

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

**“DESEMPENHO DA FÊMEA E DE LEITEGADAS DE DIFERENTES PESOS  
EQUALIZADAS NA LACTAÇÃO COM LEITÕES EXCEDENTES AO NÚMERO  
FUNCIONAL DE TETOS”**

**LAURA DOS SANTOS**

**PORTO ALEGRE**

**2023**

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

**“DESEMPENHO DA FÊMEA E DE LEITEGADAS DE DIFERENTES PESOS  
EQUALIZADAS NA LACTAÇÃO COM LEITÕES EXCEDENTES AO NÚMERO  
FUNCIONAL DE TETOS”**

**Autora:** Laura dos Santos

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

**Orientador:** Prof. Rafael da Rosa Ulguim

**Coorientador:** Prof.<sup>a</sup> Ana Paula Gonçalves Mellagi

**PORTO ALEGRE**

**2023**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

#### CIP - Catalogação na Publicação

Santos, Laura dos Santos  
DESEMPENHO DA FÊMEA E DE LEITEGADAS DE DIFERENTES  
PESOS EQUALIZADAS NA LACTAÇÃO COM LEITÕES EXCEDENTES  
AO NÚMERO FUNCIONAL DE TETOS / Laura dos Santos  
Santos. -- 2023.

62 f.

Orientador: Rafael da Rosa Ulguim Ulguim.

Coorientadora: Ana Paula Gonçalves Mellagi Mellagi.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto Alegre, BR-RS, 2023.

1. Leitões excedentes. 2. Tetos funcionais. 3. Lesões no aparelho mamário. 4. Lesões corporais. 5. Comportamento de mamada. I. Ulguim, Rafael da Rosa Ulguim, orient. II. Mellagi, Ana Paula Gonçalves Mellagi, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

LAURA DOS SANTOS

“DESEMPENHO DA FÊMEA E DE LEITEGADAS DE DIFERENTES PESOS  
EQUALIZADAS NA LACTAÇÃO COM LEITÕES EXCEDENTES AO NÚMERO  
FUNCIONAL DE TETOS”

Aprovada em 23 MAR 2023.

APROVADA POR:

---

Prof. Dr. Rafael da Rosa Ulguim  
Orientador e Presidente da Comissão

---

Prof. Dr. Cesar Augusto Pospissil Garbossa  
Membro da Comissão

---

Prof. Dra. Djane Dallanora  
Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Thomaz Lucia Júnior  
Membro da Comissão

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me abençoar durante toda a minha vida, me guiando em minhas derrotas e conquistas, por me dar saúde e força para seguir em frente.

Aos meus pais Ivana e Neri, por todo o apoio, amor, carinho e paciência, por não medirem esforços e me ajudarem sempre que precisei. Sem vocês nada disso seria possível! Obrigada por sempre me incentivarem a correr atrás dos meus objetivos e me ensinar a ser persistente, vocês são minha inspiração.

Ao João Vitor, por todo amor, afeto e paciência. Obrigada por entender a minha ausência (física) ao longo desses dois anos de mestrado e por estar ao meu lado nessa etapa importante de minha vida. Você me faz ver o lado leve da vida, obrigada por tudo!

Ao meu filho de quatro patas Greg, meu fiel companheiro que senti saudades durante todo o período do mestrado. Você ensina diariamente o verdadeiro significado de lealdade e companheirismo.

A todos os meus amigos e colegas da pós-graduação, em especial a Kelly e a Gabriela. Obrigada por compartilharem comigo suas histórias e risadas. Vocês sempre me incentivaram e acreditaram em mim, espero levar a amizade de vocês para a vida toda!

Aos professores Ana Paula Mellagi, David Barcellos, Fernando Bortolozzo e Rafael Ulguim pelos ensinamentos e experiências transmitidas durante o período de mestrado. Vocês foram essenciais na minha formação! Agradeço mais uma vez especialmente ao meu orientador Prof. Rafael Ulguim, obrigada por sempre estar disposto a sanar minhas dúvidas, pela paciência em me ensinar, pelos puxões de orelha, pelas histórias contadas. Mas também por me fazer ir além, sempre incentivando a pensar “fora da caixa”. Levo cada um de vocês no meu coração!

Ao Setor de Suínos, pela infraestrutura e por fazer parte dessa equipe. Tenho muito orgulho em dizer que fiz parte de um dos grupos de referência na suinocultura do Brasil. Agradeço também aos demais colegas da equipe, obrigada!

A empresa Master Agroindustrial pela infraestrutura e animais cedidos para o experimento. A todos os funcionários pelo auxílio em diversas atividades no momento de execução do experimento. Muito obrigada!

À CAPES pela bolsa de estudo que permitiu a realização do mestrado.

## RESUMO

### “DESEMPENHO DA FÊMEA E DE LEITEGADAS DE DIFERENTES PESOS EQUALIZADAS NA LACTAÇÃO COM LEITÕES EXCEDENTES AO NÚMERO FUNCIONAL DE TETOS”

Autora: Laura dos Santos

Orientador: Prof. Rafael da Rosa Ulguim

Coorientadora: Prof. Ana Paula Gonçalves Mellagi

O presente estudo avaliou os efeitos da equalização de leitegadas de diferentes pesos e número de leitões em relação aos tetos funcionais, sobre o desempenho da fêmea suína e dos leitões durante a lactação. As leitegadas ( $n = 183$ ) foram distribuídas em experimento fatorial  $2 \times 2$  incluindo o peso das leitegadas (Leve: 0.955 – 1.289 kg e Pesada:  $\geq 1.399$  – 1.935 kg) e o número de leitões/tetos funcionais (IGUAL e EXC+1), formando quatro grupos: Leve IGUAL (leitegadas leves com o mesmo número de leitões e tetos funcionais); Leve EXC+1 (leitegadas leves com um leitão excedente ao número de tetos funcionais); Pesada IGUAL (leitegadas pesadas com o mesmo número de leitões e tetos funcionais); Pesada EXC+1 (leitegadas pesadas com um leitão excedente ao número de tetos funcionais). Avaliações da condição corporal da fêmea, contagem do número de tetos e lesões no complexo mamário foram realizadas. Os leitões foram pesados e avaliados quanto a lesões de face, corpo e articulação. Um subgrupo ( $n=21$  leitegadas), foi avaliado por um período de 24 h após a equalização e no D5 para avaliações comportamentais. As análises foram realizadas pelo software SAS utilizando o procedimento GLIMMIX. Variáveis contínuas foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer, variáveis frequência foram analisadas considerando distribuição binomial. As fêmeas perderam mais unidades de caliper em leitegadas pesadas ( $-0.39$ ;  $P = 0.05$ ). O número de tetos funcionais não diferiu entre os grupos ao longo da lactação, no entanto, as fêmeas do grupo EXC+1 apresentaram menos tetos ociosos ao longo da lactação ( $P \leq 0.04$ ). Fêmeas com leitegadas pesadas apresentaram escore de lesões mais severas no complexo mamário no D5 e D20 ( $P \leq 0.02$ ). Os parâmetros de desempenho da leitegada ao longo da lactação não apresentaram diferenças para o número de leitões/teto funcional. Leitegadas pesadas apresentavam maior peso ao desmame e GPD em relação a leitegadas leves. No dia 20 de lactação, não houve diferença no número total de leitões desmamados nas diferentes categorias de peso da leitegada,

número de leitões por tetos funcionais ou interação entre eles ( $P = 0,08$ ). Não foram observadas diferenças para a mortalidade pré-desmame dos leitões ( $P \geq 0.60$ ). Porém, o percentual de remoção pré-desmame dos leitões foi maior para leitegadas EXC+1 em relação a IGUAL ( $P < 0.01$ ). Lesões faciais, corporais e articulares foram observadas com maior frequência em leitegadas pesadas, independente do número de leitões/teto funcional. Leitegadas com um leitão adicional apresentaram maior número de disputas por tetos no dia 1 ( $P = 0.04$ ), não diferindo para o dia 5 ( $P \geq 0.35$ ). Em conclusão, fêmeas com um leitão excedente ao número funcional de tetos, tendem a desmamar um maior número de leitões, porém, com uma maior taxa de remoção pré-desmame. A inclusão de leitões excedentes não afetou o desempenho e mortalidade de leitões, independentemente do peso da leitegada no momento da equalização.

Palavras-chave: uniformização; lesão; mamada; hiperprolificidade; sobrevivência.

## **ABSTRACT**

### **“PERFORMANCE OF SOWS AND THE LITTERS EQUALIZED WITH DIFFERENT WEIGHTS AND WITH SURPLUS PIGLET THE FUNCTIONAL NUMBER OF TEATS”**

*Author: Laura dos Santos*

*Advisor: Rafael da Rosa Ulguim*

*Co-advisor: Ana Paula Gonçalves Mellagi*

*The present study evaluated the effects of equalization of litters of different weights and number of piglets in relation to functional teats on the performance of sows and piglets during lactation. The litters (n = 183) were distributed in a 2×2 factorial experiment, including the weight of the litters (Light: 0.955 – 1.289 kg and Heavy: ≥1.399 – 1.935 kg) and the number of piglets/functional teats (EQUAL and EXC+1), forming four groups: Light EQUAL (light litters with the same number of piglets and functional teats); Light EXC+1 (light litters with a piglet exceeding the number of functional teats); EQUAL heavy (heavy litters with the same number of piglets and functional teats); Heavy EXC+1 (heavy litters with a piglet exceeding the number of functional teats). Evaluations of the sow's body condition, number of teats, and lesions in the mammary complex were performed. The piglets were weighed and evaluated for face, body, and joint injuries. A subgroup (n=21 litters) was assessed for a 24 h period after equalization and at D5 for behavioral assessments. Analyzes were performed by SAS software using the GLIMMIX procedure. Continuous variables were compared using the Tukey-Kramer test, and frequency variables were analyzed considering binomial distribution. Females lost more caliper units in heavy litters (-0.39; P = 0.05). The number of functional teats did not differ between groups throughout lactation, however, sows in the EXC+1 group had fewer idle teats throughout lactation (P ≤ 0.04). Females with heavy litters scored more severe lesions in the mammary complex at D5 and D20 (P ≤ 0.02). The litter performance parameters during lactation did not show differences in the number of piglets/functional teats. Heavy litters had higher weaning weight and ADG than light litters. On day 20 of lactation, there was no difference in total number of piglets weaned in the different categories of litter weight, number of piglets by functional teats, or their interaction (P = 0.08). No differences were observed for pre-weaning piglet mortality (P ≥ 0.60). However, the percentage of pre-weaning removal of piglets was higher for EXC+1 than EQUAL litters (P < 0.01). Facial, body and joint injuries*



*were observed more frequently in heavy litters, regardless of the number of piglets/functional teats. Piglets with an additional piglet had a higher number of teat fights on day 1 ( $P = 0.04$ ), not differing for day 5 ( $P \geq 0.35$ ). In conclusion, sows with a piglet exceeding the functional number of teats tend to wean a greater number of piglets, however, with a higher pre-weaning removal rate. Including surplus piglets did not affect piglet performance and mortality, regardless of litter weight at the time of equalization.*

*Keywords: cross-fostering; lesion; nursing; hyperprolificacy; survival.*

## LISTA DE TABELAS

<b>Table 1.</b> Body condition, udder lesions and weaning to estrus interval in sows nursing litters with different weights and number of piglets in relation to functional teats.....	46
<b>Table 2.</b> Effect of different litter weight and number of piglets in relation to functional teats on litter size, performance, pre-weaning mortality and removals. ....	47
<b>Table 3.</b> Percentage of piglets with different scores lesions of face, body and joints on day 5 and day 20 according to different weights and number of piglets in relation to functional teats.....	49
<b>Table 4.</b> Effect the nursings behavior, teat fights and fights litter filmed during 24 hours after equalization (day 1) and on day 5, according to different weights and bumber of piglets in relation to functional teats. ....	50

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figure 1.</b> Mean and standard error of number of piglets by functional teats throughout of lactation in the litters equalized with EQUAL or EXC+1 piglet at the equalization. ....	48
<b>Figure 2.</b> Percentage of piglets without repeated nursings or repeated once, twice, three four or $\geq$ five times during 24 hours on day 1 and day 5, according to the number of piglets by functional teats.....	51

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>12</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>AUMENTO DAS LEITEGADAS E SUA RELAÇÃO COM O NÚMERO DE TETOS</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2</b>	<b>IMPORTÂNCIA DO PESO AO NASCER SOBRE A PRODUTIVIDADE DOS LEITÕES</b> .....	<b>16</b>
<b>2.3</b>	<b>FATORES QUE INFLUENCIAM A MORTALIDADE PRÉ-DESMAME DOS LEITÕES</b> .....	<b>17</b>
<b>2.4</b>	<b>ESTRATÉGIAS PARA MELHORIA DE DESEMPENHO E SOBREVIVÊNCIA DE LEITÕES NA LACTAÇÃO</b> .....	<b>18</b>
2.4.1	Mães de leite .....	18
2.4.2	Aleitamento artificial .....	21
2.4.3	Equalização de leitegadas .....	22
<b>2.5</b>	<b>IMPACTO DE LEITÕES EXCEDENTES SOBRE A FÊMEA SUÍNA E LEITÕES</b> .....	<b>25</b>
<b>3.</b>	<b>ARTIGO CIENTÍFICO</b> .....	<b>28</b>
<b>3.1</b>	<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>30</b>
<b>3.2</b>	<b>MATERIAL AND METHODS</b> .....	<b>31</b>
3.2.1	Animals, housing and feeding .....	31
3.2.2	Experimental design .....	32
3.2.3	Data collection and measurements .....	33
3.2.4	Litters video recording .....	33
<b>3.3</b>	<b>STATISTICAL ANALYSIS</b> .....	<b>34</b>
<b>3.4</b>	<b>RESULTS</b> .....	<b>35</b>
3.4.1	Sow measures .....	35
3.4.2	Litter measures .....	36
<b>3.5</b>	<b>DISCUSSION</b> .....	<b>38</b>
<b>3.6</b>	<b>CONCLUSION</b> .....	<b>42</b>
<b>4.</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>53</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>54</b>
	<b>ANEXO A – PARECER CEUA - UFRGS</b> .....	<b>61</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o avanço do melhoramento genético das fêmeas suínas, as mesmas se tornaram mais prolíficas aumentando o tamanho de sua leitegada (KEMP; DA SILVA; SOEDE, 2018). De acordo com Tokach et al. (2019), houve um aumento de 4,5 leitões por leitegada em 13 anos. Em um cenário brasileiro, o total de nascidos vivos aumentou significativamente, sendo observado em 2008 uma média de 12,7 leitões e em 2021 de 15,5 leitões nascidos vivos, um acréscimo de 2,8 leitões nas granjas de melhor desempenho (AGRINESS, 2021). No cenário americano observa-se uma média geral superior a citada anteriormente, sendo uma média de 16,5 leitões nascidos vivos em granjas de melhor desempenho (PIGCHAMP, 2022). O desafio nessa situação é proporcionar que todos os leitões tenham acesso aos tetos, garantindo o consumo de colostro e leite durante a mamada. O número de pares de tetos e as características dos tetos é um parâmetro importante a ser considerado no momento de seleção de uma matriz (BOVO et al., 2021). Atualmente, as empresas de genética buscam selecionar leitões com mais de 14 tetos (BOVO et al., 2021; CHALKIAS; RYDHMER; LUNDEHEIM, 2013). Porém, ao longo da vida produtiva, muitas fêmeas perdem tetos viáveis durante a lactação, devido a lesões no aparelho mamário (RUTHERFORD et al., 2013), reduzindo o número de tetos funcionais disponíveis. De forma geral, as fêmeas suínas possuem entre 13 a 15 tetos funcionais (KIM et al., 2005; LUNDEHEIM; CHALKIAS; RYDHMER, 2013; EARNHARDT, 2019). Portanto, estima-se que um percentual relevante de fêmeas possui um número maior de leitões em relação a disponibilidade de tetos funcionais.

Leitegadas maiores possuem ainda uma maior variação de peso entre os leitões podendo prejudicar a ingestão de colostro e a mamada dos leitões pequenos (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002; BAXTER et al., 2008). A competição de acesso ao teto da fêmea é o principal fator que prejudica a mamada de leitões pequenos, ocasionando lesões corporais nos leitões e nos tetos das fêmeas em função das brigas (ROBERT; MARTINEAU, 2001). Esses fatores estão diretamente relacionados ao aumento da taxa de mortalidade pré-desmame, visto que grande parte dos leitões pequenos morrem por esmagamento e inanição (VANDE POL et al., 2021b). Nesse sentido, muitas granjas realizam a equalização das leitegadas como estratégia para reduzir a mortalidade,

melhorar a taxa de sobrevivência pré-desmame e desempenho dos animais (HEIM et al., 2012).

Geralmente a equalização de leitegadas é realizada quando o número de leitões nascidos vivos excede o número de tetos funcionais/fêmea (ALEXOPOULOS et al., 2018a). Essa estratégia compreende a retirada de leitões de uma leitegada mais numerosa para uma leitegada menos numerosa e/ou a formação de novas leitegadas, buscando manter homogeneidade de peso e do número de leitões em relação aos tetos funcionais (NEAL; IRVIN, 1991; ROBERT; MARTINEAU, 2001). Quando uniformizamos os leitões de acordo com a categoria de peso, temos o intuito de equilibrar as disputas de acesso ao teto e aumentar a taxa de sobrevivência (HEIM et al., 2012). Quando a transferência envolve leitões mais leves, observa-se maiores taxas de mortalidade e maior variação de peso entre os leitões. No entanto, quando a transferência envolve leitões mais pesados, não existem diferenças significativas que afetam o desempenho e sobrevivência dos leitões (FERRARI et al., 2014).

