

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

**DESEMPENHO DE LEITÕES DE BAIXO PESO AO NASCIMENTO
SUBMETIDOS À SUPLEMENTAÇÃO PROTEICO-ENERGÉTICA COM OU
SEM COLOSTRO SUPLEMENTAR NAS PRIMEIRAS HORAS DE VIDA.**

RAFAEL CÉ VIOTT

PORTO ALEGRE

2016

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

DESEMPENHO DE LEITÕES DE BAIXO PESO AO NASCIMENTO
SUBMETIDOS À SUPLEMENTAÇÃO PROTEICO-ENERGÉTICA COM OU SEM
COLOSTRO SUPLEMENTAR NAS PRIMEIRAS HORAS DE VIDA.

Autor: Rafael Cé Viott

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

Orientador: Prof. Dr. Fernando P. Bortolozzo

PORTO ALEGRE

2016

CIP - Catalogação na Publicação

Cé Viott, Rafael

DESEMPENHO DE LEITÕES DE BAIXO PESO AO NASCIMENTO
SUBMETIDOS À SUPLEMENTAÇÃO PROTEICO-ENERGÉTICA COM OU
SEM COLOSTRO SUPLEMENTAR NAS PRIMEIRAS HORAS DE VIDA
/ Rafael Cé Viott. -- 2016.

52 f.

Orientador: Fernando Pandolfo Bortolozzo.

Coorientadores: Ivo Wentz, Mari Lourdes Bernardi,
Ana Paula Gonçalves Mellagi.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária,
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,
Porto Alegre, BR-RS, 2016.

1. Leitões de baixo peso. 2. Suplementação. 3.
Colostro. 4. Ganho de peso. 5. Mortalidade. I.
Pandolfo Bortolozzo, Fernando, orient. II. Wentz,

Ivo, coorient. III. Lourdes Bernardi, Mari,

coorient. IV. Paula Gonçalves Mellagi, Ana, coorient.
V. Título.

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

Rafael Cé Viott

DESEMPENHO DE LEITÕES DE BAIXO PESO AO NASCIMENTO
SUBMETIDOS À SUPLEMENTAÇÃO PROTEICO-ENERGÉTICA COM OU SEM
COLOSTRO SUPLEMENTAR NAS PRIMEIRAS HORAS DE VIDA.

Aprovada em 18 de Março de 2016.

APROVADO POR:

Prof. Dr. Fernando Pandolfo Bortolozzo
Orientador e Presidente da Comissão

Prof^ª. Dr^ª. Andrea Machado Leal Ribeiro
Membro da Comissão

Prof. Dr. David Barcellos
Membro da Comissão

Prof^ª. Dr^ª. Inês Andretta
Membro da Comissão

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Robertinho e Irez, e ao meu irmão Paulo, pelo apoio incondicional em minha vida. Por sempre acreditarem e por estarem presentes em minha vida, aconselhando-me nas mais diversas ocasiões.

À minha namorada Larissa, por também ser minha amiga, companheira e conselheira, sempre estando ao meu lado nos momentos difíceis durante esta etapa em minha vida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Fernando P. Bortolozzo, aos coorientadores Prof. Dr. Ivo Wentz, Prof.^a Dr.^a. Mari L. Bernardi e Dr.^a. Ana Paula G. Mellagi e também ao Prof. Dr. David Barcellos, pela oportunidade de mestrado e pela paciência em transmitir conhecimentos no decorrer desta jornada, meus sinceros agradecimentos.

À todos os colegas de pós-graduação com quem pude acrescer meus conhecimentos, além das amizades geradas ao longo destes dois anos.

À todos os estagiários e bolsistas integrantes do Setor de Suínos da UFRGS, pelo auxílio e prestatividade.

À empresa Master Agroindustrial Ltda. por disponibilizar a infraestrutura necessária para a execução do experimento. Em especial a todos os funcionários da Unidade São Roque I, pela compreensão e apoio durante todo o período experimental.

À CAPES pela bolsa de estudo que proporcionou a realização deste curso de mestrado.

À Empresa Agrocere PIC pelo apoio financeiro para a execução do projeto.

RESUMO

DESEMPENHO DE LEITÕES DE BAIXO PESO AO NASCIMENTO SUBMETIDOS À SUPLEMENTAÇÃO PROTEICO-ENERGÉTICA COM OU SEM COLOSTRO SUPLEMENTAR NAS PRIMEIRAS HORAS DE VIDA.

Autor: Rafael Cé Viott

Orientador: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Coorientadores: Prof. Ivo Wentz

Prof^a Mari Lourdes Bernardi

Dr^a. Ana Paula Gonçalves Mellagi

Com o aumento do tamanho da leitegada, em fêmeas hiperprolíficas, tem aumentado o número de leitões de baixo peso ao nascimento. Uma vez que o desenvolvimento destes leitões é comprometido e sua sobrevivência é reduzida, o objetivo do estudo foi avaliar o desempenho de leitões com baixo peso ao nascimento frente ao fornecimento de um suplemento proteico-energético com ou sem colostro suplementar nas primeiras horas de vida. Foram utilizados leitões com peso entre 804 e 1.309 g ao nascimento, alocados aleatoriamente em quatro tratamentos: C0S0 (n=300) – sem suplementação; C1S0 (n=299) – fornecimento de 50 mL de colostro, via sonda orogástrica; C0S1 (n=298) – fornecimento de 8 mL de suplemento proteico-energético por via oral; C1S1 (n=297) – fornecimento de 50 mL de colostro + 8 mL de suplemento. Os leitões permaneceram com a mãe biológica durante as primeiras 24 h de vida, sendo posteriormente transferidos para mães adotivas, em leitegadas uniformizadas para conter três leitões de cada tratamento, totalizando 12 leitões por fêmea. Os leitões foram pesados ao nascimento, 24 h, 7^o, 14^o e 20^o dia de idade. Para análise dos dados, foi considerado um delineamento fatorial 2 x 2, com dois fatores (colostro e suplemento), em dois níveis (com e sem oferta). O fornecimento de colostro ou de suplemento não afetou o consumo de colostro, ganho de peso nas primeiras 24 h e a taxa de mortalidade ($P > 0,05$). Houve efeito do suplemento proteico-energético no ganho de peso diário (GPD) do nascimento ao desmame ($P < 0,05$) e no peso ($P = 0,06$) dos leitões. De modo geral, as variáveis não foram afetadas ou pouco afetadas pelos fatores estudados (diferença de 7 g/dia de GPD e de 81 g no peso, em favor dos leitões que receberam suplemento proteico-energético), provavelmente porque o consumo de colostro (média geral de $259,1 \pm 3,4$ g) foi suficiente para atender as exigências mínimas para garantir a sobrevivência e desempenho adequado até o desmame, em todos os grupos de leitões.

Palavras-Chave: Leitões de baixo peso; suplementação; colostro; ganho de peso; mortalidade.

ABSTRACT

PERFORMANCE OF LOW BIRTH WEIGHT PIGLETS SUBMITTED TO PROTEIN-ENERGY AND/OR COLOSTRUM SUPPLEMENTATION WITHIN THE FIRST HOURS OF LIFE.

Author: Rafael Cé Viott

Advisor: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Coadvisors: Prof. Ivo Wentz

Prof^a. Mari Lourdes Bernardi

Dr^a. Ana Paula Gonçalves Mellagi

Selection for improved litter size have resulted in an increase of low birth weight piglets. Because of their low pre-weaning performance and poor survival rate, the aim of this study was to evaluate the parameters of suckling period of low birth weight piglets submitted to protein-energy and/or colostrum supplementation, within the first hours of life. Piglets weight ranged between 804-1309 g at birth and the animals were randomly allocated into four treatments: COS0 (n=300) - with no supplementation; CIS0 (n=299) - 50 mL of a colostrum pool were provided by orogastric tube; COS1t (n=298) - piglets orally received 8 mL of a commercial energy-protein supplement; CIS1 (n=297) – supplementation of 50 mL of colostrum and 8 mL of supplement. Piglets remained with their biological mother until the first 24 h and were subsequently cross-fostered in adoptive sows. Each fostered litter contained 12 piglets per sow: three pigs from each treatment. Individual weight was obtained at birth, at 24 h, on day 7, 14 and 20 post-partum. For data analysis, it was considered a factorial design 2 x 2 with two factors (colostrum and supplement), on two levels (with and without supply). Both colostrum and protein-energy supplementations did not affect colostrum intake, weight gain during the first 24 h and mortality rate ($P > 0.05$). Protein-energy supplement affected average daily gain (ADG) from birth until weaning ($P < 0.05$) and on piglets weight ($P = 0.06$). Altogether, the evaluated parameters were not influenced or poorly influenced by the investigated factors (difference of 7g/d on ADG and 81g in favor of piglets receiving the protein-energy supplement), probably due to the satisfactory consumption of colostrum (259.1 ± 3.4 g), which achieved the minimal requirements for survival and properly performance until the weaning in all piglet group.

Keywords: *Low weight piglets; supplementation; colostrum; weight gain; mortality rate.*

LISTA DE TABELAS

Lista de tabelas inseridas no artigo científico:

Tabela 1	Taxa de mortalidade de leitões ao terceiro, sétimo e vigésimo dia de vida de acordo com a suplementação com colostro ou suplemento proteico-energético realizado nas primeiras horas de vida.	p. 40
Tabela 2	Ganho de peso nas primeiras 24 h de vida, consumo de colostro e ganho de peso diário (GPD) de leitões de acordo com a suplementação com colostro ou suplemento proteico-energético, nas primeiras horas de vida.	p. 41
Tabela 3	Ganho de peso diário (GPD) e peso de leitões de acordo com a suplementação com colostro ou suplemento proteico-energético, nas primeiras horas de vida (LSMeans).	p. 42
Tabela 4	Níveis de garantia da composição do produto MIG Dose Evolution® (dados do produto) e proporção fornecida por animal.	p. 43

LISTA DE FIGURAS

- | | | |
|----------|--|-------|
| Figura 1 | Concentração de imunoglobulinas presentes no colostro e no leite da fêmea suína ao longo do período de lactação. | p. 16 |
| Figura 2 | Taxa de mortalidade de acordo com a classe de consumo de colostro dos leitões. | p. 19 |
| Figura 3 | Energia disponível ao nascimento (kcal/ kg) e suas respectivas exigências durante as primeiras 24 horas de vida. | p. 20 |

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	11
2.1 Peso do leitão ao nascimento	11
2.2 Efeito do peso ao nascimento sobre a mortalidade	13
2.3 Efeito do peso ao nascimento sobre o desempenho	14
2.4 Importância do colostro.....	15
2.4.1 Consumo de colostro vs. mortalidade	18
2.5 Reservas e requerimentos energéticos do leitão neonato	19
2.6 Estratégias para melhorar a sobrevivência e desempenho dos leitões	20
2.6.1 Cuidados com os leitões ao parto e ambiência.....	20
2.6.2 Uniformização das leitegadas	21
2.6.3 Estratégias nutricionais	22
3. ARTIGO CIENTÍFICO	25
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	44
5. REFERÊNCIAS.....	45

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos 20 anos, a hiperprolificidade de fêmeas suínas proporcionou um aumento de 2 a 4 leitões na leitegada, chegando a leitegadas com 14 a 16 leitões nascidos (QUESNEL et al., 2015). Índices brasileiros apontam média aproximada de mais de 12 leitões nascidos vivos por leitegada, chegando a 14 nas granjas mais produtivas, desta forma atingimos, em média, aproximadamente 27 leitões desmamados/fêmea/ano (AGRINESS, 2016).

Em contrapartida, este incremento ocasionou um menor peso dos leitões e uma maior desuniformidade ao nascimento, os quais são associados com o aumento da mortalidade e menor desempenho ao longo de toda a cadeia produtiva (QUESNEL et al., 2008). Desta forma, o principal desafio é fazer com que as taxas de sobrevivência e desempenho destes leitões sejam as maiores possíveis, reduzindo assim, as perdas econômicas associadas ao sistema produtivo (DAMGAARD et al., 2003; WU et al., 2006; BOULOT et al., 2008).

De maneira geral, nos trabalhos que utilizam a classificação de peso de leitões ao nascimento, os autores denominam como leitões de baixo peso ao nascimento aqueles que nascem com pesos abaixo de 1,25 kg. (REHFELT & KUHN, 2006; MORISE et al., 2008; DOUGLAS et al., 2014). Estes leitões podem nascer com menor vitalidade tendo maior dificuldade em buscar e ingerir colostro e também por terem menor reserva de energia corporal (BAXTER et al., 2008). A taxa de mortalidade destes leitões é de aproximadamente 30% podendo chegar a 2/3 em leitões que apresentam peso abaixo de 0,8 kg ao nascimento (MORISE et al., 2008).

A ingestão de colostro é de crucial importância para o desenvolvimento futuro, pois é através dele que o leitão obtém a energia necessária para manter os processos de termorregulação, que é deficiente em neonatos, sendo também a via de transferência e absorção de imunidade passiva (DEVILLERS et al., 2011). É ponderado entre autores que a ingestão de 250 g de colostro seja necessária para reduzir os índices de mortalidade, assim como, alcançar maior desempenho pré e pós-desmame (QUESNEL et al., 2012; FERRARI et al., 2014).

