

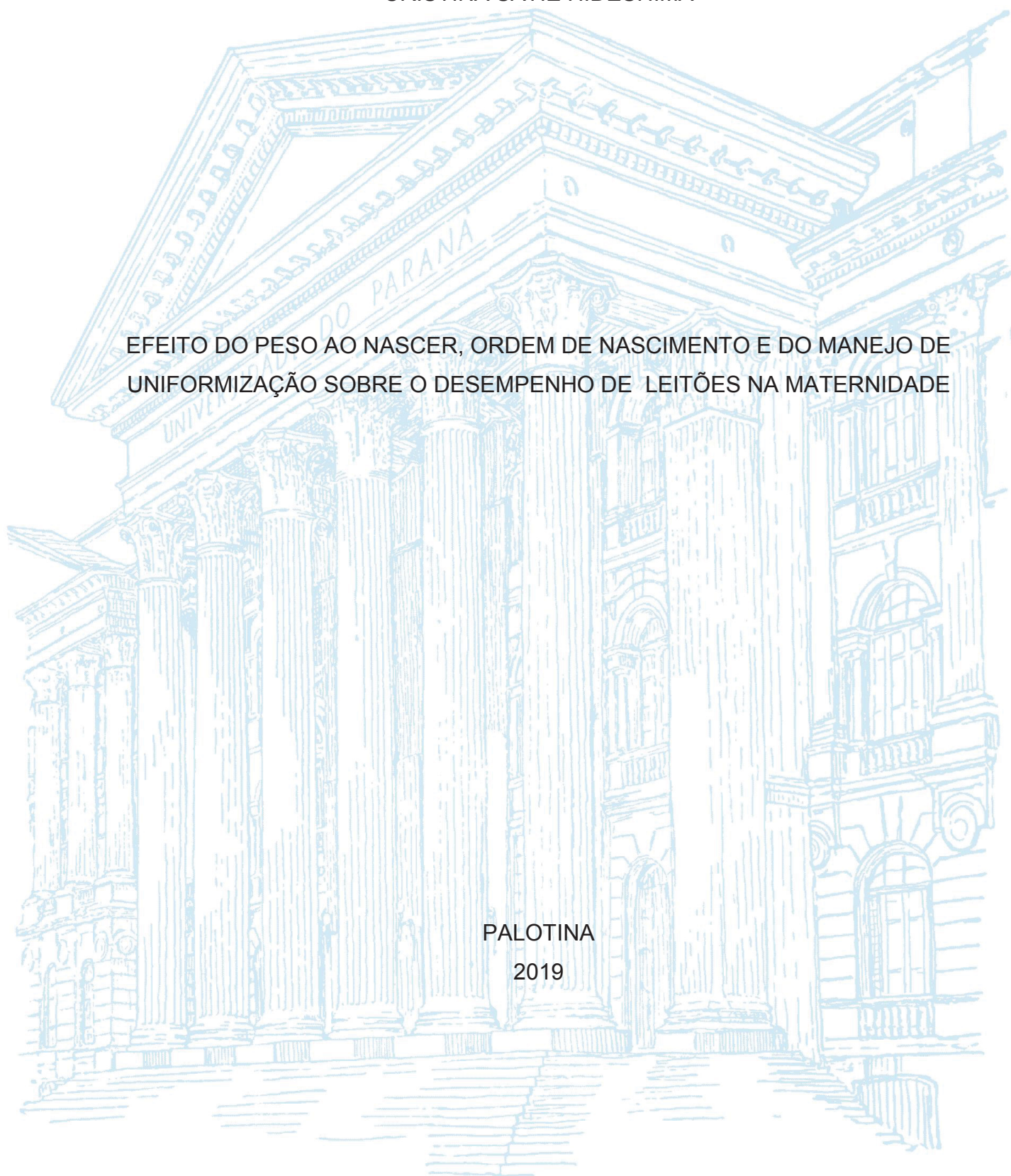
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

CRISTINA SATIE HIDESHIMA

EFEITO DO PESO AO NASCER, ORDEM DE NASCIMENTO E DO MANEJO DE  
UNIFORMIZAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO DE LEITÕES NA MATERNIDADE

PALOTINA

2019



CRISTINA SATIE HIDESHIMA

EFEITO DO PESO AO NASCER, ORDEM DE NASCIMENTO E DO MANEJO DE  
UNIFORMIZAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO DE LEITÕES NA MATERNIDADE

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Ciência Animal, Linha de Pesquisa em Patologia Animal, Setor de Palotina, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Camilo Alberton

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Hideshima, Cristina Satie  
H632 Efeito do peso ao nascer, ordem de nascimento e do  
manejo de uniformização sobre o desempenho de leitões  
na maternidade / Cristina Satie Hideshima – Palotina, 2019.  
64f.

Orientador: Geraldo Camilo Alberton  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Paraná,  
Setor Palotina, Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.

1. Colostro. 2. Desmame 3. Hiperprolificidade. 4. Leitegada.  
5. Suinocultura. I. Alberton, Geraldo Camilo. II. Universidade  
Federal do Paraná. III. Título.

CDU 636.4



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SETOR SETOR PALOTINA  
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO CIÊNCIA ANIMAL -  
40001016077P6

## TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em CIÊNCIA ANIMAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de CRISTINA SATIE HIDESHIMA intitulada: EFEITO DO PESO AO NASCER, ORDEM DE NASCIMENTO E MANEJO DE UNIFORMIZAÇÃO SOBRE O DESEMPENHO DE LEITÕES NA MATERNIDADE, após terem inquirido a aluna e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua aprovação no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

PALOTINA, 10 de Maio de 2019.

GERALDO CAMILO ALBERTON

Presidente da Banca Examinadora (UFPR)

SERGIO RODRIGO FERNANDES

Avaliador Externo (UFPR)

DAIANE GULLICH DONIN

Avaliador Externo (UFPR)

Esse trabalho é dedicado a todos que de alguma forma fizeram parte dessa conquista.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço...

...à Deus, pelas oportunidades, sempre;

...ao meu marido Maurício, amor da minha vida, meu maior incentivador, que me ensinou o significado da felicidade, meu porto seguro, companheiro pra vida toda;

...à minha filha Érica, razão de tudo isso;

...aos meus pais, pela minha vida, ensinamentos e exemplos, por me deixar trilhar meu próprio caminho e me amparar nos meus tropeços;

...aos meus sogros, pelo apoio e incentivo em todas as horas;

...à Jé e ao Rafa, por serem sobrinhos maravilhosos e estarem sempre presentes nas horas mais difíceis;

...ao Professor Geraldo, pelos ensinamentos e a possibilidade dessa conquista;

...ao Luciano Miotto, proprietário da Granja Miotto, pela acessibilidade na execução do projeto;

...aos funcionários da Granja Miotto, Rubens, Iva, Valdecir, Valdinei, Felipe, pela ajuda, parceria e paciência na execução do experimento;

...ao Sr Décio Niyedmeyer e família pela execução do experimento;

...aos alunos e amigos, Ana Backes, Félix Mentges, Alex Silva, Ray Nascimento, Altair Farias, Juliana pelo apoio na execução do experimento;

...ao Professor Sérgio pela disponibilidade e paciência;

...à Professora Jovanir, que me fez acreditar na possibilidade do Mestrado;

...aos colegas e demais professores do Mestrado;

...à UFPR, pela oportunidade;

Muito Obrigada!

“A tarefa não é tanto ver aquilo que  
ninguém viu, mas pensar o que ninguém  
ainda pensou sobre aquilo que todo  
mundo vê.”

(Arthur Schopenhauer)

## RESUMO

A hiperprolificidade das porcas nas granjas comerciais brasileiras vem aumentando a necessidade no número de manejos para adequação do sistema de produção e o manejo de uniformização de leitegadas é um deles, que consiste em transferir os leitões entre porcas a fim de equalizar o tamanho ou formar leitegadas com leitões com peso ou tamanho similares. Este manejo tem como objetivo o aumento das chances de sobrevivência e a melhora do ganho de peso dos leitões durante a lactação. Todavia, o mesmo vem sendo realizada de maneira indiscriminada em grande parte das granjas comerciais. Vários fatores interferem diretamente no resultado desse manejo e precisam ser levados em consideração, tais como a ordem de parto da mãe biológica e adotiva, o momento da transferência dos leitões após o nascimento, a porcentagem de leitões transferidos e sua origem, sendo que as consequências dos erros na uniformização irão afetar diretamente os leitões e as porcas. O objetivo deste estudo foi identificar como alguns fatores biológicos e o manejo da uniformização tem influência no desempenho e mortalidade dos leitões na fase da maternidade. O estudo foi realizado numa granja comercial de 1000 fêmeas, na cidade de Palotina, Paraná, Brasil, em agosto de 2018. Vinte cinco porcas e suas leitegadas (381 leitões) foram distribuídas entre os grupos experimentais controle e teste. Após o parto os leitões foram pesados individualmente, sendo que as porcas do grupo teste ficaram com suas próprias leitegadas por pelo menos 12 horas após o parto; já as porcas do grupo controle tiveram suas leitegadas equalizadas entre si, procurando formar leitegadas homogêneas seguindo o manejo da granja, deixando-se 1 leitão por teto viável. Todos os leitões foram pesados ao nascer, nas 24, 72 horas pós-parto e na desmama. O volume de colostro ingerido (VCI) individual foi estimado a partir do ganho de peso corporal, em 24 horas após o nascimento. Para a análise dos dados, os leitões foram agrupados em quatro faixas de peso ao nascimento e em três categorias de ordem de nascimento. Somente para a variável ganho de peso do nascimento às 72 horas (GP2) houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre os tratamentos, onde o grupo tratado teve melhor desempenho que o grupo controle. O resultado do desempenho, taxa de mortalidade e volume de colostro ingerido foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, mostra que não houve efeito negativo quando da manutenção de toda leitegada durante as 12 primeiras horas com a mãe biológica, tanto no VCI, como no ganho de peso nas 72 horas e no período total de amamentação. Conclui-se que a manutenção da leitegada com a mãe biológica nas 12 primeiras horas pós-parto não prejudica o desempenho, não aumenta a taxa de mortalidade e não interfere no volume de colostro ingerido. Já o volume de colostro é influenciado pelo desempenho na lactação e pelo peso ao nascer. A ordem de nascimento teve pouca influência nas variáveis analisadas. Recomendando-se manter os leitões com a mãe biológica nas primeiras 12 horas pós-parto e só depois seguir com a uniformização.

**Palavras-chave:** colostro, desmame, hiperprolificidade, leitegada, suinocultura

## ABSTRACT

The hyperprolificity of sows in Brazilian commercial farms has increased the need for the number of managements to adapt the production system and the management of uniformity of litters is one of them, which consists in transferring the piglets between sows in order to equalize the size or to form litters with piglets of similar weight or size. This management aims to increase the chances of survival and the improvement of piglets' weight gain during lactation. However, the same has been done indiscriminately in most commercial farms. Several factors interfere directly in the outcome of this management and need to be taken into account, such as the birth order of the biological and adoptive mother, the moment of transfer of the piglets after birth, the percentage of piglets transferred and their origin, and the consequences errors in standardization will directly affect piglets and sows. The objective of this study was to identify how some biological factors and the management of standardization influence the performance and mortality of piglets in the maternity phase. The study was carried out in a commercial farm of 1000 females, in the city of Palotina, Paraná, Brazil, in August, 2018. Twenty five sows and their litters (381 piglets) were distributed among the control and test experimental groups. After delivery the piglets were individually weighed, and the sows in the test group were kept with their own litter for at least 12 hours postpartum; already the sows of the control group had their litters equalized among themselves, trying to form homogeneous dairy products following the farm management, leaving 1 piglet per viable ceiling. All piglets were weighed at birth, at 24, 72 hours postpartum and at weaning. The volume of individual ingested colostrum (IVC) was estimated from the body weight gain, at 24 hours after birth. For the data analysis, the piglets were grouped into four birth weight bands and three birth order categories. Only for the birth weight gain variable at 72 hours (GP2) there was a significant difference ( $P < 0.05$ ) between treatments, where the treated group had a better performance than the control group. The results of the performance, mortality rate and volume of ingested colostrum were similar ( $P > 0.05$ ) among the treatments, shows that there was no negative effect when maintaining all litter during the first 12 hours with the biological mother, both in the VCI, as in the weight gain in the 72 hours and in the total period of breastfeeding. It is concluded that the maintenance of the litter with the biological mother in the first 12 hours postpartum does not impair the performance, does not increase the mortality rate and does not interfere in the volume of colostrum ingested. Already the volume of colostrum is influenced by the performance in lactation and by birth weight. Birth order had little influence on the analyzed variables. It is recommended to keep the piglets with the birth mother in the first 12 hours postpartum and then continue with the standardization.