Na transferência de leitões entre leitegadas, é importante considerar desafios que podem comprometer o desenvolvimento dos leitões. A ingestão de colostro na mãe biológica permite a aquisição de imunidade celular, sendo necessário garantir esse processo. Nesta linha de pesquisa, a maioria dos estudos utilizam leitões adotados, podendo comprometer a imunidade celular dos leitões transferidos (QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012), se um protocolo básico de tempo de acesso ao colostro na mãe não for seguido. Além disso, a transferência de leitões entre leitegadas proporciona uma maior disseminação de patógenos (DEE et al., 1996) e disputas por definição de tetos nas primeiras horas após a equalização (HEIM et al., 2012). Sendo assim, a manutenção de leitegadas biológicas tem sido uma tendência, permitindo reduzir a disseminação de patógenos entre leitegadas, bem como as disputas por tetos e perda de mamadas (DEE et al., 1996; ROBERT; MARTINEAU, 2001; HEIM et al., 2012).

Além da equalização, alternativas para acomodar o maior número de leitões em relação ao número funcional de tetos normalmente são pautadas na formação de mães de leite, com o intuito de facilitar a equalização e a disponibilidade de tetos (SCHMITT et al., 2019b). O aleitamento artificial com o uso de sucedâneos também é uma estratégia utilizada (KOBK-KJELDAGER et al., 2021). No entanto, não são totalmente eficazes e trazem consigo desafios inerentes a cada modelo de manejo adotado.

Observamos na literatura, que há diferentes modelos de equalização, mas não há uma recomendação padronizada sobre este manejo, principalmente focado em leitegadas numerosas. Alguns poucos estudos avaliaram na lactação os impactos da manutenção de leitões supranumerários em relação ao número funcional de tetos. Os estudos indicam um aumento na taxa de mortalidade devido a maior competição pelo acesso ao teto, disputas, lesões e inanição, que podem culminar com a morte do leitão (VANDE POL et al., 2021; SASAKI et al., 2022). De acordo com Vande Pol et al. (2021b), ao acrescentar dois leitões em relação ao número de tetos funcionais, a sobrevivência pré-desmame dos leitões foi prejudicada. Por outro lado, os autores observaram que as leitegadas com leitões excedentes tinham um número maior de leitões desmamados do que leitegadas com o mesmo número de leitões e tetos funcionais. O estudo previamente citado foi realizado em leitegadas 100% adotadas e sem diferença de peso no momento da equalização.

Sendo assim, uma alternativa prática que evite a movimentação de leitões entre leitegadas no manejo de equalização, seria remover somente os leitões excedentes de leitegadas biológicas. Nesse caso, é importante ainda avaliar os impactos da manutenção de leitões supranumerários ao número de tetos funcionais, considerando que os protocolos atualmente disponíveis indicam que a equalização deve ser realizada mantendo o mesmo número de leitões e tetos. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho e sobrevivência dos leitões em leitegadas biológicas com um leitão excedente ao número funcional de tetos considerando leitegadas leves ou pesadas após a remoção de leitões excedentes. Os impactos sobre a condição corporal, retomada da atividade cíclica das fêmeas também foram avaliados.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Aumento das leitegadas e sua relação com o número de tetos

Ao decorrer dos anos as fêmeas suínas aumentaram sua capacidade de produção de leitões. De acordo com Rutherford et al. (2011), entre 1996 e 2009, o número de leitões nascidos aumentou 33% e o número de leitões desmamados 23%. Com isso, observa-se que entre 2004 a 2021 o número de leitões desmamados/fêmea/ano aumentou em 4,6 leitões (PIGCHAMP, 2004, 2021). Esse aumento considerável do número de leitões desmamados está relacionado ao aumento do número de nascidos/leitegada. Dados do PigCHAMP, demonstravam em 2004 que as fêmeas suínas produziam em média 11,5 leitões /leitegada e em 2022, 15,4 leitões/leitegada. Vários fatores podem determinar o tamanho da leitegada como taxa de ovulação, taxa de concepção e sobrevivência fetal (RUTHERFORD et al., 2011). Contudo, características como tamanho da leitegada possuem baixa herdabilidade, por isso para que essa característica seja melhorada é necessário além da seleção genética, aprimorar manejos, nutrição e a sanidade dos animais (TOKACH et al., 2019; MARTINS et al., 2022).

O aumento do número de leitões nas leitegadas, trouxe impactos no peso ao nascer, em taxas de mortalidade e além disso, na falta de tetos disponíveis para todos os leitões (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2002; GOURLEY et al., 2020; VANDE POL et al., 2021b). Esse fator está relacionado a capacidade reprodutiva da fêmea e impacta diretamente no número de leitões desmamados (MOSCATELLI et al., 2020). Embora o número de tetos tenha evoluído com o avanço genético, ainda assim de forma geral o número total de leitões excede a quantidade de tetos disponíveis.

A herdabilidade para quantidade de número de tetos possui considerável variabilidade entre raças e linhagens (FELLEKI; LUNDEHEIM, 2015; DALL'OLIO et al., 2018). Sendo assim, embora a quantidade de número de tetos tenha aumentado, muitas vezes essa quantidade é relativamente menor que o número de leitões presentes na leitegada. De acordo com Earnhardt (2019), em média o número de tetos das fêmeas suínas ao parto é de 14,9 e ao desmame de 14,4. No entanto, nem todos os tetos são funcionais, ou seja, produzem e liberam com sucesso o leite, possibilitando a mamada dos leitões. Exemplo de disfunção são os tetos invertidos ou tetos adicionais que são muito pequenos (LUNDEHEIM; CHALKIAS; RYDHMER, 2013; ALEXOPOULOS et al., 2018). Assim, a média estimada de tetos funcionais ao parto é 13,9 e ao desmame 13,0 (EARNHARDT, 2019). Essa perda de tetos ao longo da lactação é explicada



por mastites, traumas e lesões no aparelho mamário da fêmea, causadas por disputas entre leitões no momento da mamada (RUTHERFORD et al., 2013).

## **2.2 Importância do peso ao nascer sobre a produtividade dos leitões**

O peso ao nascimento é considerado um fator importante para facilidade de acesso ao teto, garantia de consumo de colostro e leite e, por consequência, para o desempenho dos animais. Alguns fatores podem influenciar nessa característica, como a hiperprolificidade das fêmeas (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2002; QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002), ordem de parto (QUESNEL et al., 2008), crescimento intrauterino (BÉRARD et al., 2010) e nutrição da fêmea (CAMPOS et al., 2012). No entanto, é fato que ao longo de alguns anos o peso médio ao nascimento reduziu, aumentando o número de leitões abaixo de 1 kg (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002).

Leitões leves (< 1 kg) tendem a apresentar maior dificuldade ou demorar mais para mamarem o colostro. Além de possuírem a capacidade de termorregulação comprometida (BAXTER et al., 2008), possuem menor habilidade motora o que pode impactar na disputa pelo melhor teto e conseqüentemente na sobrevivência (LE DIVIDICH, 1999; VANDEN HOLE et al., 2018). Apresentam ainda, potencial para crescimento reduzido e baixa qualidade de carcaça quando comparado a leitões mais pesados (FOXCROFT et al., 2009).

Riddersholm et al. (2021), indicaram que conforme o número de leitões por leitegada aumenta, o peso corporal individual diminui. Os autores relataram que a cada leitão adicional na leitegada o peso médio ao nascer diminuiu 19,5 g para leitões de primíparas e 21,7 g para leitões de múltíparas. Além disso, ao menos um leitão nascido vivo apresenta peso corporal inferior a 500 g, e um leitão apresenta peso superior a 2.100 g (RIDDERSHOLM et al., 2021). Nesse mesmo sentido Quiniou, Dagorn e Gaudré (2002), ao analisarem leitegadas maiores ( $\geq 16$  leitões) observaram que elas apresentavam uma redução do peso médio ao nascer em relação a leitegadas menores ( $\geq 11$  leitões), 1,26 kg vs. 1,59 kg, respectivamente. Essa diferença equivale a diminuição média de 35 g por cada leitão adicional na leitegada. Feldpausch et al. (2019), avaliaram um conjunto de dados e observaram que 15,2% dos leitões tiveram peso ao nascer inferior a 1,11 kg. Alguns estudos relatam que a diminuição no peso corporal, principalmente em leitegadas maiores pode estar relacionada a uma menor oferta de nutrientes/fluxo sanguíneo ao feto durante o período final da gestação (PÈRE; ETIENNE, 2000; QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002).

Em relação ao desempenho nas fases subsequentes, Magnabosco et al. (2015) avaliaram o desempenho de leitões pertencentes a oito classes de pesos ao nascer, variando entre 410-990 g a 1780-2400 g. Os autores observaram que 52% a 57% dos leitões das três classes mais leves de peso (410-1280 g) subiram de categoria de peso. Porém, 60 a 67% dos leitões das duas classes mais pesadas (1620-2400 g) tiveram uma redução na categoria de peso. Apesar dos leitões mais leves apresentarem uma capacidade parcial de compensação de peso nas fases subsequentes como creche e terminação, continuaram com menor peso em relação aos leitões que nasceram mais pesados (MAGNABOSCO et al., 2015). Nesse mesmo sentido, Rehfeldt & Kuhn (2006) buscaram avaliar a influência do peso ao nascer no desempenho subsequente de leitões nascidos com baixo (<1,2 kg), médio e alto peso (> 1,6 kg). Leitões de baixo peso tiveram seu desempenho comprometido até o abate em relação a leitões de médio e alto peso (106,1 kg, 114,3 kg e 116,0 kg, respectivamente). Esse resultado pode ser explicado pelo menor número de fibras musculares que os leitões de baixo peso desenvolvem ao longo do seu crescimento (REHFELDT; KUHN, 2006).

### **2.3 Fatores que influenciam a mortalidade pré-desmame dos leitões**

Altos índices de mortalidade pré-desmame impactam negativamente a produção de suínos. Essa perda pode representar 10 a 15% dos leitões nascidos vivos (FELDPAUSCH et al., 2019; VANDE POL et al., 2021b). De acordo com Koketsu, Iida e Piñeiro, (2021), ao longo de uma década a mortalidade pré-desmame aumentou de 11,9% para 14,4%. São vários os fatores que podem influenciar a mortalidade pré-desmame como a ordem de nascimento, número de nascidos, peso ao nascer, variabilidade do peso ao nascimento e consumo de colostro (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001; PANZARDI et al., 2013; FERRARI et al., 2014; FELDPÄUSCH et al., 2019; KOKETSU; IIDA; PIÑEIRO, 2021b).

O peso ao nascimento é um dos indicadores mais importantes quando nos referimos a mortalidade pré-desmame (FELDPAUSCH et al., 2019). Os neonatos possuem dificuldade em manter sua termorregulação, sendo necessário expô-los a uma fonte de aquecimento. Quando isso não ocorre os índices de mortalidade na fase neonatal podem ser altos (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). Segundo Pedersen et al. (2011), quanto menor a temperatura retal após o nascimento, maiores são as chances de o leitão morrer por esmagamento ou fome. Leitões hipotérmicos possuem menor viabilidade fazendo com que sejam menos capazes de se esquivarem de movimentos das fêmeas. Esses fatores podem acarretar em um percentual maior

de mortes por esmagamentos (ANDERSEN; HAUKVIK; BØE, 2009; PEDERSEN et al., 2011). Além disso, esses leitões possuem maior dificuldade em acessar e disputar o teto no momento da mamada, impactando diretamente no consumo adequado de colostro (FERRARI et al., 2014). Quiniou, Dagorn e Gaudré (2002), compararam leitões de baixo peso ao nascer com leitões de alto peso ao nascer, e observaram uma diferença de 19,5% na taxa de sobrevivência até o desmame (74,5% vs. 94,0%, respectivamente). Nesse mesmo sentido, Feldpausch et al., (2019) observaram que leitões com peso ao nascimento inferior a 1,1 kg tiveram taxas de mortalidade pré-desmame quatro vezes maiores do que os leitões com peso ao nascimento superior a 1,1 kg (34,4% vs. 8,2%, respectivamente). Além disso, leitões de baixo peso ao nascer possuem risco de morte 5,9 vezes quando comparado com leitões de alto peso ao nascer (FELDPAUSCH et al., 2019). Outro ponto importante é alta variação de peso ao nascer das leitegadas, essa característica tende a favorecer com que os leitões apresentem menores chances de sobrevivência, visto que leitões maiores possuem vantagem no momento da mamada, fazendo com que leitões pequenos tenham dificuldade em mamar adequadamente (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001).

Além disso, a mortalidade aumenta conforme o número de leitões na leitegada aumenta (KOKETSU; IIDA; PIÑEIRO, 2021a). De acordo com Kilbride et al. (2012), a mortalidade aumentou de 8,6 para 23,3% quando o tamanho da leitegada aumentou de  $\leq 10$  para  $\geq 14$  leitões/leitegada. Isso tem sido associado ao nascimento de leitões menores e mais fracos, maior competição pelos tetos e dificuldade no acesso ao teto para ingestão de leite (KOKETSU; TAKENOBU; NAKAMURA, 2006; CECCHINATO et al., 2007). Esses dados corroboram com Nuntapaitoon & Tummaruk (2018), que observaram associação da mortalidade pré-desmame com o número de leitões presentes na leitegada, assim como ao peso ao nascimento. À medida que o tamanho da leitegada aumenta, a mortalidade também aumentou. E conforme o peso ao nascer aumenta, a mortalidade diminuiu.

Assim, as estratégias de redução da mortalidade pré-desmame normalmente são focadas em leitegadas numerosas e nos leitões de baixo peso. Essas estratégias devem atender condições de praticidade na rotina produtiva e também questões de recursos financeiros a serem aplicados.

## **2.4 Estratégias para melhoria de desempenho e sobrevivência de leitões na lactação**

### **2.4.1 Mães de leite**

O número de leitões excedentes em relação ao número funcional de tetos é relatado como condição que dificulta o acesso de leitões menores ao teto o que resulta no menor consumo de colostro/leite, menores taxas de sobrevivência e menor desempenho (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001; BAXTER et al., 2008; FERRARI et al., 2014). Uma das estratégias utilizadas para reduzir o excesso de leitões na fêmea e melhorar a sobrevivência dos mesmos, é a utilização de mães de leite, ou seja, fêmeas que adotam leitões de outra leitegada (BAXTER et al., 2013).

Segundo Baxter et al. (2013), existem dois tipos de estratégias que envolvem mães de leite chamados de “um passo” e “dois passos”. A estratégia de “um passo” envolve selecionar fêmeas que foram recém-desmamadas para receber leitões recém-nascidos oriundos de leitegadas numerosas. Nesse manejo a fêmea permanece com esses leitões mais uma lactação, ou seja, em média três a quatro semanas. Já a estratégia de “dois passos”, uma fêmea com uma semana de lactação é transferida para receber leitões com até 24 horas de vida. Os leitões dessa fêmea são alocados em uma fêmea desmamada.

Houben, Tobias e Holstege (2017), avaliaram a estratégia de mãe de leite associado ao fornecimento de um sucedâneo de leite. Leitegadas oriundas de lactações simples, ou seja, sem mãe de leite, apresentaram maior mortalidade em relação ao grupo de mãe de leite e fornecimento do sucedâneo (7,13% vs. 5,10%, respectivamente). Schmitt et al. (2019b) encontrou resultados semelhantes ao observaram que a sobrevivência dos leitões criados por mães de leite não foi afetada, em relação a leitegadas que não utilizaram mães de leite. O peso dos leitões até o terceiro dia de vida foi maior para aqueles amamentados pelas mães de leite. Ao desmame não houve diferença significativa para o peso dos leitões entre os grupos. Em contraste, há uma preocupação em relação ao risco de inanição que os leitões podem passar até a aceitação da fêmea com a leitegada. Visto que geralmente a primeira mamada bem sucedida ocorre entre 4 a 12 horas após a transferência para a mãe de leite (KOBK-KJELDAGER et al., 2020b; SCHMITT et al., 2019c).

A separação do leitão da mãe biológica pode causar grande estresse, sendo que quando ele migrar para outra fêmea, terá que reestabelecer a ordem dos tetos e criar um vínculo com a nova mãe (BAXTER et al., 2013). De acordo com De Passille, Rushen e Hartsock (1988), até o terceiro dia de lactação os leitões já definiram em qual teto irão mamar durante toda a lactação. Geralmente, quando utilizado a estratégia de mãe de leite de “um passo”, essa separação e reestabelecimento da ordem dos tetos é menos estressante. Porém, ao utilizar o manejo de “dois passos” que compreende a transferência dos leitões após quatro a sete dias do parto, o estresse

é maior, justamente por já terem desenvolvido a ordem de tetos (BAXTER et al., 2013). Além disso, há uma maior frequência de disputas por tetos em leitões criados nas mães de leite em comparação com leitegadas biológicas (SCHMITT et al., 2019c; KOBEEK-KJELDAGER et al., 2020b).

As mães de leite passam mais tempo em lactação (SCHMITT et al., 2019b) e podem sofrer catabolismo lactacional exacerbado esperando-se, portanto, efeitos negativos no estado corporal das mesmas. No entanto, no estudo de Schmitt et al. (2019b) diferenças significativas na condição corporal das mães de leite não foram observadas quando duas semanas adicionais de lactação foram realizadas. Porém, o estudo utilizou fêmeas em boas condições corporais o que pode ter mitigado o efeito real de uma lactação prolongada. Outras preocupações relacionadas ao uso de mães de leite é o maior risco dessas fêmeas apresentarem problemas locomotores e lesões de úbere (KOBEEK-KJELDAGER et al., 2020b; SØRENSEN et al., 2016) e prejuízos no desempenho subsequente (HOUBEN; TOBIAS; HOLSTEGE, 2017). O número de leitões nascidos totais foi menor em mães de leite comparado a outras que não passaram por esse manejo, 16,2 vs. 17,2, respectivamente (HOUBEN; TOBIAS; HOLSTEGE, 2017).

