For all statistical analyses the Statistical Analysis System software, version 9.1.3, was
174 used (SAS, 2005). All variables were analyzed using litters as experimental units. Number
175 of fights for teat, number of fights elsewhere in the cage and inside the creep box, and
176 number of playful behaviour was expressed as the observed number of these events
177 divided by the number of piglets in each litter. Vocalization and also the involvement in
178 fights or playful behaviour were expressed as percentages over the total of piglets per litter
179 showing this particular behaviour. The number of fights per piglet was transformed by
180 logarithm ($X + 1$) whereas the percentage of nursing episodes missed, and the percentage
181 of piglets involved in fights or playful behaviour were submitted to arcsine square root

182 transformation before being analyzed by the GLM procedure. Even when submitted to
183 recommended transformations (Steel and Torrie, 1980), some variables failed to follow a
184 normal distribution: number of productive nursing episodes, percentage of vocalizing
185 piglets, number of playful behaviour, number of fights elsewhere in the cage and inside the
186 creep box, percentage of piglets involved in fights elsewhere in the cage and inside the
187 creep box, and survival rate. These variables were thus submitted to non parametric
188 analysis using the NPAR1WAY procedure and groups were compared by the Kruskal-
189 Wallis test. Piglet weight was analyzed as repeated measures by the MIXED procedure,
190 with birth weight included as a covariate in the model of analysis. LSmeans were
191 compared by the Tukey test using a 5% probability level for statistical significance and P
192 >5% and <10% for a tendency.

193

194 **3. Results**

195

196 During the four consecutive evaluated nursings, productive nursing episodes were similar
197 ($P>0.05$) among the groups (3.3 ± 0.1 ; 3.3 ± 0.1 ; 3.8 ± 0.1 ; 3.8 ± 0.1 for days 1, 2, 4 and 6,
198 respectively). Only two sows (5.1%) were aggressive with their piglets (sow snapping -
199 making a sudden, rapid biting movement toward the piglet) and only in the first nursing
200 episode after crossfostering, one sow from the 100A group (four piglets involved) and
201 another from 50BX50A (two biological piglets and one adopted involved).

202 Percentage of nursing missed episodes was not different among groups (Table 1).

203 However, when piglets of 50BX50A group were analyzed separately, adopted piglets
204 (50A) lost more nursing episodes ($P<0.05$) at day 1 ($34.5 \pm 3.7\%$ vs. $24.8 \pm 2.9\%$) than the
205 biological ones (50B).

206 There were no differences in the number of fights for teats at M1, in percentage of piglets
207 involved in these fights and in percentage of piglets vocalizing (M1 and M2) during the four

208 days of observation (Tables 1 and 2). At day 1 of M2, the number of fights for teats was
209 lower ($P < 0.05$) in 100B group than in 50BX50A and 100A groups and the percentage of
210 piglets involved in these fights tended to be lower ($P < 0.07$) in the 100B compared to the
211 100A group (Table 2). The number of fights tended to be lower ($P < 0.09$) in 100B than in
212 50BX50A group, at day 2 (Table 2).

213 On day 1 of observation, piglets did not fight elsewhere in the cage or inside the creep
214 box. The following variables concerning fights or playful behaviour between piglets did not
215 differ ($P > 0.05$) among the groups: number of fights elsewhere in the cage (0.01 ± 0.005 vs.
216 0.04 ± 0.01 vs. 0.06 ± 0.009 for days 2, 4 and 6, respectively); percentage of piglets
217 involved ($2.2 \pm 0.7\%$ vs. $6.3 \pm 1.3\%$ vs. $9.3 \pm 1.2\%$ for days 2, 4 and 6, respectively);
218 number of fights inside the creep box (0.01 ± 0.003 vs. 0.01 ± 0.003 vs. 0.02 ± 0.004 for
219 days 2, 4 and 6, respectively); percentage of piglets involved in fights ($1.8 \pm 0.5\%$ vs. $2.0 \pm$
220 0.5% vs. $3.0 \pm 0.7\%$ for days 2, 4 and 6, respectively); number of playful behaviour (0.009
221 ± 0.004 vs. 0.08 ± 0.01 vs. 0.4 ± 0.05 vs. 0.5 ± 0.06 for days 1, 2, 4 and 6, respectively),
222 and percentage of piglets involved in playful behaviour ($1.4 \pm 0.5\%$ vs. $11.4 \pm 1.6\%$ vs.
223 $34.5 \pm 2.8\%$ vs. $41.8 \pm 3.2\%$ for days 1, 2, 4 and 6, respectively).

224 Weight of piglets on the crossfostering day was not different ($P > 0.05$) among groups (1452
225 ± 24 g, 1462 ± 25 g and 1452 ± 13 g for 100A, 100B and 50BX50A groups, respectively).

226 There was no effect of interaction between groups and moments of weighing ($P > 0.05$).

227 Differences in piglet weight were observed among all the moments of weighing but no
228 differences were observed among groups (Table 3). Compared separately, 50B and 50A
229 piglets which suckled the same dam showed similar ($P > 0.05$) weight at weaning ($5174 \pm$
230 138 g vs. 5058 ± 138 g).

231 Overall survival rate was $97.2 \pm 0.8\%$ with no differences ($P > 0.05$) among groups ($97.2 \pm$
232 1.2% vs. $95.8 \pm 1.7\%$ vs. $98.6 \pm 0.9\%$ for 100B, 50BX50A and 100A groups, respectively).

233

234 **4. Discussion**

235

236 Sows recognize their own piglets by olfactory cues (Algers and Uvnäs-Moberg, 2007), and
237 can distinguish their own offspring from other piglets. As a result, these sows may accept,
238 reject or even kill alien piglets, even though cross suckling occurs frequently in the
239 domestic pig (Newberry and Wood-Gush, 1986). Although sows can accept alien offspring
240 quite well (Dellmeier and Friend, 1991; Newberry and Wood-Gush, 1986), they are more
241 aggressive with piglets when crossfostering is performed during lactation (Horrell and
242 Bennett, 1981; Olsen et al., 1998; Price et al., 1994). Foster sows snap at their piglets
243 more often than control sows and are more aggressive toward fostered piglets than toward
244 their own offspring at any age of adoption except for the first day after farrowing (Robert
245 and Martineau, 2001).

246 The aggressiveness of females toward the piglets involved only 5.1% of females and 1.6%
247 (7/429) of piglets, and none of them were injured. This low aggressiveness level might be
248 due to the fact that only females of fifth parity have been used, which are more
249 experienced and adapt more easily to other piglets. The small number of attacks can also
250 be explained by crossfostering being performed on average at 20 h after farrowing, which
251 is consistent with results of previous studies (Dellmeier and Friend, 1991; Newberry and
252 Wood-Gush, 1986; Robert and Martineau, 2001) in which piglets were crossfostered until
253 48 h after farrowing. More females can be aggressive toward fostered piglets if they are
254 two or more days older compared to piglets crossfostered within 2-9 h (66.7% vs. 16.7%)
255 after farrowing (Price et al., 1994). Indeed, when crossfostering takes place until 26 h after
256 birth, the number of attacks toward piglets is similar among crossfostered and biological
257 piglets (Robert and Martineau, 2001). Nevertheless, even when crossfostering is
258 performed early (24 h after farrowing) sows can attack the piglets if they are mixed again.
259 More adopted (15%) than biological (2%) piglets have been attacked when females and

260 their litters were transferred to a multi-suckling pen between seven and 13 days of
261 lactation (Olsen et al., 1998).