**KEY WORDS:** colostrum, weaning, hyperprolificity, litter, swine

## LISTA DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1 - CONCENTRAÇÃO LÁCTEA DE IMUNOGLOBULINAS (IGS) DURANTE A LACTAÇÃO..... | 23 |
|---|----|

## LISTA DE TABELAS

|  |    |
|--|----|
| TABELA 1 - APRESENTAÇÃO DOS COMPONENTES DO COLOSTROS EM DIFERENTES MOMENTOS DE COLETA POR DIVERSOS AUTORES.....  | 29 |
| TABELA 2 - CRITÉRIO DE DEFINIÇÃO DA FAIXA DE PESO AO NASCER E NÚMERO DE LEITÕES EM CADA GRUPO DETERMINADO COM BASE NO PESO AO NASCER DOS LEITÕES ..... | 39 |
| TABELA 3 - NÚMERO DE LEITÕES EM CADA GRUPO DE ORDEM DE NASCIMENTO .....  | 39 |
| TABELA 4 - COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO E MORTALIDADE ENTRE TRATAMENTOS .....  | 42 |
| TABELA 5 - RESULTADO PARA CATEGORIA DE PESO AO NASCER DOS LEITÕES.....   | 44 |
| TABELA 6 - RESULTADO PARA CATEGORIAS DE ORDEM DE NASCIMENTO ..   | 46 |

## SUMÁRIO

|           |   |           |
|-----------|---|-----------|
| <b>1.</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>   | <b>16</b> |
| <b>2.</b> | <b>REVISÃO DE LITERATURA.....</b>   | <b>19</b> |
| 2.1       | PESO DO LEITÃO AO NASCER .....  | 19        |
| 2.1.1     | Influência do peso ao nascer na sobrevivência e no desempenho do leitão....     | 19        |
| 2.2       | IMPORTÂNCIA DO COLOSTRO .....   | 20        |
| 2.2.1     | Estimativa do volume de colostro ingerido .....                                 | 22        |
| 2.2.2     | Produção de colostro.....   | 22        |
| 2.2.3     | Composição do Colostro .....  | 25        |
| 2.2.4     | Fatores que influenciam a ingestão de colostro .....                            | 29        |
| 2.3       | UNIFORMIZAÇÃO .....   | 32        |
| 2.3.1     | Aspectos Imunológicos.....  | 32        |
| 2.3.1.1   | Aspectos Imunológicos relacionados ao manejo de uniformização.....              | 32        |
| 2.3.2     | Ganho de peso e desempenho de leitões uniformizados.....                        | 33        |
| 2.3.3     | Período Ideal para realizar a Uniformização da Leitegada.....                   | 33        |
| 2.3.4     | Origem da leitegada .....   | 34        |
| <b>3.</b> | <b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>  | <b>37</b> |
| 3.1       | ANIMAIS E INSTALAÇÕES .....   | 37        |
| 3.2       | MANEJO .....  | 37        |
| 3.3       | TRATAMENTOS .....   | 38        |
| 3.4       | CALCULO DA INGESTÃO DE COLOSTRO .....   | 40        |
| 3.5       | ANÁLISE ESTATÍSTICA.....  | 41        |
| <b>4.</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>   | <b>42</b> |
| 4.1       | DESEMPENHO E INGESTÃO DE COLOSTRO X TRATAMENTO .....                            | 42        |
| 4.2       | VOLUME DE COLOSTRO INGERIDO.....  | 44        |
| 4.3       | DESEMPENHO E INGESTÃO DE COLOSTRO VS. CATEGORIA DE ORDEM<br>DE NASCIMENTO ..... | 45        |
| <b>5.</b> | <b>CONCLUSÃO.....</b>   | <b>48</b> |
| <b>6.</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>   | <b>49</b> |
| <b>7.</b> | <b>REFERÊNCIAS .....</b>  | <b>50</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

O intenso melhoramento genético e o aprimoramento das linhagens hiperprolíficas trouxe aumento no número de leitões nascidos por fêmea. Entretanto este melhoramento não foi seguido por algumas características como capacidade uterina, eficiência placentária e aumento no número de tetos. Assim, o desenvolvimento fetal é prejudicado, acarretando na diminuição do peso e aumento na variabilidade do peso dos leitões nascidos, afetando o desempenho destes animais na fase da maternidade (BEAULIEU et al., 2010; BAXTER et al., 2013; RUTHERFORD et al., 2013). A quantidade de quilos de leitões desmamados/porca/ano é um índice de produtividade da granja de grande importância, logo, não somente a quantidade, mas a qualidade dos leitões desmamados é levada em consideração.

A mortalidade neonatal é uma das principais causas de perdas no período lactacional e o momento mais crítico são as primeiras 24 horas de vida do leitão (QUESNEL et al., 2012), sendo que leitões com baixo peso ao nascer possuem menores chances de sobrevivência e menor desempenho até o abate (QUINIOU et al., 2002; FIX et al., 2010a). De acordo com Kilbride et al. (2012), 84% da mortalidade pré-desmame ocorre na primeira semana de vida dos leitões, sendo que 28% destas mortes ocorrem nas primeiras 24 horas de vida. Baixo peso ao nascer, inanição, esmagamento de leitões doentes e diarreia estão entre as principais causas de mortes na maternidade, representando respectivamente, 14%, 7%, 5% e 4% da mortalidade (KILBRIDE et al., 2012; FIX et al., 2010b). A não ingestão ou o consumo de quantidade insuficiente de colostro leva à inanição predispondo os leitões à hipotermia, ao esmagamento e à ocorrência de diarreia. Sendo assim, a adequada ingestão de colostro reduz as mortes na maternidade e diminui as perdas nos o sistema produtivo.

O colostro fornece aos leitões imunidade passiva necessária para a sua proteção (Rooke & Bland, 2002) e fatores de crescimento que estimulam o crescimento e maturação intestinal (Xu et al., 2000). Os leitões dependem do colostro para aquisição de Igs (IgG, IgM, IgA) e linfócitos (NECHVATALOVA et al., 2011), uma vez que a placenta dos suínos é do tipo epiteliocorial, ou seja, difusa, não há transferência dessas para os conceptos (BOURNE e al., 1978; STROKES e BOURNE, 1989). As Igs são muito importantes para a sobrevivência e proteção

inicial dos leitões frente aos diferentes agentes infecciosos (BLECHA et al., 1983; WAGSTROM et al., 2000). Dentre as imunoglobulinas presentes no colostro, a imunoglobulina G (IgG) encontra-se em maior quantidade, representando cerca de 75% do total de imunoglobulinas (Klobasa & Butler, 1987). Porém a quantidade de IgG no colostro diminui rapidamente nas primeiras 24 horas após o parto, portanto o leitão deve mamar o colostro logo após o nascimento para que não fique muito tempo exposto à microbiota sem a devida proteção. De acordo com Devillers et al. (2011) a ingestão de 200 g de colostro em 24 horas após o nascimento é a quantidade mínima para fornecer imunidade passiva, reduzir o risco de morte antes do desmame e permitir um bom crescimento dos leitões. No entanto há dúvidas se esta quantidade é suficiente para garantir a sobrevivência e desempenho tanto de leitões leves como de leitões pesados ao nascer.

A ingestão de colostro contribui no processo de termorregulação corporal através do fornecimento de energia, por isso quanto mais rápido o leitão mamar após o nascimento, melhor será a sua capacidade de manter a homeotermia. Entretanto, os leitões com baixo peso ao nascer apresentam menores reservas energéticas e demoram mais para realizar a primeira mamada, aumentando a sensibilidade destes ao frio (LE DIVIDICH, 1999). Com o objetivo de reduzir a mortalidade, principalmente dos leitões leves, realiza-se a uniformização de leitegadas (MARCATTI NETO, 1986).

A uniformização de leitegadas consiste em transferir leitões de uma leitegada mais numerosa para uma menos numerosa, equalizando-as por número e peso dos leitões (NEAL; IRVIN, 1991; STRAW et al., 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001). Essa prática de manejo minimiza as variações de peso dentro da mesma leitegada (STRAW et al., 1998), e quando realizada até 48 horas após o nascimento não apresenta queda no desempenho dos leitões (STRAW; DEWEY; BURGI, 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001). Entretanto, na prática, muitas vezes, a uniformização de leitegadas é realizada nas granjas de forma indiscriminada durante toda a lactação, provocando atraso no crescimento dos leitões.

Vários aspectos interferem diretamente nos resultados da uniformização, como o momento em que este manejo deve ser realizado, o tamanho e número de leitões e a ordem de parto da mãe adotiva e biológica. A transferência dos leitões deve ser realizada, preferencialmente, entre 6 e 24 h após o parto, período em que ainda não foi definido o teto específico de mamada, para os leitões absorverem o

máximo de imunoglobulinas do colostro de sua mãe biológica, para que os leitões transferidos possam aproveitar o colostro da mãe destino e para que não haja interferência na transferência de imunidade celular passiva (WILLIAMS, 1993; MORÉS et al., 1998; STRAW et al., 1998; PIETERS et al., 2008; ROBERT e MARTINEAU, 2001;). O desempenho e a viabilidade dos leitões na fase lactacional é muito dependente de fatores relacionados à fêmea adotiva e biológica, desde a qualidade do colostro e produção de leite até a conformação do aparelho mamário e habilidade materna, o que varia de acordo com a ordem de parto (VOISIN, 2006; BEYER et al., 2007;).

Acreditamos que a manutenção da leitegada com a mãe biológica nas 12 primeiras horas não prejudicará o volume de colostro ingerido, a mortalidade e o desempenho do leitão quando comprados esses mesmos parâmetros nas leitegadas uniformizadas logo após o término do parto.

O presente projeto objetivou avaliar se, em granjas com fêmeas hiperprolíferas, seria possível quebrar o paradigma de que a equalização de leitegadas após o parto é um mal necessário e que não pode ser modificado e também discutir a necessidade da realização do manejo de uniformização das leitegadas.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 PESO DO LEITÃO AO NASCER

O aumento da prolificidade é visto como uma evolução positiva, porém o aumento do número de leitões por leitegada gera efeitos negativos associados à fase de lactação, sendo os mais importantes: a redução do peso do leitão ao nascimento e, por consequência, o aumento da mortalidade neonatal (BEAULIEU et al., 2010; DOUGLAS et al., 2013).

Os leitões com menor peso ao nascimento apresentam algumas características que não favorecem o seu desempenho e sobrevivência. Com o intuito de reduzir o percentual de perdas e, conseqüentemente, de aumentar o número de leitões desmamados, medidas de manejo específicas devem ser adotadas com essa categoria de leitões logo após o nascimento e durante todo o período de lactação (SOUZA et al., 2010).

#### 2.1.1 Influência do peso ao nascer na sobrevivência e no desempenho do leitão

O peso ao nascer é considerado um indicador crítico do desempenho pós-natal, pois leitões nascidos com baixo peso muitas vezes permanecem com desenvolvimento retardado ao longo de sua vida (GONDRET et al., 2005; REHFELDT et al., 2008; FIX et al., 2010). Esse fenômeno é denominado crescimento intrauterino retardado (CIUR). O CIUR pode ser medido como peso fetal ou peso ao nascimento inferior a dois desvios-padrão da média de peso corporal para a idade gestacional (WU et al., 2008). Os suínos são a espécie de animais domésticos em que o CIUR ocorre mais severamente (WU et al., 2006), sendo que os mecanismos que desencadeiam o CIUR em alguns fetos dentro das leitegadas ainda não estão completamente elucidados. Sabe-se que a placenta apresenta um papel fundamental para o desenvolvimento fetal (VALLET et al., 2009), de modo que medidas que promovam o crescimento placentário e aumento do fluxo sanguíneo útero-placentário visando prevenir problemas no desenvolvimento fetal se fazem necessárias (DALLANORA, 2014). Uma dessas medidas seria a suplementação nutricional.

Há uma redistribuição do fluxo sanguíneo, promovida pelo CIUR, de forma a proteger o cérebro, o que é conhecido como “brain sparing effect”, resultando em prejuízo ao desenvolvimento dos demais órgãos (HARDING et al., 2006; FOXCROFT et al., 2009). Os leitões acometidos com CIUR apresentam alterações do trato digestivo, relacionadas à secreção de enzimas, capacidade de absorção e peso dos órgãos (XU et al., 1994). As alterações continuam sendo observadas ao longo da vida do animal e resultam do fenômeno definido como programação fetal (FOXCROFT et al., 2006).

O desempenho lactacional e pós-desmame dos leitões de baixo peso ao nascimento será inferior ao desempenho dos leitões de alto peso ao nascimento (REHFELDT & KUHN, 2006; SCHINCKEL et al., 2007; BEAULIEU et al., 2010; ALVARENGA et al., 2013). O desempenho inferior dos leitões de baixo peso está relacionado ao menor nível de reserva energética corporal, maior sensibilidade ao frio e ao maior tempo que levam para realizar a primeira mamada, sendo prejudicados na disputa pelas melhores tetas. Com isso, os leitões de baixo peso representam a categoria com as menores chances de sobrevivência (LAY et al., 2008). Entretanto, Douglas et al. (2013) demonstraram que leitões com baixo peso ao nascer podem compensar o desempenho durante o período pós-natal. Estes mesmos autores relataram que intervenções nas fases iniciais de produção podem ser usadas como estratégias para maximizar o crescimento pós-natal de leitões de baixo peso ao nascimento.

A mortalidade das categorias de baixo peso ao nascer é alta quando comparada aos leitões com peso superior a 1,0 kg. Furtado et al. (2012), observaram o impacto do peso ao nascimento sob a mortalidade pré desmame, sendo que na categoria de nascidos abaixo de 0,9 kg a mortalidade foi de aproximadamente 30%, enquanto a categoria de 1,2 a 1,5 kg a mortalidade foi de 3,4%.

## 2.2 IMPORTÂNCIA DO COLOSTRO

A placenta dos suínos é classificada como epiteliocorial difusa (KIM; BRADLEY; WATSON, 1966; PORTER, 1988), não permitindo transferência de imunoglobulinas da mãe para os fetos (KIM; BRADLEY; WATSON, 1966; BOURNE, 1978; NEWBY; STOKES; BOURNE, 1982; PORTER, 1988; STOKES; BOURNE,

1989; LE JAN, 1996; BUTLER, 1998;). 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.

A taxa de mortalidade até o desmame diminui consideravelmente quando a ingestão de colostro aumenta (QUESNEL, FARMER e DEVILLERS, 2012). Ferrari et al. (2014) observaram que a probabilidade de mortalidade foi menor ao aumentar a ingestão de colostro em leitões de peso intermediário e baixo peso ao nascer, sendo necessários 200 a 250 g de colostro, respectivamente, para reduzir suas chances de morte, da mesma forma do que leitões de maior peso ao nascer.

O ganho de peso do leitão no pré-desmame também está positivamente relacionado com a ingestão de colostro nas primeiras 24 horas após o nascimento (DEVILLERS, LE DIVIDICH e PRUNIER, 2011; DECALUWÉ, et al., 2014; FERRARI et al., 2014 DECLERCK et al., 2016).

A média de ingestão individual de colostro durante as primeiras 24 horas após o nascimento é de 250-300 g por dia (DEVILLERS et al., 2007; QUESNEL, 2011). No entanto, a ingestão é altamente variável, variando de 0 a mais de 700 g (QUESNEL, FARMER e DEVILLERS, 2012), o que indica que a capacidade do leitão de ingerir colostro é extremamente alta quando a oferta de colostro não é restrita (LE DIVIDICH, ROOKE e HERPIN, 2005).