Outro ponto importante na utilização de mães de leite é o intervalo entre partos das fêmeas. Mães de leite passam por lactações mais longas, afetando o intervalo desmame-estro, além de aumentar o intervalo entre partos, diminuindo o número de partos/fêmea/ano (XUE et al., 1993; BRUUN et al., 2016; HOUBEN; TOBIAS; HOLSTEGE, 2017). De acordo com Bruun et al. (2016), as mães de leite desmamam menos leitões em relação as mães convencionais (11,6 leitões vs. 12,4 leitões). Além disso, quando o percentual de mães de leite no plantel é alto, há uma redução no aproveitamento dos espaços na maternidade, reduzindo o número de leitões desmamados/gaiola. Visto que o espaço que a mãe de leite ocupa, faz com que outra fêmea convencional deixe de utilizar, consequentemente tendo que reduzir o número de fêmeas cobertas por lote (GREY, 2020). No entanto, essa prática não é observada nos sistemas que utilizam o manejo em bandas, permitindo melhor aproveitando das instalações (FONTANA et al., 2015).

Outra implicação referente a utilização de mães de leite é a disseminação de agentes patogênicos. Segundo Garrido-Mantilla, Culhane e Torremorell (2020), este manejo pode facilitar a transmissão do vírus da Infuenza A entre fêmeas em lactação e leitões lactentes. Nesse sentido, Garrido-Mantilla et al. (2021) observaram que leitegadas alojadas em mães de leite apresentavam maior número de leitões positivos para o vírus da Influenza A aos dois dias após a adoção, em relação ao grupo controle (30,2% vs. 14,9%, respectivamente). Esses resultados

corroboram com Garrido-Mantilla, Culhane e Torremorell (2020), que observaram que em cada oito leitões (12,5%) testaram positivo para o vírus da Influenza A no primeiro dia após a transferência para a mãe de leite. E ao quarto dia, toda a leitegada tornou-se positiva para o vírus.

#### 2.4.2 Aleitamento artificial

Apesar da produção de leite da fêmea suína aumentar com a demanda dos leitões, há um limite máximo de produção (KING et al., 1997). Assim, abordagens alternativas podem ser utilizadas para garantia de acesso ao alimento quando se observa leitegadas numerosas. Uma estratégia disponível é o sistema de aleitamento artificial (BAXTER et al., 2013). Atualmente existem dois tipos de aleitamento: o sistema estilo *deck* que disponibiliza leite artificial/sucedâneo e os leitões tem acesso somente a este tipo de alimentação (RUTHERFORD et al., 2011), e o outro sistema suplementar a mamada, onde os leitões tem acesso ao leite da fêmea e ao sucedâneo. O objetivo dessa estratégia é facilitar o aleitamento dos leitões excedentes ou de baixa viabilidade, que provavelmente morreriam se mantidas condições normais ao pé da fêmea (BAXTER et al., 2013).

O desempenho dos leitões suplementados é um questionamento quando essa estratégia é adotada. Porém, Pustal et al. (2015) avaliaram leitegadas com um leitão excedente que eram suplementados e leitegadas com o mesmo número de leitões/tetos não suplementadas. O peso ao desmame, ganho de peso médio diário não foi afetado independente do grupo. O número de leitões desmamados diferiu entre os grupos, sendo maior para o grupo suplementado em relação ao grupo controle (13,47 vs. 12,36, respectivamente) e a taxa de mortalidade não foi afetada. No entanto, a diferença para um maior número de desmamados no grupo suplementado é justificada pelo fato deste grupo apresentar um leitão a mais na leitegada e a taxa de mortalidade não diferir entre os grupos. Neste estudo, o fornecimento do leite suplementar permitiu que fêmeas amamentassem e desmamassem maior número de leitões. Ainda Douglas, Edwards e Kyriazakis (2014), observaram que leitegadas de baixo peso ao nascer (< 1,25 kg) suplementadas com sucedâneo de leite ingeriram significativamente mais leite suplementar que leitegadas de alto peso ao nascer (1,6 kg – 2,0 kg). Além disso, as leitegadas de baixo peso ao nascer apresentaram 500 g a mais ao desmame comparado a leitegadas com alto peso ao nascer. Em contraste Schmitt et al. (2019a), avaliaram leitegadas mantidas no *deck* (nutridas apenas com leite artificial) após sete dias de vida e leitegadas mantidas com a fêmea até o desmame

(nutridas apenas com o leite da fêmea). Foi avaliado que leitegadas do aleitamento artificial obtiveram menor peso ao desmame em relação a leitegadas mantidas com a fêmea (6,53 vs. 7,97, respectivamente), provavelmente pela mudança de dieta e estresse a separação da fêmea (SCHMITT et al., 2019a).

O aleitamento artificial busca reduzir as competições entre os leitões em leitegadas numerosas, podendo ser uma boa estratégia para melhorar o bem-estar dos animais (KOBEEK-JELDAGER et al., 2021). De acordo com Pustal et al. (2015), leitegadas suplementadas apresentam menos sinais de lesões faciais em relação a leitegadas não suplementadas. A principal hipótese é que o acesso ao sucedâneo de leite, reduz a competição por tetos, diminuindo o número de brigas no momento da mamada e reduzindo conseqüentemente o número de lesões (PUSTAL et al., 2015). Além disso, a suplementação pode ser uma estratégia nos períodos mais quentes do ano, visto que as fêmeas reduzem a produção de leite e a ingestão do sucedâneo do leite aumenta (MILLER et al., 2012). Em contraste, no estudo de Schmitt et al. (2019a), ao utilizar os *decks* para aleitamento artificial, foi observado aumento da ocorrência de comportamento de *belly-nosing*, além de mordeduras na orelha e cauda de outros leitões.

Além disso, a suplementação de leitões com sucedâneo de leite tendeu a aumentar a ocorrência de diarreia (PUSTAL et al., 2015). Esses dados corroboram com Dewey et al. (1995), ao observarem que o fornecimento do sucedâneo do leite aos leitões aumentou a morbidade de diarreia, provavelmente por apresentar menor valor nutricional (KOBEEK-JELDAGER et al., 2020) e não possuir IgA (imunoglobulina A). Ainda, na utilização dos *decks*, ocorre a separação abrupta da mãe, mudanças no ambiente e alimentação. Essas mudanças são similares a fatores estressantes que ocorrem no desmame, podendo prejudicar o bem-estar dos animais (LATHAM; MASON, 2008; BAXTER et al., 2013).

#### 2.4.3 Equalização de leitegadas

A equalização é uma estratégia geralmente utilizada para igualar o número de leitões ao de tetos da fêmea e diminuir a variabilidade de peso da leitegada (NEAL; IRVIN, 1991; ROBERT; MARTINEAU, 2001; ALEXOPOULOS et al., 2018). Quando realizada corretamente, a equalização reduz a competição entre os leitões e melhora a taxa de sobrevivência dos mesmos (VANDE POL et al., 2021b). Além disso, pode reduzir futuras intervenções com esses leitões que poderiam sofrer ou não sobreviver se mantidos em leitegadas numerosas. De acordo com a literatura, o manejo da equalização das leitegadas é

utilizado desde a década de 80, ou seja, a mais de 40 anos (MERSMANN et al., 1984). No passado o número total de leitões nascidos vivos era menor, tornando menos desafiador o manejo de equalização. A hiperprolificidade observada nas matrizes atualmente impôs maiores desafios e exige aprimoramentos na técnica de equalização.

Na prática, a equalização de leitegadas pode ser realizada de diferentes maneiras: padronizando o peso dos leitões, separando leitões de sexos diferentes, transferindo apenas leitões de baixo peso ao nascer para outras leitegadas ou transferindo apenas leitões excedentes (BAXTER et al., 2013). As estratégias mais comumente utilizadas são a equalização de acordo com o número de tetos funcionais e/ou de acordo com o peso dos leitões (BAXTER et al., 2013). A finalidade da equalização de leitegadas é permitir que todos os leitões tenham acesso ao teto, sendo capazes de mamar e se desenvolverem, além de reduzir a variabilidade de peso da leitegada (STRAW; DEWEY; BÜRGI, 1998; BAXTER et al., 2013). Porém, de acordo com McCaw (2000) somente 15% do total de leitões/leitegada devem ser transferidos para outra fêmea.

A equalização de leitegadas é uma ótima abordagem, no entanto, também traz consigo várias limitações. Este manejo aumenta os custos com mão de obra e deve ser realizado em uma janela de tempo ideal de até 24 horas após o final do parto (MCCAW, 2000; BIERHALS et al., 2010). A transferência tardia gera maior disputa e estresse, considerando que os leitões já definiram os tetos de mamada (DE PASSILLE; RUSHEN; HARTSOCK, 1988). De acordo com Zhang et al. (2021), leitões que são transferidos tardiamente (sete dias de vida) tem impactos negativos no desempenho e na fidelização dos tetos. Além disso, segundo McCaw (2000) movimentações de leitões dentro da janela ideal diminuem a disseminação de patógenos. Porém, essa transferência também não deve ser realizada logo após o parto. Segundo Bandrick et al. (2011), os leitões devem ser mantidos em suas mães biológicas por pelo menos 12 horas após o nascimento para que consigam ingerir o colostro e adquirir anticorpos. Sendo importante considerar a ingestão mínima de 200g de colostro para que as chances de sobrevivência sejam maiores (DEVILLERS; LE DIVIDICH; PRUNIER, 2011). Ainda, é importante o leitão ingerir colostro nas primeiras 24 horas após ao parto, principalmente para absorver IgG (imunoglobulina G) antes do fechamento intestinal que ocorre por volta das 24 horas. A partir deste momento não há mais transporte de imunoglobulinas para a circulação do leitão. Em contrapartida, recentemente Biebaut et al. (2021) observaram que é possível os leitões absorverem células imunes de suas mães adotivas. Sendo assim, os autores relatam que a



equalização não influenciou na transferência de imunidade celular, independente do momento que foi realizada a equalização.

Alguns pontos são importantes na equalização de leitegadas como origem dos leitões, peso dos leitões e número de leitões. Em relação a origem dos leitões, nem sempre todos os leitões são transferidos para outra fêmea, muitas vezes alguns permanecem com sua mãe biológica. Esses leitões podem ser beneficiados por não passarem pelo estresse da separação, apesar de já estarem no processo de definição do teto (BIERHALS et al., 2010). Heim et al. (2012), avaliaram três tipos de equalização de acordo com a origem dos leitões: 100% biológicos, 100% adotados e 50% biológicos com 50% adotados. Os autores observaram que se o manejo for realizado dentro do período ideal, o desempenho de leitões biológicos e adotados não diferem. Porém, no dia um após a equalização o número de disputas por tetos foi menor para leitões biológicos. No entanto, ao longo da lactação não houve diferença significativa para a ocorrência de disputas. Nesse mesmo sentido Bierhals et al. (2011), também avaliaram leitões equalizados de acordo com a origem (biológicos × adotados). Não houve efeito no desempenho entre leitões biológicos e adotados, desde que sejam amamentados em mães da mesma ordem de parto. Os leitões biológicos e/ou adotados apresentavam maior peso ao desmame quando amamentados em fêmeas de paridade cinco em relação a fêmeas primíparas. A questão de número de disputas por tetos não foi abordada neste trabalho. Mas de acordo com Heim et al. (2012), quando os leitões são adotados podem apresentar maior número de disputas por tetos, justamente por serem transferidos para outra mãe, onde há estresse e quando muitas vezes os leitões residentes já definiram seus tetos.

Outro cuidado é em relação ao peso dos leitões no momento da transferência. A faixa de peso dos leitões a serem equalizados ainda é controverso. De acordo com Souza et al. (2014), quando leitões leves são equalizados com leitões pesados ou médios, os leves perdem mais mamadas. Além disso, leitões leves apresentam maior mortalidade quando equalizados com leitões pesados, e ao desmame os leitões leves continuam mais leves em relação a leitões de médio e alto peso. Alguns estudos observaram que quando equalizamos leitegadas somente com leitões leves, o desempenho e índices de sobrevivência são melhores (HUTING et al., 2017; VANDE POL et al., 2021a). Huting et al. (2017), avaliou leitegadas uniformes e mistas de acordo com o peso dos leitões (leves ou pesados). Ao desmame os leitões leves em leitegadas mistas apresentaram menor peso em relação a leitegadas uniformes (6,93 kg vs. 7,37 kg, respectivamente). No entanto, os leitões pesados tiveram um desempenho melhor em leitegadas

mistas (8,93 kg vs. 7,96 kg, respectivamente). Reduzir a variação do peso dentro das leitegadas foi benéfico para leitões leves, mas não para leitões pesados.

Essa variação do peso se torna mais evidente em leitegadas maiores. Leitegadas com alto coeficiente de variação apresentam maior mortalidade até o desmame quando comparadas com leitegadas de baixo coeficiente de variação (ZINDOVE et al., 2013). Nesse mesmo sentido, Vande Pol et al. (2021a) avaliaram leitegadas 100% adotadas com pesos uniformes (apenas leitões leves, médios ou pesados) e leitegadas mistas (leves com médios, médios com pesados e leves com médios e pesados). Foi observado que o desempenho dos leitões leves é melhor quando uniformizados com leitões da mesma classe de peso. Além disso, leitões pesados possuem um crescimento e mortalidade melhores quando uniformizados com leitões leves, médios e pesados, ou seja, leitegadas mistas. Portanto, o aumento da variação de peso das leitegadas pode impactar no crescimento e desenvolvimento dos leitões (VANDE POL et al., 2021a).

Outro ponto importante é o número de leitões. Quando o número de leitões nascidos vivos excede o número de tetos funcionais, esses leitões são removidos para outra fêmea (ALEXOPOULOS et al., 2018). Grande parte dos estudos envolvendo equalização de leitegadas utilizam o mesmo número de leitões (BIERHALS et al., 2011; HEIM et al., 2012; VANDE POL et al., 2021a), sendo recomendado considerar o número de tetos funcionais da fêmea afim de garantir melhor desempenho dos leitões (TROST et al., 2022). Essa estratégia facilita para os leitões presentes o acesso a um teto viável, conseguindo assim o acesso ao colostro e/ou leite (BAXTER et al., 2013).

A equalização de leitegadas é um dos manejos mais empregados e consolidados mundialmente. Em contrapartida, é necessário ainda explorar estratégias de manejo que visam equalizar leitegadas numerosas, visto que a tendência mundial é aumentar ainda mais o número de nascidos vivos. Nesse sentido, é importante verificar oportunidades que buscam utilizar leitões excedentes ao número funcional de tetos da fêmea em diferentes classes de peso. Além da utilização de leitegadas biológicas, evitando maior movimentação de leitões e consequentemente transmissão de patógenos, além de otimizar a mão-de-obra. Fundamental para essas condições observar os impactos no desempenho e bem-estar dos leitões e das matrizes.

## **2.5 Impacto de leitões excedentes sobre a fêmea suína e leitões**

Leitegadas com leitões excedentes geram uma demanda metabólica maior por parte da fêmea, para conseguir produzir a quantidade de leite necessária (KEMP; DA SILVA; SOEDE, 2018; COSTERMANS et al., 2020). No entanto, nem sempre as fêmeas modernas conseguem compensar a demanda metabólica, o que impacta negativamente na condição corporal das fêmeas no período de lactação (STRATHE; BRUUN; HANSEN, 2017). Além disso, de acordo com Sasaki et al. (2022), o excesso de leitões pode impactar também o desempenho subsequente das fêmeas. Fêmeas com mais leitões apresentaram menor taxa de parto e redução de nascidos vivos no parto subsequente. Em contraste, o intervalo desmame-estro não foi significativamente diferente entre os grupos (SASAKI et al., 2022). Sendo assim, um maior número de leitões mamando poderiam predispor a fêmea ao balanço energético e falha reprodutiva subsequente (AREND et al., 2022).

O excesso de leitões na leitegada também pode impactar no crescimento e desempenho dos leitões. Quando a leitegada apresenta leitões excedentes em relação ao número de tetos observa-se maiores taxas de mortalidade (VANDE POL et al., 2021b). Devido a leitegadas numerosas apresentarem mais leitões de baixo peso ao nascimento, maior variação de peso, dificultando o acesso ao teto e na disputa por tetos (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001; BAXTER et al., 2013; VANDEN HOLE et al., 2018). Vande Pol et al. (2021b), observou que leitegadas com dois leitões a menos que o número de tetos tendeu a apresentar maior peso ao desmame, em relação a leitegadas com o mesmo número de leitões e tetos e com dois leitões excedentes (6,17 kg, 5,86 kg e 5,84 kg, respectivamente).

Em contrapartida, Vande Pol et al. (2021b) observou que leitegadas com leitões excedentes apresentaram maior número de leitões desmamados em relação a leitegadas com o mesmo número de leitões e tetos (13,3 vs. 12,6, respectivamente). Sasaki et al. (2022), observaram resultados semelhantes ao de Vande Pol et al. (2021b), em relação ao número de desmamados quando mantiveram até dois leitões excedentes ao número de tetos funcionais da fêmea. Nesse mesmo sentido, observação em estudo prático não indicou diferença estatística no número de leitões desmamados e no peso da leitegada ao desmame quando mantido um leitão excedente nas fêmeas (Danish Pig Research Center, 2020). Além disso, Kobek-Kjeldager et al. (2021) avaliaram leitegadas com o mesmo número de leitões e tetos ou com leitões excedentes alojadas em gaiolas ou não e com/sem o fornecimento de sucedâneo de leite. Os autores observaram que leitegadas com leitões excedentes e alojadas em gaiola apresentaram maior número de leitões desmamados em relação aos demais grupos. Além disso, esse aumento de leitões desmamados foi maior para leitões suplementados. Ou seja, uma alternativa para

leitegadas numerosas seria conciliar uma suplementação adicional (KOBEEK-KJELDAGER et al., 2021). Os resultados com o uso de leitões excedentes, sugerem oportunidades de melhor aproveitamento da fêmea, menor custo por animal produzido e maior número de leitões desmamados/fêmea/ano.

Poucos são os estudos que avaliam o impacto de leitões excedentes sobre a fêmea e a leitegada e muitas são questões a serem respondidas ainda. Qual o impacto na perda de condição corporal da fêmea suína? O impacto na perda de tetos ao longo da lactação, podendo ser ocasionado pelas disputas entre os leitões, e como será a retomada de atividade cíclica de fêmeas com leitões excedentes? Além disso, seria possível desmamar mais leitões que tetos, independente da classe de peso? Leitegadas com leitões excedentes teriam um desempenho e sobrevivência adequados? E como seria o comportamento de leitegadas com leitões excedentes, em relação a lesões corporais e comportamento de mamada? Visto isso, é necessário explorar melhor essa estratégia de equalização envolvendo leitões excedentes ao número funcional de tetos.

