



## Influência de fatores biológicos e de manejo sobre o leitão na fase de maternidade

### Influence of biological and management factors on piglets in the maternity phase

Cristina Satie Hideshima<sup>1\*</sup> , Geraldo Camilo Alberton<sup>2</sup> , Sergio Rodrigo Fernandes<sup>1</sup> , Daiane Güllich Donin<sup>2</sup> , Ray Nascimento Gonsalves<sup>2</sup> , Ana Paula Backes<sup>2</sup> , Félix Daniel Martins Mentges<sup>2</sup> , Alex Junior dos Santos Silva<sup>2</sup> , Altair Silveira de Farias Júnior<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina, Paraná, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal do Paraná (UFPR), Palotina, Paraná, Brasil

\*Correspondente - [cristinahideshima@gmail.com](mailto:cristinahideshima@gmail.com)

#### Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de manejo de uniformização, ordem de nascimento (ON), peso ao nascimento (PN) e suas interações no desempenho de leitões na fase de maternidade. Porcas (n = 25) e suas leitegadas (n = 388 leitões) foram distribuídas em dois tratamentos: UNIF – uniformização de leitões entre leitegadas distintas logo após o nascimento; MBIO – leitões mantidos até 12 horas pós-parto com a mãe biológica. Nos dois tratamentos o efeito da ON foi avaliado em três grupos caracterizados pela ON de 1–6, 7–12 e  $\geq 13$ ; o efeito de PN foi avaliado em quatro grupos definidos como Muito leve, Leve, Médio e Pesado. O delineamento foi inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 3 \times 4$ , totalizando 24 tratamentos com 16 leitões/tratamento, em média. O ganho de peso do nascimento até 72 horas de vida ( $GP_{72h}$ ) foi maior em MBIO. A quantidade de colostro ingerida (QCI) foi menor em leitões de  $ON \geq 13$ . Em geral, o desempenho dos leitões aumentou em resposta ao aumento do PN. Houve interação entre manejo de uniformização e PN para QCI em relação ao peso corporal ( $QCI_{pc}$ ), que foi maior em leitões Muito leves em UNIF (27,48% PC) e menor em leitões Pesados em MBIO (16,82% PC). É possível obter bom desempenho de leitões mantendo a leitegada com a mãe biológica até 12 horas pós-parto. A quantidade de colostro ingerida em base absoluta (g) é maior, mas relativa ao peso corporal (% PC) é menor em leitões pesados.

**Palavras-chave:** colostro; desmame; hiperprolificidade; manejo de uniformização; peso ao nascimento; suinocultura.

#### Abstract

The goal of this study was to assess the effects of uniformization management, birth order (BO) and birth weight (BiW) and their interactions on to the performance of piglets in the maternity phase. Sows (n = 25) and their litters (n = 388 piglets) were distributed into two treatments, namely: UNIF – uniformization of piglets between different litters right after birth; and BIOM – piglets kept up to 12 hours after birth with their biological mothers. In both treatments, the effect of BO was assessed in

Recebido  
19 de janeiro de 2021.  
Aceito  
03 de maio de 2021.  
Publicado  
28 de julho de 2021.

[www.revistas.ufg.br/vet](http://www.revistas.ufg.br/vet)

Como citar - disponível no site, na página do artigo.

three groups characterised by BO of 1–6, 7–12, and  $\geq 13$ . The effect of BiW was assessed in four groups defined as ‘very light’, ‘light’, ‘medium’, and ‘heavy’. The design was completely randomised in a 2×3×4 factorial scheme, totalling 24 treatments with 16 piglets/treatment, on average. Weight gain from birth to 72 hours after birth ( $WG_{72h}$ ) was greater in the BIOM treatment. The colostrum intake (CI) was lower in piglets with BO  $\geq 13$ . In general, piglet performance increased in response to the increase in BiW. There was interaction between uniformization management and BiW with respect to CI related to body weight ( $CI_{BW}$ ), which was greater in very light piglets in the UNIF treatment (27.48% BW), and lower in heavy piglets in the BIOM treatment (16.82% BW). It was possible to obtain satisfactory piglet performance by keeping the litters with their biological mothers until 12 hours after birth. The CI expressed on an absolute basis (g) was greater; however, CI expressed on relative basis with respect to body weight (% BW) was lower in heavy piglets.

**Keywords:** birth weight, colostrum, hyperprolificity, pig farming, uniformization management, weaning

---

## Introdução

O intenso melhoramento genético e o aprimoramento das linhagens hiperprolíficas ocasionaram aumento no número de leitões nascidos por fêmea. Entretanto, algumas características como capacidade uterina, eficiência placentária e número de tetos não foram melhoradas na mesma intensidade. Assim, o desenvolvimento fetal é prejudicado, o que acarreta a diminuição do peso ao nascimento e o aumento na variabilidade de peso nos leitões nascidos, afetando o desempenho dos animais na fase da maternidade<sup>(1-3)</sup>.

A mortalidade neonatal é uma das principais causas de perdas no período lactacional e o momento mais crítico são as primeiras 24 horas de vida do leitão<sup>(4)</sup>, sendo que leitões com baixo peso ao nascimento possuem menores chances de sobrevivência e menor desempenho até o abate<sup>(5,6)</sup>. De acordo com Kilbride *et al.*<sup>(7)</sup>, 84% da mortalidade pré-desmame ocorre na primeira semana de vida dos leitões, sendo que 28% dessas mortes ocorrem nas primeiras 24 horas de vida. Baixa viabilidade ao nascer, inanição, esmagamento de leitões doentes e diarreia estão entre as principais causas de morte na maternidade, representando 13,8%, 6,8%, 4,7% e 3,5% da mortalidade, respectivamente<sup>(6,7)</sup>. A não ingestão ou o consumo de quantidade insuficiente de colostro leva à inanição, predispondo os leitões à hipotermia, ao esmagamento e à ocorrência de diarreia. Assim, a adequada ingestão de colostro reduz as mortes na maternidade e diminui as perdas no sistema produtivo.

O colostro fornece imunidade passiva, que é necessária para a proteção do leitão<sup>(8)</sup> e fatores de crescimento que estimulam o desenvolvimento e a maturação intestinal<sup>(9)</sup>. Dentre as imunoglobulinas presentes no colostro, a imunoglobulina G (IgG) encontra-se em maior quantidade, representando cerca de 75% do total de imunoglobulinas<sup>(10)</sup>. Porém, a quantidade de IgG no colostro diminui rapidamente nas primeiras 24 horas após o parto, o que indica que o leitão deve mamar o colostro logo após o nascimento

para que não fique muito tempo exposto à microbiota ambiental sem a devida proteção. De acordo com Devillers *et al.*<sup>(11)</sup>, a ingestão de 200 g de colostro até 24 horas após o nascimento é a quantidade mínima para fornecer imunidade passiva, reduzir o risco de morte antes do desmame e permitir um bom crescimento dos leitões. Já Quesnel *et al.*<sup>(4)</sup> afirmaram que a ingestão de aproximadamente 180g colostro/kg de peso corporal (PC) é necessária para prover energia e imunoglobulinas suficientes para garantir a sobrevivência dos leitões, demonstrando que há controvérsias com relação à quantidade de colostro a ser ingerida para garantir a sobrevivência e promover o desempenho dos leitões.