Manejos aplicáveis são necessários para aumentar o desempenho e as chances de sobrevivência dos leitões que se encontram em leitegadas numerosas, tendo como foco os leitões leves. Uma ferramenta que pode ser utilizada é o fornecimento de

suplementos energéticos, com o intuito de prover ao leitão neonato a energia necessária para melhorar a ingestão de colostro (DECLERCK et al., 2016), o qual possibilitaria melhor desempenho e diminuição da taxa de mortalidade até o desmame dos animais (QUESNEL et al., 2012). Outra alternativa plausível seria o fornecimento direto de colostro suplementar a estes animais, o qual poderia causar os mesmos efeitos acima citados. Porém a literatura existente com estes dados é inconsistente e especialmente no caso de suplementação com colostro, a mesma é limitada.

Seguindo estas informações o presente trabalho tem como objetivo avaliar o fornecimento de um suplemento proteico-energético com ou sem colostro suplementar nas primeiras horas de vida de leitões de baixo peso ao nascer com fins de aumentar o desempenho e diminuir a taxa de mortalidade durante o período lactacional.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Peso do leitão ao nascimento

O incremento no tamanho da leitegada em fêmeas suínas gerado pelo melhoramento genético nos últimos anos é tido como um ponto positivo na suinocultura. Porém, este aumento na produtividade anual das fêmeas suínas teve como consequência o aumento do número de leitões de baixo peso ao nascimento (BEAULIEU et al., 2010), juntamente com uma maior variabilidade de peso dentro destas leitegadas (QUINIOU et al., 2002). O peso do leitão ao nascimento é um importante indicador de seu desempenho ao longo de sua vida (JOHANSEN et al., 2004; AKDAG et al., 2009; FURTADO et al., 2012). Desta forma torna-se crucial o conhecimento dos seus impactos e as alternativas que podem ser utilizadas para reduzir as eventuais perdas que ocorrem em função deste fator.

Leitegadas maiores apresentam menor peso médio dos leitões além de possuir como característica, maiores proporções de leitões leves, aumentando com isso o coeficiente de variação de peso dos leitões. Em geral, o coeficiente de variação do peso ao nascer dentro da leitegada varia de 18 a 25% (LEENHOWERS et al., 1999), dependendo do número de leitões nascidos. O aumento do tamanho da leitegada de 10 para 15 leitões reduz em 510 g a média de peso ao nascimento e aumenta o coeficiente de variação do peso de 15% para 24% (QUESNEL et al., 2008).

Em leitegadas numerosas, ocorre o aumento da quantidade de leitões que nascem com peso abaixo de 1,0 kg, juntamente com a redução do peso médio da leitegada (FOXCROFT et al., 2006). A porcentagem de animais que nascem com peso abaixo de 1,0 kg apresenta-se em aproximadamente 7% em leitegadas com 11 leitões, podendo chegar a 25%, em leitegadas cujo número de leitões ultrapassa a 15 (MARTINEAU & BADOUARD, 2009). Estes dados são reforçados por Quiniou et al. (2002), apontando que o aumento do tamanho das leitegadas de ≤ 11 para ≥ 16 , resultou na diminuição da média de peso dos leitões de 1,59 kg para 1,26 kg, o que corresponde a uma redução média de 35 g por leitão adicional.

Esta variabilidade de peso na leitegada pode estar relacionada com várias causas, como, capacidade uterina (ASHWORTH et al., 2001; DHAKAL et al., 2013), o desenvolvimento da placenta e transferência de nutrientes ao feto (WU et al., 2006), o estado nutricional da fêmea (SCHOKNECHT et al., 1994) e a ordem de parto das fêmeas (DANGAARD et al., 2003).

Quando observado o desempenho de quatro raças (Meishan, Large White, F1 Duroc X Large White e linha macho Laconie), observa-se que as fêmeas Meishan tiveram maior tamanho de leitegada (13,3 vs. 12,2 vs. 12,8 vs. 11,3), porém com menor peso médio dos leitões ao nascimento (1,32 vs. 1,51 vs. 1,54 vs. 1,53), respectivamente (CANARIO et al., 2006). Estes resultados podem ser atribuídos a uma característica própria da raça Meishan, considerada como uma raça hiperprolífica, que possui uma placenta mais eficiente, ocupando um menor espaço uterino e não diminuindo a viabilidade fetal (WILSON et al., 1998).

A capacidade uterina é crucial para o desenvolvimento dos conceptos, pois a falta de espaço ocasionado pelo alto número de embriões, acarreta em redução no peso ao nascer e efeito negativo no desenvolvimento após o nascimento (HAZELEGER et al., 2007). Já foi observado que o desenvolvimento da placenta diminui com o aumento do número de fetos viáveis no útero, causando efeito negativo no desenvolvimento fetal (TOWN et al., 2004), sendo verificado que a diversidade dos conceptos já no final da fase embrionária (dia 27-35 de gestação) influencia a variação de peso ao nascimento (VAN DER LANDE et al., 1990).

Este efeito negativo da restrição do desenvolvimento fetal é chamado de crescimento intrauterino retardado (CIUR) e tem como consequência o insuficiente desenvolvimento dos fetos no período gestacional (WU et al., 2006), resultando em neonatos com baixo peso ao nascer. Ashworth et al. (2001) mencionam que neonatos com peso abaixo de dois desvios padrões da média de peso da leitegada ao nascimento podem ser considerados com CIUR. Leitões acometidos com CIUR possuem impactos negativos nas taxas de sobrevivência, ganho de peso, eficiência na utilização do alimento e qualidade da carne (WU et al., 2006; ALVARENGA et al., 2013).

A deficiência de energia na dieta provavelmente reduz a síntese de proteínas no fígado e no músculo esquelético (WU et al., 2006) e o aporte inadequado de nutrientes para o útero resulta em 15 a 20% dos leitões com baixo peso na leitegada (PETTIGREW, 1981). Em revisão de Wu et al. (2006), os resultados dos estudos indicam que a subalimentação materna de energia e de proteína prejudicam o crescimento embrionário e fetal dos leitões.

São verificados efeitos diversos da ordem de parto sobre as variações de peso dos leitões entre os trabalhos. Quesnel et al. (2008) observaram que fêmeas com ordem de parto 1 e 2 tiveram leitegadas mais uniformes ao nascimento em comparação com fêmeas de ordem de parto mais elevadas. Porém Dangaard et al. (2003) apresentam

dados que apontam que fêmeas com ordem de parto entre 1 e 3 tem maior variação de peso dos leitões dentro das leitegadas, tanto ao nascimento como na terceira semana de vida.

A variação de peso pode se manter ou diminuir ao desmame (LIMA, 2007). Allen et al. (2010) observaram que, dependendo do peso individual dos leitões ao nascimento, a variação de peso ao desmame foi de 25% em leitões com peso médio de 0,75 kg ao nascimento e de 14%, quando a faixa de peso foi maior que 2,0 kg. Além disso, foi observado que a variação de peso na leitegada pode afetar a taxa de sobrevivência (MILLIGAN et al., 2002b) e o ganho de peso dos animais (AKDAG et al., 2009).

Observa-se, com isso, que a seleção para o aumento do tamanho da leitegada tem um aspecto negativo que deve ser ponderado, pois resulta em mais leitões com baixo peso ao nascimento, que necessitam medidas para melhorar a sobrevivência e desempenho (MILLIGAN et al., 2002a).

2.2 Efeito do peso ao nascimento sobre a mortalidade

A redução da mortalidade antes do desmame é atualmente um grande desafio para se aumentar o número de leitões desmamados/fêmea/ano. Estas perdas pré-desmame podem variar entre granjas e entre países atingindo índices entre 4,7% (FURTADO et al., 2012) a 12% (KILBRIDE et al., 2012) e o maior índice de mortalidade na fase de aleitamento se concentra na primeira semana de vida, principalmente nas primeiras 72 h (TUCHSCHERER et al., 2000).

Leitões de baixo peso ao nascimento são fisiologicamente comprometidos em termos de estoque de energia e susceptibilidade ao frio, apresentam desvantagem em competir por tetos com leitões maiores (LAY et al., 2002), levando mais tempo para ingerir pela primeira vez o colostro (LE DIVIDICH, 1999). O aumento no tempo que o animal leva para realizar a primeira mamada esteve relacionado negativamente com a sobrevivência dos mesmos (DECALUWÉ et al., 2014). Desta forma, leitões de baixo peso ao nascimento possuem, particularmente, maior risco para a mortalidade pré-desmame (QUINIOU et al., 2002; WOLF et al., 2008) e apresentam baixas taxas de crescimento (QUINIOU et al., 2002), causando altas perdas econômicas (WU et al., 2006).

A taxa de mortalidade destes leitões de baixo peso é de aproximadamente 30% (MORISE et al., 2008; AKDAG et al., 2009; FURTADO et al., 2012; PANZARDI et

al., 2013), podendo chegar a 52% em leitões com peso entre 0,61-0,8 kg e 85% em leitões abaixo desta faixa de peso (QUINIOU et al., 2002). Dos leitões que nascem com peso abaixo de 1,0 kg, em torno de 11% destes nascem natimortos e dos leitões vivos, 17% morrem até as primeiras 24 h de vida (QUINIOU et al., 2002). Furtado et al. (2012) observaram que leitões com peso entre 600 e 900 g apresentaram taxas de mortalidade de 14,5% até o terceiro dia de vida e 28,9% até o desmame. Por outro lado, quando se avaliou leitões pesados ao nascimento (>1,41 kg, QUINIOU et al., 2002; >1,5 kg, FURTADO et al., 2012) foi observado que estes animais apresentam taxas de sobrevivência até o desmame acima de 92%.

2.3 Efeito do peso ao nascimento sobre o desempenho

O ganho de peso dos leitões pode ser influenciado de várias maneiras, pela presença de doenças (JOHANSEN et al., 2004) ou características inerentes à fêmea e à leitegada (MILLIGAN et al., 2001). Porém o fator que mais pode influenciar o ganho de peso no final do período de lactação é o peso dos leitões ao nascimento (AKDAG et al., 2009; FURTADO et al., 2012).

O peso ao nascimento é o fator determinante para o peso ao desmame (AKDAG et al., 2009), pois leitões mais leves ao nascimento tendem a apresentar menor taxa de crescimento e conseqüentemente menor peso ao final da fase lactacional. Cole & Varley (2000) demonstraram que o peso ao nascimento contribuiu com 37% na variação do peso ao desmame. Além disso, Quiniou et al. (2002) e Furtado et al. (2012) observaram uma correlação positiva entre o peso ao nascimento e peso ao desmame ($r = 0,57$, $P < 0,001$) e ($r = 0,51$, $P < 0,001$), respectivamente. Furtado et al. (2012) também mostraram que cada grama no peso ao nascimento incrementou 2 g no peso ao desmame. No mesmo sentido, mas tendo enfoque no peso da leitegada, Johansen et al. (2004) observaram que o incremento de 1,0 kg de peso na leitegada ao nascimento resultou em leitegadas com 3,4 kg mais pesadas ao desmame. Estes autores também observaram que o efeito do aumento de cada 100 g de peso na leitegada ao nascimento resultou em um incremento de 8,4 g/dia por animal durante o período de lactação. Mahan et al. (1998) verificaram que leitões leves ao desmame foram também leves ao nascimento, além de chegarem ao peso de abate 8 dias mais tarde.

Portanto, leitões de baixo peso são animais com desenvolvimento comprometido ao longo vida, apresentando baixa sobrevivência e estratégias para minimizar estes efeitos tornam-se necessárias.

2.4 Importância do colostro

O termo colostro é usado para definir a primeira secreção da glândula mamária, sendo a maior porção sintetizada antes do parto (QUESNEL et al., 2013). A secreção mamária durante as primeiras 24 horas após o parto possui geralmente altas concentrações de imunoglobulinas (IgG, IgA, IgM), alguns microminerais, vitaminas, hormônios, fatores de crescimento (HURLEY, 2015) e baixas concentrações de lactose, lipídeos e açúcar quando comparado com o leite (KLOPFENSTEIN et al., 2006; QUESNEL et al., 2015). Elas também são constituídas de vários tipos celulares que contribuem para a imunidade do neonato, incluindo fagócitos (neutrófilos e macrófagos), linfócitos (células B e T) e células epiteliais (WAGSTROM et al., 2000). Imunomoduladores e/ou substâncias antimicrobianas, incluindo lactoferrinas, lisozimas, lactoperoxidase e citocinas também estão presentes nas secreções da glândula mamária que podem contribuir para a proteção do neonato (WAGSTROM et al., 2000).

Na espécie suína, a placenta é classificada como sendo epiteliocorial e as suas características estruturais não permitem a passagem de imunoglobulinas para os fetos. Desta forma os leitões nascem agamaglobulinêmicos (WAGSTROM et al., 2000). O colostro assume, portanto, um papel fundamental na transferência de imunidade passiva (QUESNEL et al., 2015), sendo importante para a proteção inicial frente aos diferentes agentes infecciosos e para a própria sobrevivência (WAGSTROM et al., 2000). Ao nascer, os leitões são imediatamente expostos aos patógenos do meio ambiente e o tempo necessário para que o leitão consiga gerar uma resposta imune ativa é de aproximadamente sete a dez dias após a exposição a um agente (WAGSTROM et al., 2000; ROTH & THAKER, 2006; SALMON et al., 2009).