### **3. ARTIGO CIENTÍFICO**

ARTIGO À SER SUBMETIDO

1            ***Performance of sows and litters with different weights equalized with one surplus***  
2            ***piglet in relation to the functional number of teats***

3            *Laura dos Santos<sup>a</sup>, Gabriela Piovesan Zanin<sup>a</sup>, Ana Paula Gonçalves Mellagi<sup>a</sup>, Fernando*  
4            *Pandolfo Bortolozzo<sup>a</sup>, Rafael da Rosa Ulguim<sup>a</sup>*

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

7            **Abstract**

8            The present study evaluated the effects of equalization of litters of different weights and number  
9            of piglets in relation to functional teats on the performance of sows and piglets during lactation.  
10           The litters (n = 183) were distributed in a 2×2 factorial experiment, including the weight of the  
11           litters (Light: 0.955 – 1.289 kg and Heavy: ≥1.399 – 1.935 kg) and the number of  
12           piglets/functional teats (EQUAL and EXC+1 ), forming four groups: Light EQUAL (light litters  
13           with the same number of piglets and functional teats); Light EXC+1 (light litters with a piglet  
14           exceeding the number of functional teats); EQUAL heavy (heavy litters with the same number  
15           of piglets and functional teats); Heavy EXC+1 (heavy litters with a piglet exceeding the number  
16           of functional teats. Evaluations of the sow's body condition, number of teats, and lesions in the  
17           mammary complex were performed. The piglets were weighed and evaluated for face, body,  
18           and joint injuries. A subgroup (n=21 litters) was assessed for a 24 h period after equalization  
19           and at D5 for behavioral assessments. Analyzes were performed by SAS software using the  
20           GLIMMIX procedure. Continuous variables were compared using the Tukey-Kramer test, and  
21           frequency variables were analyzed considering binomial distribution. Females lost more caliper  
22           units in heavy litters (-0.39; P = 0.05). The number of functional teats did not differ between  
23           groups throughout lactation, however, sows in the EXC+1 group had fewer idle teats throughout  
24           lactation (P ≤ 0.04). Females with heavy litters scored more severe lesions in the mammary  
25           complex at D5 and D20 (P ≤ 0.02). The litter performance parameters during lactation did not  
26           show differences in the number of piglets/functional teats. Heavy litters had higher weaning  
27           weight and ADG than light litters. On day 20 of lactation, there was no difference in total  
28           number of piglets weaned in the different categories of litter weight, number of piglets by  
29           functional teats, or their interaction (P = 0.08). No differences were observed for pre-weaning  
30           piglet mortality (P ≥ 0.60). However, the percentage of pre-weaning removal of piglets was  
31           higher for EXC+1 than EQUAL litters (P < 0.01). Facial, body and joint injuries were observed  
32           more frequently in heavy litters, regardless of the number of piglets/functional teats. Piglets

33 with an additional piglet had a higher number of teat fights on day 1 ( $P = 0.04$ ), not differing  
34 for day 5 ( $P \geq 0.35$ ). In conclusion, sows with a piglet exceeding the functional number of teats  
35 tend to wean a greater number of piglets, however, with a higher pre-weaning removal rate.  
36 Including surplus piglets did not affect piglet performance and mortality, regardless of litter  
37 weight at the time of equalization.

38

39 Keywords: cross-fostering; lesion; nursing; hyperprolificacy; survival.

40

### 41 **3.1 Introduction**

42 In the last 13 years, there has been an increase of 4.5 total number of piglets born per  
43 litter (Tokach et al., 2019). The challenge in this situation is providing piglets access to teats,  
44 ensuring colostrum and milk intake during nursing (Baxter et al., 2013). Female pigs generally  
45 have between 13 and 15 functional teats (Earnhardt, 2019; Kim et al., 2005; Lundeheim et al.,  
46 2013). However, nowadays it is estimated a relevant percentage of sows with a greater number  
47 of piglets in relation to the functional teats. Cross-fostering is a management practice used in  
48 farms to homogenize litters, especially when the number of piglets born alive exceeds the  
49 number of available teats/sow (Alexopoulos et al., 2018). This practice enables better access to  
50 teats, reducing mortality and improving pre-weaning survival rates (Heim et al., 2012).  
51 Additional, alternatives to accommodate the largest number of piglets in relation to the  
52 functional number of teats are usually based on the use of the nurse sows and artificial  
53 supplementation (Kobek-Kjeldager et al., 2020; Schmitt et al., 2019).

54 There is no standardized recommendation for equalizing piglets into the litter, but  
55 different models were evaluated, always considering the use of the same number of piglets and  
56 functional teats (Bierhals et al., 2011; Heim et al., 2012; Robert and Martineau, 2001). Few  
57 studies have evaluated the impact of using supernumerary piglets in relation to the functional  
58 number of teats (Kobek-Kjeldager et al., 2021; Sasaki et al., 2022; Vande Pol et al., 2021b).  
59 According to Vande Pol et al. (2021b), adding two piglets in relation to the number of functional  
60 teats and pre-weaning survival of piglets was impaired. On the other hand, the authors observed  
61 that litters with surplus piglets had a higher number of weaned piglets than litters with the same  
62 number of piglets and teats. The previously mentioned study was carried out in 100% adopted  
63 litters, and the weights at the time of equalization were similar.

64 In this sense, no study evaluated the different weights of litters in groups with exceeding  
65 piglets. Different litter weights using the same number of piglets and teats are most studied.

66 Equalization of light with heavy or medium piglets promoted loss of nursing by light piglets,  
67 and this category did remain lighter at weaning (Souza et al., 2014). Light piglets equalized  
68 with other weight categories had a lower weaning weight than light piglets equalized in litters  
69 with the same weight (Huting et al., 2017; Vande Pol et al., 2021a). However, heavy piglets  
70 performed better in mixed litters (Huting et al., 2017). In addition, heavy piglets have better  
71 growth and reduced mortality when equalized with light, medium, and heavy piglets, that is,  
72 mixed litters. Therefore, the increase in litter weight variation can impact the growth and  
73 development of piglets (Vande Pol et al., 2021a).

74 In a practical condition for avoiding excessive piglet movement among litters, removing  
75 only exceeded piglets is used to maintain biological litters. This management reduces the  
76 transmission of the pathogens, allowing similar productive performance in cross-fostering  
77 (Heim et al., 2012; Mccaw, 2000). In this case, using supernumerary piglets in biological litters  
78 could reduce the removals and the movement of piglets for new litters. For this reason, the  
79 current study aimed to evaluate the effects of equalization of biological litters with different  
80 weight and number of piglets in relation to functional teats on the performance of sows and  
81 piglets during the lactation phase. We hypothesize that (i) the equalization of biological litters  
82 with a piglet exceeding the functional number of teats presents satisfactory litter performance,  
83 (ii) litter performance during lactation using supernumerary piglets is affected by litter weight  
84 at equalization (iii) the maintenance of supernumerary piglets to the functional number of teats  
85 will not affect the female's body condition and weaning-estrus interval.

86

## 87 **3.2 Material and methods**

88 The Institutional Animal Care and Use Committee of the Federal University of Rio  
89 Grande do Sul (CEUA-UFRGS) approved the protocols used in this experiment according to  
90 the process 42828.

91

### 92 **3.2.1 Animals, housing and feeding**

93 This study was conducted on a commercial breeding-to-weaning farm with  
94 approximately 6.000 sows north of Santa Catarina State (Brazil). A total of 183 pluriparous  
95 sows (Landrace × Large White; Agroceres PIC Camborough<sup>®</sup>) were used during nine weeks  
96 (summer and early fall season).

97 On day 113 of gestation, sows were moved to farrowing rooms and individually  
98 housed in crates with a slatted floor (2.4 × 0.43 m). During maternity, a standard corn and soy-



99 based diet (3.370 Mcal ME per kg, 17.84% crude protein, and 1.05% digestible lysine) was fed  
100 to all treated sows. The feeding protocol was 2 kg/d from placement until expected farrowing,  
101 and after farrowing and during the lactation period, the sows were fed ad libitum. Water was  
102 available ad libitum throughout the whole experimental period.

### 104 3.2.2 Experimental design

105 The sows and their litters were selected after the farrowing according to the following  
106 characteristics: body condition score - BCS (2–4; Young et al., 2004); parity (2–6); piglets born  
107 alive ( $\geq 14$ ) and number of functional teats (14, 15 and 16). Teat functionality score was  
108 determined for all sows on the day that treatment started, where: 1 - functional and ideal,  
109 elongated and pointed with no visible defects; 2 - functional, but not ideal, not as elongated, but  
110 with no visible defects; 3 - nonfunctional, the teat was severely damaged or visibly defective  
111 (Vande Pol et al., 2021b). Furthermore, the teat was considered functional when it produced  
112 milk, it was elongated, pointed with no visual defects, and can be suckled by the piglet (Arend  
113 et al., 2023).

114 This study was conducted in a  $2 \times 2$  factorial design, being the factors: the litter weight  
115 category: **Light** (litters average weight 0.955 – 1.289 kg) and **Heavy** (litters average weight  $\geq$   
116 1.399 – 1.935 kg) and the number of piglets in the litter in relation to the functional teats:  
117 **EQUAL** (same number of piglets and functional teats) and **EXC+1** (one additional piglet in  
118 relation to the number of functional teats). Only biological piglets (n=2.783) were maintained  
119 in the litters, and all of them were individually weighted and identified by ear tags at the time  
120 of equalization. The study did not use piglets weighing  $< 0.70$  kg or considered nonviable. The  
121 coefficient of variation (CV) of litter birth weight was 12 to 25% and used to randomize litters  
122 among evaluation groups. The litters were distributed among evaluation groups between 6 to  
123 16 hours after farrowing ( $8.2 \pm 0.2$  hours). After equalization, dead or removed piglets were not  
124 replaced.

125 All piglets received an intramuscular injection (IM) of iron-dextran glucoheptonate (1  
126 mL IM; MS FerroSafe, MS Schippers, Brazil) until the third day of life. Piglets did not receive  
127 *creep feeding* during the lactational period. At weaning, the piglets received an inactivated  
128 vaccine against Circovirus type 2 and *Mycoplasma hyopneumoniae* (2 mL IM; Porcilis<sup>®</sup> PCV  
129 M Hyo, MSD Animal Health).

130

### 131 3.2.3 Data collection and measurements

132 The sows body condition score, caliper, and backfat thickness (BF) measurements were  
133 performed on the day treatments started (day 0) and at day 20 of lactation. The BF was measured  
134 on both sides of the body (right and left) at point P2 (last rib and 6.5 cm below the dorsal  
135 midline) (Roongsitthichai and Tummaruk, 2014) at the same moments. The measurement was  
136 performed using ultrasound (model A6V, SonoScape, Shenzhen, China) and a linear transducer  
137 (model 6761V, 3-5 MHz, SonoScape, Shenzhen, China).

138 The sows were scored for udder and teats lesions on days 0, 5, and 20 in each udder  
139 region: anterior, middle, and posterior. Sows were examined in their farrowing crates and  
140 scored according to described by Gallois et al. (2005), where: 0 - no wounding, 1 - one or two  
141 superficial scratches not penetrating the full derma thickness, 2 - more than three superficial  
142 scratches, 3 - superficial scratches, and less than three deeper wounds, 4 - superficial scratches  
143 and more than three deeper wounds, 5 - deep and large wounds (laceration), and 6 - deep and  
144 infected wounds.

145 The piglets were individually weighed at the litter distribution into the evaluation groups  
146 (day 0), day 5, and day 20 using a 10g precision digital scale balance (Prix 3 Fit, Toledo do  
147 Brasil®). Therefore, the weight and average daily gain (ADG) were calculated at different  
148 periods. At the same moments, injuries in individual piglets were assessed, including face,  
149 body, and joints. The scores for injuries on the face and body were adapted based on Camerlink  
150 et al. (2018), where: no lesions - no injuries or scratches; superficial - small lesions that do not  
151 penetrate the dermis or superficial scratches; severe - deep injuries, going penetrating the dermis  
152 or many scratches. Additionally, the scores used for joint injuries KilBride et al. (2009) were:  
153 no lesions - no injury; superficial - <25% of the joint/dermis injured; moderate - 25-50% of the  
154 joint/dermis injured; severe - >50% of joint/dermis injured.

155 The occurrence of mortality and piglet removal were recorded daily. Mortality up to the  
156 time of equalization was not accounted. Necropsies were performed to determine the cause of  
157 death. Piglets removed were those with low viability, severe injuries, and failure to develop.

158

### 159 3.2.4 Litters video recording

160 In a subgroup of litters (n=21), video recording was performed 24 hours after  
161 distribution among groups of evaluation (day 0) and on the fifth day of lactation. Cameras were  
162 used (Intelbrás VHD1120B – G2 HDCVI, with 720p HD resolution, 1/4 sensor, and 2.8 mm  
163 lens) linked to a video recorder (DVR – Intelbrás Série 1016 G2, with 16 channels). The videos

164 were watched through the Intelbrás Media Player program. During video evaluation, piglets  
165 were recognized by numbered markings on their back for their identification. Based on  
166 identifying individual piglets in each event of suckling, we analyzed which animals repeatedly  
167 lost events of suckling during 24 hours at day 0 and 5 of lactation. In this case, we considered  
168 piglets that lost one, twice, three, four, and more than five times the suckling in each evaluated  
169 period.

170 Piglets that started the pre-ejection stimulation massage and stopped the stimulation  
171 only after the end of milk ejection were considered as complete suckling. The start of the pre-  
172 ejection massage was considered when more than half of the piglets were actively stimulating  
173 and manipulating the udder. The moment of milk ejection was considered when more than half  
174 of the piglets were actively stimulating the udder and suckling intensively for about 15 s without  
175 interspersing teat massage or moving around. The end of post-ejection stimulation was  
176 established when more than half of the litter had left the udder or was inactive next to it (Barber  
177 et al., 1955; Fraser, 1980).

178 A fight, aggressive behavior was considered to contact (including head knocks and  
179 biting), a displacement event with physical contact, or any shoulder knock at the teat or  
180 anywhere on the cage. The beginning of a fight was recorded when one piglet attacked another  
181 for at least 3 s. The end of a fight was established when piglets remained separated for at least  
182 3 s. Teat disputes were considered when two or three piglets competed for teats by head-banging  
183 and biting for at least 3 s (Heim et al., 2012).

184

### 185 **3.3 Statistical analysis**

186 All statistical analyzes were performed using the Statistical Analysis System - SAS®  
187 9.4 (SAS Institute Inc., Cary, NC, USA). The litter was used as an experimental unit for all  
188 variables related to litters. The GLIMMIX procedure included the weight class of litters and  
189 piglets by functional teats and their interaction as a fixed effect. The week was included as a  
190 random effect, and the number of teats was the covariate. Comparisons of means by the Tukey-  
191 Kramer test were used for continuous variables. The frequency variables were analyzed  
192 considering a binomial distribution. The udder lesion score was also analyzed, considering a  
193 multinomial distribution and identifying the odds ratio for high lesion scores among groups.  
194 The injuries in the face, body, and joint were analyzed for each severity score based on the  
195 number of piglets with lesions in relation to the total number of piglets in the litter (binomial  
196 distribution) for each evaluation day. The number of nursing and interval of nursing have

197 considered the count of suckling events during 24 hours into the litter. The percentage of piglets  
198 with complete nursing number of teat disputes and fights used each event of suckling as the  
199 observation to be evaluated. For complete nursings, a calculation was made of the percentage  
200 of piglets that were completely nursed (number of piglets that had a complete nursing/number  
201 of piglets present in the litter). The repeatability of missed nursing was evaluated through the  
202 number of piglets/litter that did not repeat the missed nursing or repeated one, two, three, four  
203  $\geq$  five times the missed nursing. Results are expressed as least square (LS) means  $\pm$  standard  
204 error of the mean (SEM) or percentages. Weight class of litters and piglets by functional teats  
205 were individually compared when interaction was not statistically significant. Differences with  
206  $P \leq 0.05$  were considered statistically significant, and  $P < 0.10$  were considered a tendency.

207

### 208 **3.4 Results**

209

#### 210 3.4.1 Sow measures

211 There were no differences among groups of evaluation ( $P \geq 0.10$ ) on parity ( $3.61 \pm 0.09$ ),  
212 BCS ( $2.83 \pm 0.03$ ), caliper unit ( $10.07 \pm 0.16$ ), BF ( $11.30 \pm 0.18$  mm), number of functional  
213 teats ( $14.72 \pm 0.05$ ) and in the interval between the end of farrowing and the equalization of  
214 litters to start the treatments ( $8.24 \pm 0.22$  h).

215 Differences in the overall mean on BCS ( $2.83 \pm 0.03$ ), caliper unit ( $9.91 \pm 0.16$ ) and BF  
216 ( $11.30 \pm 0.18$ ) were also not observed at 20 days of lactation for the different weight class of  
217 litters, number of piglets/functional teats or their interaction ( $P \geq 0.06$ ). Furthermore, the sows  
218 caliper loss was slightly higher for those heavy nursing litters than light litters ( $P = 0.05$ ), but  
219 this difference was not observed for EQUAL or EXC+1 (Table 1). The BCS and the BF loss  
220 were not affected by different groups ( $P \geq 0.10$ ). The number and percentage of functional teats  
221 in the sows throughout lactation and the weaning-estrus interval were not affected by weight  
222 class, number of piglet by functional teats, or their interaction ( $P \geq 0.10$ ; Table 1).