A ingestão de colostro contribui no processo de termorregulação corporal por intermédio do fornecimento de energia. Por isso, quanto mais rápido o leitão mamar após o nascimento, melhor será sua capacidade de manter a homeotermia. Entretanto, leitões com baixo peso ao nascimento apresentam menores reservas energéticas, demoram mais para realizar a primeira mamada, o que leva ao aumento da sensibilidade ao frio<sup>(12)</sup>. Os leitões menores, em leitegadas com pesos distintos, sofrem maior prejuízo quando a leitegada em que estão inseridos é numerosa, devido ao maior número de competidores, e em fêmeas mais velhas, por causa do menor número de tetos funcionais<sup>(13)</sup>. Diferentes estratégias de manejo visam a melhorar o desempenho e reduzir a variação de PC entre leitões dentro da leitegada que é ocasionada, principalmente, por leitões mais leves<sup>(14)</sup>. Com o objetivo de reduzir a mortalidade, principalmente dos leitões leves, realiza-se a uniformização de leitegadas<sup>(15)</sup>. Esse manejo é um procedimento padrão na criação de leitões que envolve a realocação de leitões das suas mães biológicas para outra ninhada<sup>(16)</sup>. A sobrevivência dos leitões em ninhadas grandes pode ser aumentada se os leitões excedentes forem uniformizados<sup>(17)</sup>.

A uniformização minimiza as variações de PC dentro da mesma leitegada<sup>(18,19)</sup> e, quando realizada até 48 horas após o nascimento, não ocasiona queda no desempenho dos leitões<sup>(19,20)</sup>. Entretanto, na prática, muitas vezes a uniformização de leitegadas é realizada nas granjas de forma indiscriminada durante toda a lactação, provocando atraso no crescimento desses animais. Recomenda-se que a uniformização seja realizada ao mínimo, pois pode ser estressante para porcas e leitões. Além disso, se for necessária, deve ser realizada o mais cedo possível, ou seja, 12-24h após o nascimento<sup>(21)</sup>.

Vários aspectos interferem diretamente nos resultados da uniformização, como o momento em que esse manejo é realizado, o tamanho e o número de leitões e a ordem de parto da mãe adotiva e biológica. A transferência dos leitões deve ser realizada, preferencialmente, entre 6 e 24 horas após o parto, período em que ainda não foi definido o teto específico de mamada para os leitões absorverem o máximo de imunoglobulinas do colostro de sua mãe biológica; o objetivo é permitir que os leitões transferidos possam aproveitar o colostro da mãe adotiva sem que haja interferência na transferência de imunidade celular passiva<sup>(19-24)</sup>, que só é adquirida por meio da ingestão do colostro na mãe biológica<sup>(24)</sup>. O desempenho e a viabilidade dos leitões na fase lactacional é muito dependente de fatores relacionados à fêmea adotiva e biológica, desde a qualidade do colostro e produção de leite até a conformação do aparelho mamário e habilidade materna, o que varia de acordo com a ordem de parto<sup>(16,25,26)</sup>.

Nesse contexto, o presente estudo foi conduzido buscando-se testar quatro hipóteses: (1) leitões submetidos ao manejo de uniformização logo após o parto apresentam desempenho semelhante àqueles que permanecem até 12 horas pós-parto com a mãe biológica; (2) leitões que nascem primeiro apresentam melhor desempenho que àqueles que nascem por último na leitegada; (3) leitões que nascem mais pesados têm melhor desempenho que leitões que nascem mais leves; (4) há interação entre estes fatores sobre o desempenho dos leitões na maternidade. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de manejo de uniformização, ordem de nascimento, peso ao nascimento e suas interações no desempenho de leitões na fase de maternidade.

## Material e métodos

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Paraná (CEUA/UFPR), sob o protocolo n. 41/2017, o qual certificou que esta pesquisa está em conformidade com os Princípios Éticos da Experimentação Animal, adotado pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal (CONCEA).

O estudo foi realizado em uma granja comercial de suínos, produtora de leitões, com 1100 matrizes, situada em Palotina, região oeste do Paraná, Brasil. Foram utilizados leitões (n = 388) originados de porcas DanBred (DB90) (n = 25), que foram acompanhados desde o nascimento até a desmama. Foram utilizadas porcas de ordem de parto (OP) 1 a 7, que pariram leitegadas com 16 leitões, em média (variação de 8 a 22 leitões/leitegada). As porcas foram transferidas para a maternidade 3 a 4 dias antes da data prevista do parto (DPP = 114 dias) e foram alojadas em celas previamente lavadas e desinfetadas. As celas possuíam escamoteadores individuais providos de aquecimento com lâmpadas elétricas de 100 watts. Na semana do nascimento, foram colocados tapetes de borracha e uma cobertura de maravalha no piso do escamoteador. Após o parto, as porcas não receberam ração. No dia seguinte, foram alimentadas com dieta de lactação (18,5% de proteína bruta – PB, 1,0% de lisina e 3400 kcal de energia metabolizável – EM, com base na matéria seca – MS). A quantidade de ração fornecida foi aumentada em 1 kg/dia, iniciando com 1 kg/dia no dia seguinte ao parto até chegar à quantidade de 2 kg/fêmea + 0,400 kg para cada leitão na leitegada, que foi fornecida em quatro refeições diárias durante toda a lactação. A água foi fornecida *ad libitum* para porcas e leitões. Todos os partos foram induzidos, exceto os das primíparas. Para isso, 24 horas antes da DPP utilizou-se 0,7 a 1,0 mL do análogo sintético da PGF2 $\alpha$  (cloprostenol sódico – Sincrosin®) via intramuscular. Todos os partos foram assistidos, sendo registrados os horários de início e fim de cada um. Foi considerado como horário final do parto o momento da expulsão das placentas ou após a aplicação de 0,5 a 1,0 mL de ocitocina intravenosa (veia auricular), bem como o manejo do toque e a verificação de que não havia mais leitões. Nos casos em que os leitões nasceram envoltos pela membrana placentária, esta foi removida e, quando necessário, os leitões foram ressuscitados. Ao nascer, os leitões foram secos com papel toalha, colocados em um recipiente com maravalha e, depois, em outro com pó secante. Em seguida, foi realizado o corte e assepsia do cordão umbilical com iodo e a pesagem individual em balança digital (1 g de precisão). Ao finalizar o manejo pós-natal, os leitões retornaram

à mãe biológica, sendo permitido aos mesmos mamar enquanto não foi feito o manejo de uniformização.

Foram avaliados os efeitos de três fatores sobre o desempenho dos leitões na maternidade: (1) manejo de uniformização, (2) ordem de nascimento (ON) e (3) peso ao nascimento (PN). O efeito do manejo de uniformização foi avaliado por meio de dois tratamentos: UNIF – uniformização de leitões entre leitegadas distintas após o nascimento; MBIO – leitões mantidos com a mãe biológica até 12 horas após o nascimento. O efeito da ON foi avaliado a partir de três grupos caracterizados pela ON, de 1 a 6, 7 a 12 e igual ou maior que 13. Por fim, o efeito de PN foi avaliado pelo estabelecimento de quatro grupos com faixas de PN distintas, denominados Muito leve, Leve, Médio e Pesado. Estes grupos foram definidos com base no desvio padrão (DP) do PN dos leitões (Tabela 1). Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado em esquema fatorial  $2 \times 3 \times 4$ , totalizando 24 tratamentos. As repetições foram os leitões agrupados dentro de cada tratamento, sendo o número de repetições desuniforme entre os tratamentos. A média de repetições foi de 16 leitões/tratamento, com variação de 7 a 26 leitões/tratamento.