O colostro possui uma alta concentração de imunoglobulinas nas primeiras horas após o parto, sendo a IgG a que apresenta concentrações mais elevadas, permanecendo alta pelas primeiras 6 horas após o parto. A partir das 12 horas, as concentrações de IgG caem para quase 50%, quando comparado com o início do parto, continuando a decair para níveis de aproximadamente 16% e 9% nas 24 e 48 horas após o parto, respectivamente (HURLEY, 2015).

Depois da ingestão de colostro pelo leitão, as IgG são absorvidas pelo intestino delgado e são direcionadas para a circulação sanguínea. Por outro lado, as IgA são pouco absorvidas, mas tem a sua principal função na proteção da mucosa contra agentes

patogênicos (QUESNEL, 2011b), a qual passa a ser a imunoglobulina em maior quantidade no leite a partir do terceiro dia de lactação (HURLEY, 2015).

De fato as concentrações de IgG e IgA flutuam durante o período lactacional e estima-se que na fase colostrar, a relação entre IgG e IgA esteja numa faixa entre 4,54 e 6,25:1,00, respectivamente. Já no restante da lactação, a IgA assume maiores concentrações no leite, estando com valores até 7 vezes maiores em comparação com a IgG (WAGSTROM et al., 2000).

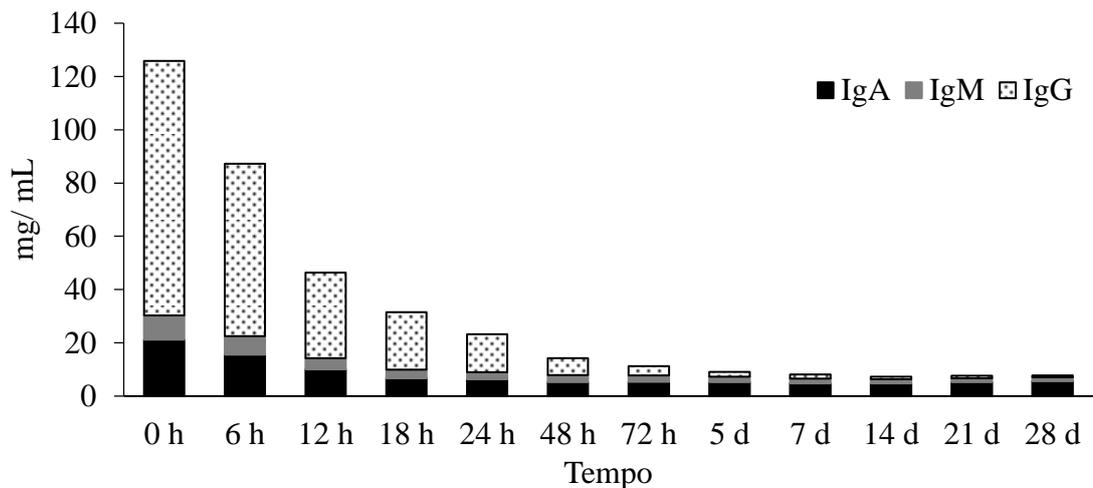


Figura 1: Concentração de imunoglobulinas presentes no colostro e no leite da fêmea suína ao longo do período de lactação. Adaptado de Klobasa et al. (1987).

A concentração de IgG no colostro não é significativamente influenciada pela ordem de parto da fêmea no início do parto, mas é influenciada 24 horas após, sendo maior em fêmeas mais velhas do que em fêmeas primíparas (QUESNEL, 2011a). Ela também pode ser influenciada pela presença de algumas doenças específicas, como por exemplo a PRRS (Síndrome Reprodutiva e Respiratória dos Suínos), sendo observada diminuição significativa nas concentrações de imunoglobulinas no colostro de fêmeas acometidas (ROLINEC et al., 2012).

A quantidade de IgG ingerida pelo leitão pode ser afetada pela ordem de nascimento, devido a rápida troca da composição do colostro entre o início do parto e o nascimento do último leitão (KLOPFENSTEIN et al., 2006). Outro ponto a ser levado em consideração, é que a absorção de imunoglobulinas intactas dá-se entre a janela de tempo entre o nascimento e o término do seu transporte pela membrana basolateral dos enterócitos para a circulação sanguínea, evento conhecido como “fechamento intestinal”

(ROOKE & BLAND, 2002). O fechamento completo ocorre, em média, 24 horas após o nascimento e parece ser geneticamente programado, podendo ser estimulado pela ingestão de quantidade suficiente de colostro para manter o peso corporal (LE DIVIDICH et al., 2005).

Embora a primeira função do colostro seja prover imunoglobulinas, o colostro também fornece energia para a termoregulação (LE DIVIDICH et al., 2005), mantendo o balanço homeotérmico no primeiro dia de vida (HERPIN et al., 2002). Uma vez que o leitão neonato não possui tecido adiposo marrom, há certa deficiência na manutenção e na regulação do balanço homeotérmico (HERPIN et al., 2002) e o aporte energético após o nascimento é essencial (WAGSTROM et al., 2000; HERPIN et al., 2002).

Ao parto, o colostro possui em sua composição, em média, 26,7% de sólidos totais; 16,6% de proteínas; 6,4% de gordura e 2,8% de lactose. A energia bruta do colostro logo após o parto é de aproximadamente 1,6 kcal/g, permanecendo em nível relativamente elevado até o terceiro dia de lactação (HURLEY, 2015), sendo que desta quantidade de energia, o colostro possui um valor aproximado de 1,49 kcal EM/g, com a eficiência de utilização de 91%, totalizando 1,35 kcal EL/g (LE DIVIDICH et al., 1994; LE DIVIDICH et al., 2005; HURLEY, 2015).

A ingestão insuficiente de colostro tem sido identificada como uma das maiores causas de mortalidade neonatal na produção de suínos (EDWARDS, 2002; MUNS et al., 2014) e é ponderado entre autores que a ingestão de 200 g de colostro por leitão durante as primeiras 24 horas de vida é o mínimo de colostro a ser consumido para reduzir significativamente o risco de mortalidade até o desmame (DEVILLERS et al., 2011; QUESNEL et al., 2012), sendo que o consumo acima de 250 g de colostro confere maior crescimento corporal na lactação (QUESNEL et al., 2012). No entanto, a definição de uma quantidade mínima de colostro a ser ingerida depende do peso ao nascer do leitão (FERRARI et al., 2014).

Para poder estimar este consumo de colostro, Bland et al. (2003) utilizaram a técnica denominada pesagem-mamada-pesagem, utilizando como fatores de correção as perdas urinárias e metabólicas. A limitação desta técnica é a aplicação em um grande número de animais. Para isso Devillers et al. (2004) desenvolveram a seguinte equação, para poder estimar o consumo de colostro baseado no ganho de peso do leitão nas primeiras 24 horas de vida:

$$CI = -217,4 + 0,217 \times t + 1861019 \times BW/t + BW_B \times (54,80 - 1861019/t) \times (0,9985 - 3,7 \times 10^{-4} \times t_{FS} + 6,1 \times 10^{-7} \times t_{FS}^2)$$

Onde, CI= quantidade de colostro consumida (g); t = tempo entre o nascimento e a pesagem (min); t_{FS} = tempo entre o nascimento e a primeira mamada (min); BW = peso atual (kg); BW_B = peso ao nascer (kg).

A ingestão de colostro pelo neonato depende da habilidade da fêmea produzir colostro e dos leitões alcançarem e extraírem o colostro do complexo mamário (LE DIVIDICH et al., 2005; QUESNEL et al., 2012). A produção de colostro pelas fêmeas pode ser variada, porém estima-se que um terço (DECALUWÉ et al., 2014) a até 55% das fêmeas, não conseguem produzir colostro suficiente para assegurar a ingestão adequada de colostro por todos os leitões da leitegada, considerando que a ingestão entre os leitões seja igualitária (LE DIVIDICH et al., 2005).

2.4.1 Consumo de colostro vs. mortalidade

O consumo de colostro pode ser menor em leitões de baixo peso ao nascimento, resultando no comprometimento de sua saúde e elevando a mortalidade (CABRERA et al., 2012). A inadequada ingestão de colostro pode influenciar diretamente a mortalidade por desnutrição, hipotermia e também resultar em inadequada transferência de imunoglobulinas maternas aos neonatos, aumentando assim a susceptibilidade aos agentes infecciosos durante toda a fase lactacional.

Em trabalho realizado por Ferrari et al. (2014), avaliando a taxa de mortalidade em relação ao consumo de colostro, estratificado por classe de consumo, quanto maior foi o consumo de colostro, menor foi a taxa de mortalidade (Figura 2). Decaluwé et al. (2014) encontraram dados semelhantes, porém avaliaram o consumo ajustado por kg de peso dos animais, observando significativo aumento na taxa de mortalidade em leitões na classe de consumo de colostro <160 g/ kg quando comparado com outras de maior consumo ($P < 0,05$).

Devillers et al. (2011), ao avaliarem a mortalidade dos leitões em relação ao consumo de colostro, observaram que o grupo de animais que morreram até os primeiros três dias de idade foram os animais que ingeriram menos colostro e que tiveram o menor ganho de peso médio (147 ± 21 g / -18 ± 14 g/d), quando comparados aos leitões que sobreviveram até o desmame (333 ± 14 g / 104 ± 9 g/d). Neste mesmo estudo, os animais que consumiram pelo menos 200 g de colostro apresentaram taxa de

mortalidade de 7,1%. Por outro lado, os leitões que ingeriram uma quantidade inferior a esta, apresentaram 43,4% de mortalidade ao final do período de lactação.

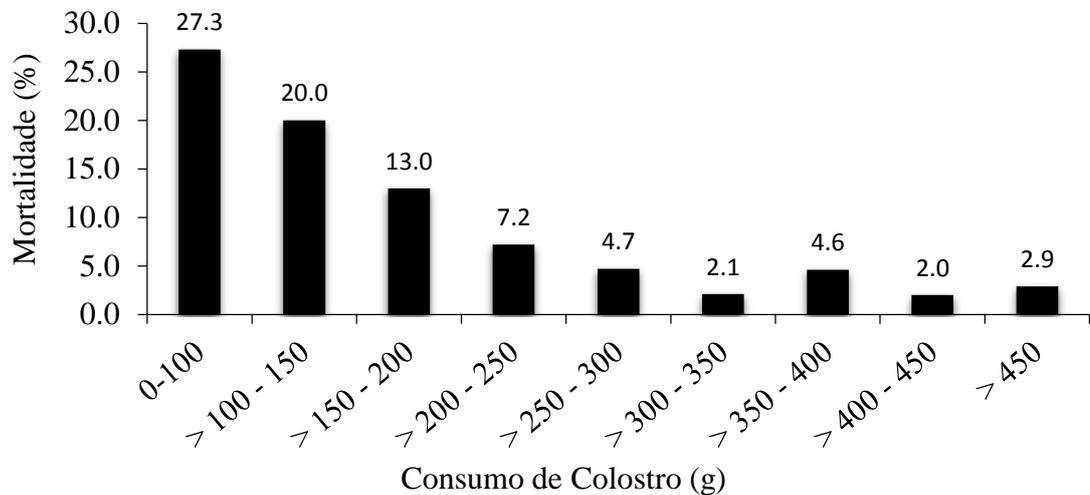


Figura 2: Taxa de mortalidade de acordo com a classe de consumo de colostro dos leitões. Adaptado de Ferrari et al. (2014).

Outra questão importante é o tempo que os animais levam para realizar a primeira mamada. Spicer et al. (1986) observaram que este tempo médio foi de 55 minutos, porém leitões mais leves ingeriram colostro pela primeira vez 133 minutos após o nascimento. Decaluwé et al. (2014) observaram maior taxa de mortalidade nos leitões que levaram mais que 60 minutos para realizar a primeira mamada, quando comparados com leitões que levaram menos que 30 minutos (20,9% vs. 5,5%, respectivamente).

Assim, evidencia-se a importância de garantir o consumo adequado de colostro logo após o nascimento, para suprir as necessidades imunológicas e energéticas dos leitões, as quais propiciam melhor desempenho ao longo de sua vida.

2.5 Reservas e requerimentos energéticos do leitão neonato

Antes da primeira ingestão de alimento pelo neonato, todo substrato necessário para sua manutenção e termorregulação é proveniente de seus estoques de energia corporal que são depositados antes do nascimento (MELLOR & COCKBURN, 1986). Os maiores constituintes que podem ser usados como substratos de fontes de energia para os leitões neonatos são as proteínas, glicogênio e a gordura (LE DIVIDICH et al., 2005).

Em leitões recém nascidos, o total dos estoques de glicogênio corporal e de gordura estão em torno de 30-38 e 10-20 g/kg de peso ao nascimento, respectivamente (LE DIVIDICH et al., 2005). Das reservas corporais, cerca de 75% do glicogênio hepático e 41% do glicogênio muscular são utilizados em até 12 horas após nascimento (ELLIOT & LODGE, 1977).