223 Regarding the udder and teats lesions, a higher percentage of sows had more severe  
224 lesions in all parts of the udder in the heavy litters than light litters ( $P = 0.05$ ) at day 5 of lactation  
225 (Fig.1S). Sows nursing heavy litters had an odds ratio of 2.05 for more severe lesions in the  
226 anterior part of the udder than light litters at day 5 of lactation. These differences were not  
227 observed for different number of piglets in relation to the functional teats. The same happened  
228 for the middle and posterior parts of the mammary gland, with an odds ratio of 2.37 and 1.79  
229 for more severe injuries in heavy than light litters, respectively (Fig.1S). On day 20, a higher

230 percentage of sows also had more severe lesions in the anterior part of the mammary gland  
231 when nursed heavy litters than light litters ( $P = 0.01$ ). Sows nursing heavy litters had an odds  
232 ratio of 2.35 for severe injuries in the anterior part of mammary glands than light litters. These  
233 differences were not observed for different number of piglets in relation to the functional teats  
234 and the middle part of the mammary gland. The posterior part of the mammary gland had an  
235 odds ratio of 1.67 for more severe injuries in heavy than light litters, respectively (Fig.1S).

236

### 237 3.4.2 Litter measures

238 The piglets in heavy litters were, on average 0.33 kg heavier than light litters ( $P < 0.01$ )  
239 at equalization, but the average of litter weight was not different between litters with EQUAL  
240 or EXC+1 ( $P = 0.25$ ). The total litter weight was higher for heavy litters and for litters with  
241 EXC+1 compared with light litters and use of the EQUAL number of piglets and functional  
242 teats at equalization, respectively (Table 2). These differences remained similar on days 5 and  
243 20 of lactation for heavy compared to light litters. However, at days 5 and 20 of lactation, the  
244 total litter weight did not differ regardless of the use of EQUAL or EXC+1 (Table 2). The total  
245 litter weight gain on day 5 and 20 did not differ between groups ( $P = 0.07$ ; Table 2). The ADG  
246 until 5 days of lactation was not different regardless of the evaluated group ( $P \geq 0.15$ ). However,  
247 ADG until 20 days of lactation was higher for heavy compared to light litters ( $P < 0.01$ ) with  
248 no differences ( $P = 0.54$ ) between EQUAL and EXC+1 (Table 2). The weight coefficient of  
249 variation at equalization was slightly higher for light litters compared to heavy litters ( $P < 0.01$ ),  
250 with no difference for litters with the EQUAL compared to EXC+1 ( $P = 0.07$ ). On day 20, the  
251 coefficient of variation was not affected by classes of weight, number of piglets by functional  
252 teats, or their interaction ( $P \geq 0.24$ ; Table 2).

253 The heavy and light litters started with EQUAL number of piglets ( $P=0.95$ ). As  
254 expected, on average, one additional piglet was inserted at equalization in EXC+1 compared to  
255 EQUAL piglets by functional teats ( $P < 0.01$ ; Table 2). At day 20 of lactation, there was no  
256 difference in total number of piglets in the different categories of litter weight, number of piglets  
257 by functional teats, or their interaction ( $P = 0.08$ ; Table 2). Pre-weaning mortality or removals  
258 rate of piglets were not different for heavy or light litters (Table 2;  $P \geq 0.88$ ). However, the  
259 removals rate was higher ( $P < 0.01$ ) for EXC+1 compared to EQUAL piglets/functional teats,  
260 with no differences for mortality ( $P = 0.60$ ). The causes of death corresponded to 75.85% by  
261 crushing, starvation with 13.56% and other reasons with 10.59%. There was no interaction of  
262 litter weight and piglets/functional teats for litter size, pre-weaning mortality, or removals ( $P \geq$

263 0.10). In this sense, evaluating the differences between the number of piglets in relation to  
264 functional teats, the use of EXC+1 at equalization always had a better relation of piglets/teats  
265 throughout the lactation period (Figure 1). On day 3 of lactation, the group EXC+1 reaches the  
266 same number of piglets and functional teats. However, it is interesting to observe that the group  
267 EQUAL at day 3 had -0.7 piglets in relation to functional teats. At day 20 of lactation, the group  
268 EXC+1 continued to have a better relation of piglets, and functional teats ( $P = 0.04$ ) compared  
269 to the use of the EQUAL number of piglets and teats.

270 Face, body, and joint lesions on the day of equalization did not differ by weight class,  
271 number of piglets by functional teat, or interaction ( $P \geq 0.10$ ). Face lesions on day 5 showed an  
272 interaction ( $P = 0.01$ ) where heavy EQUAL litters had a higher percentage of piglets with  
273 superficial lesions than light EQUAL litters, with no differences from the other groups. Heavy  
274 litters had a higher percentage of piglets with severe lesions on the face at day 5 than light litters  
275 ( $P < 0.01$ ), regardless of the number of piglets/functional teats. On day 20, heavy litters had a  
276 higher percentage of piglets with superficial ( $P = 0.02$ ) and severe lesions ( $P = 0.01$ ) on the  
277 face, regardless of the number of piglets/functional teats. Body injuries were not affected by  
278 the classes of weight, number of piglets by functional teats, or their interaction at day 5 ( $P \geq$   
279  $0.11$ ). However, at day 20, heavy litters had a higher percentage of piglets with superficial ( $P =$   
280  $0.01$ ) and severe lesions ( $P < 0.01$ ) regardless of the number of piglets/functional teats.  
281 Regarding joint injuries, heavy litters had a higher percentage of superficial and severe injuries  
282 than light litters on day 5 ( $P < 0.01$ ). However, for moderate joint injuries, there was no  
283 significant difference at day 5 ( $P = 0.08$ ; Table 3). In addition, the heavy litters had a higher  
284 percentage of piglets with superficial joint injuries ( $P = 0.02$ ) at day 20 of lactation. There was  
285 no difference for moderate and severe joint injuries in the different categories of litter weight,  
286 number of piglets by functional teats, or their interaction ( $P = 0.07$ ; Table 3).

287 The total number of nursing and the interval between them on day 1 were not affected  
288 by the classes of weight, number of piglets by functional teats, or their interaction ( $P \geq 0.10$ ;  
289 Table 4). There was an interaction ( $P = 0.01$ ) for the number of nursings on day 5, where light  
290 EXC+1 litters and heavy EQUAL litters had a higher number of nursings compared to light  
291 EQUAL litters, and both of them did not differ from heavy EXC+1. The percentage of piglets  
292 with the complete suckling event was higher either for heavy and light with EQUAL number  
293 of piglets on day 1 post-farrowing compared to litters with EXC+1 (Table 4;  $P = 0.03$ ). On day  
294 5, the difference happened only for heavy EXC+1, which had a slightly lower ( $P < 0.01$ )  
295 percentage of piglets with complete suckling compared to other groups that did not differ. In

296 general, the loss of suckling events on days 1 and 5 was motivated respectively by piglets  
297 walking (57.43 and 33.70%), sleeping (28.99 and 42.12%), searching for a teat (13.22 and  
298 23.44%), or other reasons (0.36 and 0.73%). The number of teat disputes on day 1 was higher  
299 ( $P = 0.04$ ) for litters with EXC+1, regardless of the litter weight (Table 4). On day 5, the teat  
300 disputes were not affected by weight class, number of piglets by functional teats, or their  
301 interaction ( $P \geq 0.35$ ). The number of fights on day 1 and day 5 was also not affected by weight  
302 classes, number of piglets by functional teats, or their interaction ( $P \geq 0.12$ ; Table 4).

303 The number of piglets that never lost a suckling event 24 hours after the beginning of  
304 evaluation was not different among groups at day 1 ( $P \geq 0.18$ ). The piglets in litter EXC+1 were  
305 able to take turns during nursing events, and most of them only lost a maximum of one nursing  
306 session. The number of piglets that never lost a suckling event at day 5 of lactation was higher  
307 for EQUAL compared to EXC+1 litters ( $P = 0.04$ ) which also decreased the percentage of  
308 piglets that lost 1 suckling event in the EQUAL group compared to EXC+1 litters ( $P = 0.05$ ).  
309 However, differences were not observed when evaluating the percentage of piglets that lost 2,  
310 3, 4, or  $> 5$  suckling events ( $P \geq 0.31$ ; Figure 2).

311

### 312 **3.5 Discussion**

313 In the present study, weight-related performance indicators of biological litters were not  
314 affected when one piglet in relation to the number of teats was exceeded at equalization  
315 regardless of the average litter weight. Vande Pol et al. (2021b) observed that average piglet  
316 weight, total litter weight, and ADG at weaning were also not affected when adopted litters  
317 with the same weight were equalized with two piglets exceeding the number of teats and  
318 compared with litters with the same relation of piglets and teats. Even though the piglet weaning  
319 weight was not affected, mortality could be impacted by the challenge of accessing the teat  
320 when more piglets per litter are used.

321 In the present study, the mortality rate in litters with EXC+1 at equalization was similar  
322 to litters with the EQUAL number of piglets and teats, which was also observed by Vande Pol  
323 et al. (2021b) using two additional piglets. However, Vande Pol et al. (2021b) observed a  
324 numerical difference of 6.4% in piglet mortality, which is higher than that observed in the  
325 present study (0.6%) when one additional piglet was used. In contrast, EXC+1 in the litter  
326 resulted in a higher percentage of piglets removed until weaning, without interaction with the  
327 average litter weight at equalization. Thus, the lower percentage of piglets with complete  
328 nursing on days 1 and 5 of lactation can be associated with the removal rate increase. In this

329 sense, since milk is the primary source of energy for the development of piglets, uncompleted  
330 nursing can reduce the piglet growth rate (Souza et al., 2014; Valros et al., 2002), resulting in  
331 an increased removal rate. However, the number of nursing events and the interval between  
332 nursings did not precisely explain removals. It was not associated with litter performance,  
333 regardless of the number of piglets at equalization. Other factors that could be related to the  
334 removal rate are fights and teat disputes, but they were not determining conditions for  
335 explaining the piglet removals or even their performance in the present study, considering that  
336 the main differences in the percentage of injuries were essentially associated with weight at  
337 equalization and not with the number of piglets in relation to teats. In biological litters, teat  
338 disputes are smaller than in adopted litters, which tend to decrease throughout lactation due to  
339 familiarization with the female and environment (Heim et al., 2012).

340         Regarding the nursing events, it is interesting to observe on day 1 of lactation that there  
341 were no differences in the percentage of piglets that missed nursing events between the EQUAL  
342 and EXC+1 group. This is explained by the fact that, up to this moment, the suckling teats have  
343 not yet been defined (De Passille et al., 1988). Therefore, there may be a rotation of teats until  
344 the moment of definition. Opposed to that, on the fifth day of lactation, a higher percentage of  
345 piglets in the EQUAL litters did not lose nursing events compared to EXC+1 litters. However,  
346 most of the piglets in the EXC+1 group lose only one nursing event over the 24 hours which is  
347 possibly compensable in other nursing. According to Valros et al. (2002), each nursing event  
348 represents an opportunity for 5.12g of weight gain. In the present study, weight at day 5 of  
349 lactation and weaning were similar among groups which explain the capacity of piglets in  
350 avoiding the loss of nursing events.

351         Additionally, it should be noted that on day 3 of lactation, the EQUAL number of piglets  
352 and functional teats (counted at the time of equalization) was reached in the EXC+1 group due  
353 to piglet death and removals, consequently reducing the number of disputes for teats. This  
354 condition explains the increase in complete nursings between day 1 and day 5 and the absence  
355 of differences in litter weight performance during lactation. On the other hand, the EQUAL  
356 litters also had piglet losses in the first week of lactation that promoted vacant teats in relation  
357 to equalization, and this condition did not increase the weaning weight. The absence of a  
358 suckling stimulus in the mammary gland determines the involution and stops milk production  
359 (Farmer et al., 2012), which results in the loss of functional teats. Arend et al. (2023), observed  
360 1.8 more functional teats during lactation in females that nursed 15-16 piglets compared to  
361 those with 12 piglets. However, both groups lost 2.2 teats until weaning. In general, in the



362 present study, all groups lost approximately 10% of functional teats (~1.5 teats) during  
363 lactation, with no differences among groups. In addition, recent studies have reported that the  
364 average functional teats in commercial farms range from 14.4 to 14.7 (Vande Pol et al., 2021ab)  
365 with similar results observed in the present study of 14.7 functional teats in equalization.

366       Regarding lactational performance, litters with EXC+1 at equalization tended to wean  
367 +0.4 piglets compared to litters with EQUAL. The capacity for weaning +1.1 and +0.7 piglets  
368 than the number of functional teats at equalization was recently reported by Kobek-Kjeldager  
369 et al. (2021) and Vande Pol et al. (2021b), respectively, corroborating the results of this study  
370 and opening the possibility for optimizing the use of teats in swine females. Furthermore, from  
371 equalization until weaning, the EXC+1 and EQUAL groups lost 1.21 and 1.59 piglets in relation  
372 to the number of functional teats, respectively. This indicates the greater capacity for optimizing  
373 the sow's mammary gland, since fewer vacant teats exist. Indeed, it is necessary to consider  
374 strategies to reduce removals in further studies, as well as the best moment for removing piglets  
375 in litters equalized with additional piglets. In this way, reducing removals is essential because  
376 most piglets are expected to be weaned in nurse sows. However, the piglets removed from the  
377 evaluation groups were not followed up until weaning.

378       The management of adding one exceeding piglet at equalization did not impair the loss  
379 of caliper, BCS, and ET of the sows. It was expected that the increase in the metabolic demand  
380 for milk production in litters with surplus piglets could increase the mobilization of body  
381 reserves (Eissen et al., 2003). However, parity 2-7 sows associated with the loss of piglets until  
382 day 3 of lactation may have mitigated this condition, especially considering that primiparous  
383 sows are more sensitive to lactational catabolism (Arend et al., 2023; Quesnel et al., 2007).  
384 Also, lesions in the mammary complex were not affected by adding one exceeding piglet at  
385 equalization. This contrasts the observations indicating that larger litter sizes increase the risk  
386 and percentage of females with teat lesions at weaning (Hultén et al., 2003; Norring et al.,  
387 2006). The main impacts on females were related to the average litter weight at equalization.  
388 Females that nursed heavy litters had a slight loss of caliper units (-0.39). Heavier litters  
389 consume more colostrum/milk (Algers and Jensen, 1991; Bierhals et al., 2012; King et al.,  
390 1997), which can increase the metabolic demand. Additionally, more severe lesions on the  
391 mammary complex were observed on days 5 and 20 of lactation for those sows nursing heavy  
392 compared to light litters. The suckling intensity tends to be higher in heavier litters promoting  
393 fights and injuries in the mammary complex (Sørensen et al., 2016). Most teat disputes happen  
394 in the anterior portion of the mammary complex (De Passille and Rushen, 1989), where is

395 produced a greater amount of milk (Furtado et al., 2009; Kim et al., 2000), causing more severe  
396 injuries.

397         Heavy litters maintained greater weight throughout lactation compared to light litters. It  
398 is well known that high birth weight piglets will have higher weaning weight compared to low  
399 birth weight piglets (Huting et al., 2017; Souza et al., 2014; Vande Pol et al., 2021a), and heavy  
400 litters are associated with greater daily weight gain (Huting et al., 2017; Vande Pol et al.,  
401 2021a). In the present study, light litters had a higher percentage of piglets below 4.0 kg at  
402 weaning (14.4%) when compared to heavy litters (11.2%). Therefore, management strategies  
403 are necessary to reduce the percentage of piglets with low weight (Arend et al., 2023).  
404 Especially in cases of using supernumerary piglets, artificial supplementation can be considered  
405 an alternative to suckling (Kobek-Kjeldager et al., 2021).

406         Facial, body, and joint injuries cause discomfort to the animals and can serve as a  
407 gateway for opportunistic infectious agents (Penny et al., 1971; Robert and Martineau, 2001).  
408 Furthermore, they are commonly described in suckling piglets, since until the third day of life,  
409 they are competing to establish the teat order (De Passille et al., 1988; Fraser, 1975). Zoric et  
410 al. (2004) observed that 30% of piglets had facial lesions by the third day of life, and 89% had  
411 joint lesions. In the present study, most suckling piglets had superficial lesions on the face,  
412 body, and joints, especially in heavy litters on days 5 and 20 of lactation. The lesions severity  
413 on the face reduces throughout lactation (Zoric et al., 2004), increasing the percentage of  
414 superficial lesions. Losing piglets in the first week of lactation favors access to the teat, reducing  
415 disputes and facial injuries. A higher percentage of piglets with superficial and severe joint  
416 injuries was observed for heavy litters on day 5 and day 20, as this percentage was lower at  
417 weaning. However, especially in light litter, there was a slight increase in the percentage of  
418 severe injuries throughout lactation, probably caused by the friction of the skin with the abrasive  
419 floor during nursing (Zoric et al., 2004). The hypothesis for this difference observed in light  
420 litters is that the light piglets can spend more time massaging the sow's udder, consequently  
421 rubbing the skin longer on the floor. Furthermore, low birth weight piglets have less adipose  
422 tissue (Rehfeldt et al., 2012), which can facilitate the appearance of lesions. The same is  
423 observed for body injuries in which superficial and severe lesions increased significantly from  
424 day 5 to day 20 of lactation in light and heavy litters. However, the heavy litter still had a higher  
425 percentage of piglets with body injuries than the light litter. The numeric increase in the number  
426 of fights from day 1 to day 5 probably was maintained in the following days, justifying the  
427 occurrence of lesions at weaning. On day 1, piglets had a greater number of teat fights. On day

428 5, there was a numerically higher percentage of piglets not fighting by teat in the sow's  
429 mammary complex but fighting each other. However, the result is not statistically significant  
430 for both weight class and number of piglets at equalization time.

431 Few studies have investigated the relationship between supernumerary piglets and  
432 their influence on litter performance and survival, corporal condition, and subsequent  
433 reproductive performance of sows. In this sense, more studies should be carried out with more  
434 exceeding piglets and identify the factors associated with females' productive capacity. The  
435 tendency for weaning more piglets in litters with one additional piglet in relation to functional  
436 number of teats is an opportunity to optimize the females and reduce the use of nurse sows.  
437 However, since the use of additional piglets could compromise access to teats and lead to lower  
438 milk consumption which could eventually result in their removal, strategies such as the artificial  
439 supplementation of litter should be considered in further studies. The management of equalizing  
440 litters with a piglet excess of the female's functional number of teats is a promising strategy for  
441 hyperprolific herds, aiming to wean more piglets per female, consequently increasing the  
442 number of weaned/female/year.