262 Similar numbers of productive nursings among the groups demonstrate that mothers can
263 quickly adapt to a new litter as long as crossfostering occurs early after birth. It has been
264 shown, through direct visual observation for two hours after fostering or by video recording
265 during the first 15 h after adoption that the number of productive nursings is not influenced
266 by the fact that suckling piglets are biological or adopted (Robert and Martineau, 2001).

267 However, differences in productive nursings, among crossfostered and control groups, can
268 occur if the piglets are crossfostered throughout lactation (Robert and Martineau, 2001).

269 The absence of difference in the percentage of nursing missed episodes is in agreement
270 with results of Price et al. (1994) who performed crossfostering until 48 h after farrowing.

271 This result is, probably, due to most piglets not having yet defined their teat order at the
272 moment of crossfostering, which results in less fighting and, consequently, in less failed
273 nursing episodes. A stable teat order among piglets in a litter is developed within the first
274 week after birth (de Passillé et al., 1988ab; Fraser, 1975; Orihuela and Solano, 1995).

275 Thereafter the pigs tend to suckle at the same teat throughout the lactation period
276 (Dellmeier and Friend, 1991; Fraser, 1975; Fraser and Jones, 1975; Rosillon-Warnier and
277 Paquay, 1984). The function of a teat order may be to ensure that all piglets have access
278 to a functional teat and to avoid competition and fights for teats and the occurrence of
279 missed nursing episodes (de Passillé et al., 1988a; de Passillé and Rushen, 1989a).

280 Crossfostering after two days of age induces fighting among piglets (Horrell, 1982),
281 disrupts suckling during more than six hours after adoption (Price et al., 1994) and leads to
282 more failed nursing episodes (Robert and Martineau (2001).

283 Despite the fact that behaviour immediately after crossfostering did not differ among 50B
284 and 50A piglets, foster piglets are expected to find their new environment strange.

285 Generally, fostered piglets spend a long time wandering around the cage and vocalizing in

286 the first two to six hours after being mixed and huddled together, apart from the residents
287 and losing some nursings (Horrell and Bennett, 1981; Neal and Irvin, 1991; Robert and
288 Martineau, 2001; Straw et al., 1998). Indeed, there were more missed nursing episodes in
289 50A than in 50B piglets on the crossfostering day, although their performance up to
290 weaning was not affected.

291 Adopted piglets did not vocalize more than biological ones, both before and after milk
292 letdown, probably because most of them were transferred within 24 h after farrowing and
293 before they could distinguish their foster from the biological dam. In studies in which
294 crossfostering occurred within 26 h after farrowing there was no increase in vocalization
295 (Price et al., 1994; Robert and Martineau, 2001). Piglets distinguish their environment and
296 their foster dam within 24 h after birth (Alonso-Spilsbury et al., 2007) and foster piglets
297 vocalize more after transfer (Horrell and Bennett, 1981; Neal and Irvin, 1991; Straw et al.,
298 1998).

299 If a stable teat order is not developed and fighting for teats occurs, it may be
300 disadvantageous for the piglets that engage in fights as well as for the whole litter (de
301 Passillé and Rushen, 1989b; Fraser and Jones, 1975; Fraser and Thompson, 1986). More
302 fights are observed among fostered piglets compared to control piglets when
303 crossfostering is carried out after they were two days old (Horrell, 1982). However, the
304 number of fights for teats, before milk letdown or elsewhere in the cage, has not been
305 affected in litters that were crossfostered on average at 26 h after farrowing, even if every
306 three days three piglets were switched between two fostered litters (Robert and Martineau,
307 2001). The fact that crossfostering was performed before most piglets had defined their
308 teat order and the fact that number of piglets was less than number of teats, could explain
309 the lack of increase in fights for teats in the current study. Furthermore, it is worth
310 remembering that piglets were stimulated to go suckling after opening the creep box, a
311 management action that is not always performed under commercial swine production.

312 After milk letdown, piglets resume massaging at udder for 15 minutes until no extra milk
313 can be withdrawn (Ellendorff et al., 1982). This massage may be associated with
314 stimulation for future milk production (Algers and Jensen, 1985; 1991) and to serve to
315 scent-mark specific teats, improving teat order establishment (McBride, 1963). No
316 difference in the number of fights for teats after milk letdown among fostered and control
317 litters is reported by Robert and Martineau (2001), but occurrence of fights was evaluated
318 only at one successful nursing period 24 h after crossfostering. In the present study, four
319 consecutive nursing episodes were evaluated and fewer fights for teats were observed
320 after milk letdown, on the day of crossfostering, in the group containing 100% biological
321 piglets. Biological piglets are likely to be already familiar with the environment, their dam
322 and their littermates, contrasting with the piglets of the other groups, in which at least 50%
323 of piglets were not familiar with each other. Because most piglets had probably not yet
324 defined their specific teat, they had to rub and massage the teat they had chosen, as a
325 marker signal. Piglets usually rub different teats before coming to their final decision and if
326 they find a teat already taken by any other piglet, fights for it can occur (Hartsock and
327 Graves, 1976).

328 Piglets of the three groups were weaned with a similar weight, agreeing with results of
329 other authors (Milligan et al., 2001; Neal and Irvin, 1991), who crossfostered piglets until
330 48 h after farrowing. Piglets that frequently engage in fights at suckling miss more milk
331 letdowns and gain less weight compared to piglets that fight seldom (de Passillé et al.,
332 1988a). Number of fights for teats and percentage of nursing episodes missed were not
333 different among the groups, which may explain their similar performance during lactation.
334 Nevertheless, even with relatively early crossfostering (36 h), Stewart and Diekman (1989)
335 reported that piglets reared by foster dams gained 210 g less at 21 days of age than those
336 nursed by their biological dams. This difference may have been found because they used
337 more litters (120 litters), compared to 39 litters examined in the present study.

338 No difference in mortality rate was verified among the groups, in agreement with Stewart
339 and Diekman (1989) who did not observe any difference in mortality between fostered and
340 control litters, but contrasting with the results of Marcatti Neto (1986), who observed a
341 decrease in pre-weaning mortality rate in crossfostered litters. The very low mortality rate
342 observed (2.8%) in the current study might be explained by both the high birth vigor score
343 and good weight of piglets (on average 1455 g). Birth weight has been associated
344 negatively with mortality rate (Hartsock and Graves, 1976) and survival rate is not
345 increased in adopted piglets if birth score is similar among crossfostered and biological
346 litters (Neal and Irvin, 1991).