**Tabela 1.** Critérios estabelecidos para cada fator avaliado e número de leitões por tratamento ou grupo atribuído para cada fator independente

Fator	Tratamento/ Grupo	Critério <sup>1</sup>	Faixa de peso (g)	Leitões (n)
Manejo de uniformização	UNIF	Uniformização entre leitegadas distintas logo após o nascimento		182
	MBIO	Permanência com a mãe biológica até 12 horas pós-parto		206
Ordem de nascimento	1-6	Ordem de nascimento de 1 a 6		150
	7-12	Ordem de nascimento de 7 a 12		144
	≥ 13	Ordem de nascimento maior que 13		94
Peso ao nascimento	Muito leve	$PN \leq PN_M - 0,66 * DP_{PN}$	≤ 1096	108
	Leve	$PN_M - 0,66 * DP_{PN} < PN \leq PN_M$	1097 a 1329	78
	Médio	$PN_M < PN \leq PN_M + 0,66 * DP_{PN}$	1330 a 1563	102
	Pesado	$PN > PN_M + 0,66 * DP_{PN}$	> 1564	100

PN: peso ao nascimento;  $PN_M$ : peso médio ao nascimento;  $DP_{PN}$ : desvio padrão para peso ao nascimento.

Para avaliar o manejo de uniformização, as porcas foram distribuídas de forma homogênea de acordo com a OP dentro de cada tratamento definido para este fator (Tabela 1). No tratamento UNIF, os leitões receberam brincos coloridos (verde, vermelho e azul) com numeração sequencial e permaneceram com a mãe biológica até o final do parto. Logo após, passaram pelo manejo de uniformização, mantendo-se, em média, 1 leitão/teto viável e pelos outros manejos de rotina da granja (desgaste dos dentes, corte da cauda, aplicação de ferro e marcação da orelha). No tratamento MBIO, os leitões receberam apenas brincos amarelos com numeração sequencial e permaneceram com a mãe biológica durante as 12 primeiras horas pós-parto, não sofrendo nenhum tipo de interferência durante esse período, independentemente do número de nascidos. Após 12 horas pós-parto, os leitões passaram pelos manejos de rotina da granja (os mesmos descritos anteriormente no tratamento UNIF) e aqueles que excediam o número de tetos viáveis foram transferidos para outras matrizes.

Para avaliar o desempenho na fase de maternidade, os leitões foram pesados após 24 (P24h) e 72 horas (P72h) do nascimento e na desmama (PD), que ocorreu aos 21 dias de idade. A partir

da diferença entre esses pesos e o PN, obteve-se o ganho de peso após 24 e 72 horas ( $GP_{24h}$  e  $GP_{72h}$ ) e ao desmame ( $GP_D$ ). Foi registrada a ocorrência de óbitos de leitões para calcular a taxa de mortalidade (TM) na fase de maternidade. A transferência de leitões entre leitegadas também foi devidamente registrada durante o período experimental.

A quantidade de colostro ingerido (QCI, g) foi estimada conforme proposto por Devillers *et al.*<sup>(26)</sup> utilizando-se a seguinte equação:

$$QCI = -21,4 + 0,217 \times t + 1861019 \times \frac{P_{24h}}{t} + PN \left( 54,80 - \frac{1861019}{t} \right) \times (0,9985 - 3,7 \times 10^{-4} \times t_{FS} + 6,1 \times 10^{-7} \times t_{FS}^2)$$

onde: PN = peso ao nascimento (g); P24h = peso após 24 horas do nascimento (g); t = tempo transcorrido do nascimento à pesagem após 24 horas (min);  $t_{PS}$  = média do intervalo entre o nascimento e a primeira sucção (min). O  $t_{PS}$  foi estimado em 30 min de acordo com Devillers *et al.*<sup>(26)</sup>.

A QCI foi expressa, também, em base proporcional ao PN dos leitões ( $QCI_{PC}$ ), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$QCI_{PC} = (QCI/PN) \times 100$$

onde: QCI = quantidade de colostro ingerido (g); PN = peso ao nascimento (g).

As análises estatísticas foram realizadas no programa *Statistical Analysis System* (SAS), versão 9.0<sup>(28)</sup>. Inicialmente, os dados foram submetidos ao teste de normalidade de *Shapiro-Wilk* (PROC UNIVARIATE), que indicou que apenas a variável TM não se ajustou à distribuição normal.

As variáveis que apresentaram distribuição normal foram analisadas em modelo misto (PROC MIXED), no qual o manejo de uniformização, o grupo de ON, o grupo de PN e suas interações foram os efeitos fixos; a OP e o tamanho da leitegada (TL) foram incluídos como covariáveis e o resíduo foi aleatório. As covariáveis foram mantidas no modelo

quando apresentaram efeito significativo sobre as variáveis dependentes. Quando os efeitos fixos e suas interações foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de *Tukey-Kramer* (função LSMEANS do PROC MIXED).

A variável TM foi analisada apenas em relação aos efeitos independentes dos fatores estudados por meio de testes não paramétricos (PROC NPAR1WAY). Assim, os tratamentos de manejo de uniformização foram comparados pelo teste de *Mann-Whitney*, enquanto os grupos de ON e PN foram comparados pelo teste de *Kruskal-Wallis*.

Valores de probabilidade menores que 0,05 foram considerados significativos em todas as análises realizadas.

## Resultados e discussão

Ao testar as covariáveis OP e TL no modelo estatístico, verificou-se que apenas TL teve efeito significativo ( $P < 0,05$ ) sobre as variáveis P24h e P72h (Tabela 2). Dessa forma, essas variáveis foram analisadas utilizando-se o modelo contendo TL como covariável. Para as demais variáveis, utilizou-se o modelo sem covariáveis na análise dos dados.

Houve efeito independente do manejo de uniformização ( $P < 0,05$ ) sobre o  $GP_{72h}$  (Tabela 2), que foi maior nos leitões do tratamento MBIO comparados aos do tratamento UNIF (Tabela 3). Não houve efeito do manejo de uniformização ( $P > 0,05$ ) sobre as demais variáveis avaliadas.

No presente estudo objetivou-se avaliar se, em granjas com fêmeas hiperprolíferas, seria possível quebrar o paradigma de que a equalização de leitegadas após o parto é um mal necessário, que não pode ser modificado. Desse modo, foram escolhidas para o estudo porcas com leitegadas com média de 16 leitões, número que excede a capacidade do aparelho mamário. Apesar disso, os resultados semelhantes de desempenho, QCI e TM semelhantes ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos demonstram que não houve efeito negativo da manutenção de toda a leitegada com a mãe biológica durante as 12 primeiras horas pós-parto, tanto na quantidade de colostro ingerido como no ganho de peso nas 72 horas e no período total de maternidade. Ressalta-se que no tratamento MBIO os leitões não foram submetidos a nenhuma prática de manejo nas primeiras 12 horas de vida, o que indica que houve um revezamento natural entre eles para proceder as mamadas e, dessa forma, ingerir a mesma quantidade de colostro que os leitões do tratamento UNIF. O peso semelhante de leitões biológicos e adotados neste estudo está de acordo com os resultados de Neal e Irwin<sup>(18)</sup> para leitões que foram uniformizados até 48 horas pós-parto. Já Zhang *et al.*<sup>(17)</sup> investigaram o efeito da uniformização em diferentes pesos ao nascimento e tiveram como resultado uma queda no ganho de peso diário quando o manejo de uniformização foi realizado tardiamente. Estudos demonstraram que a TM não difere entre leitões biológicos ou adotivos até os dezoito dias de idade<sup>(15)</sup> e, controversamente, que os leitões adotivos tiveram menor sobrevida aos 21 dias e 42 dias de idade<sup>(18)</sup>.

**Tabela 2.** Valores de probabilidade para as covariáveis e os efeitos fixos incluídos nos modelos mistos testados e utilizados na análise dos dados.