443

### 444 **3.6 Conclusion**

445

446 The results of this study showed the opportunity for the inclusion of one exceeded  
447 piglet to the functional number of teats at the equalization of biological litters without affecting  
448 piglet performance and mortality, regardless of litter weight. However, one additional piglet  
449 impaired the percentage of piglets removed per litter up to weaning, with no differences in the  
450 average of weaned piglets per litter. In addition, sows with additional piglet had fewer vacant  
451 teats during lactation without compromising body condition and weaning-estrus interval.

452

### 453 **Funding**

454 This work was supported by the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível  
455 Superior – Brasil (CAPES).

456

### 457 **Acknowledgments**

458 The authors are grateful to Master Agroindustrial (Papanduva, Santa Catarina, Brazil)  
459 for their partnership.

460

461 **References**

- 462 Alexopoulos, J.G., Lines, D.S., Hallett, S., Plush, K.J., 2018. A Review of Success Factors for  
463 Piglet Fostering in Lactation. *Animals* 8, 38. <https://doi.org/10.3390/ANI8030038>
- 464 Algers, B., Jensen, P., 1991. Teat stimulation and milk production during early lactation in  
465 sows: Effects of continuous noise. *Can J Anim Sci* 71, 51–60.
- 466 Arend, L.S., Vinas, R.F., Silva, G.S., Lower, A.J., Connor, J.F., Knox, R. v, 2023. Effects of  
467 nursing a large litter and ovarian response to gonadotropins at weaning on subsequent fertility  
468 in first parity sows. *J Anim Sci* 101. <https://doi.org/10.1093/jas/skac398>
- 469 Barber, R.S., Braude, R., Mitchell, K.G., 1955. Studies on milk production of Large White pigs.  
470 *J Agric Sci* 46, 97–118. <https://doi.org/10.1017/S0021859600039654>
- 471 Baxter, E.M., Rutherford, K.M.D., D'Eath, R.B., Arnott, G., Turner, S.P., Sandøe, P.,  
472 Moustsen, V.A., Thorup, F., Edwards, S.A., Lawrence, A.B., 2013. The welfare implications  
473 of large litter size in the domestic pig II: Management factors. *Animal Welfare* 22, 219–238.  
474 <https://doi.org/10.7120/09627286.22.2.219>
- 475 Bierhals, T., Magnabosco, D., Ribeiro, R.R., Perin, J., da Cruz, R.A., Bernardi, M.L., Wentz,  
476 I., Bortolozzo, F.P., 2012. Influence of pig weight classification at cross-fostering on the  
477 performance of the primiparous sow and the adopted litter. *Livest Sci* 146, 115–122.  
478 <https://doi.org/10.1016/J.LIVSCI.2012.02.026>
- 479 Bierhals, T., Paula, A., Mellagi, G., Gonçalves Mellagi, A.P., Heim, G., Bernardi, M.L., Wentz,  
480 I., Pandolfo, F., Fernando, B., Bortolozzo, P., Pandolfo Bortolozzo, F., 2011. Performance of  
481 Litter After Crossfostering of Piglets Between Females of Parity Order 1 and 5. *Acta Sci Vet*  
482 39, 942.
- 483 Camerlink, I., Farish, M., D'eath, R.B., Arnott, G., Turner, S.P., 2018. Long term benefits on  
484 social behaviour after early life socialization of piglets. *Animals* 8.  
485 <https://doi.org/10.3390/ani8110192>
- 486 De Passille, A.M.B., Rushen, J., 1989. Suckling and teat disputes by neonatal piglets. *Appl*  
487 *Anim Behav Sci* 22, 23–38. [https://doi.org/10.1016/0168-1591\(89\)90077-4](https://doi.org/10.1016/0168-1591(89)90077-4)
- 488 De Passille, A.M.B., Rushen, J., Hartsock, T.G., 1988. Ontogeny of teat difelity in pigs and its  
489 relation to competition at suckling. *Canadian Journal od Animal Science* 68, 325–338.
- 490 Earnhardt, A.L., 2019. The genetics of functional teats in swine.
- 491 Eissen, J.J., Apeldoorn, E.J., Kanis, E., Verstegen, M.W.A., de Greef, K.H., 2003. The  
492 importance of a high feed intake during lactation of primiparous sows nursing large litters. *J*  
493 *Anim Sci* 81, 594–603. <https://doi.org/10.2527/2003.813594X>
- 494 Farmer, C., Palin, M.F., Theil, P.K., Sorensen, M.T., Devillers, N., 2012. Milk production in  
495 sows from a teat in second parity is influenced by whether it was suckled in first parity. *J Anim*  
496 *Sci* 90, 3743–3751. <https://doi.org/10.2527/JAS.2012-5127>
- 497 Fraser, D., 1980. A review of the behavioural mechanism of milk ejection of the domestic pig.  
498 *Applied Animal Ethology* 6, 247–255. [https://doi.org/10.1016/0304-3762\(80\)90026-7](https://doi.org/10.1016/0304-3762(80)90026-7)
- 499 Fraser, D., 1975. The Nursing and Suckling Behaviour of Pigs. IV. The Effect of Interrupting  
500 the Sucking Stimulus. *British Veterinary Journal* 131, 549–559. [https://doi.org/10.1016/S0007-1935\(17\)35187-4](https://doi.org/10.1016/S0007-1935(17)35187-4)
- 501
- 502 Furtado, C.S.D., Mellagi, A.P.M., Cypriano, C.R., Wentz, I., Bernardi, M.L., Bortolozzo, F.P.,  
503 2009. Desempenho de leitões lactentes e produção de leite de acordo com o teto da mamada.  
504 *Ciência Animal Brasileira*, v 10, 77–82.
- 505 Gallois, M., le Cozler, Y., Prunier, A., 2005. Influence of tooth resection in piglets on welfare  
506 and performance. *Prev Vet Med* 69, 13–23.
- 507 Heim, G., Mellagi, A.P.G., Bierhals, T., de Souza, L.P., de Fries, H.C.C., Piuco, P., Seidel, E.,  
508 Bernardi, M.L., Wentz, I., Bortolozzo, F.P., 2012. Effects of cross-fostering within 24h after

- 509 birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and  
510 adopted piglets. *Livest Sci* 150, 121–127. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.08.011>
- 511 Hultén, F., Persson, A., Selling, L.E., Heldmer, E., Lindberg, M., Sjögren, U., Kugelber, C.,  
512 Ehlorsson, C.J., 2003. Clinical characteristics, prevalence, influence on sow performance, and  
513 assessment of sow-related risk factors for granulomatous mastitis in sows. *American Veterinary*  
514 *Medical Association* 64, 463–469.
- 515 Huting, A.M.S., Almond, K., Wellock, I., Kyriazakis, I., 2017. What is good for small piglets  
516 might not be good for big piglets: The consequences of cross-fostering and creep feed provision  
517 on performance to slaughter. *J Anim Sci* 95, 4926–4944. <https://doi.org/10.2527/jas2017.1889>
- 518 KilBride, A.L., Gillman, C.E., Ossent, P., Green, L.E., 2009. A cross sectional study of  
519 prevalence, risk factors, population attributable fractions and pathology for foot and limb  
520 lesions in preweaning piglets on commercial farms in England. *BMC Vet Res* 5, 1–12.  
521 <https://doi.org/10.1186/1746-6148-5-31/TABLES/10>
- 522 Kim, J.S., Jin, D.I., Lee, J.H., Son, D.S., Lee, S.H., Yi, Y.J., Park, C.S., 2005. Effects of teat  
523 number on litter size in gilts. *Anim Reprod Sci* 90, 111–116.  
524 <https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2005.01.013>
- 525 Kim, S.W., Hurley, W.L., Han, I.K., Easter, R.A., 2000. Growth of nursing pigs related to the  
526 characteristics of nursed mammary glands. *J Anim Sci* 78, 1313–1318.  
527 <https://doi.org/10.2527/2000.7851313X>
- 528 King, R.H., Mullan, B.P., Dunshea, F.R., Dove, H., 1997. The influence of piglet body weight  
529 on milk production of sows. *Livest Prod Sci* 47, 169–174. [https://doi.org/10.1016/S0301-](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(96)01404-2)  
530 [6226\(96\)01404-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(96)01404-2)
- 531 Kobek-Kjeldager, C., Moustsen, V.A., Pedersen, L.J., Theil, P.K., 2021. Impact of litter size,  
532 supplementary milk replacer and housing on the body composition of piglets from hyper-  
533 prolific sows at weaning. *Animal* 15, 100007. <https://doi.org/10.1016/J.ANIMAL.2020.100007>
- 534 Kobek-Kjeldager, C., Moustsen, V.A., Theil, P.K., Pedersen, L.J., 2020. Effect of large litter  
535 size and within-litter differences in piglet weight on the use of milk replacer in litters from  
536 hyper-prolific sows under two housing conditions. *Appl Anim Behav Sci* 230.  
537 <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2020.105046>
- 538 Lundeheim, N., Chalkias, H., Rydhmer, L., 2013. Genetic analysis of teat number and litter  
539 traits in pigs. *Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences* 63, 121–125.  
540 <https://doi.org/10.1080/09064702.2013.841749>
- 541 Mccaw, M.B., 2000. Effect of reducing crossfostering at birth on piglet mortality and  
542 performance during an acute outbreak of porcine reproductive and respiratory syndrome,  
543 Number 1 Swine Health Prod.
- 544 Norring, M., Valros, A., Munksgaard, L., Puumala, M., Kaustell, K.O., Saloniemi, H., 2006.  
545 The development of skin, claw and teat lesions in sows and piglets in farrowing crates with two  
546 concrete flooring materials. *Acta Agriculturae Scand* 148–154.  
547 <https://doi.org/10.1080/09064700701285065>
- 548 Penny, R.H.C., Edwards, M.J., Mulley, R., 1971. Clinical observations of necrosis of the skin  
549 of suckling piglets. *Aust Vet J* 47, 529–537. [https://doi.org/10.1111/J.1751-](https://doi.org/10.1111/J.1751-0813.1971.TB02047.X)  
550 [0813.1971.TB02047.X](https://doi.org/10.1111/J.1751-0813.1971.TB02047.X)
- 551 Quesnel, H., Etienne, M., Père, M.C., 2007. Influence of litter size on metabolic status and  
552 reproductive axis in primiparous sows. *J Anim Sci* 85, 118–128.  
553 <https://doi.org/10.2527/JAS.2006-158>
- 554 Rehfeldt, C., Lefaucheur, L., Block, J., Stabenow, B., Pfuhl, R., Otten, W., Metges, C.C., Kalbe,  
555 C., 2012. Limited and excess protein intake of pregnant gilts differently affects body  
556 composition and cellularity of skeletal muscle and subcutaneous adipose tissue of newborn and  
557 weanling piglets. *Eur J Nutr* 51, 151–165. [https://doi.org/10.1007/S00394-011-0201-](https://doi.org/10.1007/S00394-011-0201-8/TABLES/4)  
558 [8/TABLES/4](https://doi.org/10.1007/S00394-011-0201-8/TABLES/4)

- 559 Robert, S., Martineau, G.P., 2001. Effects of repeated cross-fosterings on preweaning behavior  
560 and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. *J Anim Sci* 79, 88–93.
- 561 Roongsitthichai, A., Tummaruk, P., 2014. Importance of Backfat Thickness to Reproductive  
562 Performance in Female Pigs.
- 563 Sasaki, Y., Hayashi, Y., Murano, S., Kohigashi, T., 2022. Quantitative relationship between the  
564 number of cross-fostering piglets and subsequent productivity of sows on commercial swine  
565 farms. *Animal Science Journal* 93, 1–6. <https://doi.org/10.1111/asj.13752>
- 566 Schmitt, O., Baxter, E.M., Boyle, L.A., O’driscoll, K., 2019. Nurse sow strategies in the  
567 domestic pig: II. Consequences for piglet growth, suckling behaviour and sow nursing  
568 behaviour. *Animal* 13, 590–599. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001702>
- 569 Sørensen, J.T., Rousing, T., Kudahl, A.B., Hansted, H.J., Pedersen, L.J., 2016. Do nurse sows  
570 and foster litters have impaired animal welfare? Results from a cross-sectional study in sow  
571 herds. *Animal* 10, 681–686. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002104>
- 572 Souza, L.P., Fries, H.C.C., Heim, G., Faccin, J.E., Hernig, L.F., Marimon, B.T., Bernardi, M.L.,  
573 Bortolozzo, F.P., Wentz, I., 2014. Behaviour and growth performance of low-birth-weight  
574 piglets cross-fostered in multiparous sows with piglets of higher birth weights. *Arq Bras Med  
575 Vet Zootec* 66, 510–518. <https://doi.org/10.1590/1678-41626379>
- 576 Tokach, M.D., Menegat, M.B., Gourley, K.M., Goodband, R.D., 2019. Review: Nutrient  
577 requirements of the modern high-producing lactating sow, with an emphasis on amino acid  
578 requirements. *Animal* 13, 2967–2977. <https://doi.org/10.1017/S1751731119001253>
- 579 Valros, A.E., Rundgren, M., Špinka, M., Saloniemi, H., Rydhmer, L., Algers, B., 2002. Nursing  
580 behaviour of sows during 5 weeks lactation and effects on piglet growth. *Appl Anim Behav Sci*  
581 76, 93–104. [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(02\)00006-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(02)00006-0)
- 582 Vande Pol, Katherine D, Bautista, R.O., Harper, H., Shull, C.M., Brown, C.B., Ellis, M., 2021.  
583 Effect of within-litter birth weight variation after cross-fostering on piglet preweaning growth  
584 and mortality Translate basic science to industry innovation. *Translation Animal Science* 5, 1–  
585 12. <https://doi.org/10.1093/tas/txab039>
- 586 Vande Pol, Katherine D., Bautista, R.O., Olivo, A., Harper, H., Shull, C.M., Brown, C.B., Ellis,  
587 M., 2021. Effect of rearing cross-fostered piglets in litters of differing size relative to sow  
588 functional teat number on preweaning growth and mortality. *Transl Anim Sci* 5, 1–11.  
589 <https://doi.org/10.1093/tas/txab193>
- 590 Young, M.G., Tokach, M.D., Aherne, F.X., Main, R.G., Dritz, S.S., Goodband, R.D., Nelssen,  
591 J.L., 2004. Comparison of three methods of feeding sows in gestation and the subsequent effects  
592 on lactation performance. *J Anim Sci* 82, 3058–3070.
- 593 Zoric, M., Sjölund, M., Persson, M., Nilsson, E., Lundeheim, N., Wallgren, P., 2004. Lameness  
594 in Piglets. Abrasions in Nursing Piglets and Transfer of Protection towards Infections with  
595 Streptococci from Sow to Offspring. *Journal of Veterinary Medicine, Series B* 51, 278–284.  
596 <https://doi.org/10.1111/J.1439-0450.2004.00777>.
- 597

**Table 1.** Body condition, udder lesions and weaning to estrus interval in sows nursing litters with different weights and number of piglets in relation to functional teats

Variables	Litter weight		Piglets/Functional teats		<i>P-value</i> <sup>†</sup>		
	<i>Light</i>	<i>Heavy</i>	<i>Equal</i>	<i>Exc+I</i>	<i>W</i>	<i>PF</i>	<i>W×P F</i>
n	89	94	94	89			
Loss							
BCS, un	0.03 ± 0.04	-0.02 ± 0.04	0.01 ± 0.04	-0.0005 ± 0.04	0.24	0.75	0.10
Caliper, un	0.13 ± 0.28	-0.39 ± 0.27	-0.11 ± 0.27	-0.15 ± 0.28	0.05	0.91	0.11
Backfat, mm	-0.11 ± 0.31	-0.26 ± 0.30	-0.34 ± 0.30	-0.03 ± 0.31	0.60	0.27	0.65
Functional teats, n							
Day 0	14.71 ± 0.12	14.70 ± 0.12	14.74 ± 0.12	14.67 ± 0.12	0.95	0.45	0.18
Day 5	13.97 ± 0.13	13.98 ± 0.12	14.00 ± 0.12	13.95 ± 0.13	0.93	0.76	0.38
Day 20	13.36 ± 0.18	13.08 ± 0.17	13.26 ± 0.18	13.19 ± 0.18	0.22	0.76	0.50
Functional teats, %							
Day 5	95.37 ± 0.87	95.43 ± 0.85	95.45 ± 0.85	95.34 ± 0.87	0.94	0.90	0.25
Day 20	91.13 ± 0.01	89.29 ± 0.01	90.30 ± 0.01	90.21 ± 0.01	0.11	0.94	0.35
WEI, d	6.10 ± 0.67	6.74 ± 0.64	6.53 ± 0.65	6.31 ± 0.65	0.46	0.80	0.90

Values presented as mean ± standard error of mean.

<sup>†</sup> W= Litter weight; PF= Piglet by functional teats; W×PF= Interaction between litter weight and piglet by functional teats.

Day 0 – day of equalization of litters and beginning of the treatment; Day 5 – five days of lactation; Day 20 – twenty days of lactation.

BCS= Body condition score.

WEI= Weaning-estrus interval.