347 The results of this study showed that crossfostered litters can be composed of only
348 adopted piglets since no prejudice in behaviour during nursing (except for the number of
349 fights on the first day of assessment), performance and survival rate was observed in the
350 group 100A. As in many commercial farms low birth weight piglets are usually grouped in
351 litters with 100% adopted piglets, there is a expectation that their performance will not be
352 impaired if they are crossfostered within 24 h after birth.

353

354 **5. Conclusion**

355

356 Crossfostering performed early after birth (92% of piglets crossfostered within 24 h) does
357 not adversely affect the behaviour of piglets until milk letdown. Biological piglets fight less
358 after milk letdown, but survival rate and growth performance until weaning of piglets
359 (biological and adopted) are not reduced.

360

361 **References**

362 Algers, B., 1993. Nursing in pigs: communicating needs and distributing resources. J.
363 Anim. Sci. 71, 2826-2831.

- 364 Algers, B., Jensen, P., 1985. Communication during suckling in the domestic pig. Effects
365 of continuous noise. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 14, 49–61.
- 366 Algers, B., Jensen, P., 1991. Teat stimulation and milk production during early lactation in
367 sows: effects of continuous noise. *Can. J. Anim. Sci.* 71, 51–60.
- 368 Algers, B., Uvnäs-Moberg, K., 2007. Maternal behaviour in pigs. *Horm. Behav.* 52, 78–85.
- 369 Alonso-Spilsbury, M., Ramírez-Necoechea, R., González-Lozano, M., Mota-Rojas, D.,
370 Trujillo-Ortega, M.E., 2007. Piglets survival in early lactation: a review. *J. Anim. Vet. Adv.*
371 6, 76-86.
- 372 Damgaard, L.H., Rydhmer, L., Lovendahl, P., Grandinson, K., 2003. Genetic parameters
373 for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during
374 suckling. *J. Anim. Sci.* 81. p. 604-610.
- 375 de Passillé, A.M., Rushen, J., 1989b. Using early suckling behaviour and weight gain to
376 identify piglets at risk. *Can. J. Anim. Sci.* 69, 535–544.
- 377 de Passillé, A.M., Rushen, J., 1989a. Suckling and teat-disputes by neonatal piglets. *Appl.*
378 *Anim. Behav. Sci.* 22, 23–38.
- 379 de Passillé, A.M.B., Rushen, J., Hartsock, T.G., 1988a. Ontogeny of teat fidelity in pigs
380 and its relation to competition at suckling. *Can. J. Anim. Sci.* 68, 325–338.
- 381 de Passillé, A.M.B., Rushen, J., Pelletier, G., 1988b. Sucking behaviour and serum
382 immunoglobulin levels in neonatal piglets. *Anim Prod* 47, 447-456.
- 383 Dellmeier, G.R., Friend, T.H., 1991. Behaviour and extensive management of domestic
384 sows (*Sus scrofa*) and litters. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 29, 327–341.
- 385 Ellendorff, F., Forsling, M.L., Poulain, D.A., 1982. The milk ejection reflex in the pig. *J.*
386 *Physiol.* 333, 577.
- 387 Erhard, H.W., Mendl, M., Ashley, D.D., 1997. Individual aggressiveness of pigs can be
388 measured and used to reduce aggression after mixing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 137–
389 151.

- 390 Fraser, D., 1975. The 'teat-order' of suckling pigs: II. Fighting during suckling and the
391 effects of clipping the eye teeth. *J. Agric. Sci., Camb.* 85, 393–399.
- 392 Fraser, D., 1980. A review of the behavioural mechanism of milk ejection of the domestic
393 pig. *Appl. Anim. Ethol.* 6, 247.
- 394 Fraser, D., Jones, R.M., 1975. The "teat order" of suckling pigs. I. Relation to birth weight
395 and subsequent growth. *J. Agric. Sci.* 84, 387–391.
- 396 Fraser, D., Thompson, B.K., 1986. Variation in piglet weights: relationship to suckling
397 behaviour, parity number and farrowing crate design. *Can. J. Anim. Sci.* 66, 31–46.
- 398 Gondret, F., Lefaucheur, L., Louveau, I., Lebret, B., Pichodo, X., Le Cozler, Y., 2005.
399 Influence of piglet birth weight on postnatal growth performance, tissue lipogenic capacity
400 and muscle histological traits at market weight. *Livest. Prod. Sci.* 93, 137-146.
- 401 Hartsock, T.G., Graves, H.B., 1976. Neonatal behaviour and nutrition-related mortality in
402 domestic. *J. Anim. Sci.* 42, 235-241.
- 403 Horrell, R.I., 1982. Immediate behavioural consequences of fostering 1-week-old piglets. *J.*
404 *Agric. Sci.* 99, 329–336.
- 405 Horrell, I., Bennett, J., 1981. Disruption of teat preferences and retardation of growth
406 following cross-fostering of 1-week-old pigs. *Anim. Prod.* 33, 99–106.
- 407 Lanza, I., Shoup, D.I., Saif, L.J., 1995. Lactogenic immunity and milk antibody isotypes to
408 transmissible gastroenteritis virus in sows exposed to porcine respiratory coronavirus
409 during pregnancy. *Am. J. Vet. Res.* 56, 739-748.
- 410 Lecce, J.G., Matrone, G., Morgan, D.O., 1961. Porcine neonatal nutrition: absorption of
411 unaltered porcine proteins and polyvinyl pyrrolidone from the gut of piglets. *J. Nutr* 73, 158.
- 412 Marcatti Neto, A., 1986. Efeito da uniformização de leitegadas no desempenho de leitões
413 lactentes. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* 38, 413-417.
- 414 McBride, G. 1963. The "teat-order" and communication in young pigs. *Anim. Behav.* 11,
415 53.

- 416 Milligan, B.N., Fraser, D., Kramer, D.L. 2001. Birth weight variation in the domestic pig:
417 effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. *Appl. Anim. Behav. Sci.*
418 73, 179-191.
- 419 Neal, S.M., Irvin, K.M., 1991. The effects of crossfostering pigs on survival and growth. *J.*
420 *Anim. Sci.* 69, 41-46.
- 421 Newberry, R.C., Wood-Gush, D.G.M., 1986. Social relationships of piglets in a semi-natural
422 environment. *Anim. Behav.* 34, 1311–1318.
- 423 Olsen, A.N.W., Dybkjaer, L., Vestergaard, K.S., 1998. Crosssuckling and associated
424 behaviour in piglets and sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 61, 13–24.
- 425 Orihuela, A., Solano, J.J., 1995. Managing “teat order” in suckling pigs (*Sus scrofa*
426 *Domestica*). *Appl. Anim. Behav. Sci.* 46, 125-130.
- 427 Per Jensen; M.G., Augustsson, H., 1998. Teat massage after milk ingestion in domestic
428 piglets: an example of honest begging? *Anim. Behav.* 55, 779–786.
- 429 Petersen, H., Vestergaard, K., 1989. Integration of piglets into social groups of free
430 ranging domestic pigs. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 23, 223–236.
- 431 Pieters, M., Bandrick, M., Pijoan, C., Baidoo, S., Molitor, T., 2008. The effect of cross-
432 fostering on the transfer of *Mycoplasma hyopneumoniae* maternal immunity from the sow
433 to the offspring. *Clin. Vaccine Immunol.* 15, 540–543.
- 434 Price, E.O., Hutson, G.D., Price, M.I., Borgwardt, R., 1994. Fostering in swine as affected
435 by age of offspring. *J. Anim. Sci.* 72, 1697–1701.
- 436 Quiniou, N., Dagorn, J., Gaudré, D., 2002. Variation of piglets’ birth weight and
437 consequences on subsequent performance. *Livest. Prod. Sci.* 78, 63-70.
- 438 Robert, S., Martineau, G.P., 2001. Effects of repeated cross-fosterings on pre-weaning
439 behaviour and growth performance of piglets and on maternal behaviour of sows. *J. Anim.*
440 *Sci.* 79, 88–93.