### 2.2.1 Estimativa do volume de colostro ingerido

Devillers et al. (2004) estabeleceram um método que estima a ingestão de colostro com base no ganho de peso dos leitões recém-nascidos. Os autores estimaram a ingestão de colostro em leitões alimentados com mamadeira com base no peso ao nascer do leitão (PN, kg), peso entre 17 e 24 horas de idade (P24, kg), o tempo transcorrido desde o nascimento até a pesagem das 24 horas (t, min) e a média do intervalo entre o nascimento e a primeira sucção (tFS, min). A equação é a seguinte:

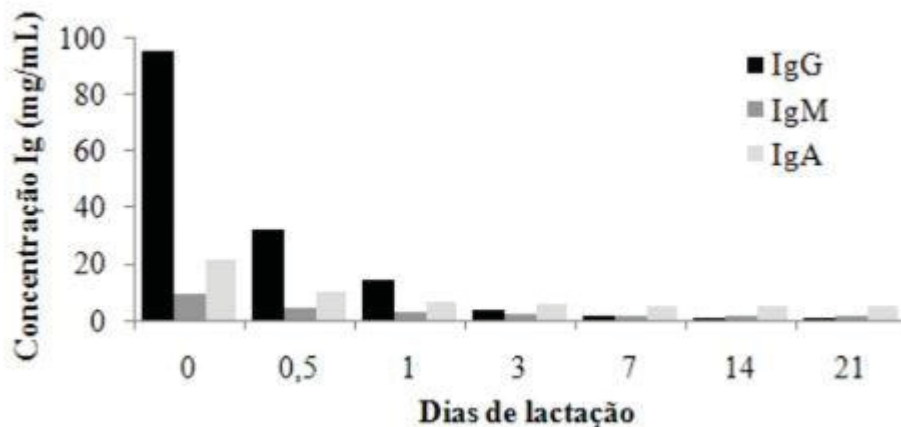
$$CI = -217.4 + 0.217 \times t + 1861019 \times P_{24}/t + PN (54.80 - 1861019/t) \times (0.9985 - 3.7 \times 10^{-4} \times t_{FS} + 6.1 \times 10^{-7} \times t_{FS}^2)$$

Posteriormente, a equação foi validada comparando-se a ingestão de colostro estimada pela equação com a ingestão de colostro medida com o método de diluição com óxido de deutério, em leitões amamentados pela porca, assim como em leitões alimentados com mamadeira. No entanto, o método de alimentação (mamadeira vs. amamentados pela porca) não influenciou o ganho de peso e a ingestão de colostro. Portanto, os autores concluíram que a equação estabelecida pode ser aplicada em leitões amamentados pela porca (Devillers et al. 2004).

### 2.2.2 Produção de colostro

O colostro é a primeira secreção da glândula mamária. Este é caracterizado por altas concentrações de imunoglobulinas (Igs), e contém concentrações mais baixas de lactose e de lipídios quando comparado ao leite (QUESNEL, FARMER, e DEVILLERS, 2012). A composição do colostro muda rapidamente após o parto, sendo substituído pelo leite normal após decorrido 12 a 24 horas (QUESNEL, FARMER e DEVILLERS, 2012; THEIL, LAURIDSEN e QUESNEL, 2014). (Figura 1)

FIGURA 1 - CONCENTRAÇÃO LÁCTEA DE IMUNOGLOBULINAS (IGS) DURANTE A LACTAÇÃO



FONTE: Adaptado Klobasa 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. 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).

Acredita-se que a maior parte da colostrogênese ocorra durante os últimos sete a 10 dias de gestação (THEIL et al., 2014; THEIL, 2015). O colostro é abundantemente secretado nas primeiras horas após o parto (AMDÍ et al., 2013), é a única fonte de nutrientes para leitões recém-nascidos, além de ser essencial para a sua sobrevivência e desenvolvimento.

Nos mamíferos existem duas etapas da produção de leite. A primeira fase é conhecida como lactogênese que é caracterizada pela produção de colostro. A segunda fase é denominada galactopoiese, uma vez que a secreção do leite ocorre, mas por estímulo de mamada ou ordenha ela se mantém (FARMER et al., 2006).

A lactogênese é geralmente subdividida em duas fases, a lactogênese I, a qual é iniciada no final da gestação, por volta do dia 105, e está ligada ao início da

síntese de componentes específicos do leite, diferenciação estrutural e metabólica das glândulas mamárias. Já a fase da lactogênese II é caracterizada pelo início da secreção abundante de leite (HARTMANN et al., 1997; BAZER et al., 2001;). Não se sabe o momento específico e a variável fisiológica mais adequada para descrever a mudança de lactogênese I para lactogênese II. No entanto, é geralmente aceito que a produção de colostro ocorre durante a lactogênese I (FARMER et al., 2006).

A produção de colostro varia bastante entre as fêmeas, gira em torno de 1,5 kg a 6,0 kg (DEVILLERS et al., 2007; FOISNET et al., 2010a; QUESNEL, 2011). O valor médio de produção de colostro é 3,32 kg (QUESNEL et al., 2011).

No início, a produção de colostro tem influência hormonal. Segundo DeHoff et al. (1986), as alterações hormonais que ocorrem no final da gestação, em torno do parto e os hormônios de origem materna e fetal são importantes na coordenação de uma lactação bem-sucedida e abundante. O pico de prolactina pré-parto é essencial para o início de lactação em suínos (FARMER et al., 1998).

A combinação do elevado aumento da prolactina pré parto e a queda expressiva na concentração de progesterona permite a indução da secreção intensa de leite. Os glicocorticoides promovem o aumento do número de receptores de prolactina nas glândulas mamárias (DELOUIS et al., 1980; TUCKER, 1981). Apesar de não saber o papel exato do estradiol, a alta concentração deste hormônio no final da gestação é necessária para o início da lactação (TUCKER, 1981; WILLCOX et al., 1983). A ocitocina, que está presente em altos níveis antes e durante a expulsão dos leitões, estimula a contração das células mioepiteliais mamárias, promovendo a ejeção de colostro durante o parto (SMITH et al., 1991).

Nas porcas, a produção de colostro pode ser mensurada através da ingestão de colostro pelos leitões. Entretanto, é importante ter em mente que a medida da produção de colostro é baseada no ganho de peso do leitão ao longo do período de 24 horas, sendo então um reflexo da ingestão de nutrientes, mas não de imunoglobulinas (FARMER et al., 2006).

Le Dividich et al. (2005a) relataram que 65% da variação na produção de colostro é explicada por características da fêmea, mas não afirmaram quais características da matriz realmente interferem na produção de colostro. Os fatores que podem influenciar a produção de colostro são nutrição, genótipo, ordem de parto (OP), idade e peso corporal das fêmeas bem como o comportamento na maternidade, o tamanho e peso da leitegada. Com relação à ordem de parto,

observa-se ligeira diferença entre primíparas e multíparas, com produção maior de colostro em multíparas, e de segundo parto, em comparação com porcas primíparas (DEVILLERS et al., 2005). Comprovando isto, Ferrari et al. (2014) encontraram menor produção de colostro em primíparas ( $3,0 \pm 0,13$  kg) do que em multíparas ( $3,5 \pm 0,12$  kg) com o mesmo tamanho de leitegada e peso médio individual do leitão.

Em relação à ocorrência de parto prematuro (110-111 dias), há redução da produção de colostro em 40% (MILON et al., 1983; LE DIVIDICH et al., 2005a). A associação negativa entre a duração da gestação e a produção de colostro também foi encontrado por Devillers et al. (2007).

A influência do manejo sobre a produção de colostro é pouco estudada, mas é provável que a indução do parto, nutrição da porca, estímulo auditivo e temperatura ambiente possam estar envolvidos.

Já a nutrição tem um papel importante na produção de colostro através do desenvolvimento da glândula mamária e mecanismos que controlam a secreção de colostro no final da gestação (QUESNEL et al., 2013; QUESNEL et al., 2015).

A produção de colostro é positivamente correlacionada com a média do peso ao nascer dos leitões e negativamente correlacionada com a variação do peso ao nascer dentro da leitegada (DEVILLERS et al., 2007; QUESNEL, 2011). Além disso, observou-se uma relação negativa entre a produção de colostro e a proporção de leitões natimortos na leitegada. Porcas com uma produção de colostro inferior a 3 kg, tiveram mais leitões natimortos, ao contrário de porcas com maior produção de colostro. As fêmeas de menor produção de colostro ainda tendem a apresentar um intervalo entre nascimentos mais longo no início do parto (QUESNEL et al., 2012).

No trabalho de Machado (2014) foi evidenciado que o fator que mais influencia a produção de colostro é o peso total da leitegada viva, indiretamente representado pelo número de leitões amamentados pela porca.

### 2.2.3 Composição do Colostro

Entre os componentes do colostro e do leite podemos citar proteínas, lipídios, carboidratos, minerais, vitaminas e algumas células. O conteúdo, a quantidade e as características destes componentes são afetados por uma variedade de fatores.

As secreções da porca durante as primeiras 24 horas após o parto são, geralmente, maiores em concentrações de imunoglobulinas, alguns microminerais, vitaminas, hormônios e fatores de crescimento, e menor em concentração de lactose, quando comparado com o leite (HURLEY, 2015). Com relação aos aspectos imunológicos, o colostro contém leucócitos e outras células imunologicamente ativas. Os leucócitos são absorvidos a partir do colostro (TUBOLY et al., 1988; WILLIAMS, 1993) e migram para os gânglios linfáticos mesentéricos e outros tecidos do leitão onde exercem um efeito imunomodulador (WILLIAMS, 1993; ROOKE & BLAND, 2002; HURLEY, 2015).

O colostro e leite contêm uma série de fatores antimicrobianos e fatores que podem agir no sistema imunológico como a lactoferrina, enzima lactoperoxidase, lisozima e oligossacarídeos. O colostro também contém citocinas e fatores de crescimento que afetam o desenvolvimento intestinal neonatal, bem como as respostas imunitárias intestinais a doença em adultos (HURLEY & THEIL, 2011).

O colostro tem alta concentração de imunoglobulina G (IgG) e menor concentração de IgA e IgM (CURTIS & BOURNE, 1971; KLOBASA & BUTLER, 1987; KLOBASA et al., 1987). A concentração de IgG no colostro é bem variável entre fêmeas (KLOBASA & BUTLER, 1987; BLAND & ROOKE, 1998). Ordem de parto, estação do ano e genótipo são fatores que podem influenciar a concentração de IgG (INOUE et al., 1980; KLOBASA & BUTLER, 1987; ROOKE & BLAND, 2002).

O colostro contém uma variedade de fatores de crescimento, incluindo os fatores de crescimento semelhantes à insulina (IGF) I e II, a insulina (BURRIN et al., 1996), fator de crescimento epidérmico (EGF) (ODLE et al., 1996) e fator de crescimento transformante beta (TGF- $\beta$ ) (XU et al., 2000). Através destes fatores, o colostro desempenha um papel importante no desenvolvimento do trato gastrointestinal do leitão (XU et al., 2002). As concentrações dos fatores de crescimento no colostro caem rapidamente durante o primeiro dia de vida e, por conseguinte, quaisquer efeitos positivos dos fatores de crescimento podem ser diminuídos em leitões depois do nascimento.

A gravidade específica do colostro da porca ao parto é cerca de 1,06 g / mL, refletindo a elevada concentração de proteína total. No primeiro dia, a densidade declina e estabiliza em cerca de 1,035 g/mL durante a maior parte da lactação (HURLEY, 2015).

A água é um componente fundamental das secreções mamárias e age como meio para a mistura dos componentes durante a síntese e secreção de leite. Os sólidos totais ou teor de matéria seca de secreções mamárias são normalmente mensurados em vez do teor de água. As estimativas de sólidos totais incluem todos os componentes orgânicos e inorgânicos do leite ou colostro (HURLEY, 2015).

O principal carboidrato que compõe o leite da porca é a lactose que é o componente de menor variação no leite. A concentração de lactose aumenta gradualmente durante os primeiros dois ou três dias de lactação. Já a concentração de glicose nas secreções mamárias da fêmea é baixa, 18 a 135 µg/mL, se comparada à lactose 27 a 56 mg/mL. A concentração de galactose é maior no colostro e diminui até quinto dia de lactação (ATWOOD & HARTMANN, 1992). A concentração de oligossacarídeos também é mais alta no colostro e diminui durante a lactação (HURLEY, 2015).

O teor de gordura é considerado como o mais variável componente das secreções mamárias. O percentual de gordura do colostro pode ser aumentado pela suplementação alimentar no final da gestação com ácido linoleico conjugado (KROGH et al., 2012). O teor de lipídios do colostro é significativamente afetado pela produção de colostro, sendo que fêmeas com baixa produtividade de colostro têm percentuais mais elevados de lipídios (FOISNET et al., 2010a).

As concentrações de proteína total nas secreções das fêmeas são mais elevadas próximo ao parto e diminuem mais de 50% em 24 horas. As alterações nas concentrações de proteína total refletem as alterações nas concentrações de imunoglobulina (HURLEY, 2015). A proteína total do soro de leite, como uma porcentagem do total de proteína no colostro da porca começa em 90% no momento do parto, quando as imunoglobulinas proporcionam a fração principal da proteína do soro de leite, e, em seguida, diminui para cerca de 70% em 24 horas pós-parto (KLOBASA et al., 1987; CSAPO et al., 1996).

Os principais aminoácidos livres no colostro são a histidina, que diminui em concentração durante a lactação, e a taurina, cuja concentração aumenta até oito dias de lactação e então se mantém constante (WU & KNABE, 1994; HURLEY, 2015). A arginina é marcadamente deficiente em colostro e leite (WU et al., 1999) e não se sabe se a síntese endógena é suficiente para satisfazer as necessidades de arginina do leitão recém-nascido (LE DIVIDICH et al., 2005a).

As concentrações de nucleotídeos são variáveis no colostro das porcas e durante toda a lactação (MATEO et al., 2004). Por exemplo, o 5'monophosphate uridine é mais alto no momento do parto e depois diminui no decorrer da lactação (ATWOOD et al., 1995; MATEO et al., 2004).

A energia bruta do colostro no parto é de aproximadamente 1,60 kcal/g e permanece elevada, pelo menos até o 3º dia de lactação. O nível relativamente elevado da energia bruta estimada no colostro ao parto está associado, em parte, com a alta concentração de imunoglobulinas no colostro (HURLEY, 2015).