Durante as primeiras 24 h de vida, os leitões necessitam, por quilograma de peso vivo, aproximadamente 170 kcal de energia líquida, quando em condições termoneutras, podendo chegar a 230 kcal quando os leitões são submetidos a estresse pelo frio. Estes requerimentos energéticos são destinados para a manutenção, atividade física e para retenção (MELLOR & COCKBURN, 1986; LE DIVIDICH et al., 2005).

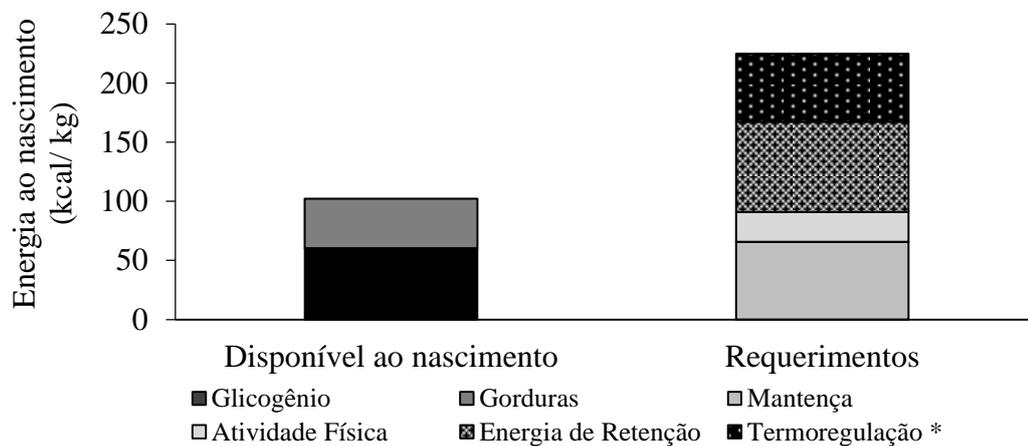


Figura 3: Energia disponível ao nascimento (kcal/kg) e a suas respectivas exigências durante as primeiras 24 horas de vida.

* = Energia gasta para termorregulação em ambiente com 5 °C abaixo da zona termoneutra. Adaptado de Mellor & Cockburn (1986) e Le Dividich et al. (2005).

2.6 Estratégias para melhorar a sobrevivência e desempenho dos leitões

2.6.1 Cuidados com os leitões ao parto e ambiência

Em rebanhos comerciais, a supervisão dos leitões ao parto torna-se essencial, por diminuir a mortalidade decorrente de complicações durante o parto (BOULOT et al., 2008). O fornecimento de um ambiente adequado com uma fonte de aquecimento (HERPIN et al., 1996), e piso seco e sem correntes de ar aos leitões, após o nascimento, é importante para evitar perda excessiva de calor, uma vez que os animais têm dificuldades em manter sua termorregulação.

Pode-se fornecer uma fonte de aquecimento para os leitões ao lado da fêmea, pois é onde eles permanecem por mais tempo (KIRKDEN et al., 2013), podendo ser utilizadas lâmpadas de aquecimento durante o parto deixando-as ao lado da fêmea (HERPIN et al., 1996). Leitões que são colocados sob fonte de aquecimento têm menor perda de calor corporal para o ambiente, reduzindo a energia gasta para a termorregulação, aumentando as chances de sobrevivência (ANDERSEN et al., 2009).

Na falta de uma fonte externa de calor, os leitões podem buscar aquecimento junto à fêmea, que ao deitar-se, pode esmagá-los. Neste caso, a causa final da morte é definida como morte por esmagamento, mas é altamente influenciada pelo frio (HERPIN et al., 2002), a qual pode chegar a aproximadamente 50% do total das causas de mortes (ANDERSEN et al., 2005).

Colocar leitões próximos à cadeia mamária imediatamente após o nascimento reduz a mortalidade. Andersen et al. (2007) relataram que a colocação de leitões na cadeia mamária e auxílio à mamada causam a redução da mortalidade. Vasdal et al. (2011) observaram que a combinação do manejo de secagem e a colocação dos leitões perto da cadeia mamária da porca reduziu o tempo até a primeira mamada e a mortalidade pós-natal em algumas leitegadas.

2.6.2 Uniformização das leitegadas

A variação de peso e a quantidade de leitões dentro de uma leitegada também podem ser identificadas como um problema para o desempenho dos mesmos, uma vez que leitões mais leves e em leitegadas numerosas tem mais dificuldade em alcançar o teto devido à alta competitividade e ao seu menor vigor.

Um manejo que pode ser realizado com leitegadas numerosas e com leitões heterogêneos para reduzir as taxas de mortalidade pré-desmame é a uniformização de leitegada (HEIM et al., 2012; MUNS et al., 2014). Este manejo tem como objetivo proporcionar o acesso dos leitões a uma glândula mamária funcional para que ele tenha sempre acesso ao leite materno (BAXTER et al., 2013), aumentando as chances de sobrevivência e melhorando o ganho de peso até o desmame (BIERHALS et al., 2010). A uniformização de leitegadas envolve a remoção de leitões muito leves e/ou muito pesados de leitegadas numerosas que são realocados em outras fêmeas, dependendo do tamanho de leitegada e de outras características físicas inerentes à fêmea (ROBERT & MARTINEAU, 2001). O momento ideal para a realização da uniformização compreende entre seis e 24 horas após o nascimento (BIERHALS, 2011). Após este

período, a ordem dos tetos pelos leitões já foi estabelecida e as trocas de leitões causam brigas e, conseqüentemente, perdas de mamada (ROBERT & MARTINEAU, 2001).

Este manejo é realizado assumindo também que leitões leves ao nascimento têm desvantagem ao competir por tetos quando estão em leitegadas com leitões mais pesados.

Em leitegadas onde a variação de peso ao nascimento é alta, particularmente com baixa média de peso ao nascimento, tem-se associado a um alto percentual de mortalidade, independentemente do tamanho da leitegada e a ordem de parto da fêmea (MILLIGAN et al., 2002a), podendo ser reduzida pela metade quando os leitões são uniformizados com outros de peso semelhante (CUTLER et al., 1999).

Em trabalho realizado por Douglas et al. (2014), comparando o desempenho de leitegadas contendo somente leitões de baixo peso ($\leq 1,25$ kg) e leitegadas contendo leitões de baixo peso e peso normal (1,6 a 2,0 kg), observou-se uma diferença média de ganho de peso ao desmame com 28 dias de idade ($P \leq 0,05$) de 500 g a mais nos leitões de baixo peso nas leitegadas contendo somente leitões de baixo peso.

Em contrapartida, mover os leitões de leitegadas tem suas limitações, como o aumento do custo de mão de obra e a chance de disseminação de doenças (LIMA, 2007) e, dependendo do protocolo utilizado, pode não ter os efeitos positivos esperados (BIERHALS et al., 2010). Quando não for realizado no período indicado, ou de forma indiscriminada durante todo o período lactacional, este manejo pode resultar em redução do ganho de peso (HORRELL & BENNETT, 1981), por perdas de mamada, além de prejudicar o bem-estar devido às brigas por tetos, que podem gerar lesões de pele (ROBERT & MARTINEAU, 2001) e servir como porta de entrada para agentes patogênicos.

2.6.3 Estratégias nutricionais

O colostro e o leite da fêmea fornecem os melhores nutrientes para as necessidades nutricionais dos leitões (KLOPFENSTEIN et al., 2006). Porém, leitões que nascem fracos, leves e em leitegadas numerosas, apresentam dificuldades em mamar, por possuírem baixas reservas energéticas ao nascimento, deixando-os em desvantagem no momento da disputa por tetos.

A energia suplementar ajuda a conservar as reservas energéticas corporais e atua como uma fonte extra para manutenção da temperatura corporal, contribuindo para a viabilidade dos leitões. Uma alternativa seria o fornecimento suplementar de energia

através de compostos sucedâneos do leite da fêmea suína, que proporcionariam um melhor status energético e, conseqüentemente, a redução do gasto dos estoques de glicogênio muscular e hepático e de proteínas corporais (BENEVENGA et al., 1989).

Intervenções nutricionais são recomendadas, em particular, para a sobrevivência e crescimento pós-natal em leitões de baixo peso. Existem diversas preparações comerciais de substitutos de colostro para neonatos (DE VOS et al., 2014). Os produtos podem ser constituídos de suplementos de energia (gordura e lactose), imunoglobulinas (geralmente derivado de bovinos), fatores de crescimento (DE VOS et al., 2014), proteínas, vitaminas e minerais.

As suplementações vêm sendo estudadas sob várias formas e períodos, podendo ser realizadas logo após o nascimento (BENEVENGA et al., 1989; LEPINE et al., 1989; ODLE et al., 1989) e/ou no decorrer do período lactacional (AZAIN et al., 1996; WOLTER et al., 2002).

Uma característica primordial para este fornecimento suplementar é que os produtos fornecidos tenham rápida disponibilidade de energia para o organismo. Um componente que pode ser utilizado são os triglicerídeos de cadeia média (TCM) (BENEVENGA et al., 1989; LEPINE et al., 1989; ODLE et al., 1989). Os TCM são ácidos graxos que possuem 6 a 12 átomos de carbono e são mais rapidamente digeríveis e metabolizados que os triglicerídeos de cadeia longa (BACH & BABAYAN, 1982) e podem ser efetivamente absorvidos e oxidados por leitões neonatos (CHIANG et al., 1990), melhorando os níveis de glicose sanguínea (LEPINE et al., 1989; ODLE et al., 1989) e o *status* energético (BENEVENGA et al., 1989). O fornecimento de uma emulsão de óleo de coco e soja (1,95 g) a cada 24 horas durante os três primeiros dias de vida em leitões leves (<1.250 g), reduziu em 1,9 vezes a razão de chance de morte (CASELLAS et al., 2005).

Em estudo recente, Declerck et al. (2016) utilizaram para a suplementação de leitões com peso abaixo de 1,2 kg, 6 g de um produto comercial à base de óleo de soja e óleo de coco, sendo fornecido 39 kcal ao leitão. Estes leitões tiveram razão de chance de sobrevivência maior ao terceiro, sétimo e vigésimo dia (1,94, P = 0,07; 4,04, P < 0,001; 3,59, P < 0,001, respectivamente). Em contra partida, a média de peso ao desmame dos leitões suplementados foi menor em comparação ao grupo controle (5,15 ± 0,09 vs. 5,69 ± 0,09; P = 0,03) e, segundo os autores, pode ser explicada pela alta proporção de leitões de baixo peso no grupo em que foi realizada a suplementação no momento do desmame.

Sucedâneos de leite podem ser fornecidos ao longo do período de lactação, compensando a eventual produção insuficiente de leite pelas porcas. Azain et al. (1996) os forneceram durante o período lactacional e observaram que o efeito da suplementação proporcionou maior peso da leitegada, mas não foi eficaz para proporcionar maior taxa de sobrevivência entre os leitões. Em outro estudo, Wolter et al. (2002) indicaram que a suplementação de sucedâneos do leite durante a lactação não alterou o desempenho e a taxa de mortalidade em leitões leves ao nascimento. De maneira geral, o fornecimento destes sucedâneos de leite dificilmente terá algum efeito sobre a mortalidade dos leitões, visto que, a maioria das mortes ocorrem até os primeiros três dias de vida e o seu consumo voluntário pelos leitões é baixo neste período (DE VOS et al., 2014).

O fornecimento oral de colostro também é uma forma de suplementação que pode ser utilizada em granjas onde existe mão de obra habilitada. O seu fornecimento em leitegadas desuniformes pode cursar com diminuição da variação de peso ao desmame, porém, sem causar diminuição na taxa de mortalidade (MUNS et al., 2014). No entanto, há falta de informações sobre estratégias nutricionais em leitões especialmente quando se trata de suplementação oral com colostro.

A partir das informações acima citadas leitões de baixo peso ao nascimento podem ter seu desempenho comprometido, em parte, devido ao inadequado consumo de colostro. Compostos comerciais são estudados como uma forma de melhorar o desempenho destes animais, porém, observa-se inconsistência nos resultados presentes na literatura. Outro meio de proporcionar melhores índices de desempenho deste leitões seria o fornecimento de colostro suplementar, por influenciar diretamente a quantidade ingerida pelo leitão, porém estes dados na literatura são escassos necessitando maiores estudos.

3. ARTIGO CIENTÍFICO

ARTIGO A SER SUBMETIDO

Desempenho de leitões de baixo peso ao nascimento submetidos à suplementação proteico-energética com ou sem colostro nas primeiras horas de vida

Performance of low birth weight piglets submitted to protein-energy and/ or colostrum supplementation within the first hours of life.

R.C. Viott^a, T.A. Menezes^a, A.P.G. Mellagi^a, M.L. Bernardi^b, I. Wentz^a, F.P. Bortolozzo^{a*}

^a Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 9090, Porto Alegre – RS, Brasil.

^b Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves 7712, Porto Alegre – RS, Brasil.