- 441 Rosillon-Warnier, A., Paquay, R., 1984. Development and consequences of teat-order in
442 piglets. *Appl. Anim Behav. Sci.* 13, 47-58.
- 443 SAS Institute Inc., SAS/STAT software, Version 9.1.3, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2005.
- 444 Speer, V.C., Brown, H., Quinn, L., Catron, D.V., 1959. The cessation of antibody
445 absorption in the young pig. *Immunol.* 83, 632.
- 446 Stewart, T.S., Diekman, M.A., 1989. Effect of birth and fraternal litter size and cross-
447 fostering on growth and reproduction in swine. *J. Anim. Sci.* 67, 635-640.
- 448 Steel, R.G.D., Torrie, J.H., 1980. *Principles and Procedures of Statistics*, second ed.
449 McGraw-Hill Book Company, New York.
- 450 Straw, B.E., Burgi, E.J., Dewey, C.E., Duran, C.O., 1998. Effects of extensive
451 crossfostering on performance of pigs on a farm. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 212, 855–856.
- 452 Wattanakul, W., Edwards, S.A., Stewart, A.H., English, P.R., 1998. Effect of familiarity with
453 the environment on the behaviour and performance response of sows and piglets to
454 grouping during lactation. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 61, 25–39.
- 455 Whatson, T.S., Bertram, J.M., 1980. A comparison of incomplete nursing in the sow in two
456 environments. *Anim. Prod.* 30, 105–114.
- 457 Wiegand, R.M., Gonyou, H.W., Curtis, S.E., 1994. Pen shape and size: effects on pig
458 behaviour and performance. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 39, 49–61.
- 459 Wills, R., Zimmerman, J.J., Yoon, K.J., Swenson, S.L., McGinley, M.J., Hill, H.T., Platt,
460 K.B., Christopher-Hennings, J., Nelson, E.A., 1997. Porcine reproductive and respiratory
461 syndrome virus: a persistent infection. *Vet. Microbiol.* 55, 231-240.
- 462

Table 1. Behaviour of biological and adopted piglets submitted to crossfostering during M1¹ observation (four consecutive nursing episodes observed) (mean \pm standard error)

Variables	100A ²	100B ²	50BX50A ²
Number of litters	13	13	13
Piglets vocalizing (%) – day 1	6.6 \pm 1.3	4.2 \pm 1.0	5.2 \pm 1.2
Piglets vocalizing (%) – day 2	3.3 \pm 0.8	3.3 \pm 1.2	3.0 \pm 1.0
Piglets vocalizing (%) – day 4	1.1 \pm 0.5	2.5 \pm 0.6	1.5 \pm 0.6
Piglets vocalizing (%) – day 6	2.1 \pm 0.7	1.8 \pm 0.5	2.7 \pm 1.0
Nursings missed (%) ³ - day 1	24.4 \pm 2.6	26.4 \pm 5.0	29.7 \pm 2.8
Nursings missed (%) ³ - day 2	17.4 \pm 3.0	17.1 \pm 4.4	16.3 \pm 2.9
Nursings missed (%) ³ - day 4	7.4 \pm 2.9	4.4 \pm 1.2	6.1 \pm 1.7
Nursings missed (%) ³ - day 6	5.6 \pm 2.4	1.0 \pm 0.7	4.1 \pm 1.3
Number of fights per piglet for teats - day 1	0.5 \pm 0.09	0.5 \pm 0.07	0.7 \pm 0.2
Number of fights per piglet for teats - day 2	0.3 \pm 0.05	0.4 \pm 0.06	0.3 \pm 0.05
Number of fights per piglet for teats - day 4	0.1 \pm 0.04	0.1 \pm 0.03	0.1 \pm 0.03
Number of fights per piglet for teats - day 6	0.09 \pm 0.03	0.1 \pm 0.04	0.1 \pm 0.03
Piglets involved in fights (%) - day 1	44.6 \pm 4.2	43.6 \pm 4.5	50.3 \pm 5.5
Piglets involved in fights (%) - day 2	38.8 \pm 3.6	32.7 \pm 4.3	33.3 \pm 2.8
Piglets involved in fights (%) - day 4	12.1 \pm 3.8	17.7 \pm 3.5	18.3 \pm 3.3
Piglets involved in fights (%) - day 6	11.5 \pm 3.0	12.6 \pm 3.5	14.8 \pm 3.6

¹M1: moment when the piglets were released from creep box until milk ejection;

²100B: 100% biological piglets; 50BX50A: 50% biological piglets and 50% adopted piglets; 100A: 100% adopted piglets; ³Taking into account the productive nursing episodes.

There were no significant differences ($P > 0.05$) among groups.

465

Table 2. Behaviour of biological and adopted piglets submitted to crossfostering during M2¹ observation (four consecutive nursing episodes observed) (mean \pm standard error)

Variables	100A ²	100B ²	50BX50A ²
Number of litters	13	13	13
Piglets vocalizing (%) – day 1	3.2 \pm 2.4	2.6 \pm 2.2	2.8 \pm 3.3
Piglets vocalizing (%) – day 2	1.4 \pm 1.7	1.7 \pm 2.0	1.8 \pm 1.6
Piglets vocalizing (%) – day 4	1.3 \pm 1.6	1.2 \pm 1.6	1.3 \pm 1.9
Piglets vocalizing (%) – day 6	2.3 \pm 2.8	1.8 \pm 2.7	1.5 \pm 3.0
Number of fights per piglet for teats ³ - day 1	1.6 \pm 0.2a	0.9 \pm 0.2b	1.4 \pm 0.1a
Number of fights per piglet for teats ³ - day 2	0.7 \pm 0.2ef	0.5 \pm 0.06f	0.9 \pm 0.2e
Number of fights per piglet for teats ³ - day 4	0.4 \pm 0.1	0.2 \pm 0.5	0.3 \pm 0.07
Number of fights per piglet for teats ³ - day 6	0.2 \pm 0.06	0.2 \pm 0.05	0.3 \pm 0.08
Piglets involved in fights ³ (%) - day 1	67.2 \pm 4.0c	49.6 \pm 7.6d	64.9 \pm 4.0cd
Piglets involved in fights ³ (%) - day 2	37.8 \pm 5.1	32.5 \pm 3.3	40.6 \pm 2.9
Piglets involved in fights ³ (%) - day 4	22.0 \pm 4.4	25.0 \pm 3.1	26.1 \pm 4.6
Piglets involved in fights ³ (%) - day 6	19.0 \pm 5.3	22.3 \pm 4.8	25.4 \pm 4.8

¹M2: during 15 minutes after milk ejection; ²100B: 100% biological piglets; 50BX50A: 50% biological piglets and 50% adopted piglets; 100A: 100% adopted piglets; ³For the statistical analysis of these variables, data of females with less than three productive nursings were excluded.

ab differ at row ($P < 0.05$); cd tend to differ at row ($P < 0.07$); ef tend to differ at row ($P < 0.09$).