O teor de minerais do colostro no parto é de aproximadamente 0,68%. Esse percentual aumenta no segundo dia de lactação e continua a aumentar gradualmente até cerca de duas semanas e então se mantêm em cerca de 0,90% (HURLEY, 2015). Em comparação com o leite, o colostro contém menos minerais, com concentração mais baixa dos elementos principais (Ca, P) e concentrações mais elevadas de oligoelementos (Zn, Fe) (LE DIVIDICH et al., 2005a).

As concentrações de prolactina no colostro são maiores apenas antes do parto, diminuindo rapidamente durante as primeiras 24 horas pós-parto (DEVILLERS et al., 2004a). As concentrações de relaxina são mais elevadas no colostro e, em seguida, diminuem ao longo da primeira semana de lactação (YAN et al., 2006). As concentrações de estradiol no colostro coletado imediatamente antes do parto são três a quatro vezes maiores do que no plasma (DEVILLERS et al., 2004a). As concentrações de insulina e neurotensina são mais elevadas no colostro durante o parto (HURLEY, 2015). A tabela 1 mostra os componentes do colostro segundo diversos autores em momentos diferentes da coleta.

TABELA 1 - APRESENTAÇÃO DOS COMPONENTES DO COLOSTROS EM DIFERENTES MOMENTOS DE COLETA POR DIVERSOS AUTORES

| Autores                   | Momento          | Sólidos Totais ou matéria seca (%) | Proteínas (%) | Lipídeos (%) | Concentração de IgG (mg/mL) | Lactose (%) |
|---------------------------|------------------|------------------------------------|---------------|--------------|-----------------------------|-------------|
| Le Dividich et al., 1994  | 0h               | 23,4                               | 13,1          | 5,1          | -                           | 3,4         |
| Foisnet et al., 2011      | 0h               | 24,1                               | 15,2          | 5,8          | -                           | 2,5         |
| Foisnet et al., 2010b     | 0h               | 27,8                               | 16,8          | 6,9          | ~75                         | 2,6         |
| krogh et al., 2012        | 0h               | 26,4                               | 16,8          | 5,2          | -                           | 3,3         |
| Csapo et al., 1996        | 0h               | 24,0                               | 16,2          | 5,4          | -                           | -           |
| klobasa et al., 1987      | 0h               | 25,6                               | 15,7          | 5,0          | 95,6                        | 3,1         |
| Decaluwé et al., 2014     | 3h               | 37,2                               | 25,2          | 8,9          | 92,0                        | 3,1         |
| Flummer & Theil           | 3h               | 25,7                               | 14,3          | 5,8          | -                           | 3,2         |
| Quesnel et al., 2009      | Até 6h           | -                                  | -             | -            | ~111,5                      | -           |
| Decaluwé et al., 2014     | 6h               | 35,5                               | 21,9          | 9,9          | 85,0                        | 3,6         |
| Foisnet et al., 2010a     | 6h               | -                                  | -             | -            | ~58                         | -           |
| klobasa et al., 1987      | 6h               | 22,7                               | 13,0          | 4,8          | 64,8                        | 3,5         |
| Le Dividich et al., 2005b | 12h              | 23,0                               | 12,2          | 6,6          | 42,7                        | 3,2         |
| Le Dividich et al., 1994  | 24h              | 22,0                               | 9,1           | 6,8          | -                           | 3,6         |
| Decaluwé et al., 2014     | 24h              | 31,2                               | 11,6          | 14,2         | 18,3                        | 5,4         |
| Foisnet et al., 2011      | 24h              | 17,2                               | 5,4           | -            | -                           | 3,8         |
| Foisnet et al., 2010b     | 24h              | 21,5                               | 6,9           | 9,1          | ~15                         | 3,7         |
| klobasa et al., 1987      | 24h              | 17,3                               | 6,4           | 5,6          | 14,2                        | 4,6         |
| Widdson et al., 1985      | Primeiras 24h    | -                                  | 17,8          | 4,4          | -                           | 3,5         |
| Quesnel et al., 2009      | Dia 0            | 26,9                               | 14,5          | 7,6          | -                           | 2,6         |
| Azira-Nieto et al., 2011  | Não especificado | -                                  | 15,3          | 5,6          | 56,8                        | -           |
|                           | Pool             | 22,4                               | -             | 5,7          | 67,7                        | -           |

FONTE: Adaptado Moreira (2015)

#### 2.2.4 Fatores que influenciam a ingestão de colostro

Os principais determinantes da ingestão de colostro por leitão são a vitalidade, o peso ao nascimento e as características da leitegada (TUCHSCHERER et al., 2000; LE DIVIDICH, ROOKE e HERPIN, 2005; DEVILLERS et al., 2007; QUESNEL, FARMER e DEVILLERS, 2012). A vitalidade, o vigor ou medidas de comportamento são frequentemente utilizados na literatura para se referir à força de leitões recém-nascidos (MUNS, 2015). Leitões com maior vitalidade têm menor intervalo de tempo desde o nascimento até alcançar o úbere e realizar a primeira mamada (HERPIN, et al., 1996; CASELLAS, et al., 2004). Portanto, o intervalo entre o nascimento e a primeira sucção é um importante indicador da vitalidade dos leitões ao nascer (TUCHSCHERER et al., 2000; BAXTER, et al., 2008). A vitalidade parece influenciar o desempenho do comportamento precoce dos leitões, determinando assim a sobrevivência do leitão e influenciando sua capacidade de competir e

estimular o úbere (MUNS, 2015). Devillers et al. (2007) observaram que leitões com maior peso ao nascimento apresentam maior vitalidade, capacidade de atingir as tetas e de sugar, quando comparados com leitões de baixo peso. Os leitões de baixo peso ao nascer têm maiores necessidade de energia relativa devido à sua maior relação superfície / massa corporal e, portanto, são mais propensos ao estresse pelo frio (HERPIN, DAMON e LE DIVIDICH, 2002).

Da mesma forma que é preciso atentar para leitões de baixo peso, deve-se identificar leitões que nasceram em situação de risco. Animais com complicações de hipóxia durante o parto, ruptura do cordão umbilical, dificuldade de respirar ao nascer e com *Splay-leg* (denominação comum dada à subluxação coxofemoral que se encontra descrita em aves exóticas, suínos neonatos, aves de produção e logomorfos) tendem a ingerir menor quantidade de colostro (DEVILLERS et al., 2007).

A ingestão de colostro não é influenciada pela ordem de nascimento (FRASER e RUSHEN, 1992; DEVILLERS, 2007; LE DIVIDICH, CHARNECA e THOMAS, 2017), o que indica que os leitões nascidos mais tarde durante o processo de parto não estão em desvantagem em relação ao consumo de energia em comparação com leitões nascidos anteriormente (DEVILLERS et al., 2007). Le Dividich, Charneca e Thomas (2017) relataram que no momento do nascimento dos últimos leitões, os primogênitos já foram saciados, estando menos ativos. Dessa forma há possibilidade dos últimos mamarem, pois há menos competição.

A ingestão de colostro por leitões também pode ser afetada pela competição dentro da leitegada (DEVILLERS et al., 2007; QUESNEL, 2011). Em porcas hiperprolíficas, onde o número de leitões vivos pode ser igual ou mesmo superior ao número de tetas funcionais, a incapacidade da porca para adaptar a produção de colostro para alimentar adequadamente toda a leitegada leva a maior competição entre leitões. Isto aumenta o risco de mortalidade e de diminuição do ganho de peso de leitões (MILLIGAN, FRASER e KRAMER, 2001; ANDERSEN, NAEVDAL e BOE, 2011).

Além disso, a seleção genética para porcas com maior tamanho de leitegada resultou em aumento no número de leitões pequenos e imaturos ao nascimento (MILLIGAN, FRASER e KRAMER, 2001; QUINIOU, DAGORN e GAUDRÉ, 2002). Esse fenômeno se deve, principalmente, à diminuição do espaço uterino para o desenvolvimento do feto e à diminuição da quantidade de nutrientes disponíveis por

feto (CAMPOS et al., 2012). Assim, a hiperproliferação aumenta o número de leitões em risco de baixa ingestão de colostro durante as primeiras horas de vida (MUNS, MANTECA e GASA, 2015).

#### 2.2.5 Imunidade Passiva Humoral

O colostro assume um papel muito importante na transferência de imunidade, sendo importante para a proteção inicial frente aos diferentes agentes infecciosos e para a própria sobrevivência (BRAMBELL, 1958; WAGSTROM et al., 2000) principalmente em seus primeiros dias de vida, já que a espécie suína possui placenta epitéliocorial e, dessa forma, os leitões nascem agamaglobulêmicos (BOURNE et al., 1978; BUTLER, 1998; KIM et al., 1966; NEWBY et al., 1982; SYOKES e BOURNE, 1989). Ao nascer o leitão é exposto imediatamente a patógenos presentes no ambiente e o tempo necessário para o leitão conseguir gerar uma resposta imune ativa capaz de lhe conferir proteção é de sete a dez dias (ROTH, 1999; SALMON, 1999).

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

Segundo Nguyen et al. (2007), o colostro tem, inclusive, papel importante na transferência de citocinas, peptídeos responsáveis pelo desenvolvimento e modulação do sistema imune. Entre as principais, estão TGF- $\alpha$ , IL-6 e IL-4. Estas, tem como função primordial, o aumento da resposta dos linfócitos B, gerando mais anticorpos circulantes e, no intestino, aumento da produção de IgA, além da maturação do sistema imune local. A IgA é a Ig de maior concentração no leite a partir do terceiro dia de lactação (KLOBASA e BUTLER, 1987) e a principal responsável pela proteção da mucosa intestinal, não necessitando ser absorvida para isso. Por esse motivo, não somente o colostro, mas o leite também possui funções imunológicas essenciais para os leitões, principalmente na proteção contra a colibacilose e a gastroenterite transmissível (BOHL e SAIF, 1975).

## 2.3 UNIFORMIZAÇÃO

A uniformização é uma prática de manejo utilizada com o objetivo de aumentar as chances de sobrevivência e melhorar o ganho de peso dos leitões durante a lactação (BIERHALS et al, 2010) e compreende a transferência de leitões de peso similar ao nascimento ou de leitegadas mais numerosas para as menos numerosas.

Alternativas de manejo, como a uniformização das leitegadas por tamanho e número, podem amenizar as perdas se garantir melhores condições aos leitões. Por outro lado, mover leitões entre leitegadas aumenta os custos com mão de obra e a chance de disseminar doenças e, dependendo do protocolo utilizado, pode-se não ter os efeitos positivos esperados. A uniformização deve ser realizada, preferencialmente, entre seis e 24 horas após o parto, período em que a maioria dos leitões ainda definiu os tetos de preferência e, para que eles absorvam o máximo de imunoglobulinas (Igs) e células imunoativas do colostro de sua mãe biológica e adotiva (ROBERT e MARTINEAU, 2001; PIETERS et al., 2008). Apesar de realizada na maioria dos sistemas de produção de suínos, nem sempre é feita de forma adequada (STRAW; DEWEY; BURGI, 1998; ROBERT; MARTINEAU, 2001), esta prática geralmente é realizada de forma indiscriminada durante todo o período de lactacional (BIERHALS et al., 2010).

### 2.3.1 Aspectos Imunológicos

#### 2.3.1.1 Aspectos Imunológicos relacionados ao manejo de uniformização

Tuboly et al. (1988) observaram que a absorção de células colostrais somente ocorre quando o leitão mama na mãe biológica, o que lhe confere imunidade celular.

Vem sendo realizadas pesquisas e cada vez mais evidencia-se a importância da imunidade celular na proteção contra algumas doenças, dentre elas, pneumonia enzoótica (*Mycoplasma hyopneumoniae*) (BANDRICK, 2008). Dessa forma, a transferência de imunidade celular passiva assume aspectos relevantes. Segundo Pieters et al. (2008), nenhum dos leitões nascidos de matrizes imunizadas e uniformizados antes de seis horas após o nascimento adquiriram esse tipo de

imunidade. Além disso, apenas 22% daqueles nascidos de matrizes não imunizadas e transferidos antes de 6 horas para matrizes imunizadas foram positivos no Teste de Hipersensibilidade Tardia (DTH) para *Mycoplasma hyopneumoniae*. Dessa forma, a transferência de leitões num período menor que 6 horas pode afetar a transferência de imunidade celular passiva.

Loving et al. (2014), observaram que enquanto o anticorpo do colostro é absorvido na circulação dos leitões, independentemente da porca da qual ele recebe o colostro, a transferência de células maternas requer o colostro da mãe biológica.

### 2.3.2 Ganho de peso e desempenho de leitões uniformizados

Vários trabalhos compararam o desempenho de leitegadas uniformizadas ou não, sendo que os resultados são contraditórios, mas isso pode ser devido às diferentes metodologias adotadas. A taxa de mortalidade pré-desmame é 40% menor em leitegadas uniformizadas (ENGLISH & BAMPTON, 1982). Marcatti Neto (1986) observou uma diminuição de 50% (13,4 vs 6,7) na mortalidade quando realizado esse manejo. Em discordância, Neal & Irvin (1991) observaram uma tendência dos leitões não uniformizados terem maior taxa de sobrevivência (4,8%) aos 21 dias e aos 42 dias (6,8%) de desmame quando comparados aos leitões não uniformizados nas mesmas idades de desmame

O desempenho e a viabilidade de leitões e/ou leitegadas uniformizadas dependem de muitas variáveis, dentre elas: período após o nascimento; origem dos leitões (adotado, biológico ou ordem de parto de sua mãe biológica ou adotiva); número e tamanho dos leitões que compõem a leitegada. Além disso, devem-se considerar os fatores relacionados à fêmea: número de tetos viáveis; produção de leite; qualidade do colostro; condição corporal ao parto; consumo alimentar durante a lactação e habilidade materna, além de condições ambientais que afetam diretamente o consumo da fêmea lactante podendo influenciar a sua produção de leite (BIERHALS, 2010).