* Autor para correspondência: fpbortol@ufrgs.br

RESUMO

Com o aumento do tamanho da leitegada, em fêmeas hiperprolíficas, tem aumentado o número de leitões de baixo peso ao nascimento. Uma vez que o desenvolvimento destes leitões é comprometido e sua sobrevivência é reduzida, o objetivo do estudo foi avaliar o desempenho de leitões com baixo peso ao nascimento frente ao fornecimento de um suplemento proteico-energético com ou sem colostro suplementar nas primeiras horas de vida. Foram utilizados leitões com peso entre 804 e 1.309 g ao nascimento, alocados aleatoriamente em quatro tratamentos: C0S0 (n=300) – sem suplementação; C1S0 (n=299) – fornecimento de 50 mL de colostro, via sonda orogástrica; C0S1 (n=298) – fornecimento de 8 mL de suplemento proteico-energético por via oral; C1S1 (n=297) – fornecimento de 50 mL de colostro + 8 mL de suplemento. Os leitões permaneceram com a mãe biológica durante as primeiras 24 h de vida, sendo posteriormente transferidos para mães adotivas, em leitegadas uniformizadas para conter três leitões de cada tratamento, totalizando 12 leitões por fêmea. Os leitões foram pesados ao nascimento, 24 h, 7º, 14º e 20º dia de idade. Para análise dos dados, foi considerado um delineamento fatorial 2 x 2, com dois fatores (colostro e suplemento), em dois níveis (com e sem oferta). O fornecimento de colostro ou de suplemento não afetou o consumo de colostro, ganho de peso nas primeiras 24 h e a taxa de mortalidade ($P > 0,05$). Houve efeito do suplemento proteico-energético no ganho de peso diário (GPD) do nascimento ao desmame ($P < 0,05$) e no peso ($P = 0,06$) dos leitões. De modo geral, as variáveis não foram afetadas ou pouco afetadas pelos fatores estudados (diferença de 7 g/dia de GPD e de 81 g no peso, em favor dos leitões que receberam suplemento proteico-energético), provavelmente porque o consumo de colostro (média geral de $259,1 \pm 3,4$ g) foi suficiente para atender as exigências mínimas para garantir a sobrevivência e desempenho adequado até o desmame, em todos os grupos de leitões.

Palavras-Chave: Leitões de baixo peso; suplementação; colostro; ganho de peso; mortalidade.

ABSTRACT

Selection for improved litter size have resulted in an increase of low birth weight piglets. Because of their low pre-weaning performance and poor survival rate, the aim of this study was to evaluate the parameters of suckling period of low birth weight piglets submitted to protein-energy and/or colostrum supplementation, within the first hours of life. Piglets weight ranged between 804-1309 g at birth and the animals were randomly allocated into four treatments: COS0 (n=300) - with no supplementation; CIS0 (n=299) - 50 mL of a colostrum pool were provided by orogastric tube; COS1 (n=298) - piglets orally received 8 mL of a commercial energy-protein supplement; CIS1 (n=297) – supplementation of 50 mL of colostrum and 8 mL of supplement. Piglets remained with their biological mother until the first 24 h and were subsequently cross-fostered in adoptive sows. Each fostered litter contained 12 piglets per sow: three pigs from each treatment. Individual weight was obtained at birth, at 24 h, on day 7, 14 and 20 post-partum. For data analysis, it was considered a factorial design 2 x 2 with two factors (colostrum and supplement) , on two levels (with and without supply). Both colostrum and protein-energy supplementations did not affect colostrum intake, weight gain during the first 24 h and mortality rate ($P > 0.05$). Protein-energy supplement affected average daily gain (ADG) from birth until weaning ($P < 0.05$) and on piglets weight ($P = 0.06$). Altogether, the evaluated parameters were not influenced or poorly influenced by the investigated factors (difference of 7g/d on ADG and 81g in favor of piglets receiving the protein-energy supplement), probably due to the satisfactory consumption of colostrum (259.1 ± 3.4 g), which achieved the minimal requirements for survival and properly performance until the weaning in all piglet group.

Keywords: *Low weight piglets; supplementation; colostrum; weight gain; mortality rate.*

Introdução

Os avanços genéticos e das técnicas associadas à produção proporcionaram à suinocultura industrial um acréscimo significativo do tamanho das leitegadas (BAXTER et al., 2013), aumentando em 2 a 4 leitões nos últimos 20 anos, chegando a leitegadas entre 14 e 16 leitões (QUESNEL et al., 2015). Esta seleção para o aumento no número de leitões nascidos está associada com maior variação de peso e com diminuição do peso médio da leitegada (BOULOT et al., 2008), o que desfavorece a vitalidade e sobrevivência dos leitões (DAMGAARD et al., 2003).

O peso ao nascimento é considerado um importante indicador de desempenho, pois leitões que nascem leves possuem menor potencial de crescimento (FOXCROFT et al., 2009) e podem continuar nessa condição ao longo de sua vida (DOUGLAS et al., 2013), levando mais tempo para atingir o peso de abate (BEAULIEU et al., 2010) e tendo pior qualidade de carcaça, quando comparados com leitões mais pesados ao nascimento (FOXCROFT et al., 2009). Há divergências quanto à definição de leitões

leves ou de baixo peso, já que para alguns autores são os leitões que nascem com peso abaixo de 1.250 g (DOUGLAS et al., 2014) e para outros são os que possuem peso entre 810 g e 1.000 g (MORISE et al., 2008). Leitões de baixo peso ao nascimento possuem maior risco de morte por serem menos competitivos para a ingestão de colostro e por terem menor reserva de energia corporal (BAXTER et al., 2008). A taxa de mortalidade destes leitões é de aproximadamente 30% (MORISE et al., 2008; AKDAG et al., 2009; FURTADO et al., 2012; PANZARDI et al., 2013), podendo chegar a aproximadamente 2/3 de mortes naqueles considerados muito leves, isto é, com peso inferior a 800 g (MORISE et al., 2008).

Ao nascimento, o leitão possui uma quantidade limitada de reservas energéticas no organismo e não recebe nenhum tipo de imunidade materna durante a gestação, devido às características estruturais da placenta suína (BLAND et al., 2003; SALMON et al., 2009), tornando-o susceptível aos diversos agentes patogênicos presentes no ambiente. Desta forma, a ingestão de colostro torna-se fundamental para assegurar a sobrevivência logo após o nascimento, sendo responsável por fornecer imunoglobulinas (DEVILLERS et al., 2011; FERRARI et al., 2014) e a energia necessária para a termorregulação e crescimento corporal (ROOKE & BLAND, 2002; LE DIVIDICH et al., 2005). É recomendada a ingestão de uma quantidade mínima de 200 g de colostro, durante as primeiras 24 h de vida dos leitões, para diminuir a chance de mortalidade até o desmame (QUESNEL et al., 2012) e 250 g para alcançar maior desempenho pré e pós-desmame (QUESNEL et al., 2012; FERRARI et al., 2014).

No intuito de prover ao leitão neonato a energia necessária para melhorar a ingestão de colostro, uma ferramenta que pode ser utilizada é o fornecimento de suplementos energéticos (DECLERCK et al., 2016). A energia extra fornecida pode melhorar a capacidade de busca e ingestão do colostro junto a fêmea, possibilitando melhor desempenho e diminuindo a mortalidade até o desmame (QUESNEL et al., 2012).

No entanto, trabalhos que avaliam a suplementação energética extra nas primeiras horas de vida são limitados e inconsistentes (CASELLAS et al., 2005; KUMMER et al., 2015; DECLERCK et al., 2016). Devido a estas informações, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do fornecimento de um suplemento proteico-energético com ou sem colostro suplementar em leitões de baixo peso ao nascimento, realizado nas primeiras horas de vida, sobre o consumo de colostro, mortalidade, ganho de peso e peso ao desmame.

Material e Métodos

O delineamento experimental foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-UFRGS), via projeto número 28456.

Local, animais e alojamento

O experimento foi realizado em uma unidade produtora de leitões com 4.300 matrizes, localizada na região do meio-oeste catarinense, durante o período de janeiro a maio de 2015.

Foram selecionados leitões com peso ao nascimento entre 804 e 1.309 g, oriundos de 292 fêmeas Landrace × Large White (Agroceres PIC Camborough 25[®]) de ordem de parto $4,7 \pm 0,08$ (média \pm erro padrão). Não foram selecionados leitões de fêmeas primíparas.

As fêmeas foram transferidas para a maternidade, aos 110 dias de gestação, em salas com capacidade para 66 fêmeas, sendo alojadas em celas individuais, com dimensões de 2,10 x 1,70 m. A cela de parição dispunha de um local de refúgio para os leitões, com dimensões de 0,75 x 0,65 m, possuindo acesso livre e com fonte de aquecimento por sistema de piso aquecido, controlado através de um painel central, sendo a mesma para todo o galpão, e lâmpada incandescente. O controle de temperatura interna de cada sala foi realizado através do manejo de um sistema de cortinado duplo.

O arraçoamento das fêmeas (18,5 % PB; 1,0% Lisina, 3.400 kcal EM/ kg) era realizado por sistema automático e a partir do décimo dia de vida, iniciava-se o fornecimento de ração pré-inicial para os leitões, em comedouros acessórios lineares de 0,10 x 0,30 m, até o momento do desmame. Tanto as fêmeas como os leitões possuíam acesso *ad libitum* à água.

Banco de colostro

Para a formação do banco de colostro foram utilizadas fêmeas híginas, com escore corporal entre 2,5 e 4,0 no momento da coleta e com ordem de parto entre 2 e 9, que não faziam parte do experimento. Para abastecer este banco de colostro, foram efetuadas coletas em 30 momentos distintos durante o período experimental, a extração foi realizada por ordenha manual, em até seis horas após o início do parto, sendo que em cada momento de coleta formava-se um *pool*, de cinco ou mais fêmeas. Foram

coletados aproximadamente 200 mL de colostro de cada fêmea e o volume total de cada *pool* era em média de 1.200 mL. O armazenamento foi feito a -20 °C, não ultrapassando um período de sete dias. Para o fornecimento aos leitões, o colostro foi descongelado em banho-maria, em temperatura de 40 °C.

Cuidados com os animais e tratamentos

Para formação dos grupos foram acompanhados entre quatro e cinco partos, simultaneamente, totalizando 292 partos, os quais ocorreram durante um período de 98 dias. Os leitões foram secos, tiveram o cordão umbilical amarrado, cortado e embebido em solução antisséptica. Em seguida, eles foram pesados individualmente e colocados ao lado do complexo mamário das fêmeas, em aquecimento sob lâmpada infravermelha, para mamarem o colostro. Logo após a pesagem, os leitões selecionados foram distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos e receberam um brinco numerado para a identificação individual. Os tratamentos foram iniciados $62,7 \pm 0,27$ (média \pm erro padrão) minutos após o nascimento.

Os leitões foram alocados em quatro tratamentos: Controle (C0S0), Colostro (C1S0), Suplemento (C0S1) e Colostro+Suplemento (C1S1). Todos os leitões possuíam acesso ao complexo mamário durante as primeiras 24 h de vida, sendo que, para o grupo C0S0, não foi realizada nenhuma suplementação. No grupo C1S0, os leitões receberam um total de 50 mL de colostro suplementar através de sonda orogástrica (Sonda nº 08, Mark Med. Bragança Paulista – Brasil). Os leitões do grupo C0S1 receberam 8 mL de suplemento proteico-energético (Mig Dose Evolution[®], MIG PLUS Agroindustrial, Casca – Brasil, à base de proteínas lácteas e óleo de coco refinado, 20% PB, 40% de extrato etéreo, 20% de lactose e 5.400 kcal/kg de EM), por via oral. O grupo C1S1 recebeu 50 mL de colostro + 8 mL de suplemento proteico-energético, sendo sempre fornecido primeiro o suplemento proteico-energético e, em seguida, o colostro. O volume total de colostro ou suplemento foi fracionado em duas doses de igual volume, as quais foram oferecidas em dois momentos (uma e quatro horas após o nascimento) nos tratamentos C1S0, C0S1 e C1S1.

Após $24,4 \pm 0,04$ h do nascimento, os leitões selecionados foram uniformizados em mães adotivas, com três leitões de cada tratamento por fêmea, gerando uma leitegada de 12 animais adotivos. No total, foram formadas 100 leitegadas. Leitões alocados nos tratamentos que morreram antes da uniformização, foram substituídos por leitões de mesma faixa de peso e idade, não sendo incluídos na análise de dados. Essa

medida teve como objetivo padronizar o tamanho da leitegada no momento da uniformização. Posteriormente à uniformização, todos os leitões seguiram o padrão de manejo adotado pela granja. Ao 3º dia de vida, foram realizados o corte do terço final da cauda, a aplicação por via intramuscular de 200 mg de ferro dextrano (Gleptoferril®, Eurofarma, Brasil) e o fornecimento oral de anticoccidiano (20 mg/kg, Isocox, Ourofino, Ribeirão Preto, Brasil).