466

467

Table 3. Weight (g) of biological and adopted piglets submitted to crossfostering
(mean \pm standard error)

Weight (g)	100A ¹	100B ¹	50BX50A ¹	Mean
Number of litters	13	13	13	
Day 4	1971 \pm 34	2016 \pm 34	1961 \pm 34	1983 \pm 20a
Day 7	2597 \pm 56	2700 \pm 56	2653 \pm 56	2650 \pm 33b
Day 10	3341 \pm 80	3483 \pm 80	3409 \pm 80	3411 \pm 46c
Day 13	4090 \pm 99	4285 \pm 99	4245 \pm 99	4207 \pm 57d
Day 16	4900 \pm 115	5113 \pm 115	5129 \pm 115	5047 \pm 66e
Mean	3380 \pm 74	3519 \pm 74	3479 \pm 74	

¹ 100B: 100% biological piglets; 50BX50A: 50% biological piglets and 50% adopted piglets; 100A: 100% adopted piglets.

There were no significant differences ($P > 0.05$) among groups.

Means followed by different letters in the column are different ($P < 0.05$).

468

469

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A uniformização da leitegada, de acordo com a literatura consultada, deve ser praticada uma única vez e, preferencialmente, em seis a 24 horas após o nascimento dos leitões, para se ter certeza que os leitões obtiveram uma adequada ingestão de colostro de sua mãe biológica. Quando realizada após este período, também segundo a literatura consultada, resulta em perda de mamadas, conseqüentemente, menor ganho de peso dos leitões uniformizados, e também prejudica o bem-estar dos leitões e da porca.

Apesar de ser uma prática comum nas granjas, o efeito da uniformização no desempenho e comportamento dos leitões ainda é pouco estudado e, por esse motivo, foi realizado o presente experimento.

A hipótese da realização desse trabalho era que os leitões biológicos teriam desempenho melhor do que os adotados, por passarem todo o período de lactação com a mãe biológica e não sofrer o estresse de estar em novo ambiente e nova mãe. Porém, isso não foi observado. Todos os leitões (adotados e biológicos) tiveram desempenho, comportamento durante as mamadas e taxa de mortalidade semelhante. Esse resultado se torna útil, uma vez que ao formar leitegadas de somente leitões pequenos (serão todos adotados), há uma expectativa de que eles tenham uma resposta de desempenho semelhante aos demais grupos de leitões, seja leitegada formada por leitões biológicos ou aquelas com alguns leitões adotados.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, A. A. F.; VIANNA, W. L.; CARVALHO, L. F. O. S.; MORETTI, A. S. Causas de mortalidade de leitões neonatos em sistema intensivo de produção de suínos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 41, p. 86-91, 2004.
- ALGERS, B. Group housing of farrowing sows. Health aspects on a new system. In: **INTERNATIONAL CONGRESS ON ANIMAL HYGIENE, 8., 1991, Leipzig. Proceedings.** Leipzig, 1991, p. 851.
- ALGERS, B. Nursing in pigs: Communicating needs and distributing resources. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2826-2831, 1993.
- ALGERS, B.; JENSEN, P. Communication during suckling in the domestic pig. Effects of continuous noise. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 14, p. 49, 1985.
- ALGERS, B.; JENSEN, P. Teat stimulation and milk production during early lactation in sows: Effects of continuous noise. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 71, p. 51-60, 1991.
- ALGERS, B.; UVNÄS-MOBERG, K. Maternal behaviour in pigs. **Hormones and Behavior**, v. 52, p. 78-85, 2007.
- ALONSO-SPILSBURY, M.; RAMÍREZ-NECOECHEA, R.; GONZÁLEZ-LOZANO, M.; MOTA-ROJAS, D.; TRUJILLO-ORTEGA, M. E. Piglets survival in early lactation: a review. **Journal of Animal Veterinary Advances**, v. 6, p. 76-86, 2007.
- 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.
- BARBER, R. S.; BRAUDE, R.; MITCHELL, K. G. Studies on milk production of large white pigs. **The Journal of Agricultural Science**, v. 46, p. 97, 1955.

- 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.
- BLAND, I. M.; ROOKE, J. A. Effects on colostrum immunoglobulin G (IgG) concentrations and piglet colostrum intake of sow, udder section and time. **Proceeding of the British Society of Animal Science**, p. 158, 1998.
- BLUM, J. W.; BAUMRUCKER, C. R. Colostral and milk insulin-like growth factors and related substances: mammary gland and neonatal (intestinal and systemic) targets. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 23, p. 101-110, 2002.
- BOERSEMA, W. J. A.; VAN ROOIJ, E. M. A.; SCHOLTEN, J.-W.; ZWART, R. J.; KIMMAN, T. G.; BIANCHI, A. Silent memory induction in maternal immune young animals. **Veterinary Quarterly**, v. 20, p. 89–92, 1998.
- BOHL, E. H.; SAIF, L. J. Passive immunity to transmissible gastroenteritis of swine: immunoglobulin characteristics of antibodies in milk after inoculating virus by different routes. **Infection and Immunity**, v. 11, p. 23-32, 1975.
- BOURNE, F. J. Humoral immunity in the pig. **The Veterinary Record**, v. 25, p. 499–501, 1976.
- BOURNE, F. J. The immunoglobulin system of the suckling pig. **Proceedings of the Nutrition Society**, v. 32, p. 205-215, 1973.
- BOURNE, F. J. The mammary gland and neonatal immunity. **Veterinary Science Communications**, v. 1, p. 141–151, 1977.
- 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. 239-244, 1978.
- BOURNE, F. J.; PICKUP, J.; HONOUR, J. W. Intestinal immunoglobulins in the pig. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 229, p. 18-25, 1971.
- BOUTINAUD, M.; JAMMES, H. Potential uses of milk epithelial cells: a review. **Reproduction Nutrition Development**, v. 42, p. 133-147, 2002.