### 2.3.3 Período Ideal para realizar a Uniformização da Leitegada

O momento ideal considerado para se realizar a uniformização da leitegada é o período entre seis e 24 horas após o nascimento. Após esse período, muitos

leitões já definiram o teto específico de mamada e mudanças após essa definição, normalmente, estão associadas a perdas de mamada e brigas por disputa de teto (ROBERT e MARTINEAU, 2001). Essas brigas podem gerar úlceras na pele servindo como porta de entrada para patógenos, como por exemplo, *Staphylococcus hyicus*, agente da epidermite exsudativa (CARVALHO et al., 2007). Em muitas granjas esse período não é levado em consideração, sendo que 60% das uniformizações ocorreram após uma semana de idade em 300 granjas avaliadas (STRAW et al., 1998)

Uniformizando os leitões entre 24 e 36 horas observou-se menor desempenho de leitões uniformizados (180 a 210 gramas mais leves ao desmame) do que os não uniformizados. Quando o manejo foi realizado após as 48 horas a diferença foi ainda maior (800g) (STEWART DIEKMAN, 1989, DEWEY et al, 2008). Comprometimento no desempenho também foi observado por Parratt et al. (2006) quando se utilizou da uniformização no período de cinco dias antes do desmame. Houve um menor ganho de peso (198,2 vs 234,7 g/dia) em relação aos controles durante o período (16 – 21 dias de lactação). Além disso, efeito semelhante ocorreu após o desmame, onde o ganho de peso diário foi de 85,4 e 101,1 g/dia para os leitões uniformizados e não, respectivamente. Straw et al. (1998) observaram que as transferências realizadas ao longo da lactação reduziram a variação no peso ao desmame em 41%, mas reduziram também a taxa de crescimento dos leitões em 20%.

#### 2.3.4 Origem da leitegada

Os leitões que não são transferidos e permanecem com a mãe biológica podem ser beneficiados, pois já estão em processo de determinação do teto mamário, estão acostumados ao ambiente e são reconhecidos por sua mãe. Por outro lado, os leitões adotados podem carrear patógenos aos quais os leitões biológicos podem não adquirir imunidade passiva. Assim, pode haver diferenças entre o desempenho desses leitões durante esse período.

Realizando-se a uniformização no período considerado ideal, o desempenho e viabilidade de biológicos e adotados se equivalem. Heim et al. (2009) compararam três manejos de uniformização conforme a origem dos leitões. As leitegadas foram compostas de T1: 100% leitões adotados, T2: 100% biológicos ou T3: 50% adotados

com 50% biológicos. Não houve diferença entre o peso dos leitões durante a lactação. Da mesma forma, os leitões adotados e biológicos do grupo T3 tiveram pesos semelhantes e foram desmamados com 5,06 e 5,17 kg, respectivamente. Corroborando com esses resultados, Bierhals et al. (2009) também verificaram desempenho e viabilidade semelhantes entre leitões biológicos e adotados quando esses foram amamentados por fêmeas de mesma ordem de parto.

. O desempenho e viabilidade dos leitões na fase lactacional é muito dependente de fatores relacionados à fêmea, tanto adotiva quanto a biológica, desde a qualidade do colostro e produção de leite até a conformação do aparelho mamário e habilidade materna. Há uma carência de informações quanto à ordem de parto da mãe adotiva ou biológica

A imunidade humoral passiva é específica aos antígenos para os quais o sistema imune da fêmea foi exposto. Assim, fêmeas mais velhas transferem, qualitativamente, melhor imunidade humoral (BIERHALS, 2010). Além disso, estas fêmeas possuem maiores concentrações de IgG e IgA no colostro e leite em comparação a fêmeas mais jovens (KLOBASA e BUTLER, 1987). Dessa forma, leitegadas amamentadas por fêmeas mais velhas possuem imunidade contra maior número de antígenos e podem ter menor chance de comprometimento de seu desempenho.

Miller et al (2005) compararam leitões com origem em fêmeas de diferentes OP (ordem de parto), e não encontraram diferença entre taxa de mortalidade pré e pós desmame entre filhos de OP1 e de OP5, mas a taxa de leitões inviáveis economicamente foi maior nos filhos de OP1 e estes também receberam 2 vezes mais tratamento com antimicrobiano no período. Já Bierhals et al. (2009) não observaram comprometimento na viabilidade, mas sim no desempenho de leitões uniformizados quando amamentados por primíparas independente da origem deste leitão ao comparar com leitões amamentados por fêmeas de OP 5. Contudo, neste trabalho a uniformização ocorreu no período ideal (8-24h pós-nascimento) e o peso dos leitões à uniformização foi padronizado entre 1,2 e 1,6 kg.

### 2.3.5 Ordem de Nascimento e Tamanho da Leitegada

A quantidade de leitões por fêmea no momento da uniformização traz muitas consequências e questionamentos tanto sobre os leitões como para a fêmea. Devido

à hiperprolificidade proporcionada por avanços genéticos, observa-se em várias granjas nascimento superior a 15 leitões vivos/parto, chegando, em alguns casos, a números superiores a 18. Dessa forma o manejo com “amas-de-leite” pode tornar-se uma alternativa a ser considerada.

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

Contudo, na prática a utilização de “amas-de-leite” pode gerar problemas. O prolongamento da lactação dessas matrizes pode contribuir para maiores perdas corporais, desbloqueio do eixo hipotalâmico-hipofisário-gonadal devido a uma possível diminuição dos estímulos dos leitões e, dessa forma, um comprometimento reprodutivo subsequente pode ocorrer. Contudo, esse efeito é amenizado quando se utilizam fêmeas descartes nesse manejo. Outra dificuldade é a necessidade de maior espaço na maternidade para o alojamento dessas fêmeas e suas leitegadas. Em granjas com média de 13 leitões nascidos vivos, a decisão de uniformizar leitegadas com 12 leitões aumenta em 8% a necessidade de celas parideiras.

A decisão do tamanho da leitegada a ser formada no momento da uniformização vai muito além de um protocolo fixo, pois envolve diversas variáveis, tais como: número de tetos viáveis, número de leitões nascidos vivos/parto no dia, disponibilidade de fêmeas para se tornarem “amas-de-leite” e número de partos no dia. Além disso, geralmente não é levado em consideração a quantidade relativa de primíparas que pariram, tão pouco o consumo alimentar médio delas durante a lactação

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Paraná (CEUA/UFPR), sob o protocolo n. 41/2017.

#### 3.1 ANIMAIS E INSTALAÇÕES

O estudo foi realizado em uma granja comercial de suínos produtora de leitões, com 1100 matrizes, situada na região oeste do Paraná, na cidade de Palotina, Brasil. Foram utilizados 381 leitões originados de 25 porcas Danbred que foram acompanhados do nascimento até a desmama.

#### 3.2 MANEJO

As porcas foram transferidas para a maternidade 3 a 4 dias antes do parto e foram alojadas em celas previamente lavadas e desinfetadas. As celas possuíam escamoteadores individuais, com aberturas que permitem a entrada e saída dos leitões, eram providos de aquecimento com lâmpadas elétricas de 100 watts. Na semana do nascimento foram colocados nos escamoteadores tapetes de borracha e uma cobertura de maravalha. Após o parto, as porcas não receberam ração. No dia seguinte foram alimentadas com dieta de lactação (18,5% de proteína bruta – PB, 1,0% de lisina e 3400 kcal de energia metabolizável – EM, com base na matéria seca – MS). A quantidade de ração fornecida foi aumentada em 1 kg por dia, iniciando com 1 kg/dia no dia seguinte ao parto até chegar na quantidade de 2 kg/fêmea + 0,400kg para cada leitão que está com a fêmea, e permaneceram recebendo essa quantidade de ração até o dia anterior à desmama. O fornecimento da ração foi dividido em até 4 vezes e a água para a porca e para os leitões foi fornecida *ad libitum*.

Todos os partos foram induzidos, exceto o das primíparas. Para isto, 24 horas antes da hora prevista do início do parto, utilizou-se 0,7 a 1,0 mL do análogo sintético da PGF<sub>2</sub> $\alpha$  (cloprostenol sódico, Sincrosin®) via intramuscular. Todos os partos foram assistidos e anotado o horário do início e fim de cada um. Foi considerado como horário final do parto, o momento da expulsão das placentas ou

após a aplicação de 0,5 a 1,0 mL de ocitocina intravenosa (veia auricular) e o manejo do toque e a verificação do funcionamento de que não havia mais leitões. Nos casos em que os leitões nasceram envoltos pela membrana placentária, esta foi removida e, se necessário, os leitões foram ressuscitados.

Ao nascer, os leitões foram secos com papel toalha e colocados em um recipiente com maravalha e depois em outro com pó secante. Em seguida foi realizado o corte e assepsia do cordão umbilical com iodo e foram pesados individualmente (PN) em balança digital (1g de precisão). Logo após foram colocados brincos individuais, anotada a ordem de nascimento e esses animais retornaram à mãe biológica.

### 3.3 TRATAMENTOS

As variáveis analisadas foram:

- Peso ao Nascer (PN)
- Peso às 24 horas (P24)
- Peso à desmama (PD)
- Ganho de peso do nascimento às 24 horas (GP1)
- Ganho de peso do nascimento à Desmama (PD)

#### 3.3.1 Peso ao Nascer

Os leitões foram divididos em quatro grupos com base no peso ao nascer (PN) e no desvio padrão (DP) dessa característica, conforme demonstrado no Quadro 1.

TABELA 2 - CRITÉRIO DE DEFINIÇÃO DA FAIXA DE PESO AO NASCER E NÚMERO DE LEITÕES EM CADA GRUPO DETERMINADO COM BASE NO PESO AO NASCER DOS LEITÕES

| <b>Grupo</b> | <b>Critério</b>                                  | <b>Faixa de Peso (kg)</b> | <b>Leitões (n)</b> |
|--------------|--|---------------------------|--------------------|
| Muito leve   | $PN \leq PN_{MÉDIO} - 0,66*DP_{PN}$              | $\leq 1,096$              | 105                |
| Leve         | $PN_{MÉDIO} - 0,66*DP_{PN} < PN \leq PN_{MÉDIO}$ | 1,097 a 1,329             | 75                 |
| Médio        | $PN_{MÉDIO} < PN \leq PN_{MÉDIO} + 0,66*DP_{PN}$ | 1,330 a 1,563             | 102                |
| Pesado       | $PN > PN_{MÉDIO} + 0,66*DP_{PN}$                 | $> 1,564$                 | 99                 |
| <b>Total</b> |  |                           | <b>381</b>         |

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro tratamentos que foram os grupos formados a partir do peso ao nascer. Como os grupos foram definidos após a coleta de dados, o número de repetições foi desuniforme e variou de 75 a 105 por grupo.

### 3.3.2 Ordem de Nascimento

Os leitões foram divididos em três grupos com base na ordem de nascimento (ON) conforme indicado no Quadro 2.

TABELA 3 - NÚMERO DE LEITÕES EM CADA GRUPO DE ORDEM DE NASCIMENTO

| <b>Ordem de Nascimento</b> | <b>Leitões (n)</b> |
|----------------------------|--------------------|
| 1 a 6                      | 145                |
| 7 a 12                     | 143                |
| Maior que 12               | 93                 |
| <b>Total</b>               | <b>381</b>         |

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos que foram os grupos formados a partir da ordem de nascimento. Como os grupos foram definidos após a coleta de dados, o número de repetições foi desuniforme e variou de 93 a 145 por grupo.

### 3.3.3 Manejo de Uniformização (Controle vs. Teste)

As porcas e suas leitegadas foram divididas em dois tratamentos, contendo pelo menos uma fêmea por ordem de parto (OP) em cada tratamento (OP 1 a 7):

a) Controle

Os leitões receberam brincos com numeração sequencial coloridos (verde, vermelho, azul) permaneceram com a mãe biológica até o final do parto, logo após já passaram pelo manejo de uniformização da granja, permanecendo em média 1 leitão/ teto viável e também pelos outros procedimentos de rotina (desgaste dos dentes, o corte da cauda, a aplicação de ferro e a marcação da orelha dos leitões).

b) Teste

Os leitões receberam brincos com numeração sequencial amarelos. permaneceram com a mãe biológica durante as 12 primeiras horas pós-parto, não sofrendo nenhum tipo de interferência durante todo esse período independentemente do número de nascidos. Após essas 12 horas pós-parto os leitões passaram pelos manejos de rotina da granja, que incluíram o desgaste dos dentes, o corte da cauda, a aplicação de ferro e a marcação da orelha dos leitões e, os leitões que excediam o número de tetos viáveis foram transferidos para outras matrizes pertencentes ou não ao experimento.

Os leitões foram pesados novamente 24, 72 horas (P24, P72) após o nascimento e na desmama leitão. Foram anotados todos os animais mortos durante o experimento e todas as transferências realizadas, independente do tratamento.

Todos os animais transferidos foram devidamente anotados, independente do seu tratamento e do período em que foi realizada essa transferência.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois tratamentos, que consistiram em dois manejos pós-nascimento dos leitões: Controle – equalização de leitões entre leitegadas distintas até 12 horas após o nascimento; Teste – leitões mantidos com a mãe biológica em até 12 horas após o nascimento. As repetições foram os leitões dentro de cada tratamento, correspondendo a 177 e 204 leitões nos tratamentos Controle e Teste, respectivamente.

### 3.4 CALCULO DA INGESTÃO DE COLOSTRO

A ingestão de colostro (CI, em g) foi estimada mediante a equação descrita por Devillers et al. (2004), com base no peso ao nascer do leitão (PN, em kg), o peso corporal às 24 horas (P24, em kg), o tempo transcorrido desde o nascimento

até a pesagem das 24 horas ( $t$ , em min) e a média do intervalo entre o nascimento e a primeira sucção ( $t_{FS}$ , em min), o qual foi estimado em 30 minutos de acordo com Devillers et al. (2007). A equação é a seguinte:

$$CI = -217.4 + 0.217 \times t + 1861019 \times P_{24}/t + PN (54.80 - 1861019/t) \times (0.9985 - 3.7 \times 10^{-4} \times t_{FS} + 6.1 \times 10^{-7} \times t_{FS}^2)$$

### 3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (PROC UNIVARIATE) e as variáveis que apresentaram distribuição normal foram submetidas à análise de variância (PROC GLM) em relação aos grupos de ordem de nascimento, de peso ao nascer dos leitões e manejo de uniformização dos leitões. Quando este efeito foi significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey (PROC MEANS). Para as variáveis que não apresentaram distribuição normal, procedeu-se o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis (PROC NPAR1WAY) também em relação aos grupos de ordem de nascimento, de peso ao nascer dos leitões e manejo de uniformização dos leitões. Valores de probabilidade inferiores a 5% foram considerados significativos na análise de variância e no teste não paramétrico de Kruskal-Wallis. Todas as análises foram realizadas no programa Statistical Analysis System (SAS), versão 9.0.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 DESEMPENHO E INGESTÃO DE COLOSTRO X TRATAMENTO

Somente para a variável GP2 houve diferença significativa ( $P < 0,05$ ), para as demais variáveis observadas, PN, P24h, P72h, PD, GP1, GP3, taxa de mortalidade e volume de colostro ingerido, não houve diferença nos resultados ( $P > 0,05$ ), quando comparados os leitões do tratamento teste e controle, conforme mostra a tabela 2.