Coleta de dados

Durante as primeiras 24 h de vida, os leitões permaneceram com suas mães biológicas, sendo pesados ao nascimento e às 24 h de vida com uso de balança eletrônica com precisão de 1 g para determinar o ganho de peso no primeiro dia de vida. O consumo de colostro foi estimado de acordo com a fórmula descrita por Devillers et al. (2004):

$$CI = -217,4 + 0,217 \times t + 1861019 \times BW/t + BW_B \times (54,80 - 1861019/t) \times (0,9985 - 3,7 \times 10^{-4} \times t_{FS} + 6,1 \times 10^{-7} \times t_{FS}^2)$$

Onde, CI= quantidade de colostro consumida (g); t = tempo entre o nascimento e a pesagem (min); t_{FS} = tempo entre o nascimento e a primeira mamada (min); BW = peso atual (kg); BW_B = peso ao nascer (kg).

* Estes autores também comentam que pode-se considerar como intervalo entre o nascimento e a primeira mamada o tempo de 30 minutos.

Os leitões também foram pesados individualmente no 7º, 14º e 20º dia de vida, em balança eletrônica com precisão de 5 g. Todos os animais foram acompanhados diariamente e os animais mortos foram necropsiados para a identificação da provável causa da morte.

Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando o software Statistical Analysis System (SAS, versão 9.4). Todos os dados são apresentados como média \pm erro padrão da média ou como percentagem, dependendo do tipo de variável. Para as variáveis contínuas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey-Kramer. As diferenças foram consideradas como diferentes em nível de 5% de probabilidade, enquanto que valores acima de 5% e abaixo de 10% foram considerados como tendência.

As seguintes variáveis foram analisadas para verificar a uniformidade dos tratamentos no início do experimento: ordem de parto da fêmea biológica e adotiva, o intervalo entre o nascimento e a uniformização, número total de leitões nascidos e de leitões nascidos vivos.

Os dados foram analisados considerando um delineamento fatorial 2 x 2, com dois fatores (colostro e suplemento), em dois níveis (com e sem oferta). Em todos os modelos de análise, foram incluídos os efeitos fixos de colostro, suplemento, momento de avaliação e sua interação. Nas análises após a uniformização (peso e GPD após o primeiro dia, mortalidade), a leitegada e a ordem de parto das fêmeas adotivas foram incluídas como efeito aleatório.

As análises de consumo de colostro, ganho de peso nas primeiras 24 h e ganho de peso diário (GPD) do nascimento ao desmame foram efetuadas com o procedimento MIXED, com a leitegada como unidade experimental (foi efetuada a média dos três leitões utilizados em cada tratamento, dentro de cada leitegada). Na análise de consumo de colostro e ganho de peso até 24 h, o número de leitões nascidos vivos, das fêmeas que amamentaram os leitões nesse período, foi utilizado como covariável e a ordem de parto da mãe foi excluída do modelo, por não ser significativa. O peso e o GPD no 7º, 14º e 20º dia de idade foram analisados como medidas repetidas (procedimento MIXED), com a inclusão do peso ao nascimento como covariável, além dos fatores já citados para os outros modelos.

A mortalidade cumulativa até o 3º, 7º e 20º dia de idade foi analisada como variável binária pelo procedimento GLIMMIX, sendo a unidade experimental o leitão.

Resultados

Em três leitegadas, o total de leitões foi 11 ao invés de 12, pois não foi possível obter três leitões na faixa de peso estudada, permanecendo dois ao invés de três leitões para cada tratamento, nos grupos C1S0, C0S1 e C1S1. Além disto, três leitões foram excluídos da análise, dois deles por morte devido à falha de passagem na sonda (C1S0 e C1S1) e outro por morte devido à má formação pulmonar (C1S1).

O peso médio ao nascimento ($1.097 \pm 3,87$ g), a ordem de parto das mães biológicas ($4,66 \pm 0,08$), o número de leitões nascidos vivos ($14,31 \pm 0,09$), a ordem de parto das fêmeas adotivas ($4,11 \pm 0,04$), o intervalo entre nascimento e uniformização ($24,42 \pm 0,04$ h) e os percentuais de leitões do sexo masculino e feminino (50,67 e

49,33%, respectivamente) não diferiram entre os tratamentos ($P > 0,05$), o que confirma a uniformidade dos grupos no início do experimento.

Não houve efeito do fornecimento de colostro ou suplemento, nem de sua interação ($P > 0,05$) para a mortalidade cumulativa aos três, sete e 20 dias de idade (Tabela 1). A taxa geral de mortalidade foi 11,1% e as principais causas de morte foram as seguintes: esmagamento (5,36%), desnutrição (2,09%) e diarreia (1,76%) também não havendo efeito positivo do fornecimento de colostro ou suplemento, ou de sua interação ($P > 0,05$).

Não houve efeito da administração de colostro ou de suplemento, nem de sua interação, no consumo de colostro e no ganho de peso nas primeiras 24 h ($P > 0,05$; Tabela 2). Houve efeito do suplemento no GPD do nascimento ao desmame ($P < 0,05$; Tabela 2), com maior GPD médio (189,8 versus 181,7 g) nos leitões que receberam suplemento (grupos C0S1 e C1S1) em comparação aos que não receberam suplemento (grupos C0S0 e C1S0).

O peso não foi afetado ($P > 0,05$) pelo colostro ou pela interação entre colostro e suplemento, mas tendeu ($P = 0,06$) a ser afetado pelo suplemento (Tabela 3). O GPD, ao longo do período de amamentação não foi afetado pelo colostro, suplemento ou por sua interação ($P > 0,05$).

Discussão

Suplementos proteico-energéticos ou colostro são de rápida disponibilidade ao metabolismo do animal (BACK & BABAYAN, 1982; LE DIVIDICH et al., 2005), sendo que produtos disponíveis comercialmente vem sendo estudados para melhorar o *status* energético, reduzindo os gastos dos estoques corporais de energia (BENEVENGA et al., 1989; De VOS et al., 2014). Apesar da quantidade de energia metabolizável suplementar fornecida para os tratamentos C1S0, C0S1 e C1S1 tenha sido de 79, 13 kcal e 92 kcal, respectivamente, (LE DIVIDICH et al., 1994; LE DIVIDICH et al., 2005; HURLEY, 2015), o ganho de peso nas primeiras 24 h não foi influenciado pela administração de colostro ou de suplemento. O ganho de peso no primeiro dia (63-70 g; C0S0-C1S1, respectivamente) foi próximo ao observado (77-83 g) por Kummer et al. (2015) empregando leitões na mesma faixa de peso ao nascer. Esses autores também não observaram efeito positivo da suplementação nutricional nas primeiras 24 h de vida, embora tenham utilizado outros suplementos (suplemento proteico à base de proteína de batata e um suplemento mineral vitamínico). Contudo, no

trabalho de Moreira (2015), os leitões que receberam o mesmo suplemento utilizado no presente estudo apresentaram maior ganho de peso no primeiro dia que o grupo sem suplementação. Este autor observou também que os leitões sem suplemento e sem colostro adicional consumiram menos colostro do que os leitões que receberam suplemento (133,4 versus 202,9 g); essa quantidade também foi inferior à observada nos leitões do grupo COS0 do presente estudo ($253,6 \pm 6,7$ g).

Durante as primeiras 24 h de vida, os leitões necessitam, aproximadamente, 170 kcal de energia líquida por quilograma de peso vivo, podendo chegar a 230 kcal quando submetidos a estresse pelo frio, sendo recomendado o consumo de colostro na proporção de 160-170 g/kg (LE DIVIDICH et al., 2005). Considerando o valor energético aproximado do colostro de 1,49 kcal EM/g e a eficiência de utilização de 91% (LE DIVIDICH et al., 1994; LE DIVIDICH et al., 2005; HURLEY, 2015), os leitões do grupo COS0 ingeriram ao redor de 344 kcal, no primeiro dia. Dessa forma, as necessidades de manutenção, termorregulação, atividade física e crescimento foram supridas neste grupo. Por outro lado, surpreende o fato de que a administração de 50 mL de colostro via sonda orogástrica não tenha resultado em maior consumo estimado de colostro, em comparação aos grupos COS0 e COS1. Durante a execução do experimento, foi constatado que os leitões não buscavam novamente o complexo mamário logo após o recebimento de colostro via sonda, provavelmente por estarem momentaneamente saciados, embora este comportamento não tenha sido mensurado. Desta forma, a oferta extra de colostro via sonda parece funcionar mais como garantia de que os leitões recebam a quantidade ofertada do que necessariamente uma quantidade adicional.

O peso ao nascimento é um dos fatores determinantes para o peso ao desmame, pois leitões mais leves ao nascimento tendem a apresentar menor taxa de crescimento e, conseqüentemente, menor peso ao desmame (QUINIOU et al., 2002; AKDAG et al., 2009). O GPD e o peso ao desmame foram 186,3g e 4.820,3 g, respectivamente, similares aos observados para esta categoria de peso em leitões de outros estudos (FURTADO et al., 2012; KUMMER et al., 2015; MOREIRA, 2015). Embora a suplementação nutricional, via colostro ou produtos comerciais, tenha sido investigada como possível ferramenta para melhorar o desempenho de leitões de baixo peso, em vários estudos este efeito benéfico não foi confirmado (MUNS et al., 2014; KUMMER et al., 2015; MOREIRA, 2015; DECLERCK et al., 2016), porém um efeito positivo foi observado para as variáveis de GPD ($P < 0,05$) e peso ($P = 0,06$) nos animais que receberam suplemento proteico-energético. Moreira (2015) utilizou o mesmo

suplemento do atual trabalho e observou efeito benéfico no ganho de peso nas primeiras 24 h, mas não observou efeito no GPD ao longo do período de amamentação. A pequena diferença de GPD do nascimento ao desmame (7 g/dia) e de peso (em média 81 g), favorável aos leitões que receberam o suplemento, no presente estudo, talvez possa ser explicada pelo maior número de animais estudados, maior quantidade de suplemento (8 versus 4 mL) e fornecimento em momento mais próximo ao nascimento (até 4 h versus até 12 h).

A mortalidade dos leitões ficou concentrada na primeira semana de vida (74%), principalmente nas primeiras 72 h (52%), reforçando os resultados observados em outros trabalhos (TUCHSCHERER et al., 2000; DEVILLERS et al., 2011; ROOTWELT et al., 2013; KUMMER et al., 2015). Estudos realizando o fornecimento de triglicerídeos de cadeia média em neonatos não encontraram efeito positivo para a sobrevivência (BENEVENGA et al., 1989; LEPINE et al., 1989; LEE & CHIANG, 1994). Por outro lado, redução na mortalidade foi observada em leitões de 1.000-1.225g, quando receberam suplementos proteico e/ou mineral-vitamínico (KUMMER et al., 2015).

Tanto o tempo para a primeira mamada, quanto a quantidade de colostro a ser ingerida são importantes para garantir a sobrevivência de leitões neonatos, principalmente os de baixo peso ao nascimento. A ingestão do colostro deve iniciar nos primeiros 60 minutos após o parto (DECALUWÉ et al., 2014), com uma quantidade de 250 g ao final das primeiras 24 h de vida, de modo a aumentar a chance de sobrevivência e de desempenho adequado (FERRARI et al., 2014). O fato de o consumo mínimo de colostro ter sido atingido em todos os tratamentos provavelmente explica porque a sobrevivência não foi afetada pelo fornecimento de colostro ou de suplemento.

O fornecimento de colostro apresenta alguns entraves, tais como a necessidade de treinamento de mão de obra para passagem da sonda orogástrica, além de tempo e mão de obra utilizados para a coleta de colostro. Embora seja de mais fácil aplicação do que o fornecimento de colostro, a administração de suplementos nutricionais implica em gastos com mão de obra para sua aplicação, além dos gastos com a aquisição do produto. Existe entretanto a necessidade de uma avaliação de compensação econômica envolvendo custos adicionais da administração de colostro ou suplemento.

Vale salientar que fêmeas primíparas não foram utilizadas como mães biológicas ou adotivas. Portanto, não é possível inferir se os tratamentos utilizados apresentariam

os mesmos resultados caso fossem aplicados em filhos de primíparas ou amamentados por elas, visto que transferem menor imunidade humoral, além de possuírem menores concentrações de IgG e IgA no colostro e leite que as fêmeas mais velhas (KLOBASA et al., 1987). Além disto, leitões que mamam em fêmeas de primeiro parto, adotivos ou biológicos, também apresentam redução no peso até o desmame (BIERHALS et al., 2011).

Conclusão

A quantidade de colostro ingerida por leitão e a sobrevivência até o desmame não são afetados pela suplementação nutricional nas primeiras horas de vida, seja via colostro ou suplemento proteico-energético. Observa-se maior GPD do nascimento até o desmame e o peso tende a ser maior nos animais que recebem a suplementação proteico-energética. As técnicas de suplementações em leitões de baixo peso vem apresentando resultados inconclusivos, sendo necessários estudos com quantidades e momentos variados para verificar o período ideal de realizá-las.

Agradecimentos

Os autores agradecem a toda equipe envolvida, em especial à Agrocere PIC pelo apoio financeiro e à empresa Master Agroindustrial Ltda. por disponibilizar as instalações necessárias para a realização deste trabalho.