- BRAMBELL, F. W. R. The passive immunity of the young mammal. **Biological Review**, v. 33, n.4, p. 488-531, 1958.
- 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.
- CASTREN, H.; ALGERS, B.; DE PASSILLÉ, A. M.; RUSHEN, J. Oxytocin release in sows during the birth of piglets and early milk ejections. **Journal of Animal Science**, v. 70 (Suppl. 1), p. 161, 1992.
- 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.
- CROMWELL, G. L.; HALL, D. D.; CLAWSON, A. J.; COMBS, G. E.; KNABE, D. A.; MAXWELL, C. V.; NOLAND, P. R.; ORR JR., D. E.; PRINCE, T. J. Effects of additional feed during late gestation on reproductive performance of sows: a cooperative study. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 3-14, 1989.
- 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.
- DARRAGH, A. J.; MOUGHAN, P. J. The amino acid composition of human milk corrected for amino acid digestibility. **British Journal of Nutrition**, v. 80, p. 25-34, 1998.
- DE PASSILLE, A. M.; RUSHEN, J. Suckling and teat-disputes by neonatal piglets. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 22, p. 23–38, 1989a.
- DE PASSILLE, A. M.; RUSHEN, J. Using early suckling behaviour and weight gain to identify piglets at risk. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 69, p. 535–544, 1989b.
- DE PASSILLÉ, A. M. B.; RUSHEN, J.; HARTSOCK, T. G. Ontogeny of teat fidelity in pigs and its relation to competition at suckling. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, p. 325–338, 1988a.

DE PASSILLÉ, A. M. B.; RUSHEN, J.; PELLETIER, G. Sucking behaviour and serum immunoglobulin levels in neonatal piglets. **Animal Production**, v. 47, p. 447-456, 1988b.

DECASPER, A. J.; FIFER, W. P. On human bonding: Newborns prefer their mothers' voices. **Science**, v. 208, p. 1174, 1980.

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

DELOUIS, C. Physiology of colostrum production. **Annales de Recherches Vétérinaires**, v. 9, p. 193-203, 1978.

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.

DONALD, H. P. The milk consumption and growth of suckling pigs. **Empire Journal of Experimental Agriculture**, v. 5, p. 349, 1937a.

DONALD, H. P. Suckling and suckling preference in pigs. **Empire Journal of Experimental Agriculture**, v. 5, p. 361, 1937b.

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.

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.

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

ELMORE, R. G.; MARTIN, C. E. Mammary glands. In: LEMAN, A. D.; STRAW, B.; GLOCK, R. D.; MENGELIN, W. L.; PENNY, R. H. C.; SCHOLL, E. (Eds.). **Diseases of Swine**, 6th ed. Ames: Iowa State University Press, 1986. Cap. 10, p. 168-182.

ENGEL, H. N.; ST. CLAIR, L. E. Anatomy In: LEMAN, A. D.; STRAW, B.; GLOCK, R. D. MENGELIN, W. L.; PENNY, R. H. C.; SCHOLL, E. (Eds.). **Diseases of Swine**, 6th ed. Ames: Iowa State University Press, 1986. Cap. 1, p. 3-26.

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

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

Erhard, H.W., Mendl, M., Ashley, D.D., 1997. Individual aggressiveness of pigs can be measured and used to reduce aggression after mixing. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 54, 137–151.

FRÄDRICH, H. A comparison of the behaviour in the (Suidae). In: GEIST, V., WALTHER, F. (Eds.). **The Behaviour of Ungulates and its Relation to Management**. Morges: IUCN, v. 24, 1974, p. 133–143.

FRASER, D. The ‘teat-order’ of suckling pigs: II. Fighting during suckling and the effects of clipping the eye teeth. **Journal of Agricultural Science**, v. 85, p. 393–399, 1975.

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

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

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

FRASER, D.; JONES, R. M. The teat order of suckling pigs. I. Relation to birth weight and subsequent growth. **Journal of Agricultural Science**, v. 84, p. 387-391, 1975.

- FRASER, D.; LIN, C. S. An attempt to estimate teat quality of sows by hand milking during farrowing. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 64, p. 165-170, 1984.
- FRASER, D.; RUSHEN, J. Colostrum intake by newborn piglets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 72, p. 1, 1992.
- FRASER, D.; THOMPSON, B. K. Variation in piglet weights: relationship to suckling behaviour, parity number and farrowing crate design. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 66, p. 31-46, 1986.
- FRASER, D.; THOMSON, B. K.; FERGUNSON, D. K.; DARROCH, R. L. The teat order of suckling pigs. III Relation to competition within litters. **Journal of Agricultural Science**, v. 92, p. 257-261, 1979.
- FRIENDSHIP, R. M.; WILSON, M. R.; MCMILLAN, I. Management and housing factors associated with piglet preweaning mortality. **Canadian Veterinary Journal**, v. 27, p. 307-311, 1986.
- FURTADO, C. S. D. **Influência do peso ao nascimento e de lesões no desempenho de leitões lactentes**. 2007. 45p. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.
- FURTADO, C. S. D.; MELLAGI, A. P. G.; CYPRIANO, C. R.; WENTZ, I.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P. Desempenho de leitões lactentes e produção de leite de acordo com o teto da mamada. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 1, p. 77-82, 2009.
- GILL, J. C.; THOMSON, W. Observations on the behavior of suckling pigs. **British Journal of Animal Behaviour**, v. 4, p. 46, 1955.
- GILL, J. C.; THOMSON, W. Observations on the behavior of suckling pigs. **British Journal of Animal Behaviour**, v. 4, p. 46-51, 1956.
- GONDRET, F.; LEFAUCHEUR, L.; LOUVEAU, I.; LEBRET, B.; PICHODO, X.; L. E.; 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.

HACKER, R. R.; HILL, D. L. Nucleic acid content of mammary glands of virgin and pregnant gilts. **Journal of Dairy Science**, v. 55, p. 1295–1299, 1972.

HARTMAN, D. A.; LUDWICK, T. M.; WILSON, R. F. Certain aspects of lactation performance in sows. **Journal of Animal Science**, v. 21, p. 883-886, 1962.

HARTMANN, P. E.; WHITELEY, J. L.; WILCOX, D. L. Lactose in plasma during lactogenesis, established lactation and weaning in sows. **The Journal of Physiology**, v. 347, p. 453–463, 1984.

HARTSOCK, T. G.; GRAVES, H. B. Neonatal behavior and nutrition-related mortality in domestic swine. **Journal of Animal Science**, v. 42, p. 235-241, 1976.

HARTSOCK, T. G.; GRAVES, H. B.; BAUMGARDT, B. R. Agonistic behavior and the nursing order in suckling piglets: Relationships with survival, growth and body composition. **Journal of Animal Science**, v. 44, p.320-330, 1977.

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 (ABRAVES), 14., 2009, Uberlândia, **Anais**. Belo Horizonte: ABRAVES-MG, 2009a. p. 267-268.

HEMSWORTH, P. H.; WINFIELD, C. G.; MULLANEY, P. D. A study of development of the teat order in piglets. **Applied Animal Ethology**, v. 2, p .225-233, 1976.

HORRELL, R. I. Immediate behavioural consequences of fostering 1-week-old piglets. **Journal of Agricultural Science**, v. 99, p. 329–336, 1982.