Variável <sup>I</sup>	Covariável <sup>II</sup>			Efeito fixo <sup>III</sup>						
	OP	TL	MU	ON <sub>G</sub>	PN <sub>G</sub>	MU × ON <sub>G</sub>	MU × PN <sub>G</sub>	ON × PN <sub>G</sub>	MU × ON <sub>G</sub> × PN <sub>G</sub>	
Modelo testado										
PN (g)	0,5650	0,0615	0,9113	0,2452	< 0,0001	0,9241	0,3893	0,0777	0,6707	
P <sub>24h</sub> (g)	0,4591	0,0273	0,7558	0,0689	< 0,0001	0,7621	0,8516	0,1266	0,5230	
GP <sub>24h</sub> (g)	0,6172	0,1631	0,3168	0,2002	0,0180	0,5729	0,0932	0,6118	0,4005	
QCI (g)	0,6918	0,1191	0,1683	0,0439	< 0,0001	0,6443	0,2392	0,6747	0,3897	
QCI <sub>PC</sub> (% PC)	0,9733	0,3058	0,0845	0,0670	< 0,0001	0,5090	0,0278	0,7416	0,2804	
P <sub>72h</sub> (g)	0,9855	0,0051	0,3462	0,4858	< 0,0001	0,6922	0,3638	0,5340	0,0843	
GP <sub>72h</sub> (g)	0,9203	0,0502	0,1879	0,7041	< 0,0001	0,6702	0,1343	0,4992	0,0540	
PD (g)	0,2111	0,8599	0,6935	0,6902	< 0,0001	0,5262	0,5595	0,6727	0,6432	
GP <sub>D</sub> (g)	0,2100	0,6532	0,6947	0,7853	< 0,0001	0,5353	0,5655	0,7751	0,7232	
Modelo utilizado										
PN (g)			0,3960	0,1008	< 0,0001	0,9336	0,4249	0,0824	0,6539	
P <sub>24h</sub> (g)	0,0352		0,8619	0,0640	< 0,0001	0,7809	0,8499	0,1312	0,5380	
GP <sub>24h</sub> (g)			0,6106	0,0877	0,0134	0,5995	0,0802	0,6340	0,4752	
QCI (g)			0,3826	0,0114	< 0,0001	0,6878	0,2256	0,6771	0,4710	
QCI <sub>PC</sub> (% PC)			0,1339	0,0294	< 0,0001	0,5401	0,0268	0,7240	0,3091	
P <sub>72h</sub> (g)	0,0043		0,3357	0,4840	< 0,0001	0,6914	0,3623	0,5308	0,0806	
GP <sub>72h</sub> (g)			0,0312	0,5941	< 0,0001	0,6278	0,1416	0,5331	0,0565	
PD (g)			0,4987	0,7041	< 0,0001	0,5140	0,5945	0,6796	0,6044	
GP <sub>D</sub> (g)			0,4354	0,8280	< 0,0001	0,5324	0,6182	0,7693	0,6627	

PN peso ao nascimento; P<sub>24h</sub>: peso às 24 horas; GP<sub>24h</sub>: ganho de peso do nascimento até 24 horas; QCI: quantidade de colostro ingerido; QCI<sub>PC</sub>: quantidade de colostro ingerido em relação ao peso corporal; P<sub>72h</sub>: peso às 72 horas; GP<sub>72h</sub>: ganho de peso do nascimento até 72 horas; PD: peso à desmama; GP<sub>D</sub>: ganho de peso do nascimento à desmama.

<sup>I</sup>OP: ordem de parto; TL: tamanho da leitegada.

<sup>III</sup>MU: manejo de uniformização; ON<sub>G</sub>: grupo de ordem de nascimento; PN<sub>G</sub>: grupo de peso ao nascimento.



**Tabela 3.** Médias e erro padrão para características de desempenho e taxa de mortalidade de leitões na maternidade em resposta ao manejo de uniformização

Variável <sup>I</sup>	Manejo de uniformização <sup>II</sup>	
	UNIF	MBIO
PN (g)	1307 ± 25	1343 ± 26
P <sub>24h</sub> (g)	1384 ± 27	1415 ± 27
GP <sub>24h</sub> (g)	74 ± 5	68 ± 6
QCI (g)	283 ± 7	276 ± 8
QCI <sub>PC</sub> (% PC)	22,39 ± 0,58	21,09 ± 0,60
P <sub>72h</sub> (g)	1702 ± 31	1757 ± 33
GP <sub>72h</sub> (g)	375 ± 13 <sup>b</sup>	405 ± 13 <sup>a</sup>
PD (g)	5668 ± 117	5573 ± 106
GP <sub>D</sub> (g)	4345 ± 103	4217 ± 90
TM (%) <sup>*</sup>	6,59 ± 1,84	4,85 ± 1,50

<sup>I</sup>PN: peso ao nascimento; P<sub>24h</sub>: peso às 24 horas; GP<sub>24h</sub>: ganho de peso do nascimento até 24 horas; QCI: quantidade de colostro ingerido; QCI<sub>PC</sub>: quantidade de colostro ingerido em relação ao peso corporal; P<sub>72h</sub>: peso às 72 horas; GP<sub>72h</sub>: ganho de peso do nascimento até 72 horas; PD: peso à desmama; GP<sub>D</sub>: ganho de peso do nascimento à desmama; TM: taxa de mortalidade

<sup>II</sup>UNIF: uniformização entre leitegadas distintas; MBIO: permanência com a mãe biológica.

<sup>\*</sup>Analisada pelo teste não paramétrico de Mann-Whitney, apresentando P = 0,4615.

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey-Kramer (P<0,05).

Esses resultados são valiosos para a realidade da suinocultura mundial, pois, com a introdução de genéticas hiperprolíficas, um dos grandes desafios é garantir a ingestão suficiente de colostro por todos os leitões da leitegada. Para isso, é de praxe a uniformização das leitegadas, logo após o parto, com o objetivo de manter nas matrizes somente um leitão por teto viável. Essa estratégia de manejo é prática comum em granjas comerciais e seu objetivo é combinar a capacidade de criação das porcas com o tamanho da ninhada para garantir que todos os leitões possam ter acesso a uma teta funcional<sup>(2)</sup>. Granjas que adotam essa técnica geralmente têm resultados satisfatórios, já que o número de leitões desmamados é elevado, havendo certo sucesso na sobrevivência de leitões leves. Straw *et al.*<sup>(19)</sup> estimaram que até 5% dos leitões deveriam ser uniformizados para atingir esse objetivo. No entanto, isso representa um desafio de manejo e um prejuízo na transferência de imunidade materna, sendo que outras práticas de manejo envolvendo o uso de porcas ou sistemas de criação artificiais devem ser consideradas<sup>(2)</sup>. Além disso, o desempenho desses animais nas fases subsequentes (creche, crescimento e terminação) geralmente não é satisfatório, o que pode estar relacionado com a baixa capacidade imunológica dos leitões na maternidade. Em razão da placenta tipo epiteliocorial dos suínos, o leitão recém-nascido precisa adquirir imunoglobulinas de origem materna pela ingestão de colostro, para a proteção imune passiva<sup>(8)</sup>, sendo necessários novos estudos para estabelecer uma possível relação entre o manejo de uniformização e a ocorrência de enfermidades na creche, inclusive aquelas provocadas por agentes da microbiota normal dos suínos como, por exemplo, *Haemophilus parasuis*, *Streptococcus suis* e *Mycoplasma hyosynoviae*. Nesse contexto, há uma corrente na área de sanidade defendendo o emprego de estratégias, sanitárias e de manejo, que reforcem a capacidade imunológica dos leitões. A aquisição dessa imunidade é tempo dependente, pois a máxima absorção intestinal

das imunoglobulinas ocorre somente nas primeiras 12 horas após o nascimento. Isto ocorre devido à diminuição progressiva da permeabilidade intestinal do neonato às imunoglobulinas do colostro<sup>(8)</sup>.