**Table 2.** Effect of different litter weight and number of piglets in relation to functional teats on litter size, performance, pre-weaning mortality and removals

Variables	Litter weight		Piglets/Functional teats		<i>P-value</i> <sup>†</sup>		
	<i>Light</i>	<i>Heavy</i>	<i>Equal</i>	<i>Exc+1</i>	<i>W</i>	<i>PF</i>	<i>W×P</i> <i>F</i>
n	89	94	94	89			
Litter size, n							
Equalization (Day 0)	15.21 ± 0.12	15.20 ± 0.12	14.74 ± 0.12	15.67 ± 0.12	0.95	<0.01	0.18
Day 20	13.33 ± 0.18	13.30 ± 0.17	13.12 ± 0.18	13.51 ± 0.18	0.90	0.08	0.47
Average litter weight, kg							
Equalization	1.19 ± 0.01	1.52 ± 0.01	1.36 ± 0.01	1.35 ± 0.01	<0.01	0.25	0.55
Day 5	1.91 ± 0.03	2.27 ± 0.03	2.11 ± 0.03	2.07 ± 0.03	<0.01	0.12	0.29
Day 20	5.48 ± 0.06	6.09 ± 0.06	5.82 ± 0.06	5.76 ± 0.06	<0.01	0.48	0.94
Total litter weight, kg							
Equalization	18.06 ± 0.20	23.09 ± 0.20	20.01 ± 0.20	21.14 ± 0.20	<0.01	<0.01	0.30
Day 5	26.84 ± 0.42	32.39 ± 0.41	29.26 ± 0.42	29.97 ± 0.42	<0.01	0.20	0.91
Day 20	72.99 ± 1.12	80.83 ± 1.10	76.25 ± 1.09	77.58 ± 1.12	<0.01	0.40	0.57
Total litter weight gain, kg							
Day 5	8.79 ± 0.39	9.23 ± 0.39	9.22 ± 0.39	8.79 ± 0.39	0.36	0.37	0.96
Day 20	54.95 ± 1.09	57.69 ± 1.06	56.23 ± 1.06	56.41 ± 1.08	0.07	0.90	0.52
ADG, g							
Day 5	142.2 ± 0.45	147.7 ± 0.44	148.2 ± 0.44	141.7 ± 0.45	0.22	0.15	0.38
Day 20	214.0 ± 0.30	227.9 ± 0.30	222.2 ± 0.30	219.6 ± 0.31	<0.01	0.54	0.85
Coefficient of variation, %							
Equalization	18.74 ± 0.32	17.38 ± 0.32	18.48 ± 0.32	17.65 ± 0.32	<0.01	0.07	0.68
Day 20	19.64 ± 0.50	18.82 ± 0.49	19.20 ± 0.49	19.25 ± 0.50	0.24	0.94	0.29
Pre-weaning mortality, %	8.28 ± 1.03	8.12 ± 1.01	7.93 ± 1.00	8.48 ± 1.04	0.88	0.60	0.74
Pre-weaning removals, %	3.76 ± 0.62	3.71 ± 0.62	2.66 ± 0.49	5.21 ± 0.75	0.96	<0.01	0.10
Mortality and removals, %	12.33 ± 1.09	12.27 ± 1.06	10.79 ± 1.00	13.98 ± 1.15	0.96	0.01	0.40

Values presented as mean ± standard error of mean.

<sup>†</sup> W= Litter weight; PF= Piglet by functional teats; W×PF= Interaction between litter weight and piglet by functional teats.

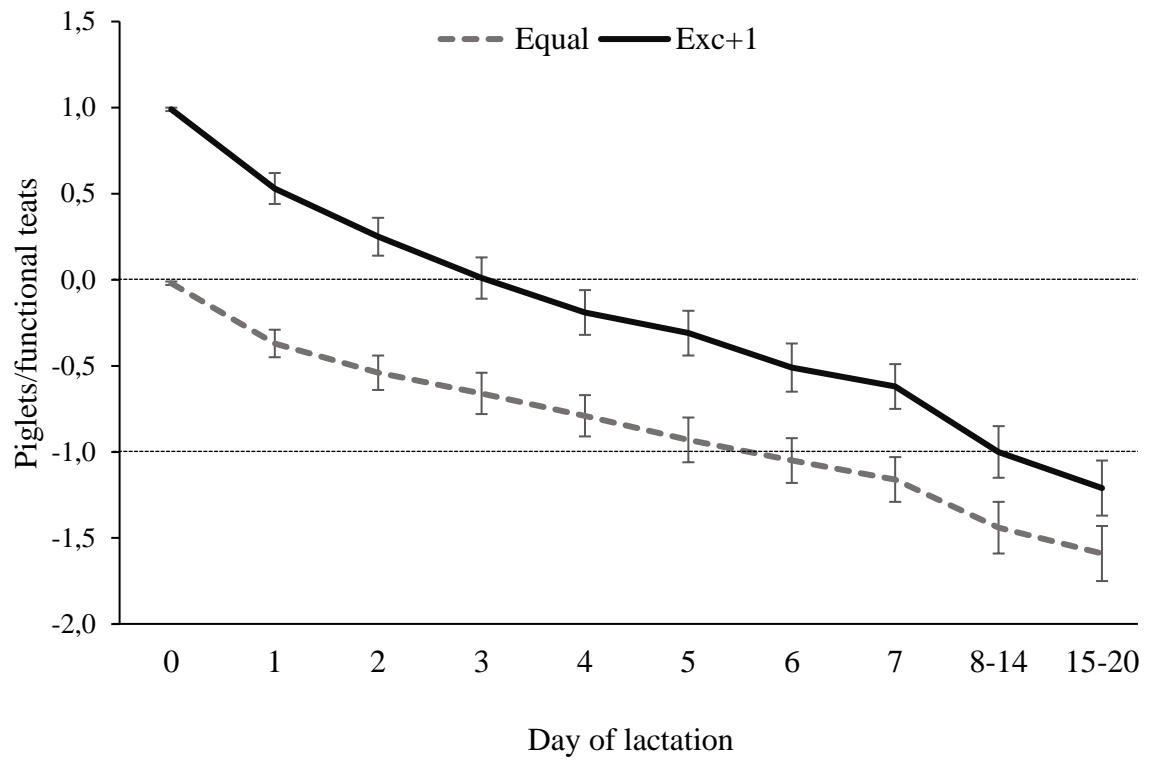
Day 0 – day of equalization of litters and beginning of the treatment; Day 5 – five days of lactation; Day 20 – twenty days of lactation.

Total litter weight gain= Litter weight gain between the day of equalization and day 5 and equalization and day 20.

ADG= Average daily gain.

Pre-weaning removals= Piglets removed until day 20.





**Figure 1.** Mean and standard error of number of piglets by functional teats throughout of lactation in the litters equalized with EQUAL or EXC+1 piglet at the equalization. The groups EQUAL and EXC+1 differ in all days of lactation ( $P \leq 0.04$ ).

**Table 3.** Percentage of piglets with different scores lesions of face, body and joints on day 5 and day 20 according to different weights and number of piglets in relation to functional teats.

Variables	Light		Heavy		<i>P-value</i> <sup>†</sup>			
	<i>Equal</i>	<i>Exc+I</i>	<i>Equal</i>	<i>Exc+I</i>	<i>W</i>	<i>PF</i>	<i>W × PF</i>	
n	43	46	51	43				
Face								
Day 5	Superficial	29.23 ± 2.12 <sup>a</sup>	33.77 ± 2.17 <sup>ab</sup>	40.05 ± 2.22 <sup>b</sup>	33.91 ± 2.18 <sup>ab</sup>	<0.01	0.75	0.01
	Severe	10.63 ± 1.59	8.94 ± 1.40	22.91 ± 2.44	26.41 ± 2.66	<0.01	0.99	0.10
Day 20	Superficial	34.26 ± 3.26	36.06 ± 3.29	40.47 ± 3.36	39.87 ± 3.41	0.02	0.76	0.55
	Severe	4.55 ± 1.07	4.06 ± 0.95	6.72 ± 1.38	6.38 ± 1.33	0.01	0.63	0.86
Body								
Day 5	Superficial	3.37 ± 1.02	1.95 ± 0.65	3.38 ± 1.02	2.81 ± 0.86	0.42	0.11	0.41
	Severe	0	0.15 ± 0.15	0.43 ± 0.25	0.48 ± 0.27	0.97	0.98	0.98
Day 20	Superficial	24.96 ± 4.37	20.05 ± 3.77	28.09 ± 4.65	26.81 ± 4.54	0.01	0.08	0.26
	Severe	0.72 ± 0.37	1.18 ± 0.51	1.98 ± 0.70	3.09 ± 1.00	<0.01	0.16	0.95
Joint								
Day 5	Superficial	7.37 ± 1.16	8.01 ± 1.18	10.99 ± 1.35	12.83 ± 1.51	<0.01	0.34	0.76
	Moderate	3.18 ± 0.72 <sup>a</sup>	3.51 ± 0.72 <sup>a</sup>	5.87 ± 0.89 <sup>b</sup>	3.18 ± 0.70 <sup>a</sup>	0.20	0.20	0.08
	Severe	1.92 ± 0.65	3.38 ± 0.94	5.65 ± 1.37	6.06 ± 1.44	<0.01	0.12	0.22
Day 20	Superficial	5.08 ± 1.18	3.02 ± 0.83	6.06 ± 1.31	5.95 ± 1.32	0.02	0.15	0.18
	Moderate	0.80 ± 0.40 <sup>a</sup>	2.03 ± 0.72 <sup>b</sup>	1.36 ± 0.55 <sup>ab</sup>	0.99 ± 0.46 <sup>ab</sup>	0.81	0.43	0.09
	Severe	3.36 ± 0.88	3.92 ± 0.93	4.29 ± 1.01	6.15 ± 1.30	0.07	0.18	0.57

Values presented as mean ± standard error of mean.

<sup>†</sup> W= Litter weight; PF= Piglet by functional teats; W×PF= Interaction between litter weight and piglet by functional teats.

Day 0 – day of equalization of litters and beginning of the treatment; Day 5 – five days of lactation; Day 20 – twenty days of lactation.

Lesions of face and body: superficial - small lesions that do not penetrate the dermis or superficial scratches; severe - deep injuries, going penetrating the dermis or many scratches.

Lesions of joint: superficial - <25% of the joint/dermis injured; moderate - 25-50% of the joint/dermis injured; severe - >50% of joint/dermis injured.

**Table 4.** Effect the nursings behavior, teat fights and fights litter filmed during 24 hours after equalization (day 1) and on day 5, according to different weights and bumber of piglets in relation to functional teats.

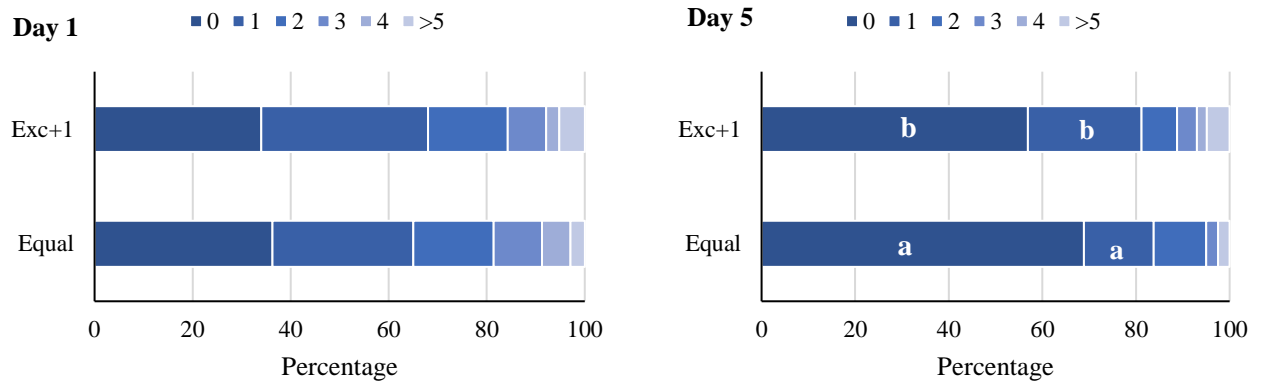
Variables	Light		Heavy		<i>P-value</i> <sup>†</sup>		
	<i>Equal</i>	<i>Exc+1</i>	<i>Equal</i>	<i>Exc+1</i>	<i>W</i>	<i>PF</i>	<i>W×PF</i>
n	43	46	51	43			
Number of nursings, n							
Day 1	38.34 ± 4.36	40.50 ± 4.36	43.85 ± 4.77	36.81 ± 5.34	0.85	0.61	0.34
Day 5	28.00 ± 2.75 <sup>b</sup>	38.33 ± 2.75 <sup>a</sup>	37.20 ± 3.01 <sup>a</sup>	29.60 ± 3.37 <sup>ab</sup>	0.94	0.65	0.01
Interval between nursings, min							
Day 1	37.62 ± 2.86	34.94 ± 2.86	32.41 ± 3.13	40.35 ± 3.50	0.98	0.41	0.10
Day 5	47.96 ± 3.26 <sup>ac</sup>	38.26 ± 3.26 <sup>b</sup>	39.43 ± 3.57 <sup>ab</sup>	51.08 ± 3.99 <sup>c</sup>	0.55	0.79	0.01
Complete nursings, %							
Day 1	90.37 ± 0.53 <sup>a</sup>	84.77 ± 0.59 <sup>b</sup>	88.95 ± 0.55 <sup>a</sup>	85.87 ± 0.77 <sup>b</sup>	0.56	<0.01	0.03
Day 5	94.71 ± 0.48 <sup>a</sup>	94.68 ± 0.39 <sup>a</sup>	95.48 ± 0.39 <sup>a</sup>	92.08 ± 0.66 <sup>b</sup>	0.14	<0.01	<0.01
Teat disputes, n							
Day 1	18.17 ± 6.14	29.33 ± 6.14	7.59 ± 6.73	25.48 ± 7.52	0.29	0.04	0.62
Day 5	5.82 ± 2.86	6.00 ± 2.86	3.40 ± 3.14	9.22 ± 3.51	0.90	0.35	0.38
Fights, n							
Day 1	1.39 ± 2.45	1.00 ± 2.46	3.60 ± 2.69	7.59 ± 3.01	0.12	0.51	0.42
Day 5	27.32 ± 13.78	69.67 ± 13.78	62.00 ± 15.10	56.27 ± 16.88	0.49	0.24	0.13

Values presented as mean ± standard error of mean.

<sup>†</sup> W= Litter weight; PF= Piglet by functional teats; W×PF= Interaction between litter weight and piglet by functional teats.

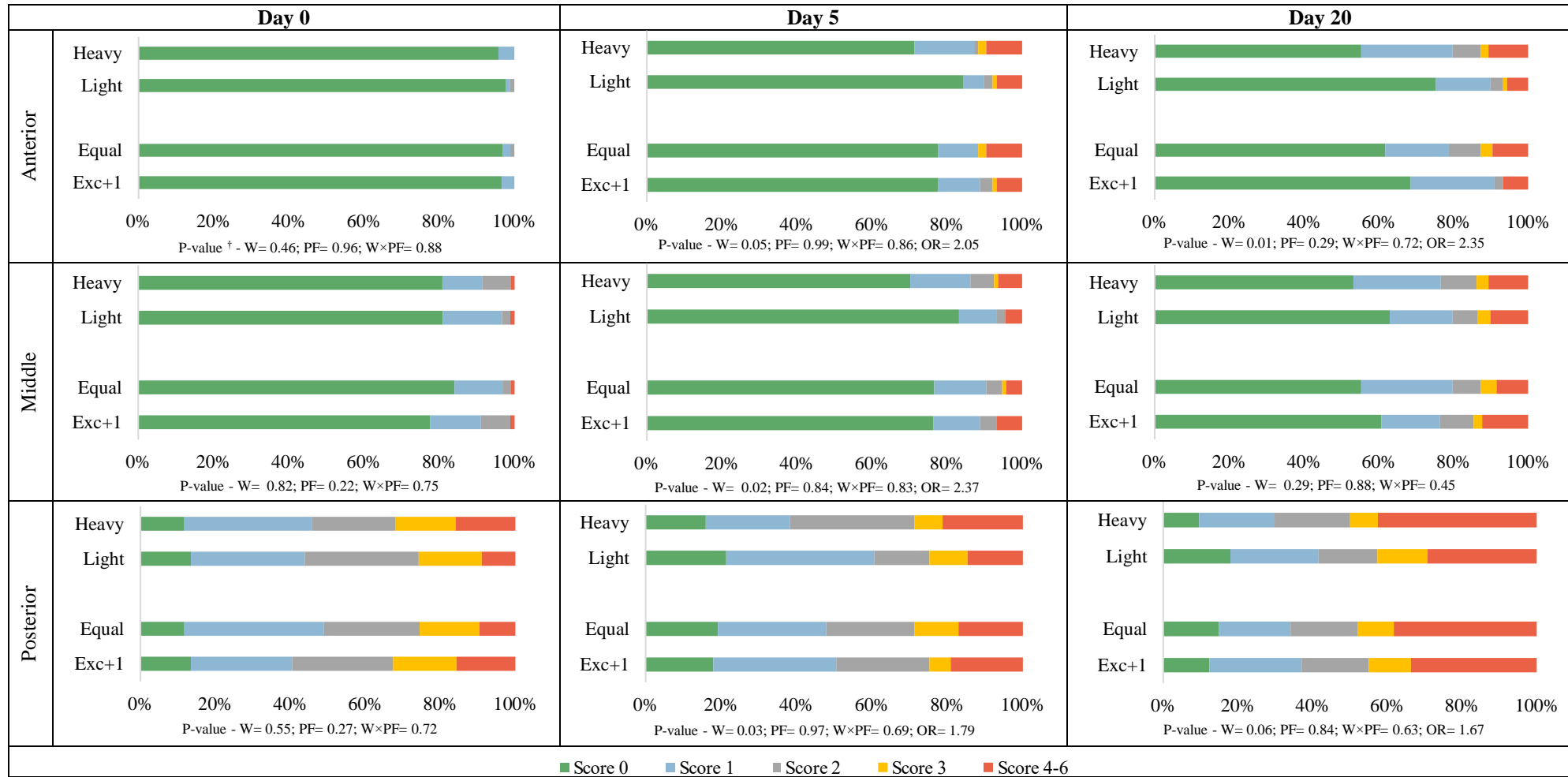
Day 1 – 24 hours evaluated on the first day of lactation; Day 5 - 24 hours evaluated on the fifth day of lactation.

Complete nursings= percentage of piglets with nursings considered complete.



**Figure 2.** Percentage of piglets without repeated nursings or repeated once, twice, three four or  $\geq$  five times during 24 hours on day 1 and day 5, according to the number of piglets by functional teats.

Day 1 did not differ between groups ( $P \geq 0.18$ ). On day 5, the exc+1 group had a lower number of piglets that never missed a suckling ( $P = 0.04$ ) and an increase in the percentage of piglets that missed one suckling ( $P = 0.05$ ).