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

HURLEY, W. L.; DOANE, R. M.; O'DAY-BOWMAN, M. B; WINN, R. J.; MOJONNIER, L. E.; SHERWOOD, O D. Effect of relaxin on mammary development in ovariectomized pregnant gilts. **Endocrinology**, v. 128, p. 1285–1290, 1991.

INOUE, T.; KITANO, K.; INOUE, K. Possible factors influencing immunoglobulin G concentration in swine colostrum. **American Journal of Veterinary Research**, v. 42, p. 533–536, 1980.

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

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.

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

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

KENSINGER, R. S.; COLLIER, R. J.; BAZER, F. W. Effect of number of conceptuses on maternal mammary development during pregnancy in the pig. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 3, p. 237–245, 1986.

KENSINGER, R. S.; COLLIER, R. J.; BAZER, F. W.; DUCSAY, C. A.; BECKER, H. N. Nucleic acid, metabolic and histological changes in gilt mammary tissue during pregnancy and lactogenesis. **Journal of Animal Science**, v. 54, p. 1297–1308, 1982.

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.

KIM, S. W.; HURLEY, W. L.; HAN, 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.

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.; ZAK, L. J.; GOONEWARDENE, L. A. Influence of crossfostering on piglet growth and survival. In: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 15., 1998, Birmingham. **Proceedings**. Birmingham: International Pig Veterinary Society, 1998. p. 403.

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.

KLOBASA, F.; BUTLER, J. E.; WERHAHN, E.; HABE, F. Maternal-neonatal immunoregulation in swine. II. Influence of multiparity on de novo immunoglobulin synthesis by piglets. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 11, p. 149–159, 1986.

KLOBASA, F.; WERHAHN, E.; BUTLER, J. E. Regulation of humoral immunity in the piglet by immunoglobulins of maternal origin. **Research in Veterinary Science**, v. 31, p. 195–206, 1981.

KLOPFENSTEIN, C.; GARMER, C.; MARTINEAU, G. P. Diseases of the mammary glands and lactation problems. In: STRAW, B. E.; D'ALLAIRE, S.; MENGELING, W. L.; TAYLOR, D. J. (Eds.). **Diseases of Swine**, 8th ed. Ames: Iowa State University Press, 1999. Cap. 58, pp 833–860.

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.; HERPIN, P.; ROSARIO-LUDOVINO, R. M. Utilization of colostrum energy by the newborn pig. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 2082-2089, 1994.

LE JAN, C. Secretory component and IgA expression by epithelial cells in sow mammary gland and mammary secretions. **Research in Veterinary Science**, v. 55, p. 265–270, 1993.

LE JAN, C. Cellular components of mammary secretions and neonatal immunity: a review. **Veterinary Research**, v. 27, p. 403–417, 1996.

LECCE, J. G. Rearing neonatal piglets of low birth weight with on 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.

LECCE, J. G.; MATRONE, G.; MORGAN, D. O. Porcine neonatal nutrition: absorption of unaltered porcine proteins and polyvinyl pyrolidone from the gut of piglets. **Journal of Nutrition**, v. 73, p. 158, 1961.

LEENHOUWERS, J. I.; VAN DER LENDE, T.; KNOL, E. F. Analysis of stillbirth in different lines of pigs. **Livestock Production Science**, v. 57, p. 243-253, 1999.

LIMA, G. J. M. M. Como manejar uma fêmea hiperprolífica e alimentar os seus leitões. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35, p. 29-36, 2007.

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.

MADEC, F.; WALDDILOVE, J. Control of PCV2 or control other factors, several approaches to a complex problem. In: PMWS and PCV2 diseases: beyond the debate. Keynote on the Merial Symposium and brief epidemiological updates. 2002.

MAGNUSSEN, U. Longitudinal study of lymphocyte subsets and major histocompatibility complex class II expressing cells in mammary glands of sows. **American Journal of Veterinary Research**, v. 60, p. 546–548, 1999.

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.

MCBRIDE, G. The "teat order" and communication in young pigs. **Animal Behaviour**, v. 11, p. 53, 1963.

MCBRIDE, G.; JAMES, J. W.; WYETH, G. S. F. Social behaviour of domestic animals. VIII Variations in weaning weight in pigs. **Animal Production**, v. 7, p. 67-74, 1965.

- MENGE, H.; FROBISH, L. T. Nutritional studies with early weaned neonatal pig. **Journal of Animal Science**, v.42, n.1, p.99-105, 1976.
- MILLIGAN, B. N.; DEWEY, C. E.; DE GRAU, A. F. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 56, p. 119-127, 2002.
- MILLIGAN, B. N.; FRASER, D.; KRAMER, D. L. The effect of littermate weight on survival, weight gain, and suckling behaviour of low-birth-weight piglets in cross fostered litters. **Journal of Swine Health and Production**, v. 9, n. 4, p. 161-166, 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.
- MOLENAT, M.; THIBEAULT, L. La chasse aux fausses télines chez les truies doit être systématique. **L'Élevage Porcin**, v. 108, p. 33-36, 1977.
- MOON, H. W. Vacuolated vilous epithelium of the small intestine of young pigs. **Veterinary Pathology**, v. 9, p. 3–21, 1972.
- NEAL, S. M.; IRVIN, K. M. The effects of crossfostering pigs on survival and growth. **Journal of Animal Science**, v. 69, p. 41-46, 1991.
- Newberry, R.C., Wood-Gush, D.G.M.,1986. Social relationships of piglets in a semi-natural environment. *Anim. Behav.* 34, 1311–1318.
- NEWBY, T. J.; STOKES, C. R.; BOURNE, F. J. Immunological activities of milk. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 3, p. 67–94, 1982.
- OLSEN, A. N. W.; DYBKJAER, L.; VESTERGAARD, K. S. Cross-suckling and associated behaviour in piglets and sows. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 61, p. 13–24, 1998.
- ORIHUELA, A.; SOLANO, J. J. Managing “teat order” in suckling pigs (*Sus scrofa Domestica*). **Applied Animal Behaviour Science**, v. 46, p. 125-130, 1995.
- PER JENSEN, M. G.; AUGUSTSSON, H. Teat massage after milk ingestion in domestic piglets: an example of honest begging? **Animal Behaviour**, v. 55, p. 779–786, 1998.