TABELA 4 - COMPARAÇÃO DE DESEMPENHO E MORTALIDADE ENTRE TRATAMENTOS

| Variável      | Tratamento |       | EPM  | Valor P |
|---------------|------------|-------|------|---------|
|               | Controle   | Teste |      |         |
| Leitões (n)   | 177        | 204   | -    | -       |
| PNasc (g)     | 1310       | 1347  | 18   | 0,3082  |
| P24h (g)      | 1385       | 1414  | 19   | 0,4544  |
| GP1 (g)       | 77         | 68    | 4    | 0,2587  |
| VCI (mL)      | 286        | 276   | 6    | 0,3584  |
| VCI_PC (% PC) | 22,64      | 21,09 | 0,42 | 0,0623  |
| P72h (g)      | 1706       | 1763  | 23   | 0,2143  |
| GP2 (g)       | 300b       | 335a  | 7    | 0,0118  |
| PDesm (g)     | 5696       | 5634  | 76   | 0,6867  |
| GP3 (g)       | 3980       | 3850  | 62   | 0,2977  |
| Morto (%)     | 3,95       | 4,41  | 1,03 | 0,8259  |

PN- Peso ao nascer; P24h-Peso às 24 horas; GP1-Ganho de peso do nascimento até 24 horas; VCI-Volume de Colostro Ingerido; VCI\_PC(%PC) - Volume de Colostro Ingerido proporcional ao peso corporal; P72h-Peso às 72 horas; GP2-Peso do nascimento até as 72 horas; PD-Peso à desmama; GP3-Ganho de Peso do Nascimento à Desmama; VCI-Volume de colostro ingerido. Valores apresentados: médias  $\pm$  erro padrão pelo Teste de Fisher ( $p < 0,05$ ); EPM - Erro padrão da média.

O presente projeto objetivou avaliar se, em granja com fêmeas hiperprolíferas, seria possível quebrar o paradigma de que a equalização de leitegadas após o parto é um mal necessário e que não pode ser modificado. Deste modo, foram escolhidas para o estudo porcas com leitegadas com média de 15,56 leitões, número que excede a capacidade do aparelho mamário. Apesar disto, o resultado do desempenho, taxa de mortalidade e volume de colostro ingerido semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos, mostra que não houve efeito negativo quando da manutenção de toda leitegada durante as 12 primeiras horas com a mãe biológica, tanto no volume de colostro ingerido, como no ganho de peso nas 72

horas e no período total de amamentação. Ressalta-se que no grupo teste, os leitões não foram submetidos à nenhuma prática de manejo nas primeiras 12 horas, o que demonstra que houve um revezamento natural entre eles para proceder as mamadas.

Estes resultados são extremamente valiosos para a realidade da suinocultura mundial pois, com a introdução de genéticas hiperprolíferas, um dos grandes desafios da criação de suínos, é garantir a ingestão suficiente de colostro por todos os leitões da leitegada. Para tanto, é de praxe a uniformização das leitegadas logo após o parto, objetivando manter nas matrizes somente um leitão por teta viável. Os resultados das granjas que adotam esta técnica geralmente são bons, pois o número de leitões desmamados é elevado, havendo inclusive sucesso na sobrevivência de leitões de baixo peso. Controversamente, nas fases subsequentes, observa-se que a capacidade imunológica dos leitões parece não ser suficiente para evitar enfermidades, inclusive aquelas provocadas por agentes da microbiota normal dos suínos, como, por exemplo, *Haemophilus parasuis*, *Streptococcus suis* e *Mycoplasma hyosynoviae*. Para o controle desta e outras enfermidades, utiliza-se uma série de vacinas e antibioticoterapia preventiva. Mesmo assim, o percentual de animais acometidos por essas e outras enfermidades é alto, mostrando que somente esses procedimentos não estão sendo suficientes para o controle. Assim sendo, existe uma corrente na área de sanidade defendendo o emprego de estratégias quer seja de melhoramento ou de manejo que reforcem a capacidade imunológica dos leitões.

Dentre as estratégias que influenciam positivamente a capacidade imunológica, merece destaque a ingestão do colostro nas mães biológica por pelo menos 12 horas após o parto, pois somente desta forma ocorre a transferência da imunidade celular, além da transferência dos anticorpos (Loving et al., 2014). Entretanto, como já foi discutido anteriormente, este manejo encontra resistência entre os colaboradores das granjas, pois existe uma crença de que a porcas, logo após o parto, não podem ficar com mais leitões que o número de tetos viáveis, pois isto compromete a ingestão de colostro e aumenta a taxa de mortalidade por esmagamento.

## 4.2 VOLUME DE COLOSTRO INGERIDO

Os leitões foram subdivididos por pesos em 4 categorias (muito leve, leve, médio e pesado), havendo diferença no volume de colostro ingerido entre todas elas (Tabela 3), assim como observou o trabalho de Ferrari et al. (2014). León (2018) estudou a técnica de amamentação parcelada, estabelecida com base no peso ao nascimento, sobre o comportamento e a ingestão de colostro de leitões recém-nascidos e teve como resultado que independentemente dos tratamentos aos quais as leitegadas foram submetidas, os leitões pesados tiveram maior consumo de colostro em quantidade absoluta (mL), do que os leitões leves.

TABELA 5 - RESULTADO PARA CATEGORIA DE PESO AO NASCER DOS LEITÕES

| Variável      | Categoria  |         |        |        | EPM  | Valor P              |
|---------------|------------|---------|--------|--------|------|----------------------|
|               | Muito Leve | Leve    | Médio  | Pesado |      |                      |
| Leitões (n)   | 105        | 75      | 102    | 99     | -    | -                    |
| PNasc (g)     | 892d       | 1204c   | 1440b  | 1771a  | 18   | <0,0001 <sup>A</sup> |
| P24h (g)      | 944d       | 1273c   | 1535b  | 1852a  | 19   | <0,0001 <sup>A</sup> |
| GP1 (g)       | 52b        | 69ab    | 95a    | 80a    | 4    | 0,0005 <sup>A</sup>  |
| VCI (mL)      | 224c       | 269b    | 318a   | 322a   | 5    | <0,0001 <sup>A</sup> |
| VCI_PC (% PC) | 25,10a     | 22,27ab | 22,14b | 18,32c | 0,41 | <0,0001 <sup>A</sup> |
| P72h (g)      | 1204d      | 1589c   | 1891b  | 2234a  | 23   | <0,0001 <sup>A</sup> |
| GP2 (g)       | 293c       | 381b    | 453a   | 463a   | 9    | <0,0001 <sup>A</sup> |
| PDesm (g)     | 4427d      | 5128c   | 6097b  | 6721a  | 79   | <0,0001 <sup>A</sup> |
| GP3 (g)       | 3506b      | 3921b   | 4658a  | 4945a  | 68   | <0,0001 <sup>A</sup> |
| Morto (%)     | 6,67       | 4,05    | 2,00   | 2,11   | 0,98 | 0,2561 <sup>B</sup>  |

PN- Peso ao nascer; P24h-Peso às 24 horas; GP1-Ganho de peso do nascimento até 24 horas; VCI- Volume de Colostro Ingerido; VCI\_PC(%PC)- Volume de Colostro Ingerido proporcional ao peso corporal; P72h-Peso às 72 horas; GP2-Peso do nascimento até as 72 horas; PD-Peso à desmama; GP3-Ganho de Peso do Nascimento à Desmama; VCI-Volume de colostro ingerido. Valores apresentados: médias ± erro padrão pelo Teste de Fisher ( $p < 0,05$ ); EPM - Erro padrão da média. AValor P para análise de variância; BValor P para análise não-paramétrica de Kruskal-Wallis. Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Um aspecto que precisa ser levado em conta é a relação entre o CI e o peso corporal dos leitões, pois existe um limite fisiológico para a ingestão de colostro, de modo que independentemente do manejo empregado, a tendência é que a ingestão seja proporcional ao peso. Como pode ser visto na tabela 3, o VCI para os leitões

muito leve equivalente à 25,1% do peso corporal, superior ao observado nas categorias de leitões médio e pesados. Assim sendo, práticas de manejo que buscam melhorar a ingestão de colostro de leitões mais leves aparentemente são desnecessárias, pois estes leitões proporcionalmente ao seu peso, já mamam mais colostro. Ferrari et al. (2014) mostrou em seu estudo que a ingestão de colostro  $> 250g$  compensou o efeito de um baixo peso a nascer em leitões de baixo peso resultando em um peso semelhante aos 42 dias de idade que os leitões de alto peso que ingeriram  $\leq 150g$  de colostro. Na média geral deste estudo, o peso ao nascer foi de 1329,4 e o VCI 280g, gerando uma relação VCI/Peso corporal de 21,79%. Assim sendo, os leitões de baixo peso,

Isto provavelmente se deve ao fato da equalização após o parto garantir uma teta viável por leitão, o que pode favorecer os leitões de baixo peso. Entretanto, vale ressaltar que mesmo assim os leitões muito leves do grupo controle ingeriram abaixo de 200g/24h, que seria a quantidade considerada mínima para a sobrevivência dos mesmos (QUESNEL et al., 2012), ratificando que o peso ao nascer é o fator mais determinante no volume de colostro ingerido. Como as leitegadas do grupo controle foram equalizadas logo após o parto, muitos leitões acabaram ingerindo pouco colostro em suas mães biológicas e, como consequência, perderam a linha de defesa proporcionada pela imunidade celular recebida da mãe. Assim sendo, a melhor ingestão de colostro pelos leitões de baixo peso, provavelmente não justifique este manejo, pois o mesmo gera comprometimento na imunidade dos leitões.

#### 4.3 DESEMPENHO E INGESTÃO DE COLOSTRO VS. CATEGORIA DE ORDEM DE NASCIMENTO

Quando feita a interação entre VCI ingerido por categoria de ordem de nascimento, verifica-se que somente no variável volume de colostro ingerido proporcional ao peso corporal (VCI\_PC) houve uma diferença significativa entre as categorias (Tabela 4).

No experimento tiveram 20 porcas que pariram mais de 13 leitões, sendo que 10 estavam no grupo teste e não houve prejuízo na ingestão de colostro, apesar de permanecerem mais de 1 leitão/teto.

TABELA 6 - RESULTADO PARA CATEGORIAS DE ORDEM DE NASCIMENTO

| Variável      | Categoria |         |              | EPM  | Valor P             |
|---------------|-----------|---------|--------------|------|---------------------|
|               | 1 a 6     | 7 a 12  | Maior que 12 |      |                     |
| Leitões (n)   | 145       | 143     | 93           | -    | -                   |
| PNasc (g)     | 1342      | 1314    | 1332         | 18   | 0,7997 <sup>A</sup> |
| P24h (g)      | 1420      | 1387    | 1393         | 19   | 0,7291 <sup>A</sup> |
| GP1 (g)       | 79        | 73      | 54           | 4    | 0,0549 <sup>A</sup> |
| VCI (mL)      | 288       | 282     | 255          | 6    | 0,0675 <sup>A</sup> |
| VCI_PC (% PC) | 22,53a    | 22,00ab | 19,75b       | 0,43 | 0,0351 <sup>A</sup> |
| P72h (g)      | 1742      | 1711    | 1749         | 23   | 0,7753 <sup>A</sup> |
| GP2 (g)       | 312       | 307     | 332          | 7    | 0,3865 <sup>A</sup> |
| PDesm (g)     | 5657      | 5621    | 5741         | 76   | 0,8357 <sup>A</sup> |
| GP3 (g)       | 3898      | 3894    | 3954         | 62   | 0,9260 <sup>A</sup> |
| Morto (%)     | 2,76      | 4,20    | 7,53         | 1,06 | 0,2174 <sup>B</sup> |

PN- Peso ao nascer; P24h-Peso às 24 horas; GP1-Ganho de peso do nascimento até 24 horas; VCI- Volume de Colostro Ingerido; VCI\_PC(%PC) - Volume de Colostro Ingerido proporcional ao peso corporal; P72h-Peso às 72 horas; GP2-Peso do nascimento até as 72 horas; PD-Peso à desmama; GP3-Ganho de Peso do Nascimento à Desmama; VCI-Volume de colostro ingerido. Valores apresentados: médias  $\pm$  erro padrão pelo Teste de Fisher ( $p < 0,05$ ); EPM - Erro padrão da média. AValor P para análise de variância; BValor P para análise não-paramétrica de Kruskal-Wallis. Letras minúsculas diferentes na linha diferem pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Como a uniformização após o parto prevê manter um leitão por teto viável, geralmente são mantidos na fêmea 12 a 13 leitões. Partindo-se do princípio que 13 fosse o número mais praticado, observa-se que no presente estudo, que independente do número de leitões mantidos com a fêmea, não há diferença significativa no volume de colostro ingerido ( $P > 0,05$ ). Estes dados comprovam que quando a porca fica com mais leitões que o número de tetos viáveis, ocorre o revezamento entre eles no aparelho mamário, permitindo que todos ingiram quantidades acima do mínimo necessário (Quesnel et al., 2012) com a vantagem de que quando esses leitões são mantidos com a mãe biológica eles receberam a imunidade mediada por células.