Referências

- AKDAG, F.; ARSLAN, S.; DEMIR, H. The effect of parity and litter size on birth weight and the effect of birth weight variations on weaning weight and pre-weaning survival in piglets. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 8, p. 2133-2138, 2009.
- BACK, A.C.; BABAYAN, V.K. Medium-chain triglycerides: an update. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 36, p. 950-962, 1982.
- BAXTER, E.M.; JARVIS, S.; D'EATH, R.B.; ROSS, D.W.; ROBSON, S.K.; FARISH, M.; NEVISON, I.M.; LAWRENCE, A.B.; EDWARDS, S.A. Investigating the behavioral and physiological indicators of neonatal survival in pigs. **Theriogenology**, v. 69, p. 773-783, 2008.

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

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

BENEVENGA, N.J.; STEINMAN-GOLDSWORTHY, J.K.; CRENSHAW, T.D.; ODLE, J. Utilization of medium-chain triglycerides by neonatal piglets: I. Effects on milk consumption and body fuel utilization. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 3331-3339, 1989.

BIERHALS, T.; MELLAGI, A.P.G.; HEIM, G.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Desempenho de leitegadas após a uniformização cruzada de leitões entre fêmeas de ordem de parto 1 e 5. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 39, p. 942-946, 2011.

BLAND, I.M.; ROOKE, J.A.; BLAND, V.C.; SINCLAIR, A.G.; EDWARDS, S.A. Appearance of immunoglobulin G in the plasma of piglets following intake of colostrum, with or without a delay in suckling. **Animal Science**, v. 77, p. 277-286, 2003.

BOULOT, S.; QUESNEL H.; QUINIOU, N. Management of high prolificacy in french herds: can we alleviate side effects on piglet survival? **Advances in Pork Production**, v. 19, p 1-18, 2008.

CASELLAS, J.; CASAS, X.; PIEDRAFITA, J.; MANTECA, X. Effect of medium- and long-chain triglyceride supplementation on small newborn-pig survival. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 67, p. 213-221, 2005.

DAMGAARD, L.H.; RYDHMER, L.; LØVENDAHL, P.; GRANDINSON, K. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 604-610, 2003.

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

DECLERCK, I.; DEWULF, J.; DECALUWÉ, R.; MAES, D. Effects of energy supplementation to neonatal (very) low birth weight piglets on mortality, weaning weight, daily weight gain and colostrum intake. **Livestock Science**, v. 183, p. 48-53, 2016.

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

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

DE VOS, M.; CHE, L.; HUYGELEN, V.; WILLEMEN, S.; MICHIELS, J.; VAN CRUCHTEN S.; VAN GINNEKEN C. Nutritional interventions to prevent and rear low-birth weight piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 98, p. 609–619, 2014.

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, p. 2280–2288, 2014.

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

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

FOXCROFT, G.R.; DIXON, W.T.; DYCK, M.K.; NOVAK, S.; HARDING, J.C.S.; ALMEIDA, F.C.R.L. Prenatal programming of postnatal development in the pig. In: RODRIGUEZ-MARTINEZ, H.; VALLET, J.L.; ZIECIK, A.J. (Eds). **Control of Pig Reproduction VIII**. Nottingham University Press, p. 213-231, 2009.

FURTADO, C.S.D.; MELLAGI, A.P.G.; CYPRIANO, C.R.; GAGGINI, T.S.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou locomotoras no desempenho de leitões lactentes. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, 7p., 2012.

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

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

KUMMER, A.D.; BARONCELLO, E.; MOREIRA, L.P.; BERNARDI, M.L.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. Efeitos do fornecimento oral de suplementos nutricionais na sobrevivência e crescimento de leitões de baixo peso ao nascer. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 43, p. 1336-1344, 2015.

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

LE DIVIDICH, J.; ROOKE, J.A.; HERPIN, P. Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. **Journal of Agricultural Science**, v. 143, p. 469-485, 2005.

- LEE, H.F.; CHIANG, S.H. Energy value of medium-chain triglycerides and their efficacy in improving survival of neonatal pigs. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 133-138, 1994.
- LEPINE, A.J.; BOYD, R.D.; WELCH, J.A.; RONEKER, K.R. Effect of colostrum or medium-chain triglyceride supplementation on the pattern of plasma glucose, non-esterified fatty acids and survival of neonatal pigs. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 983-990, 1989.
- MOREIRA, L.P. Leitões de baixo peso ao nascimento: Alternativas para garantir a sobrevivência, imunidade e bom desempenho na fase de maternidade. 70f. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Brasil, 2015.
- MORISE, A.; LOUVEAU, I.; LE HUËROU-LURON, I. Growth and development of adipose tissue and gut and related endocrine status during early growth in the pig: impact of low birth weight. **Animal**, v. 2, p. 73–83, 2008.
- MUNS, R.; SILVA, C.; MANTECA, X.; GASA, J. Effect of cross-fostering and oral supplementation with colostrums on performance of newborn piglets. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 1193–1199, 2014.
- PANZARDI, A.; BERNARDI, M.L.; MELLAGI, A.P.; BIERHALS, T.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 110, p. 206-213, 2013.
- QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: Influence on piglet performance and factors of variation. **Livestock Science**, v. 146, p. 105-114, 2012.
- QUESNEL, H.; FARMER, C.; THEIL, P.K. Colostrum and milk production. In: FARMER, C (Ed.). **The gestating and lactating sow**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p. 193-229, 2015.
- QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRE, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 63-70, 2002.
- ROOKE, J.A.; BLAND, I.M. The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 13–23, 2002.
- ROOTWELT, V.; REKSEN, O.; FARSTAD, W.; FRAMSTAD, T. Postpartum deaths: Piglet, placental, and umbilical characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 91, p. 2647–2656, 2013.
- SALMON, H.; BERRI, M.; GERDTS, V.; MEURENS, F. Humoral and cellular factors of maternal immunity in swine. **Developmental and Comparative Immunology**, v. 33, p. 384-393, 2009.
- TUCHSCHERER, M.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; TTEMANN, U. Early identification of neonates at risk: traits of newborn piglets with respect to survival. **Theriogenology**, v. 54, p. 371-388, 2000.

Tabela 1 – Taxa de mortalidade de leitões ao terceiro, sétimo e vigésimo dia de vida de acordo com a suplementação com colostro ou suplemento proteico-energético realizado nas primeiras horas de vida.

Variáveis	C0S0 (n=300)	C1S0 (n=299)	C0S1 (n=298)	C1S1 (n=297)	Valor de P		
					Colostro	Suplemento	Interação
Mortalidade, % (n)							
Até 3 dias	6,7 (20)	6,3 (19)	4,7 (14)	5,4 (16)	0,8580	0,2759	0,6994
Até 7 dias	9,3 (28)	8,4 (25)	8,4 (25)	7,1 (21)	0,4559	0,4786	0,8747
Até 20 dias	11,3 (34)	11,4 (34)	12,4 (37)	9,4 (28)	0,3920	0,7755	0,3936

C0S0: sem suplementação; C1S0: 50 mL de colostro fornecidos via sonda orogástrica; C0S1: fornecimento de 8 mL de suplemento proteico-energético por via oral; C1S1: fornecimento de 50 mL de colostro e 8 mL de suplemento proteico-energético.

Tabela 2 – Ganho de peso nas primeiras 24 h de vida, consumo de colostro e ganho de peso diário (GPD) de leitões de acordo com a suplementação com colostro ou suplemento proteico-energético, nas primeiras horas de vida.

Variáveis	C0S0 (n=100)	C1S0 (n=100)	C0S1 (n=100)	C1S1 (n=100)	EPM	Valor de P		
						Colostro	Suplemento	Interação
Ganho de peso nas 24 h, g	62,6	68,3	67,1	69,8	2,64	0,2042	0,5038	0,2426
Consumo de colostro, g	253,6	259,4	259,4	263,8	3,42	0,2513	0,2200	0,8029
GPD D0-D20	181,7	182,2	189,8	186,9	4,16	0,6074	0,0350	0,9445

Houve efeito ($P < 0,05$) do fornecimento de suplemento no GPD D0-D20, mas sem efeito de colostro, suplemento ou de sua interação ($P > 0,05$) nas demais variáveis.

GPD D0-D20= ganho de peso diário médio do nascimento até o desmame; C0S0: sem suplementação; C1S0: 50 mL de colostro fornecidos via sonda orogástrica; C0S1: fornecimento de 8 mL de suplemento proteico-energético por via oral; C1S1: fornecimento de 50 mL de colostro e 8 mL de suplemento proteico energético.

EPM = Erro padrão da média

Tabela 3 – Ganho de peso diário (GPD) e peso de leitões de acordo com a suplementação com colostro ou suplemento proteico-energético, nas primeiras horas de vida (LSMeans).

Variáveis	COS0 (n=100)	C1S0 (n=100)	COS1 (n=100)	C1S1 (n=100)	EPM	Valor de P		
						Colostro	Suplemento	Interação
GPD, g						0,5574	0,1012	0,7316
D1-D7	144,6	139,7	142,2	143,0	2,9			
D8-D14	195,1	193,1	206,1	198,4	3,5			
D15-D20	213,6	213,9	221,1	218,5	4,0			
Peso, g						0,5194	0,0603	0,6267
D7	2082,6	2075,3	2101,5	2097,3	42,7			
D14	3460,9	3438,6	3558,7	3493,0	42,7			
D20	4741,8	4751,0	4931,4	4854,9	42,7			

A análise considerou a média de três leitões para cada tratamento, dentro de 100 leitegadas.

Houve efeito do momento de pesagem ($P < 0,0001$) mas sem efeito ($P > 0,05$) da interação entre colostro e momento ou entre suplemento e momento para ambos GPD e peso.

D= dia; COS0: sem suplementação; C1S0: 50 mL de colostro fornecidos via sonda orogástrica; COS1: fornecimento de 8 mL de suplemento proteico-energético por via oral; C1S1: fornecimento de 50 mL de colostro e 8 mL de suplemento proteico-energético.

EPM = Erro padrão da média

Tabela 4 – Níveis de garantia da composição do produto MIG Dose Evolution® (dados do produto) e proporção fornecida por animal.

Componentes	Quantidade (kg)	Fornecido (8 ml)*
Ácido butírico (mín)	5.000 mg	12 mg
Cálcio (mín – máx)	2.500 – 5.000 mg	6 – 12 mg
Cromo (mín)	0,4 mg	0,00096 mg
Energia Metabolizável (mín)	5.400 kcal	12,96 kcal
Extrato etéreo (mín)	400 g	960 mg
Fibra bruta (máx)	10 mg	0,024 mg
Fósforo (mín)	1.500 mg	3,6 mg
L-Carnitina (mín)	20,8 g	49,92 mg
Lactose (mín)	200 g	480 mg
Lisina (mín)	15 g	36 mg
Matéria mineral (máx)	60 g	144 mg
Metionina (mín)	4.000 mg	9,6 mg
Nucleotídeos (mín)	2.000 mg	4,8 mg
Proteína bruta (mín)	200 g	480 mg
Umidade (máx)	60 g	144 mg
Vitamina E (mín)	300 mg	0,72 mg

* Solução de 2,4 g de suplemento e 8 mL de água q.s.p., conforme instruções do fabricante.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Leitões de baixo peso ao nascimento são uma grande preocupação na suinocultura, pois além de apresentar maior taxa de mortalidade, apresentam menor linha de crescimento durante o decorrer de sua vida, quando comparados com leitões mais pesados. Estas perdas acabam diminuindo as margens de lucro ao final da cadeia produtiva e é necessário o estudo de estratégias para minimizá-las.

O fornecimento de suplementos, sendo por produtos comerciais ou por suplementação colostrar, com fins de aumentar o aporte nutricional e possibilitar o aumento da ingestão de colostro e leite, melhorando assim o seu desempenho, são alternativas que podem ter sucesso, porém a literatura existente com estes dados é limitada e em muitos casos, os resultados encontrados são variados.

Observamos por meio deste estudo que ambas as suplementações fornecidas, proteico-energética e/ou colostro suplementar logo após o nascimento, não foi capaz de aumentar os índices de sobrevivência e proporcionar um maior consumo de colostro dos leitões, mas observamos efeito no ganho de peso diário e uma tendência para o efeito da suplementação proteico-energética para a variável peso médio dos animais ao longo da lactação.

Um possível entrave para a implantação de manejos suplementares com produtos comerciais em granjas, é a disponibilidade e o custo de aquisição destes produtos, juntamente com os gastos de mão de obra para o fornecimento dos mesmos.

De maneira geral, não existe um protocolo de suplementação que possa ser adotado em todas as granjas, sendo necessários estudos com quantidades e momentos variados de fornecimento, além de compostos diferenciados para verificar o período ideal de realizá-las.

5. REFERÊNCIAS

AGRINESS. **Melhores da Sunocultura**. 7ª Edição. Florianópolis-SC, Brasil: 2014. Disponível em: <http://www.melhoresdasuinocultura.com.br/dados/edicoes>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2016.

AKDAG, F.; ARSLAN, S.; DEMIR, H. The effect of parity and litter size on birth weight and the effect of birth weight variations on weaning weight and pre-weaning survival in piglets. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v. 8, p. 2133-2138, 2009.