- PETERSEN, H.; VESTERGAARD, K. Integration of piglets into social groups of free ranging domestic pigs. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 23, p. 223–236, 1989.
- 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.
- PIGCHAMP. Recorde na história do PigCHAMP, 2008. Disponível em: < <http://www.agrocerespic.com.br/pub//Comparacao%202008.pdf> >. Acesso em: outubro de 2009.
- PINHEIRO, R. W.; MACHADO, G. S. Desempenho do leitão na primeira semana pós desmama: como atingir e porque gerenciar este parâmetro. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE SUINOCULTURA, 2., 2007, Lavras. **Anais**. Lavras: UFLA/NESUI, 2007. p. 124-145.
- POINDRON, P.; CARRICK, M. J. Hearing recognition of the lamb by its mother. **Animal Behaviour**, v. 24, p. 600, 1976.
- PORTER, P. Transfer of immunoglobulins IgG, IgA and IgM to lacteal secretions in the parturient sow and their absorption by the neonatal piglet. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 181, p. 381-392, 1969.
- PORTER, P. Immune system. In: LEMAN, A. D.; STRAW, B.; GLOCK, R. D. (Eds.). **Diseases of Swine**, 6th ed. Ames: Iowa State University Press, 1988. Cap. 3, p. 44–57.
- PRICE, E. O.; HUTSON, G. D.; PRICE, M. I.; BORGWARDT, R. Fostering in swine as affected by age of offspring. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 1697–1701, 1994.
- QUÉMÉRÉ, P.; COUSEIN, J.; FLAMENT, J.; JACOB, B.; MICHEL, G.; POQUET, P.; RICHARD, S.; SIBILLE, J. C. Piglet mortality from birth to weaning, a multifactorial approach: A study of 53 farms in North Picardie and results from an experimental centre. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v. 25 p. 113-122, 1993.
- 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.

- REDMAN, D. R. Prenatal influence on immunocompetence of the neonate. **Journal of Animal Science**, v. 49, p. 258–267, 1979.
- ROBERT, S.; MARTINEAU, G. P. Effects of repeated cross-fostering on preweaning behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 88-93, 2001.
- ROOKE, J. A.; BLAND, I. M. The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 13–23, 2002.
- ROOKE, J. A.; CARRANCA, C.; BLAND, I. M.; SINCLAIR, A. G.; EWEN, M.; BLAND, V. C. EDWARDS, S. A. Relationships between passive absorption of immunoglobulin G by the piglet and plasma concentrations of immunoglobulin G at weaning. **Livestock Production Science**, v. 81, p. 223–234, 2003.
- ROSILLON-WARNIER, A.; PAQUAY, R. Development and consequences of teat-order in piglets. **Applied Animal Behaviour Science**, v.13, p. 47-58, 1984.
- ROTH, J. A. The immune system. In: STRAW, B. E.; D'ALLAIRE, S.; MENGELING, W. L.; TAYLOR, D. J. (Eds). **Diseases of Swine**, 8th ed. Ames: Iowa State University Press, 1999. Cap. 56, 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.
- SAS Institute Inc., SAS/STAT software, Version 9.1.3, Cary, NC: SAS Institute Inc., 2005.
- SCHEEL, D. E.; GRAVES, H. B.; SHERRITT, G. W. Nursing order, social dominance and growth in swine. **Journal of Animal Science**, v. 45, p. 219-229, 1977.
- SCHLIMME, E.; MARTIN, D.; MEISEL, H. Nucleosides and nucleotides: natural bioactive substances in milk and colostrum. **British Journal of Nutrition**, v. 84, Suppl. 1, p. 59-68, 2000.

SMITH, M. W.; JARVIS, L. G. Growth and cell replacement in the new-born pig intestine. **Proceedings of the Royal Society of London**, v. 203, p. 69-89, 1978.

SIMPSON-MORGAN, M. W.; SMEATON, T. C. The transfer of antibodies by neonates and adults. **Advances in Veterinary Science & Comparative Medicine**, v. 16, p. 355–386, 1972.

SOUZA, L. P.; FRIES, H. C. C.; HERNIG, L. F.; MARIMON, B. T.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Comportamento, sobrevivência e desempenho de leitões leves quando uniformizados em leitegadas com diferentes categorias de peso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE VETERINÁRIOS ESPECIALISTAS EM SUÍNOS (ABRAVES), 14., 2009, Uberlândia, **Anais**. Belo Horizonte: ABRAVES-MG, 2009b. p. 600-601.

SPEER, V. C.; BROWN, H.; QUINN, L.; CATRON, D. V. The cessation of antibody absorption in the young pig. **Immunology**, v. 83, p. 632, 1959.

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

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

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

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

STULL, C. L.; KACHULIS, C. J.; FARLEY, J. L.; KOENIG, G. J. The effect of age and teat order on α 1-acid glycoprotein, neutrophil-to-lymphocyte ratio, cortisol, and average daily gain in commercial growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 70–74, 1999.

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.

VAERMAN, J. P.; ARBUCKLE, J. B.; HEREMANS, J. Immunoglobulin A in the pig. II. Sow colostrum and milk IgA: quantitative studies and molecular size estimation. **International Archives of Allergy and Applied Immunology**, v. 39, p. 22–29, 1970.

VARLEY, M. A. Introduction. In: _____ (Ed.). **The Neonatal Pig: Development and Survival**. Leeds: Biddles Ltd., 1995. Cap. 1, p. 1–13.

WAGSTROM, E. A.; YOON, K.; ZIMMERMAN, J. J. Immune Components in Porcine Mammary Secretions. **Viral Immunology**, v. 13, n. 3, p. 383–397, 2000.

WAKERLEY, J. B.; CLARKE, G.; SUMMERLEE, A. J. S. Milk ejection and its control. **Physiology of Reproduction**, v. 2, p. 2283, 1988.

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

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

WATSON, D. L. Immunological functions of the mammary gland and its secretion - comparative review. **Australian Journal of Biological Science**, v. 33, p. 4013–4022, 1980.

WERHAHN, E.; KLOBASA, F.; BUTLER, J. E. Investigation of some factors which influence the absorption of IgG by the neonatal piglet. **Veterinary Immunology and Immunopathology**, v. 2, p. 35–51, 1981.

WESTRÖM, B. R.; OHLSSON, B. G.; SVENDSEN, J.; TAGESSON, C.; KARLSSON B. W. Intestinal transmission of macromolecules (BSA and FITC-Dextran) in the neonatal pig: Enhancing effect of colostrum, proteins and proteinase inhibitors. **Biology of the Neonate**, v. 47, p. 359-366, 1985.

WESTRÖM, B. R.; SVENDSEN, J.; OHLSSON, B. G.; TAGESSON, C.; KARLSSON, B. W. Intestinal transmission of macromolecules (BSA and FITC-labelled dextrans) in the neonatal pig: influence of age of piglet and molecular weight of markers. **Biology of the Neonate**, v. 46, p. 20-26, 1984.

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

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

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.

WILSON, M. R. Immunologic development of the neonatal pig. **Journal of Animal Science**, v. 38, p. 1018–1021, 1974.

WYETH, G. S. F; MCBRIDE, G. Social Behavior of domestic animals. V. A note on suckling behavior in young pigs. **Animal Production**, v. 6, p. 245, 1964.

XUE, J. L.; DIAL, G. D.; BARTSH, S.; KERKAERT, B.; SQUIRES, E. J.; MARSH, W. E.; FERRE, G. Influence of a gonadotropin-releasing hormone agonist on circulating levels of luteinizing hormone and testosterone and tissue levels of compounds associated with boar taint. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 1290–1298, 1994.

YABIKI, T.; KASHIWAZAKI, M.; NIMIOKA, S. Quantitative analysis of three classes of immunoglobulins in serum of newborn pigs and milk of sows. **American Journal of Veterinary Research**, v. 35, p. 1483–1489, 1974.