Esses dados estão em conformidade com Fraser e Rushen (1992), Devillers (2007), Le Dividich et al. (2017), que mostraram que a ingestão de colostro não é influenciada pela ordem de nascimento

Uma vez que a suinocultura brasileira emprega grande número de vacinas nas porcas com o intuito da transferência passiva da imunidade da mãe para o leitão, qualquer interferência no manejo do colostro pode prejudicar a eficácia da imunização. Neste sentido, Pieters et al. (2008) demonstraram que nenhum dos leitões nascidos de matrizes imunizadas e uniformizados antes de seis horas após o nascimento adquiriram a imunidade celular. Além disso, apenas 22% daqueles nascidos de matrizes não imunizadas e transferidos antes de 6 horas para matrizes imunizadas foram positivos no Teste de Hipersensibilidade Tardia (DTH) para *Mycoplasma hyopneumoniae*. Loving et al. (2014), observaram que enquanto o anticorpo do colostro é absorvido na circulação dos leitões, independentemente da porca da qual ele recebe o colostro, a transferência de células maternas requer o colostro da mãe biológica. Em conformidade com esse estudo, Tuboly et al. (1988) já haviam observado que absorção de células colostrais somente ocorre quando o leitão mama na mãe biológica, o que lhe confere imunidade celular. O experimento não teve o intuito de observar o desempenho desses animais nas fases subsequentes, porém espera-se que os leitões mantidos com a mãe biológica nas 12 primeiras horas tenham uma melhor status imunitário quando comparado aos leitões do grupo controle.

## 5. CONCLUSÃO

A manutenção da leitegada com sua mãe biológica durante as 12 primeiras horas pós-parto não teve impacto negativo no desempenho, taxa de mortalidade e volume de colostro ingerido. O Manejo de Uniformização não causou nenhuma melhora no desempenho dos animais, aumento no volume de colostro ingerido, nem diminuiu a mortalidade na fase da maternidade. Quando analisada a interação entre volume de colostro ingerido e peso ao nascer, independente do tratamento aos quais os leitões foram submetidos, os leitões mais pesados tiveram um volume de colostro ingerido maior que os mais leves. Apesar do maior volume de colostro ingerido pelos leitões mais pesados, os leitões mais leves atingem um limite fisiológico para ingestão de colostro (25,1% do seu peso corporal). Já ordem de nascimento dos leitões não influenciou no volume de colostro ingerido por leitão, mesmo em fêmeas que se mantiveram com mais leitões do que o número de tetos viáveis.

A recomendação é que a leitegada seja mantida com a mãe biológica nas 12 primeiras horas pós-parto, realizando-se o manejo de uniformização somente após esse período.

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de necessitarmos de auxílio para minimizar as perdas na maternidade causadas principalmente pela hiperprolificidade das matrizes suínas, a falta de preparo nas instalações e adequação na mão de obra, ainda há necessidade de mais estudos para a comprovação dos benefícios que o manejo da uniformização pode trazer.

Muitos estudos sobre uniformização foram realizados, porém sem resultados positivos desse manejo, dessa forma a indicação deve ser feita com cautela até que se conheça o real benefício que pode ser alcançado.

Ainda há muito o que se conhecer sobre o manejo da uniformização, já se sabe que alguns fatores podem interferir diretamente sobre ele, como a ordem de parto da fêmea, adoção da mãe de leite, período, ordem de nascimento dos leitões. Acredito que trabalhos futuros sobre o assunto deveriam seguir correlacionando esses fatores de interferência.

Outro fator de estudo importante seria o estudo da microbiota dos leitões e a consequência da uniformização tanto no desmame, como nas fases subsequentes.

O assunto tem muito a ser estudado para que finalmente se consiga criar um protocolo capaz de ajudar na prática a atividade da suinocultura.

## 7. REFERÊNCIAS

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, 1990.

ALVARENGA, A.L.N.; CHIARINI-GARCIA, H; CARDEAL, P.C.; MOREIRA, L. P.; FOXCROFT, G. R.; FONTES, D. O.; ALMEIDA, F. R. C. L. Intra-uterine growth retardation affects birth weight and postnatal development in pigs, impairing muscle accretion, duodenal mucosa morphology and carcass traits. *Reproduction*, **Fertility and Development**, v. 25, p. 387-395, 2013.

ATWOOD, C.S.; HARTMANN, P.E. Collection of fore and hind milk from the sow and the changes in milk composition during suckling. **Journal of Dairy Research**, v. 59, p. 287-298, 1992.

ATWOOD, C.S.; TOUSSAINT, J.K.; HARTMANN, P.E. Assessment of mammary gland metabolism in the sow. II. Cellular metabolites in the mammary secretion and plasma during lactogenesis II. **Journal of Dairy Research**, v. 62, p. 207-220, 1995.

ANDERSEN, I. L.; NAEVDAL, E.; BOE, K. E. Maternal investment, sibling competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (*Sus scrofa*). **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 65, p. 1159-1167, 2011.

BANDRICK M., PIETERS M., PIJOAN C. & MOLITOR T.W. Passive Transfer of Maternal Mycoplasma hyopneumoniae-Specific Cellular Immunity to Piglets. **Clinical and Vaccine Immunology**. 15(3): 540-543, 2008.

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

BAXTER, E. M.; RUTHERFORD, K. M. D.; D' EATH, R. B.; ARNOTT, G.; TURNER, S. P.; SANDOE, P.; MOUSTSEN, V. A.; THORUP, F.; EDWARDS, S. A.; LAWRENCE, A. B. The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: Management factors. **Animal Welfare**, v. 22, p. 219-238, 2013.

BAZER, F.W.; FORD, J.J.; KENSINGER, R.S. Reproductive Physiology. In: POND, W.G.; MERSMANN, H.J.; (eds). **Biology of the Domestic Pig**. Comstock Publishing Association, Ithaca, USA, p. 150–224, 2001.

BEAULIEU, A. D.; AALHUS, J. L.; WILLIAMS, N. H.; PATIENCE, J. F. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 2767–2778, 2010.

BEYER M., JENTSCH W., KUHLA S., WITTENBURG H., KREIENBRING F., SCHOLZE H., RUDOLPH P. & METGES C. Effects of dietary energy intake during gestation and lactation on milk yield and composition of first, second and fourth parity sows. **Archives of Animal Nutrition**, v 61, p. 452-468, 2007.

BIERHALS, T.; HEIM, G.; PIUCO, P.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Uso prático do manejo de uniformização de leitegadas. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38 (Supl 1), p. 141-157, 2010.

BIERHALS, T.; MAGNABOSCO, D.; RIBEIRO, R.R.; PERIN J.; CRUZ, R.A.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Influence of pig weight classification at cross-fostering on the performance on the primiparous sow and the adopted litter. **Livestock Science**, v. 146, p. 115-122, 2012.

BLAND, I.M.; ROOKE, J. A. Effects of sow, udder section and time on colostrum immunoglobulin G (IgG) concentrations and piglet colostrum intake. Proceedings of the British **Society of Animal Science**, p. 158, 1998.

BLECHA, F.; POLLMANN, D.S.; NICHOLS, D.A. Weaning pigs at an early age decrease cellular immunity. **J. Anim. Sci**, v.56, p. 396-400, 1983.

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**. 11: 23-32, 1975.

BOURNE F.J., NEWBY T.J., EVANS P. & MORGAN K. The immune requirements of the newborn pig and calf. **Annales de Recherches Veterinaires**. 9(2): 239-244, 1978.

BPEX. Technical work instruction: Split suckling. Kenilworth, UK: Agriculture and Horticulture Development Board (AHDB), 2011.

BRAMBELL F.W.R. 1958. The passive immunity of the young mammal. **Biological Review**. 33(4): 488-531, 1958.

BURRIN, D. G.; WESTER, T. J.; DAVIS, T. A.; AMICK, S.; HEATH, J. P. Orally administered IGF-I increases intestinal mucosal growth in formula-fed neonatal pigs. **American Journal of Physiology-Regulatory Integrative and Comparative Physiology**, v. 270, p. R1085–R1091, 1996.

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

CAMPOS, P. H. F.; SILVA, B. A.; DONZELE, J. L.; OLIVEIRA, R. F. M.; KNOL, E. F. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. **Animal**, v. 6, p. 797-806, 2012.

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

CASELLAS, J.; RAUW, W. M.; PIEDRAFITA, J.; SÁNCHEZ, A.; ARQUÉ, M.; NOGUERA, J. L. Viability of Iberian × Meishan F2 newborn pigs. Analysis of physiological and vitality variables. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1919-1924, 2004.

CSAPO, J.; MARTIN, T.G.; CSAPO-KISS, Z.S.; HAZAS, Z. Protein, fats, vitamin and mineral concentrations in porcine colostrum and milk from parturition to 60 days. **International Dairy Journal**, v. 6, p. 881-902, 1996.

CURTIS, J.; BOURNE, F.J. Immunoglobulin quantitation in sow serum, colostrum and milk and the serum of young pigs. **Biochimica et Biophysica Acta**, v. 236, p. 319-332, 1971.

CUTLER R.S., FAHY V.A., SPICER E.M. & CRONIN G.M. 1999. Pre-weaning Mortality. In: Straw B.E., D'allaire S., Mengeling W.L. & Taylor D.J. Diseases of Swine. 8.ed. **Ames: Iowa State University Press**, pp. 985-1002, 1999.

DALLANORA, D., MARCON, J., WALTER, M.P., BIONDO, N., BERNARDI, M.L., WENTZ, I., BORTOLOZZO, F.P. Effect of dietary amino acid supplementation during gestation on placental efficiency and litter birth weight in gestating gilts. **Livest Sci** 2017; 197:30–35, 2017.

DE PASSILLÉ, A. M.; RUSHEN, J.; HARTSOCK, T. G. Ontogeny of teat fidelity in pigs and its relation to competition at suckling. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, p. 325-338, 1988.

DECALUWÉ, R.; MAES, D.; DECLERCK, I.; COOLS, A.; WUYTS, B.; DE SMET, S.; JANSSENS, G.P.J. Changes in back fat thickness during late gestation predict colostrum yield in sows. **Animal**, v. 7, p. 1999-2007, 2013.

DECALUWÉ, R.; MAES, D.; WUYTS, B.; COOLS, A.; PIEPERS, S.; JANSSENS, G. P. J. Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. **Livestock Science**, v. 162, p. 185-192, 2014.

DECLERCK, I.; SARRAZIN, S.; DEWULF, J.; MAES, D. Long-term effects of colostrum intake in piglet mortality and performance. **Journal of Animal Science**, v. 94 p. 1633-1643, 2016.

DEHOFF, M.H.; STONER, C.S.; BAZER, F.W.; COLLIER, R.J.; KRAELING, R.R.; BUONOMO, F.C. Temporal changes in steroids, prolactin and growth hormone in pregnant and pseudo pregnant gilts during mammogenesis and lactogenesis. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 3, p. 95–105, 1986.

DELOUIS, C.; DIJIANE, J.; HOUDEBINE, L.M.; TERQUI, M. Relation between hormones and mammary gland function. **Journal of Dairy Science**, v. 63, p. 1492-1513, 1980.

DEVILLERS, N.; FARMER, C.; MOUNIER, A.M.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Hormones, IgG and lactose changes around parturition in plasma, and colostrum or saliva of multiparous sows. **Reproduction Nutrition Development**, v. 44, p. 381-396, 2004a.

DEVILLERS, N.; VAN MILGEN, J.; PRUNIER, A.; LE DIVIDICH, J. Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. **Animal Science**, v. 78, p. 305-313, 2004b.

DEVILLERS, N.; FARMER, C.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. **Animal**, v. 1, p. 1033-1041, 2007.

DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. **Animal**, v. 5, p. 1605-1612, 2011.

DEVILLERS, N.; GIRAUD, D.; FARMER, C. Neonatal piglets can differentiate more productive from less productive teats. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 174, p. 24-31, 2016.

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 Veterinarian Research**, v. 72, 390-x395, 2008.

DOUGLAS, S. L.; EDWARDS, S. A.; SUTCLIFFE, E.; KNAP, P. W.; KYRIAZAKIS, I. Identification of risk factors associated with poor lifetime growth performance in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 4123–4132, 2013.

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**. 70(2): 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**. 59: 314-321, 1991.

FARMER, C.; ROBERT, S.; RUSHEN, J. Bromocriptine given orally to periparturient or lactating sows inhibits milk production. **Journal of Animal Science**, v.76, p. 750–7, 1998.

FARMER, C.; DEVILLERS, N.; ROOKE, J.A.; LE DIVIDICH, J. Colostrum production in swine: from the mammary glands to the piglets. **CAB Reviews Perspectives in Agriculture Veterinary Science Nutrition and Natural Resources**, v. 1, n. 6, 2006.

FERRARI, C. V.; SBARDELLA, P. E.; BERNARDI, M. L.; COUTINHO, M. L.; VAZ, I. S.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 114, p. 259-266, 2014.

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

FOISNET, A.; FARMER, C.; DAVID, C.; QUESNEL, H. Relationships between colostrum production by primiparous sows and sow physiology around parturition. **Journal of Animal Science**, v. 88, p. 1672-1683, 2010a.

FOXCROFT, G. R.; DIXON, W. T.; NOVAK, S.; PUTMAN, C. T.; TOWN S. C.; VINSKY, M. D. A. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. E105, 2006.

FRASER, D.; RUSHEN, J. Colostrum intake by newborn piglets. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 72, p. 1-13, 1992.

FURTADO, C.S.D.; MELLAGI, A.P.G.; CYPRIANO, C.R.; GAGGINI, T.S.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Influence of Birth Weight and of Oral, Umbilical or Limb Lesions on Performance of Suckling Piglets. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.40 (4), p. 1-7, 2012.

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

HARTMANN, P.E.; SMITH, N.A.; THOMPSON, C.M.; WAKEFORD, C.M.; ARTHUR, P.G. The lactation cycle in the sow: physiological and management contradictions. **Livestock Production Science**, v. 50, p. 75–87, 1997.

HEIM G., MELLAGI A. P. G., BIERHALS T., SOUZA L. P., FRIES H. C. C., PIUCO P., SEIDEL E., BERNARDI M. L., WENTZ I., BORTOLOZZO F. P. Effects of cross-fostering within 24 h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. **Livestock Production Science**, v.150, p.121–127, 2012.