**Figure 1S.** Distribution of lesion score in different parts of the mammary gland on day 0, 5 and 20 of lactation according to weight class of litter and number of piglets in relation do functional teats.

†W= Litter weight; PF= Piglet by functional teats; W×PF= Interaction between litter weight; OR= Odds ratio for weight class.

Day 0 – day of equalization of litters and beginning of the treatment; Day 5 – five days of lactation; Day 20 – twenty days of lactation.

Udder and teat lesion score: 0 - no wounding, 1 - one or two superficial scratches not penetrating the full derma thickness, 2 - more than three superficial scratches, 3 - superficial scratches, and less than three deeper wounds, 4 - superficial scratches and more than three deeper wounds, 5 - deep and large wounds (laceration) and 6 - deep and infected wounds (GALLOIS et al., 2005).

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A equalização de leitegadas é uma estratégia amplamente utilizada para melhorar o desempenho e sobrevivência dos leitões. No entanto, com o aumento do número de leitões nascidos se faz necessário atualizar os modelos disponíveis de equalização, visto que grande parte das fêmeas possui mais leitões que tetos disponíveis.

Os resultados no presente estudo mostram que é possível manter um leitão adicional ao número de tetos funcionais da fêmea, independente da classe de peso da leitegada. Além disso, fêmeas com um leitão excedente não apresentam impacto na condição corporal, e possuem menos tetos livres ao longo da lactação. No entanto, um leitão adicional na leitegada prejudicou a taxa de removidos, sendo necessário traçar estratégias para reduzir esse percentual de removidos.

Equalizar leitegadas biológicas com um leitão excedente é uma estratégia promissora para rebanhos hiperprolíferos, sem prejudicar o número leitões/fêmea ao dia 20 de lactação. Podendo assim reduzir o número de mães de leite e com melhor aproveitamento do aparelho mamário da fêmea ao longo da lactação. No entanto, são escassos os estudos que equalizam leitegadas com leitões excedentes ao número de tetos funcionais da fêmea, sendo assim mais pesquisas são necessárias

## REFERÊNCIAS

- AGRINESS. **Relatório anual do desempenho da produção de suínos**. 2021.
- ALEXOPOULOS, J. G. et al. A review of success factors for piglet fostering in lactation. **Animals**, v. 8, n. 3, p. 1–16, 2018.
- ANDERSEN, I. L.; HAUKVIK, I. A.; BØE, K. E. Drying and warming immediately after birth may reduce piglet mortality in loose-housed sows. **Animal**, v. 3, n. 4, p. 592–597, 2009.
- AREND, L. S. et al. Effects of nursing a large litter and ovarian response to gonadotropins at weaning on subsequent fertility in first parity sows. **Journal of Animal Science**, 2022.
- BANDRICK, M. et al. Effect of cross-fostering on transfer of maternal immunity to *Mycoplasma hyopneumoniae* to piglets. **Veterinary Record**, v. 168, n. 4, p. 100–100, 2011.
- BAXTER, E. M. et al. Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal survival in pigs. **Theriogenology**, v. 69, n. 6, p. 773–783, 2008.
- BAXTER, E. M. et al. The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: Management factors. **Animal Welfare**, v. 22, n. 2, p. 219–238, 2013.
- BÉRARD, J. et al. Intrauterine crowding decreases average birth weight and affects muscle fiber hyperplasia in piglets. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 10, p. 3242–3250, 2010.
- BIEBAUT, E. et al. Transfer of *Mycoplasma hyopneumoniae*-specific cell mediated immunity to neonatal piglets. **Veterinary Research**, v. 52, n. 1, p. 96, 2021.
- BIERHALS, T. et al. Practical use of crossfostering management. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 38, n. 1, p. 141–157, 2010.
- BIERHALS, T. et al. Performance of Litter After Crossfostering of Piglets Between Females of Parity Order 1 and 5. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39, n. 1, p. 942, 2011.
- BOVO, S. et al. Single-marker and haplotype-based genome-wide association studies for the number of teats in two heavy pig breeds. **Animal Genetics**, v. 52, n. 4, p. 440–450, 2021.
- BRUUN, T. S. et al. Reproductive performance of “nurse sows” in Danish piggeries. **Theriogenology**, v. 86, n. 4, p. 981–987, 2016.
- CAMPOS, P. H. R. F. et al. Effects of sow nutrition during gestation on within-litter birth weight variation: a review. **Animal**, v. 6, n. 5, p. 797–806, 2012.
- CECCHINATO, A. et al. Survival analysis of piglet pre-weaning mortality. **Italian Journal of Animal Science**, 2007.
- CHALKIAS, H.; RYDHMER, L.; LUNDEHEIM, N. Genetic analysis of functional and non-functional teats in a population of Yorkshire pigs. **Livestock Science**, v. 152, n. 2–3, p. 127–134, 2013.

COSTERMANS, N. G. J. et al. Influence of the metabolic state during lactation on milk production in modern sows. **Animal**, v. 14, n. 12, p. 2543–2553, 2020.

DALL'OLIO, S. et al. Teat number parameters in Italian Large White pigs: Phenotypic analysis and association with vertnin (VRTN) gene allele variants. **Livestock Science**, v. 210, p. 68–72, 2018.

DE PASSILLE, A. M. B.; RUSHEN, J.; HARTSOCK, T. G. Ontogeny of teat difelity in pigs and its relation to competition at suckling. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 68, n. 2, p. 325–338, 1988.

DEE, S. et al. Control of porcine reproductive and respiratory syndrome (PRRS) virus AASP Subcommittee on PRRS members. **Swine Health and Production**, 1996.

DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. **Animal**, v. 5, n. 10, p. 1605–1612, 2011.

DEWEY, C. E. et al. Herd-and litter-level factors associated with the incidence of diarrhea morbidity and mortality in piglets 4-14 days of age. **Swine Health and Production**, v. 3, p. 105–112, 1995.

DOUGLAS, S. L.; EDWARDS, S. A.; KYRIAZAKIS, I. Management strategies to improve the performance of low birth weight pigs to weaning and their long-term consequences. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 5, p. 2280–2288, 2014.

EARNHARDT, A. L. **The Genetics of Functional Teats in Swine**, 2019.

FELDPAUSCH, J. A. et al. Birth weight threshold for identifying piglets at risk for preweaning mortality. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 2, p. 633–640, 2019.

FELLEKI, M.; LUNDEHEIM, N. Genetic heteroscedasticity of teat count in pigs. **Journal of Animal Breeding and Genetics**, v. 132, n. 5, p. 392–398, 2015.

FERRARI, C. V. et al. 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, n. 3–4, p. 259–266, 2014.

FOXCROFT, G. R. et al. Prenatal programming of postnatal development in the pig. **Control Pig Production VIII**, 2009.

GARRIDO-MANTILLA, J. et al. Impact of nurse sows on influenza A virus transmission in pigs under field conditions. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 188, p. 105257, 2021.

GARRIDO-MANTILLA, J.; CULHANE, M. R.; TORREMORELL, M. Transmission of influenza A virus and porcine reproductive and respiratory syndrome virus using a novel nurse sow model. **Veterinary Research**, v. 51, n. 1, p. 1–10, 2020.

GOURLEY, K. M. et al. Sow and piglet traits associated with piglet survival at birth and to weaning. **Journal of Animal Science**, v. 98, n. 6, p. 1–9, 2020.



GREY, S. **Foster Sows – Economic or Not?** Disponível em: <<https://genesus.com/foster-sows-economic-or-not/>>. Acesso em: 4 mar. 2023.

HEIM, G. et al. Effects of cross-fostering within 24h after birth on pre-weaning behaviour, growth performance and survival rate of biological and adopted piglets. **Livestock Science**, v. 150, n. 1–3, p. 121–127, 2012.

HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 25–45, 2002.

HOUBEN, M. A. M.; TOBIAS, T. J.; HOLSTEGE, M. M. C. The effect of double nursing, an alternative nursing strategy for the hyper-prolific sow herd, on herd performance. **Porcine Health Management**, v. 3, 2017.

HUTING, A. M. S. et al. What is good for small piglets might not be good for big piglets: The consequences of cross-fostering and creep feed provision on performance to slaughter. **Journal of Animal Science**, v. 95, n. 11, p. 4926–4944, 2017.

KEMP, B.; DA SILVA, C. L. A.; SOEDE, N. M. Recent advances in pig reproduction: Focus on impact of genetic selection for female fertility. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 53, p. 28–36, 2018.

KILBRIDE, A. L. et al. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 104, n. 3–4, p. 281–291, 2012.

KIM, J. S. et al. Effects of teat number on litter size in gilts. **Animal Reproduction Science**, v. 90, n. 1–2, p. 111–116, 2005.

KING, R. H. et al. The influence of piglet body weight on milk production of sows. **Livestock Production Science**, v. 47, n. 2, p. 169–174, 1997.

KOBEK-KJELDAGER, C. et al. Effect of large litter size and within-litter differences in piglet weight on the use of milk replacer in litters from hyper-prolific sows under two housing conditions. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 230, 2020a.

KOBEK-KJELDAGER, C. et al. Managing large litters: Selected measures of performance in 10 intermediate nurse sows and welfare of foster piglets. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 233, p. 105149, 2020b.

KOBEK-KJELDAGER, C. et al. Impact of litter size, supplementary milk replacer and housing on the body composition of piglets from hyper-prolific sows at weaning. **Animal**, v. 15, n. 1, p. 100007, 2021.

KOKETSU, Y.; IIDA, R.; PIÑEIRO, C. A 10-year trend in piglet pre-weaning mortality in breeding herds associated with sow herd size and number of piglets born alive. **Porcine Health Management**, v. 7, n. 1, 2021a.

KOKETSU, Y.; IIDA, R.; PIÑEIRO, C. Five risk factors and their interactions of probability for a sow in breeding herds having a piglet death during days 0–1, 2–8 and 9–28 days of lactation. **Porcine Health Management**, v. 7, n. 1, 2021b.

KOKETSU, Y.; TAKENOBU, S.; NAKAMURA, R. Prewaning Mortality Risks and Recorded Causes of Death Associated with Production Factors in Swine Breeding Herds in Japan. **Journal of Veterinary Medical Science**, v. 68, n. 8, p. 821–826, 2006.

LATHAM, N. R.; MASON, G. J. Maternal deprivation and the development of stereotypic behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 110, n. 1–2, p. 84–108, 2008.

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**. p.135-155, 1999.

LUNDEHEIM, N.; CHALKIAS, H.; RYDHMER, L. Genetic analysis of teat number and litter traits in pigs. **Acta Agriculturae Scandinavica A: Animal Sciences**, v. 63, n. 3, p. 121–125, 2013.

MAGNABOSCO, D. et al. Impact of the Birth Weight of Landrace x Large White Dam Line Gilts on Mortality, Culling and Growth Performance until Selection for Breeding Herd. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 43, p. 1–8, 2015.

MARTINS, T. F. et al. Functional analysis of litter size and number of teats in pigs: From GWAS to post-GWAS. **Theriogenology**, v. 193, p. 157–166, 2022.

MCCAWE, M. B. Effect of reducing crossfostering at birth on piglet mortality and performance during an acute outbreak of porcine reproductive and respiratory syndrome. **Swine Health and Production**, v. 8, p. 15 – 21, 2000.

MERSMANN, H. J. et al. Factors affecting growth and survival of neonatal genetically obese and lean swine: cross fostering experiments. **Growth**, v. 48, n. 2, p. 209–220, 1984.

MILLER, Y. J. et al. Providing supplemental milk to piglets preweaning improves the growth but not survival of gilt progeny compared with sow progeny. **Journal of Animal Science**, v. 90, p. 5078–5085, 2012.

MILLIGAN, B. N.; FRASER, D.; KRAMER, D. L. Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 73, n. 3, p. 179–191, 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.

MOSCATELLI, G. et al. Genome-wide association studies for the number of teats and teat asymmetry patterns in Large White pigs. **Animal Genetics**, v. 51, p. 595–600, 2020.

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

NUNTAPAITOON, M.; TUMMARUK, P. Factors influencing piglet pre-weaning mortality in 47 commercial swine herds in Thailand. **Tropical Animal Health and Production**, v. 50, n. 1, p. 129–135, 2018.

PANZARDI, A. et al. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 110, n. 2, p. 206–213, 2013.

PEDERSEN, L. J. et al. Neonatal piglet traits of importance for survival in crates and indoor pens. **Journal of Animal Science**, v. 89, n. 4, p. 1207–1218, 2011.

PÈRE, M. C.; ETIENNE, M. Uterine blood flow in sows: effects of pregnancy stage and litter size. **Reproduction Nutrition Development**, v. 40, n. 4, p. 369–382, 2000.

PIGCHAMP. **Benchmarking Summaries**, 2004.

PIGCHAMP. **Benchmarking Summaries**, 2021.

PIGCHAMP. **Benchmarking Summaries**, 2022.

PUSTAL, J. et al. Providing supplementary, artificial milk for large litters during lactation: Effects on performance and health of sows and piglets: A case study. **Porcine Health Management**, v. 1, 2015.

QUESNEL, H. et al. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. **Animal**, v. 2, n. 12, p. 1842–1849, 2008.

QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. **Livestock Science**, v. 146, n. 2–3, p. 105–114, 2012.

QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, 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 of Animal Science**, v. 84, p. 113–123, 2006.

RIDDERSHOLM, K. V. et al. Identifying risk factors for low piglet birth weight, high within-litter variation and occurrence of intrauterine growth-restricted piglets in hyperprolific sows. **Animals**, v. 11, n. 9, p. 2731, 2021.

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

RUTHERFORD, K. M. D. et al. **The ethical and welfare implications of large litter size in the domestic pig challenges and solutions**, 2011.

RUTHERFORD, K. M. D. et al. The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: Biological factors. **Animal Welfare**, v. 22, n. 2, p. 199–218, 2013.

SASAKI, Y. et al. Quantitative relationship between the number of cross-fostering piglets and subsequent productivity of sows on commercial swine farms. **Animal Science Journal**, v. 93, n. 1, p. 1–6, 2022.

SCHMITT, O. et al. Artificial rearing affects piglets pre-weaning behaviour, welfare and growth performance. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 210, p. 16–25, 2019a.

SCHMITT, O. et al. Nurse sow strategies in the domestic pig: I. Consequences for selected measures of sow welfare. **Animal**, v. 13, n. 3, p. 580–589, 2019b.

SCHMITT, O. et al. Nurse sow strategies in the domestic pig: II. Consequences for piglet growth, suckling behaviour and sow nursing behaviour. **Animal**, v. 13, n. 3, p. 590–599, 2019c.

SØRENSEN, J. T. et al. Do nurse sows and foster litters have impaired animal welfare? Results from a cross-sectional study in sow herds. **Animal**, v. 10, n. 4, p. 681–686, 2016.

SOUZA, L. P. et al. Behaviour and growth performance of low-birth-weight piglets cross-fostered in multiparous sows with piglets of higher birth weights. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia**, v. 66, n. 2, p. 510–518, 2014.

STRATHE, A. V.; BRUUN, T. S.; HANSEN, C. F. Sows with high milk production had both a high feed intake and high body mobilization. **Animal**, v. 11, n. 11, p. 1913–1921, 2017.

STRAW, B. E.; DEWEY, C. E.; BÜRGI, E. J. Patterns of crossfostering and piglet mortality on commercial U.S. and Canadian swine farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 33, n. 1–4, p. 83–89, 1998.

TOKACH, M. D. et al. Review: Nutrient requirements of the modern high-producing lactating sow, with an emphasis on amino acid requirements. **Animal**, 2019.

TROST, L. S. et al. Development of a new grading system to assess the foster performance of lactating sows. **Animal**, v. 16, n. 11, 2022.

VANDE POL, K. D. et al. Effect of within-litter birth weight variation after cross-fostering on piglet preweaning growth and mortality Translate basic science to industry innovation. **Translation Animal Science**, v. 5, p. 1–12, 2021a.

VANDE POL, K. D. et al. Effect of rearing cross-fostered piglets in litters of differing size relative to sow functional teat number on preweaning growth and mortality. **Translational Animal Science**, v. 5, p. 1–11, 2021b.

VANDEN HOLE, C. et al. Does intrauterine crowding affect locomotor development? A comparative study of motor performance, neuromotor maturation and gait variability among piglets that differ in birth weight and vitality. **Plos One**, v. 13, n. 4, 2018.

XUE, J. L. et al. Influence of lactation length on sow productivity. **Livestock Production Science**, v. 34, p. 253 – 265, 1993.

ZHANG, X. et al. Effect of different cross-fostering strategies on growth performance, stress status and immunoglobulin of piglets. **Animals**, v. 11, n. 2, p. 1–9, 2021.

ZINDOVE, T. J. et al. Effects of within-litter birth weight variation of piglets on performance at 3 weeks of age and at weaning in a Large White x Landrace sow herd. **Livestock Science**, v. 155, p. 348–354, 2013.

**ANEXO A – Parecer CEUA - UFRGS**

**Assunto:**Projeto de pesquisa na Comissão de Ética no Uso de Animais

**Data:**2022-09-08 09:46

**De:**<ceua@propesq.ufrgs.br>

**Para:**rafael.ulguim@ufrgs.br

Prezado Pesquisador RAFAEL DA ROSA ULGUIM,

Informamos que o projeto de pesquisa DESEMPENHO E SOBREVIVÊNCIA PRÉ-DESMAME EM LEITEGADAS DE DIFERENTES PESOS UNIFORMIZADAS COM LEITÕES EXCEDENTES AO NÚMERO FUNCIONAL DE TETOS, encaminhado para análise em 18/07/2022, foi aprovado no(a) Comissão de Ética no Uso de Animais com o seguinte parecer:

Com base nas informações fornecidas pelo pesquisador responsável, esta CEUA é favorável à aprovação do uso, para experimentação animal, de 200 matrizes suínas e 3.000 leitões suínos oriundos da empresa Master Agroindustrial (CNPJ 02.011.086/0011-55), Rodovia SC 477 / Km 08, Localidade de Carijos, Papanduva / SC.

Atenciosamente,

Comissão de Ética no Uso de Animais