Dentre as estratégias que influenciam positivamente a capacidade imunológica, merece destaque a ingestão de colostro (por intermédio das mamadas) obtido das mães biológicas por, pelo menos, 12 horas após o parto, pois somente dessa forma ocorre a transferência da imunidade celular, além da transferência dos anticorpos<sup>(29)</sup>. O colostro é a primeira secreção produzida pelas glândulas mamárias durante as horas imediatamente anteriores ao parto. Esta secreção difere do leite e representa um veículo essencial de imunidade passiva, compostos prebióticos e fatores de crescimento envolvidos no desenvolvimento intestinal<sup>(30)</sup>. Entretanto, como já foi discutido anteriormente, esse manejo encontra resistência entre os colaboradores das granjas, pois existe uma crença de que as porcas, logo após o parto, não podem ficar com mais leitões que o número de tetos viáveis, pois isso compromete a ingestão de colostro e aumenta a TM por esmagamento. Os resultados do presente estudo demonstram que isso não ocorre, uma vez que QCI, QCI<sub>PC</sub> e TM foram semelhantes entre UNIF e MBIO. Além disso, este último determinou melhor desempenho aos leitões até 72h de vida, indicando o benefício de manter os leitões com a mãe biológica após o nascimento.

Houve efeito independente da ON ( $P < 0,05$ ) no QCI e QCI<sub>PC</sub> (Tabela 2), que foi maior em leitões de ON 1–6 comparados aos leitões de ON  $\geq 13$  (Tabela 4). Os leitões de ON 7–12 foram semelhantes ( $P > 0,05$ ) aos demais grupos para QCI e QCI<sub>PC</sub>. As demais variáveis não foram influenciadas ( $P > 0,05$ ) pela ON. Apesar de terem ingerido menos colostro, leitões de ON  $\geq 13$  apresentaram desempenho semelhante aos demais grupos de ON das 72 horas pós-nascimento até o desmame.

**Tabela 4.** Médias e erro padrão para características de desempenho e taxa de mortalidade de leitões na maternidade nos grupos de ordem de nascimento

Variável <sup>1</sup>	Ordem de nascimento		
	1-6	7-12	$\geq 13$
PN (g)	1338 $\pm$ 31	1313 $\pm$ 30	1328 $\pm$ 32
P <sub>24h</sub> (g)	1421 $\pm$ 32	1385 $\pm$ 32	1392 $\pm$ 34
GP <sub>24h</sub> (g)	79 $\pm$ 7	72 $\pm$ 7	56 $\pm$ 8
QCI (g)	291 $\pm$ 9 <sup>a</sup>	280 $\pm$ 9 <sup>ab</sup>	257 $\pm$ 10 <sup>b</sup>
QCI <sub>PC</sub> (% PC)	22,68 $\pm$ 0,72 <sup>a</sup>	21,87 $\pm$ 0,68 <sup>ab</sup>	19,82 $\pm$ 0,77 <sup>b</sup>
P <sub>72h</sub> (g)	1743 $\pm$ 39	1712 $\pm$ 38	1745 $\pm$ 42
GP <sub>72h</sub> (g)	396 $\pm$ 16	386 $\pm$ 14	393 $\pm$ 18
PD (g)	5645 $\pm$ 128	5555 $\pm$ 130	5672 $\pm$ 150
GP <sub>D</sub> (g)	4297 $\pm$ 110	4231 $\pm$ 114	4310 $\pm$ 133
TM (%) <sup>*</sup>	4,67 $\pm$ 1,73	4,17 $\pm$ 1,67	9,57 $\pm$ 3,05

<sup>1</sup>PN: peso ao nascimento; P<sub>24h</sub>: peso às 24 horas; GP<sub>24h</sub>: ganho de peso do nascimento até 24 horas; QCI: quantidade de colostro ingerido; QCI<sub>PC</sub>: quantidade de colostro ingerido em relação ao peso corporal; P<sub>72h</sub>: peso às 72 horas; GP<sub>72h</sub>: ganho de peso do nascimento até 72 horas; PD: peso à desmama; GP<sub>D</sub>: ganho de peso do nascimento à desmama; TM: taxa de mortalidade.

<sup>\*</sup>Analisada pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, apresentando  $P = 0,1686$ .

Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey-Kramer ( $P < 0,05$ ).

Os resultados relacionados com a ON indicam que esse fator não interfere na ingestão de colostro por leitões nascidos até a ON 12, porém leitões de  $ON \geq 13$  têm a ingestão de colostro restringida (Tabela 4). Considerando que a partir das 12 horas pós-parto as leitegadas de todas as porcas foram uniformizadas e que cada leitegada era formada por 16 leitões, em média, cerca 4 leitões/leitegada (25%) tiveram a ingestão de colostro restringida. Isso justifica, ao menos parcialmente, a alta TM registrada em leitões de  $ON \geq 13$ . Embora não tenha diferido estatisticamente entre os grupos, a TM foi aproximadamente 2,2 vezes mais alta em leitões de  $ON \geq 13$  comparados aos demais. Esses resultados não corroboram outros estudos que indicam que leitões nascidos mais tarde não estão em desvantagem em relação ao consumo de colostro em comparação com leitões nascidos mais cedo durante o processo de parto<sup>(11,27,31,32)</sup>. Le Dividich *et al.*<sup>(33)</sup> relataram que no momento do nascimento dos últimos leitões, os primogênitos já foram saciados, estando menos ativos. Dessa forma, há possibilidade dos últimos mamarem, pois há menos competição. Quando a porca fica com mais leitões que o número de tetos viáveis, ocorre o revezamento entre eles no aparelho mamário, permitindo que todos ingiram quantidades acima do mínimo necessário<sup>(4)</sup>, com a vantagem de que, quando esses leitões são mantidos com a mãe biológica, eles recebam a imunidade mediada por células.

Exceto para  $QCI_{PC}$ , que foi influenciada pela interação entre manejo de uniformização e PN, e para TM, houve efeito do PN ( $P < 0,05$ ) sobre todas as variáveis de desempenho (Tabela 2). De modo geral, o desempenho dos leitões aumentou em resposta ao aumento do PN (Tabela 5). É interessante notar que houve semelhança ( $P > 0,05$ ) entre os grupos Médio e Pesado para variáveis importantes como QCI e  $GP_D$ , sugerindo que o  $PN \geq 1330$  g (que corresponde ao limite inferior do grupo Médio) proporciona melhor equilíbrio da ingestão de colostro entre os leitões, bem como do desempenho na fase de maternidade.

Menor QCI associado ao menor PN também foi observado no trabalho de Ferrari *et al.*<sup>(34)</sup>, o que corrobora o anteriormente mencionado no que se refere ao comprometimento da ingestão de colostro. León<sup>(31)</sup>, ainda acerca disso, estudou a técnica de amamentação parcelada, estabelecida com base no peso ao nascimento, sobre o comportamento e a ingestão de colostro em leitões recém-nascidos e teve como resultado que, independentemente dos tratamentos aos quais as leitegadas foram submetidas, os leitões pesados tiveram maior consumo de colostro do que os leitões leves. Também foi observado nesta pesquisa que os leitões leves, submetidos à amamentação parcelada, ingeriram menos colostro que no grupo UNIF, fato atribuído pela autora como efeito estressante desse tipo de manejo.