HERPIN, P.; LE DIVIDICH, J.; HULIN, J. C.; FILLAUT, M.; DE MARCO, F.; BERTIN, R. Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early

postnatal vitality of newborn pigs. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 2067-75, 1996.

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

HOLMES, M.A.; HARTMANN, P.E. Concentration of citrate in the mammary secretion of sows during lactogenesis II and established lactation. **Journal of Dairy Research**, v. 60, p. 319–26, 1993.

HURLEY, W. L.; THEIL, P. K. Perspectives on Immunoglobulins in Colostrum and Milk. **Nutrients**, v. 3, p. 442-474, 2011.

HURLEY, W. L. Composition of sow colostrum and milk. In: FARMER, C (Ed). The gestating and lactating sow. Wageningen: **Wageningen Academic Publishers**, p. 193- 229, 2015.

INOUE, T.; KITANO, K.; INOUE, K. Possible factors influencing immunoglobulin G concentration in swine colostrum. **American Journal of Veterinary Research**, v. 42, p. 533–6, 1980.

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. 195-209, 1991.

KILBRIDE, A.L.; MENDEL, M.; STATHAM, P.; HELD, S.; HARRIS, M.; COOPER, S.; GREEN, L.E. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. **Preventive Veterinary Medicine**, 104, 281–291, 2012.

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.

- 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.
- KLOBASA, F.; WERHAHN, E.; BUTLER, J. E. Composition of sow milk during lactation. **Journal of Animal Science**, v. 64, p. 1458-1466, 1987.
- KROGH, U.; FLUMMER, C.; JENSEN, S.K.; THEIL, P.K. Colostrum and milk production of sows is affected by dietary conjugated linoleic acid. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 366-368, 2012.
- 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**. 56(6): 739-748, 1995.
- LAY, D.C.; KATTESH JR, H.G.; CUNNICK, J.E.; DANIELS, M.J.; MCMUNN, K.A.; TOSCANO, M.J.; ROBERTS, M.P. Prenatal stress effects on pig development and response to weaning. **Journal of Animal Science**, v.86, p.1316-1324, 2008.
- 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**. 70(1): 13-20, 1960.
- LECCE J.G. Rearing neonatal piglets of low birth weight with on automatic feeding device. **Journal of Animal Science**. 33(1): 47-51, 1971.
- 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 DIVIDICH J. Review: management to reduce variation in economic cost of the techniques used in commercial pre- and post weaned pigs. In: Cranwell P.D. (Ed.). *Manipulating Pig Production VII*. **Australasian Pig Science Association**. pp.135-155, 1999.

LE DIVIDICH, J.; ROOKE, J.A.; HERPIN, P. Review: nutritional and immunological importance of colostrum for the newborn pig. **Journal of Agricultural Science**, v. 143, p. 469-485, 2005a.

LE DIVIDICH, J.; THOMAS, F.; RENOULT, H.; OSWALD, I. Acquisition de l'immunité passive chez le porcelet: rôle de la quantité d'immunoglobulines ingérées et de la perméabilité intestinale. **Journées de Recherches Porcine**, v. 37, p. 443-448, 2005b.

LE DIVIDICH, J.; CHARNECA, R.; THOMAS, F. Relationship between birth order, birth weight, colostrum intake, acquisition of passive immunity and pre-weaning mortality of piglets. **Spanish Journal of Agricultural Research**, v. 15, p. 1-10, 2017.

LEECE J.G. Rearing neonatal piglets of low birth weight with on automatic feeding device. **Journal of Animal Science**. 33(1): 47-51, 1971.

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

LOVING C.L., BROCKMEIER S.L., VINCENT A.L., GAUCER P.C., ZANELLA E.L., LAGER K.M., Cross-fostering to prevent maternal cell transfer did not prevent vaccine-associated enhanced respiratory disease that occurred following heterologous influenza challenge of pigs vaccinated in the presence of maternal immunity. **Viral Immunology**, v 27, p. 334-342, 2014.

MACHADO, A.P. et al. **Factors influencing colostrum yield by sows**. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec*, vol.68, no.3, 2016

MACHADO N.R., GRAVES C.N. & CURTIS S.E. 1987. Immunoglobulins in piglets from sow's heat-stressed peripartum. **Journal of Animal Science**. 65(2): 445-455, 1987.

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

MATEO, C.D.; PETERS, D.N.; STEIN, H.H. Nucleotides in sow colostrum and milk at different stages of lactation. **Journal of Animal Science**, v. 82, p. 1339-1342, 2004.

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.; FRASER, D.; KRAMER, D. L. The effect of littermate weight on survival, weight gain, and suckling behavior of low-birth-weight piglets in cross-fostered litters. **Journal Swine Health Production**, v. 99, p. 161-166, 2001.

MILLIGAN, B. N.; FRASER, D.; KRAMER, D. L. Within-litter birth weight variation in the domestic pig and its relation to pre-weaning survival, weight gain, and variation in weaning weights. **Livestock Production Science**, v. 76, p. 181-191, 2002.

MILON, A.; AUMAITRE, A.; LE DIVIDICH, J.; FRANTZ, J.; METZGER, J.J. Influence of birth prematurity on colostrum composition and subsequent immunity of piglets. **Annales de Recherches Veterinaire**, v. 14, p. 533-550, 1983.

MOREIRA, L.P. **Leitões de baixo peso ao nascimento: alternativas para garantir a sobrevivência, imunidade e bom desempenho na fase da maternidade**. 69 f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2015.

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

MUNS, R.; MANTECA, X.; GASA, J. Effect of different management techniques to enhance colostrum intake on piglets' growth and mortality. **Animal Welfare**, v. 24, p. 185-192, 2015.

MUNS, R. Management strategies performed on the newborn piglet. **Proceedings of the 14th Chulalongkorn University Veterinary Conference**. Bangkok, Thailand, p. 85-88, 2015.

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

NECHVATALOVA, K.; KUDLACKOVA, H., LEVA, L. et al. Transfer of humoral and cell-mediated immunity via colostrum in pigs. **Vet. Immunol. Immunopathol.**, v.142, p.95- 100, 2011.

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

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

ODLE, J.; ZIJLSTRA, R.T.; DONOVAN. S.M. Intestinal effects of milk borne growth factors in neonate of agricultural importance. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 2509-2522, 1996.

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

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**. 15(3): 540-543, 2008.

PORTER, P. Transfer of immunoglobulins IgG, IgA and IgM to lacteal secretions in the parturient sow and their absorption by the neonatal piglet. **Biochimica e 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. 3, p. 44–57, 1988.

QUESNEL, H. Colostrum production by sows: variability of colostrum yield and immunoglobulin G concentrations. **Animal**, v. 5, p. 1546-1553, 2011.

QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. **Livestock Science**, v. 146, p. 105-114, 2012.

QUESNEL, H.; FARMER, C.; THEIL, P.K. Colostrum and milk production. In: FARMER, C (ed). *The gestating and lactating sow*. Wageningen: **Wageningen Academic Publishers**, p. 147-172, 2015.

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.

REHFELDT, C.; KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **Journal Animal Science**, v.84, p.111-123, 2006.

REHFELDT, C.; TUCHSCHERER, A.; HARTUNG, M.; KUHN, G. A second look at the influence of birth weight on carcass and meat quality in pigs. **Meat Science**, v.78, p.170- 175, 2008.

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**. 79: 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.

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 Pres. Cap. 56, p. 799–820, 1999.

RUTHERFORD, K. M. D.; BAXTER, E. M.; D'EATH, R. B.; TURNER, S. P.; ARNOTT, G.; ROEHE, R.; ASK, B.; SANDØE, P.; MOUSTSEN, V. A.; THORUP, F.; EDWARDS, S. A.; BERG, P.; LAWRENCE, A. B. The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: Biological factors. **Animal Welfare**, v. 22 p. 199–218, 2013.

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

SCHINCKEL, A.P; CABRERA, R.; BOYD, R.D.; JUNGS, S.; BOOHER, C.; JOHNSTON, M.; EINSTEIN, M.E. Impact of birth and body weight at twenty days on the postweaning growth of pigs with different weaning management. **The Professional Animal Scientist**, v. 23 p. 197-210, 2007.

SMITH, N.A.; TOUSSAINT, J.K.; HARTMANN, P.E. Peaks in the sow's intramammary pressure occur immediately after rather than either just before or at piglet delivery. In: BATTERHAM, E.S. (Org.). Manipulating pig production. Werribee: **Ed. Australasian Pig Science Association**, p.75, 1991.

SOUZA, L.P. **Comportamento e desempenho de leitões leves submetidos à uniformização com leitões de pesos distintos**. 71f. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS, Brasil, 2010.

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

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

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

SVEDSEN L.S., WESTRÖM B.R., SVEDSEN J., OHLSSON B.G., EKMAN R. & KALRSSON B.W. Insulin involvement in intestinal macromolecular transmission and closure in neonatal pigs. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**. 5: 299-304, 1986.

THEIL N.; LE DIVIDICH, J.; FARMER, C.; MOUNIER, A.M.; LEFEBVRE, M.; PRUNIER, A. Origine et conséquences de la variabilité de la production de colostrum par la truie et de la consommation de colostrum par les porcelets. **Journées de la Recherche Porcine en France**, v. 37, p.435–42, 2005.

THEIL, P. K.; CORDERO, G.; HENCKEL, P.; PUGGAARD, L.; OKSBJERG, N.; SORENSEN, M. T. Effects of gestation and transition diets, piglet birth weight, and fasting time on depletion of glycogen pools in liver and 3 muscles of newborn piglets. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 1805-1816, 2011.

THEIL, P.K., FLUMMER, C., HURLEY, W.L., KRISTENSEN, N.B., LABOURIAU, R. AND SØRENSEN, M.T. Mechanistic model to predict colostrum intake based on deuterium oxide dilution technique and impact of gestation and lactation diets on piglet intake and sow yield of colostrum. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 5507-5519, 2014.

THEIL, P. K.; LAURIDSEN, C.; QUESNEL, H. Neonatal piglet survival: Impact of sow nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of colostrum and transient milk. **Animal**, v. 8, p. 1021-1030, 2014.

THEIL, P.K. Transition feeding of sows. In: FARMER, C. The gestating and lactating sow. Wageningen: **Wageningen Academic Publishers**, p. 147-172, 2015.

THEIL, P. K. Estimation of colostrum and milk production in sows. **Thai Journal Veterinary Medicine Supplied**, v. 47, p. 7-9, 2017.

TUBOLY, S., BERNÁTH, S., GLÁVITS, R., MEDVECZKY, I. Intestinal absorption of colostral lymphoid cells in newborn piglets. **Veterinary Immunology Immunopathology**, v. 20, p. 75–85, 1998.

TUCHSCHERER, M.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; TIEMANN, U. Early identification of neonates at risk: traits of newborn piglets with respect to survival. **Theriogenology**, v. 54, p. 371-88, 2000.

TUCKER, H.A. Physiological control of mammary growth, lactogenesis, and lactation. **Journal of Dairy Science**, v. 64, p. 1403-1421, 1981.

VALENZUELA, C.; LAGOS, G.; FIGUEROA, J.; TADICH, T. Behavior of suckling pigs supplemented with an encapsulated iron oral formula. **Journal of Veterinary Behavior: Clinical Applications and Research**, v. 13, p. 6-9, 2016.

VALLET, J.L.; MILES, J.R.; FREKING, B.A. Development of the pig placenta. **Society of Reproduction and Fertility**, v.66, p.265-279, 2009.

VARLEY M.A. Introduction. In: Varley M.A. (Ed.). The Neonatal Pig: Development and Survival. Leeds: **Biddles Ltd**. pp.1-13,1995.

WAGSTROM E.A., YOON K. & ZIMMERMAN J.J Immune Components in Porcine Mammary Secretions. **Viral Immunology**.13(3): 383-397, 2000.

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**. 47: 359-366,1985.

WILLCOX, D.L.; ARTHUR, P.G.; HARTMANN, P.E.; WHITELEY, J.L. Perinatal changes in plasma oestradiol-17B, cortisol and progesterone and the initiation of lactation in sows. **Australian Journal of Biological Science**, v.36, p. 173–81, 1983.

WILLIAMS, P. P. Immunomodulating effects of intestinal absorbed maternal colostrum leukocytes by neonatal pigs. **Canadian Journal of Veterinary Research**, v. 57, p. 1-8, 1993.

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.

WU, G.; KNABE, D.A. Free and protein-bound amino acids in sow's colostrum and milk. **Journal of Nutrition**, v. 124, p. 415-424, 1994.

WU, G.; OTT; T. L.; KNABE, D.A.; BAZER, F. W. Amino acid composition of the fetal pig. **Journal of Nutrition**, v. 129, p. 1031–1038, 1999.

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

WU, G.; BAZER, F.W.; DATTA, S.; JOHNSON, G.A.; LI, P.; SATTERFIELD, M.C.; SPENCER, T.E. Proline metabolism in the conceptus: Implications for fetal growth and development. **Amino Acids**, v.35, p.691-702, 2008.

XU, R.J.; MELLOR, D.J.; BIRTLES, M.J.; REYNOLDS, G.W.; SIMPSON, H.V. Impact of intrauterine growth retardation on the gastrointestinal tract and the pancreas in newborn pigs. **Journal of Pediatric Gastroenterology and Nutrition**, v.18, p.231-240, 1994.

XU, R.J.; WANG, F.; ZHANG, S.H. Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. **Livestock Production Science**, v. 66, p. 95–107, 2000.

XU, R., SANGILD, P., ZHANG, Y., ZHANG, S. Bioactive compounds in porcine colostrum and milk and their effects on intestinal development in neonatal pigs. In: Zabielski, R., Gregory, P. C., Weström, B., Salek, E. (Ed.), *Biology of the Intestine in Growing Animals*. Elsevier Science, v. 1, p. 169-192, 2002.

YAN, W.; WILEY, A.A.; BATHGATE, A.D.; FRANKSHUN, A.L.; LASANO, S.; CREAN, B.D.; STEINETZ, B.G.; BAGNELL, C.A.; BARTOL, F.F. Expression of LGR7 and LGR8 by neonatal porcine uterine tissues and transmission of milk-borne relaxin into the neonatal circulation by suckling. **Endocrinology**, v. 147, p. 4303-4310, 2006.