Houve interação ( $P < 0,05$ ) entre manejo de uniformização e PN sobre o  $QCI_{PC}$  (Tabela 2). No grupo Muito leve verificou-se que leitões do tratamento UNIF apresentaram maior  $QCI_{PC}$  que os leitões do tratamento MBIO (27,48 vs. 23,01% PC; Tabela 6). No tratamento UNIF, o grupo Muito leve apresentou maior  $QCI_{PC}$  que os demais grupos de PN, que não diferiram entre si (média de 20,43% PC). Já no tratamento MBIO, o grupo Pesado apresentou menor  $QCI_{PC}$  (16,82% PC) que os demais grupos de PN, que não diferiram entre si (média de 22,82% PC).

**Tabela 5.** Médias e erro padrão para características de desempenho e taxa de mortalidade de leitões na maternidade nos grupos de peso ao nascer

Variável <sup>I</sup>	Peso ao nascimento			
	Muito Leve	Leve	Médio	Pesado
PN (g)	891 ± 15 <sup>d</sup>	1204 ± 7 <sup>c</sup>	1440 ± 6 <sup>b</sup>	1775 ± 16 <sup>a</sup>
P <sub>24h</sub> (g)	944 ± 18 <sup>d</sup>	1277 ± 14 <sup>c</sup>	1531 ± 9 <sup>b</sup>	1843 ± 18 <sup>a</sup>
GP <sub>24h</sub> (g)	52 ± 6 <sup>b</sup>	73 ± 11 <sup>ab</sup>	90 ± 8 <sup>a</sup>	70 ± 9 <sup>ab</sup>
QCI (g)	224 ± 8 <sup>b</sup>	269 ± 13 <sup>b</sup>	312 ± 10 <sup>a</sup>	310 ± 12 <sup>a</sup>
QCI <sub>PC</sub> (% PC)	25,10 ± 0,83	22,27 ± 1,03	21,74 ± 0,69	17,61 ± 0,68
P <sub>72h</sub> (g)	1197 ± 23 <sup>d</sup>	1584 ± 22 <sup>c</sup>	1878 ± 18 <sup>b</sup>	2234 ± 23 <sup>a</sup>
GP <sub>72h</sub> (g)	288 ± 13 <sup>c</sup>	378 ± 19 <sup>b</sup>	438 ± 17 <sup>a</sup>	457 ± 17 <sup>a</sup>
PD (g)	4413 ± 135 <sup>d</sup>	5158 ± 120 <sup>c</sup>	6070 ± 104 <sup>b</sup>	6719 ± 131 <sup>a</sup>
GP <sub>D</sub> (g)	3494 ± 130 <sup>c</sup>	3951 ± 119 <sup>b</sup>	4631 ± 103 <sup>a</sup>	4940 ± 131 <sup>a</sup>
TM (%) <sup>*</sup>	8,33 ± 2,67	7,69 ± 3,04	1,96 ± 1,38	5,00 ± 2,19

<sup>I</sup>PN: peso ao nascimento; P<sub>24h</sub>: peso às 24 horas; GP<sub>24h</sub>: ganho de peso do nascimento até 24 horas; QCI: quantidade de colostro ingerido; QCI<sub>PC</sub>: quantidade de colostro ingerido em relação ao peso corporal; P<sub>72h</sub>: peso às 72 horas; GP<sub>72h</sub>: ganho de peso do nascimento até 72 horas; PD: peso à desmama; GP<sub>D</sub>: ganho de peso do nascimento à desmama; TM: taxa de mortalidade. <sup>\*</sup>Analisada pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, apresentando P = 0,1931. Médias seguidas por letras minúsculas diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey-Kramer (P<0,05).

**Tabela 6.** Médias e erro padrão para quantidade de colostro ingerido em relação ao peso corporal (QCI<sub>PC</sub>) em resposta a interação entre manejos de uniformização e grupos de peso ao nascimento

Variável <sup>I</sup>	Peso ao nascimento	Manejo de uniformização <sup>II</sup>	
		UNIF	MBIO
QCI <sub>PC</sub> (% PC)	Muito leve	27,48 ± 1,05 <sup>Aa</sup>	23,01 ± 1,19 <sup>Ba</sup>
	Leve	21,50 ± 1,34 <sup>Ab</sup>	23,05 ± 1,57 <sup>Aa</sup>
	Médio	21,06 ± 0,89 <sup>Ab</sup>	22,39 ± 1,06 <sup>Aa</sup>
	Pesado	18,73 ± 0,97 <sup>Ab</sup>	16,82 ± 0,93 <sup>Ab</sup>

<sup>I</sup>QCI<sub>PC</sub>: quantidade de colostro ingerido em relação ao peso corporal. <sup>II</sup>UNIF: uniformização entre leitegadas distintas; MBIO: permanência com a mãe biológica. Letras maiúsculas na mesma linha e letras minúsculas na mesma coluna comparam as médias pelo teste de Tukey-Kramer (P<0,05).

O QCI<sub>PC</sub> é uma variável importante, pois existe um limite fisiológico para a ingestão de colostro de modo que, independentemente do manejo empregado, a tendência é que a ingestão seja proporcional ao peso. A ingestão do colostro depende tanto da capacidade da porca de produzir quantidade suficiente de colostro para toda a leitegada, quanto da capacidade dos leitões para alcançar as tetas e sugá-lo. Sabe-se que essa ação é influenciada pelo PN, vitalidade do leitão ao nascimento e características da leitegada<sup>(4,8,11,12,26,33)</sup>. Uma vez que a quantidade de colostro ingerida é altamente variável entre leitões<sup>(11)</sup>, espera-se que a ingestão de colostro seja menor em leitões com baixo PN. No entanto, no presente estudo verificou-se uma relação inversa, em que o QCI<sub>PC</sub> de leitões Muito leves foi 34,5% superior ao de leitões Leves a Pesados no tratamento UNIF e 36,8% superior ao de leitões Pesados no tratamento MBIO (Tabela 6). Assim, práticas de manejo que busquem melhorar a ingestão de colostro de leitões

leves são aparentemente desnecessárias, pois esses leitões já mamam mais colostro proporcionalmente ao seu peso. Na média geral deste estudo, o PN foi de 1326 g e o QCI foi de 279 g, resultando em  $QCI_{PC}$  de 21,69% PC.

Ao avaliar o efeito dos grupos de PN sobre a  $QCI_{PC}$  dentro de cada tratamento de manejo de uniformização (Tabela 6), verificou-se que leitões Muito leves que foram equalizados logo após o nascimento ingeriram maior quantidade de colostro comparados aos que permaneceram 12 horas com suas mães biológicas. Isso provavelmente se deve ao fato de a equalização, após o parto, garantir um teto viável por leitão, o que pode favorecer os leitões de baixo PN. No entanto, como as leitegadas do grupo UNIF foram equalizadas logo após o parto, muitos leitões acabaram ingerindo pouco colostro em suas mães biológicas e, como consequência, perderam a linha de defesa proporcionada pela imunidade celular recebida da mãe. Assim, a maior  $QCI_{PC}$  pelos leitões de baixo PN não justifica esse manejo, pois pode comprometer a imunidade desses animais.

Outro estudo que corrobora a ideia de não se praticar o manejo de uniformização é o de Wang *et al.*<sup>(35)</sup>, que encontraram resultados em que a ingestão de colostro melhorou apenas parcialmente o estado inferior da mucosa jejunal em neonatos de crescimento intrauterino retardado. Também em seu estudo, Declerck *et al.*<sup>(36)</sup> concluíram que apesar de leitões recém-nascidos por último, que superavam o número de tetos viáveis, terem obtido menos imunidade passiva do que os primogênitos, eles não tinham maior risco de morrer antes do desmame. As principais causas de mortalidade foram baixo peso ao nascer e ingestão insuficiente de colostro (energia)<sup>(36)</sup>.

Uma vez que a suinocultura brasileira emprega grande número de vacinas nas porcas com o intuito de promover a transferência passiva da imunidade da mãe para o leitão, qualquer interferência no manejo do colostro pode prejudicar a eficácia da imunização. A mãe lactante pode regular a microbiota no início da vida do leitão. No entanto, ainda não está claro como isso afeta a microbiota gastrointestinal e o estado imunológico, que são essenciais para a saúde intestinal no início da vida<sup>(37)</sup>. Nesse sentido, Bandrick *et al.*<sup>(23)</sup> demonstraram que leitões nascidos de matrizes imunizadas e uniformizados antes de seis horas pós-parto não adquiriram a imunidade celular. Além disso, apenas 22% daqueles nascidos de matrizes não imunizadas e transferidos antes de seis horas pós-parto para matrizes imunizadas foram positivos no Teste de Hipersensibilidade Tardia (DTH) para *Mycoplasma hyopneumoniae*. Loving *et al.*<sup>(29)</sup> observaram que, enquanto o anticorpo do colostro é absorvido na circulação dos leitões, independentemente da porca da qual ele recebe o colostro, a transferência de células maternas requer o colostro da mãe biológica. Em conformidade com esse estudo, Tuboly *et al.*<sup>(38)</sup> já observaram que a absorção de células colostrais somente ocorre quando o leitão mama na mãe biológica, o que lhe confere imunidade celular. Maradiaga *et al.*<sup>(39)</sup> demonstraram que a uniformização impactou a trajetória de certos gêneros bacterianos no leitão e que há forte influência materna no desenvolvimento do microbioma do leitão. O presente experimento não teve o intuito de avaliar o desempenho dos leitões nas fases subsequentes, porém espera-se que os animais mantidos com a mãe biológica nas 12 primeiras horas de vida tenham um melhor *status* imunitário comparados aos que foram uniformizados logo após o parto.

## Conclusão

É possível obter um bom desempenho de leitões mantendo a leitegada com a mãe biológica durante as doze primeiras horas pós-parto. O manejo de uniformização de leitegadas logo após o parto não proporcionou melhora no desempenho dos leitões e, portanto, esta prática pode ser evitada na granja onde o experimento foi conduzido. A quantidade de colostro ingerida é menor, tanto em base absoluta (g) quanto relativa ao peso corporal (% PC), em leitões de ordem de nascimento igual ou superior a 13. Por outro lado, a quantidade de colostro ingerida em base absoluta é maior, mas relativa ao peso corporal é menor em leitões pesados comparados aos leves.

## Agradecimentos

À Granja Miotto, pela parceria na execução do experimento; aos alunos e professores da Universidade Federal do Paraná (UFPR), pela dedicação na condução da pesquisa.

## Conflito de interesses

Os autores declaram não haver conflito de interesses.

## Referências

1. Beaulieu AD, Aalhus JL, Williams NH, Patience JF. Impact of piglet birth weight, birth order, and litter size on subsequent growth performance, carcass quality, muscle composition, and eating quality of pork. *Journal of Animal Science* [Internet]. 2010 Aug [cited 2020 Dec 05]; 88(8): 2767–2778. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas.2009-2222>
2. Rutherford KMD, Baxter EM, D'eath RB, Turner SP, Arnott G, Roehe R, et al. The welfare implications of large litter size in the domestic pig I: biological factors. *Animal Welfare* [Internet]. 2013 May [cited 2020 Dec 05]; 22(2): 199-218. Available from: <https://doi.org/10.7120/09627286.22.2.199>
3. Baxter EM, Rutherford KMD, D'eath RB, Arnott G, Turner SP, Sandoe P, et al. The welfare implications of large litter size in the domestic pig II: management factors. *Animal Welfare* [Internet]. 2013 May [cited 2020 Dec 05]; 22(2): 219-238. Available from: <https://doi.org/10.7120/09627286.22.2.219>
4. Quesnel H, Farmer C, Devillers N. Colostrum intake: influence on piglet performance and factors of variation. *Livestock Science* [Internet]. 2012 July [cited 2020 Dec 05]; 146(2-3): 105-114. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.03.010>
5. Quiniou N, Dagorn J, Gaudré D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science* [Internet]. 2002 Nov 28 [cited 2020 Dec 05]; 78(1): 63-70. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00181-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00181-1)
6. Fix JS, Cassady JP, Herring WO, Holl JW, Cullbertson MS, See MT. Effect of piglet birth weight on body weight growth, backfat, and longissimus muscle area of commercial market swine.

- Livestock Science [Internet]. 2010 Jan [cited 2020 Dec 05]; 127(1): 51-59. Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1871141309002996>
7. Kilbride AL, Mendl M, Statham P, Held S, Harris M, Cooper S, et al. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. *Preventive Veterinary Medicine* [Internet]. 2012 May [cited 2020 Dec 06]; 104(3-4): 281-291. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2011.11.011>
8. Rooke JA, Bland IM. The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. *Livestock Production Science* [Internet]. 2002 Nov 28 [cited 2020 Dec 06]; 78(1): 13-23. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00182-3](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00182-3)
9. Xu RJ, Wang F, Zhang SH. Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. *Livestock Production Science* [Internet]. 2000 Oct [cited 2020 Dec 07]; 66(2): 95-107. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(00\)00217-7](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(00)00217-7)
10. Klobasa F, Werhahn E, Butler JE. Composition of sow milk during lactation. *Journal of Animal Science* [Internet]. 1987 May [cited 2020 Dec 07]; 64(5): 1458-1466. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas1987.6451458x>
11. Devillers N, Le Dividich J, Prunier A. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal* [Internet]. 2011 [cited 2020 Dec 07]; 5(10): 1605-1612. Available from: <https://doi.org/10.1017/S175173111100067X>
12. Le Dividich J. A review-neonatal and weaner pig: management to reduce variation. In: Cranwell PD, editor. *Manipulating Pig Production VII: proceedings of the Seventh Biennial Conference of the Australasian Pig Science Association-Apsa* [Internet]. Adelaide (AU): Australian Pig Science Association; 1999 [cited 2020 Dec 07]. v. 7, p. 135-155. Available from: <https://hal.inrae.fr/hal-02771776>
13. Cutler RS, Fahy VA, Spicer EM, Cronin GM. Pre-weaning mortality. In: Straw BE, D'allaire S, Mengeling WL, Taylor DJ. *Diseases of swine*. 8th ed. Ames (IA): Iowa State University Press; 1999. 985-1002.
14. Huting AMS, Almond K, Wellock I, Kyriazakis I. 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* [Internet] 2017 Nov; [cited 2021 Feb 14]; 95(11):4926-4944. Available from: <https://doi.org/10.2527/jas2017.1889>
15. Bierhals T, Magnabosco D, Ribeiro RR, Perin J, da Cruz RA, Bernardi ML, et al. Influence of pig weight classification at cross-fostering on the performance on the primiparous sow and the adopted litter. *Livestock Science* [Internet]. 2012 July [cited 2020 Dec 08]; 146(2-3): 115-122. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.02.026>
16. Pajžlar, L, Skok, J. Cross-fostering into smaller or older litter makes piglets integration difficult: Suckling stability-based rationale. *Applied Animal Behavior Science* [Internet] 2019 Aug [cited 2020 Dec 21]; 220, 104856. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.applanim.2019.104856>
17. Zhang, X.; Wang, M.; He, T.; Long, S.; Guo, Y.; Chen, Z. Effect of different cross-fostering strategies on growth performance, stress status and immunoglobulin of piglets. *Animals* [Internet] 2021 Feb; 11 (2), 499. Available from: <https://doi.org/10.3390/ani11020499>

18. Neal MS, Irvin KM. The effects of crossfostering pigs on survival and growth. *Journal of Animal Science* [Internet]. 1991 Jan [cited 2020 Dec 08]; 69(1): 41-46. Available from: <https://doi.org/10.2527/1991.69141x>
19. Straw BE, Dewey CE, Burgi EJ. Patterns of crossfostering and piglets mortality on commercial U.S. and Canadian swine farms. *Preventive Veterinary Medicine* [Internet]. 1998 Jan [cited 2020 Dec 08]; 33(1-4): 83-89. Available from: [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(97\)00051-2](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(97)00051-2)
20. Robert S, Martineau GP. Effects of repeated cross-fostering on preweaning behavior and growth performance of piglets and on maternal behavior of sows. *Journal of Animal Science* [Internet]. 2001 Jan [cited 2020 Dec 08]; 79(1): 88-93. Available from: <https://doi.org/10.2527/2001.79188x>
21. Calderón Díaz JA, García Manzanilla E, Diana A, Boyle LA. Cross-fostering implications for pig mortality, welfare and performance. *Frontiers in Veterinary Science* [Internet] 2018 Jun 6 [cited 2021 Feb 14]; 5:123. Available from: <https://doi.org/10.3389/fvets.2018.00123>
22. Mores N, Sobestiansky J, Wentz I, Moreno AM. Manejo do leitão desde o nascimento até o abate. In: Mores N, Sobestiansky J, Wentz I, Moreno AM, editors. *Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho*. [Internet]. Brasília (DF): Embrapa/Serviço de Produção de Informação-SPI; Concórdia (SC): Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Suínos e Aves-CNPISA; 1998 [cited 2020 Dec 08]. p. 135-162. Available from: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=434884&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22MORENO,%20A.%22&qFacets=autoria:%22MORENO,%20A.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Portuguese.
23. Bandrick M, Pieters M, Pijoan C, Molitor T. W. Passive transfer of maternal *Mycoplasma hyopneumoniae*-specific cellular immunity to piglets. *Clinical and Vaccine Immunology* [Internet]. 2008 Mar [cited 2020 Dec 08]; 15(3): 540-543. Available from: <https://doi.10.1128 / CVI.00466-07>
24. Williams PP. Immunomodulating effects of intestinal absorbed maternal colostral leukocytes by neonatal pigs. *Canadian Journal of Veterinary Research* [Internet]. 1993 Jan [cited 2020 Dec 09]; 57(1): 1-8. Available from: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1263580>
25. Beyer M, Jentsch W, Kuhla S, Wittenburg H, Kreienbring F, Scholze H, et al. Effects of dietary energy intake during gestation and lactation on milk yield and composition of first, second and fourth parity sows. *Archives of Animal Nutrition* [Internet]. 2007 Nov [cited 2020 Dec 09]; 61(6): 452-468. Available from: <https://doi.org/10.1080/17450390701563433>
26. Devillers N, Van Milgen J, Prunier A, Le Dividich J. Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. *Animal Science* [Internet]. 2004 Apr [cited 2020 Dec 09]; 78(2): 305-313. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1357729800054096>
27. Devillers N, Farmer C, Le Dividich J, Prunier A. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. *Animal* [Internet]. 2007 [cited 2020 Dec 05]; 1(7): 1033-1041. Available from: <https://doi.org/10.1017/S175173110700016X>
28. SAS – Statistical Analysis System (2002). *SAS user's guide: statistics, version 9.0*. Cary: SAS Institute.
29. Loving CL, Brockmeier SL, Vincent AL, Gauger PC, Zanella EL, Lager KM, et al. Cross-fostering to prevent maternal cell transfer did not prevent vaccine-associated enhanced respiratory



- disease that occurred following heterologous influenza challenge of pigs vaccinated in the presence of maternal immunity. *Viral Immunology* [Internet]. 2014 Sept [cited 2020 Dec 06]; 27(7): 334–342. Available from: <https://doi.org/10.1089/vim.2014.0034>
30. Picone G, Zappaterra M, Luise D, Trimigno A, Capozzi F, Motta V, Davoli R, Nanni Costa L, Bosi P, Trevisi P. Metabolomics characterization of colostrum in three sow breeds and its influences on piglets' survival and litter growth rates. *Journal of Animal Science and Biotechnology* [Internet]. 2018 Mar [cited 2020 Oct 12]; 20(1): 75-85. Available from: <https://doi.org/10.1186/s40104-018-0237-1>
31. León MY. Efeito da amamentação parcelada sobre o comportamento e a ingestão de colostro em leitões recém-nascidos (master's thesis on the Internet). Palotina (PR): Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina; 2018 [cited 2020 Dec 10]. 85 p. Available from: <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/57036>
32. Fraser D, Rushen J. Colostrum intake by newborn piglets. *Canadian Journal of Animal Science* [Internet]. 1992 Mar [cited 2020 Dec 10]; 72(1): 1-13. Available from: <https://cdnsiencepub.com/doi/pdf/10.4141/cjas92-001>.
33. Le Dividich J, Charneca R, Thomas F. Relationship between birth order, birth weight, colostrum intake, acquisition of passive immunity and pre-weaning mortality of piglets. *Spanish Journal of Agricultural Research* [Internet]. 2017 June [cited 2020 Dec 09];15(2): 1-10. Available from: <https://doi.org/10.5424/sjar/2017152-9921>
34. Ferrari CV, Sbardella PE, Bernardi ML, Coutinho ML, Vaz Jr. IS, Wentz I, 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* [Internet]. 2014 June 1 [cited 2020 Dec 10]; 114(3-4): 259-266. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.02.013>
35. Wang X, Zhu Y, Feng C, Lin G, Wu G, Li D, Wang J. Innate differences and colostrum-induced alterations of jejunal mucosal proteins in piglets with intra-uterine growth restriction. *British Journal of Nutrition* [Internet]. 2018 Apr [cited 2021 Feb 08] 119(7):734-747. Available from: <https://doi.org/10.1017/S0007114518000375>
36. Declerck I, Sarrazin S, Dewulf J, Maes D. Sow and piglet factors determining variation of colostrum intake between and within litters. *Animal* [Internet]. 2017 Aug [cited 2021 Jan 07] ;11(8):1336-1343. Available from: <https://doi.org/10.1017/S1751731117000131>
37. Mu C, Bian G, Su Y, Zhu W. Differential effects of breed and nursing on early-life colonic microbiota and immune status as revealed in a cross-fostering piglet model. *Applied Environmental Microbiology* [Internet]. 2019 Apr 18 [cited 2021 Feb 03];85(9):e02510-18. Available from: <https://doi.org/10.1128/AEM.02510-18>
38. Tuboly S, Bernáth S, Glávits R, Medveczky I. Intestinal absorption of colostrum lymphoid cells in newborn piglets. *Veterinary Immunology and Immunopathology* [Internet]. 1988 Dec [cited 2020 Dec 08]; 20(1): 75-85. Available from: [https://doi.org/10.1016/0165-2427\(88\)90027-X](https://doi.org/10.1016/0165-2427(88)90027-X)
39. Maradiaga, N. , Aldridge, B. , Zeineldin, M. , & Lowe, J. (2018). Gastrointestinal microbiota and mucosal immune gene expression in neonatal pigs reared in a cross-fostering model. *Microbial Pathogenesis* [Internet] 2018 Aug [cited 2021 Feb 03] ;121:27-39. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2018.05.007>