ALLEN, J.; MAGOWAN, E.; BEATTIE, V.E.; MCCANN, M.E.E.; THOMPSON, A. The effect of birth weight on the variation in live weight of pigs at weaning. **Advances in Animal Biosciences**, v. 1, p. 176, 2010.

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

ANDERSEN, I.L.; BERG, S.; BØE, K.E. Crushing of piglets by the mother sow (*Sus scrofa*)—purely accidental or a poor mother? **Applied Animal Behaviour Science**, v. 93, p. 229–243, 2005.

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, p. 592-597, 2009.

ANDERSEN, I.L.; TAJET, G.M.; HAUKVIK, I.A.; KONGSRUD, S.; BØE, K.E. Relationship between postnatal piglet mortality, environmental factors and management around farrowing in herds with loose-housed, lactating sows. **Acta Agriculturae Scandinavica**, v. 57, p. 38-45, 2007.

ASHWORTH, C.J.; FINCH, A.M.; PAGE, K.R.; NWAGWU, M.O.; McARDLE, H.J. Causes and consequences of fetal growth retardation in pigs. In: Geisert, R.D.; Niemann, H.; Doberska, C. (Eds). **Control of Pig Reproduction VI**, Society for Reproduction and Fertility. p. 233-246, 2001.

AZAIN, M.J.; TOMKINS, T.; SOWINSKI, J.S.; ARENTSON, R.A.; JEWELL, D.E. Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: seasonal variation in response. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 2195–2202, 1996.

BACK, A.C.; BABAYAN, V.K. Medium-chain triglycerides: an update. **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 36, p. 950-962, 1982.

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

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

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

BENEVENGA, N.J.; STEINMAN-GOLDSWORTHY, J.K.; CRENSHAW, T.D.; ODLE, J. Utilization of medium-chain triglycerides by neonatal piglets: I. Effects on milk consumption and body fuel utilization. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 3331-3339, 1989.

BIERHALS, T. Influência do peso dos leitões na uniformização no desempenho de primíparas suínas e suas leitegadas. 60f. **Dissertação de Mestrado**. Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, Brasil, 2011.

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

BLAND, I.M., ROOKE, J.A., BLAND, V.C., SINCLAIR, A.G., EDWARDS, S.A. Appearance of immunoglobulin G in the plasma of piglets following intake of colostrum, with or without a delay in suckling. **Animal Science**, v. 77, p. 277-286, 2003.

BOULOT, S.; QUESNEL H.; QUINIOU, N. Management of high prolificacy in french herds: can we alleviate side effects on piglet survival? **Advances in Pork Production**, v 19, p 1-18, 2008.

CABRERA, R.A.; LIN, X.; CAMPBELL, J.M.; MOESER, A.J.; ODLE, J. Influence of birth order, birth weight, colostrum and serum immunoglobulin G on neonatal piglet survival. **Journal of Animal Science and Biotechnology**, v. 3:42, 9p., 2012.

CANARIO, L.; CANTONI, E.; LE BIHAN, E.; CARITEZ, J.C.; BILLON, Y.; BIDANEL, J.P.; FOULLEY, J.L. Between-breed variability of stillbirth and its relationship with sow and piglet characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 3185-3196, 2006.

CASELLAS, J.; CASAS, X.; PIEDRAFITA, J.; MANTECA, X. Effect of medium- and long-chain triglyceride supplementation on small newborn-pig survival. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 67, p. 213-221, 2005.

CHIANG, S.H; PETTIGREW, J.E.; CLARKE, S.D.; CORNELIUS, S.G. Limits of medium chain and long chain triacylglycerol utilization by piglets. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 1632-1638, 1990.

COLE, M.; VARLEY, M. Weight watchers from birth. **Pig International**, v. 30, p. 13-16, 2000.

CUTLER, R.S.; FAHY, V.A.; SPICER, E.M.; CRONIN, G.M. Prewaning Mortality. In: Straw, B.E., D'Allaire, S., Mengeling, W.L., Taylor, D.J. (Eds.), **8th Diseases of Swine**. Iowa State University Press, Ames, IA, p. 985–1001, 1999.

DAMGAARD, L.H.; RYDHMER, L.; LØVENDAHL, P.; GRANDINSON, K. Genetic parameters for within-litter variation in piglet birth weight and change in within-litter variation during suckling. **Journal of Animal Science**, v. 81, p. 604-610, 2003.

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

DECLERCK, I.; DEWULF, J.; DECALUWÉ, R.; MAES, D. Effects of energy supplementation to neonatal (very) low birth weight piglets on mortality, weaning weight, daily weight gain and colostrum intake. **Livestock Science**, v. 183, p. 48-53, 2016.

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

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

DE VOS, M.; CHE, L.; HUYGELEN, V.; WILLEMEN, S.; MICHIELS, J.; VAN CRUCHTEN S.; VAN GINNEKEN C. Nutritional interventions to prevent and rear low-birth weight piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 98, p. 609–619, 2014.

DHAKAL, S.; AUCKLAND, C.; HUANG, Y.; AMBROS, B.; DUKE, T.; WILSON, D.G.; FOXCROFT, G.; HARDING, J. Uterine spaciousness during embryo and fetal development in multiparous sows improves birth weight and postnatal growth performance. **Livestock Science**, v. 153, p. 154-164, 2013.

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, p. 2280–2288, 2014.

EDWARDS, S.A. Perinatal mortality in the pig: environmental or physiological solutions? **Livestock Production Science**, v. 78, p. 3-12, 2002.

ELLIOT, J.I.; LODGE, G.A. Body composition and glycogen reserves in the neonatal pig during the first 96 hours postpartum. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 57, p. 141–150, 1977.

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

FOXCROFT, G.R.; DIXON, W.T.; NOVAK, S.; PUTMAN, C.T.; TOWN, S.C.; VINSKY, M.D.A. The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84 (E. Supl.), p. E105–E112, 2006.

FURTADO, C.S.D.; MELLAGI, A.P.G.; CYPRIANO, C.R.; GAGGINI, T.S.; BERNARDI, M.L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F.P. Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou locomotoras no desempenho de leitões lactentes. *Acta Scientiae Veterinariae*, v. 40 (Pub. 1077), 7p. 2012.

HAZELEGER, W.; RAMAEKERS, P.; SMITS, C.; KEMP, B. Influence of nutritional factors on placental growth and piglet imprinting. In: Wiseman, J.; Varley, M.A.; McOrist, S.; Kemp, B. (Eds.). **Paradigms in Pig Science**, Nottingham University Press – UK, p. 309-328, 2007.

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

HERPIN, P.; LE DIVIDICH, J.; HULIN, J.C.; FILLAUT, M.; DE MARCO, F.; BERTIN, R. Effects of the level of asphyxia during delivery on viability at birth and early postnatal vitality of newborn pig. *Journal of Animal Science*, v. 74, p. 2067–2075, 1996.

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

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

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

JOHANSEN, M.; ALBAN, L.; KJÆRSGÅRD, H.D.; BÆKBO, P. Factors associated with suckling piglet average daily gain. *Preventive Veterinary Medicine*, v. 63, p. 91–102, 2004.

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

KIRKDEN, R.D.; BROOM, D.M.; ANDERSEN, I.L. Piglet mortality: Management solutions. *Journal of Animal Science*, v. 91, p. 3361–3389, 2013.

KLOBASA, F.; WERHAHN, E.; BUTLER, J.E. Composition of sow milk during lactation. *Journal of Animal Science*, v. 64, p. 1458-1466. 1987.

KLOPFENSTEIN, C.; FARMER, C.; MARTINEAU, G-P. Diseases of the mammary glands. In: Straw, B.E.; Zimmerman, J.J.; D’Allaire, S.; Taylor, D.J. (Eds.), **9th Diseases of Swine**. Iowa State University Press, Ames, IA, p. 57–86, 2006.

LAY, Jr.D.C.; MATTERI, R.L.; CARROLL, J.A.; FANGMAN, T.J.; SAFRANSKI, T.J. Preweaning survival in swine. **Journal of Animal Science**, v. 80 (E. Suppl. 1), p. E74–E86, 2002.

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.

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

LE DIVIDICH, J.; ROOKE, J.A.; HERPIN, P. Nutritional and immunological importance of colostrum for the new-born pig. **Journal of Agricultural Science**, v. 143, p. 469-485, 2005.

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

LEPINE, A.J.; BOYD, R.D.; WELCH., J.A.; RONEKER, K.R. Effect of colostrum or medium-chain triglyceride supplementation on the pattern of plasma glucose, non-esterified fatty acids and survival of neonatal pigs. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 983-990, 1989.

LIMA, G.J.M.M. Como manejar uma fêmea hiperprolífica e alimentar os seus leitões. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 35 (Supl. 1), p. 29-36, 2007.

MAHAN, D.C.; CROMWELL, G.L.; EWAN, R.C.; HAMILTON, C.R.; YEN, J.T. Evaluation of the feeding duration of a phase 1 nursery diet to three-week-old pigs of two weaning weights. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 578–583, 1998.

MARTINEAU, G.P.; BADOUARD, B. Managing highly prolific sows. **London Swine Conference – Tools of the Trade**, p. 3-19, 2009.

MELLOR, D.J.; COCKBURN, F. A comparison of energy metabolism in the new-born infant, piglet and lamb. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, v.71, p. 361-379, 1986.

MILLIGAN, B.N.; DEWEY, C.E.; DE GRAU, A.F. Neonatal-piglet weight variation and its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 56, p. 119–127, 2002a.

MILLIGAN, B.N.; FRASER, D.; KRAMER, D.L. The effect of littermate weight on survival, weight gain, and suckling behavior of low-birth-weight piglets in cross-fostered litters. **Journal of Swine Health and Production**, v. 9, p. 161-166, 2001.

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

MORISE, A.; LOUVEAU, I.; LE HUËROU-LURON, I. Growth and development of adipose tissue and gut and related endocrine status during early growth in the pig: impact of low birth weight. **Animal**, v. 2, p. 73–83, 2008.

MUNS, R.; SILVA, C.; MANTECA, X.; GASA, J. Effect of cross-fostering and oral supplementation with colostrums on performance of newborn piglets. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 1193-1199, 2014.

ODLE, J.; BENEVENGA, N.J.; CRENSHAW, T.D. Utilization of medium-chain triglycerides by neonatal piglets II: Effects of even- and odd-chain triglyceride consumption over the first 2 days of life on blood metabolites and urinary nitrogen excretion. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 3340-3351, 1989.

PANZARDI, A.; BERNARDI, M.L.; MELLAGI, A.P.; BIERHALS, T.; BORTOLOZZO, F.P.; WENTZ, I. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 110, p. 206-213, 2013.

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

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

QUESNEL, H. Colostrum: roles in piglets performance and production by the sow. In: Bortolozzo, F.P.; Wentz, I. (Eds). **Anais do VI Simpósio Internacional de Suinocultura**, Porto Alegre-RS, p. 1-12, 2011b.

QUESNEL, H.; BROSSARD, L.; VALANCOGNE, A.; QUINIOU, N. Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet birth weight. **Animal**, v. 2, p. 1842-1849, 2008.

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

QUESNEL, H.; FARMER, C.; THEIL, P.K. Colostrum and milk production. In: Farmer, C (Ed.). **The gestating and lactating sow**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p.193-229, 2015.

QUESNEL, H.; GONDRET, F.; MERLOT, E.; LOISEL, F.; FARMER, C. Sow influence on neonatal survival: a special focus on colostrum. In: **Proceedings of Control of Pig Reproduction IX**. Society for Reproduction and Fertility, p. 117-128, 2013.

QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRE, D. Variation of piglets' birth weight and consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 63-70, 2002.

REHFELDT, C.; KUHN, G. Consequences of birth weight for postnatal growth performance and carcass quality in pigs as related to myogenesis. **Journal of Animal Science**, v. 84 p. 113-123, 2006.

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. 79-88, 2001.

ROLINEC, M.; BÍRO, D.; ŠŤASTNÝ, P.; GÁLIK, B.; ŠIMKO, M.; JURÁČEK, M. Immunoglobulins in colostrum of sows with porcine reproductive and respiratory syndrome – PRRS. **Journal of Central European Agriculture**, v. 13, p. 303-311, 2012.

ROOKE, J.A.; BLAND, I.M. The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 13–23, 2002.

ROTH, J.A.; THACKER, E.L. Immune System. In: Straw, B.E., Zimmerman, J.J., D’Allaire, S., Taylor, D.J. (Eds.), 9th Diseases of Swine. Iowa State University Press, Ames, IA, pp. 15–35, 2006.

SALMON, H.; BERRI, M.; GERDTS, V.; MEURENS, F. Humoral and cellular factors of maternal immunity in swine. **Developmental and Comparative Immunology**, v. 33, p. 384-393, 2009.

SCHOKNECHT, P.A.; NEWTON, G.R.; WEISE, D.E.; POND, W.G. Protein restriction in early pregnancy alters fetal and placental growth and allantoic fluid proteins in swine. **Theriogenology**, v. 42, p. 217-226, 1994.

SPICER, E.M.; DRIESEN, S.J.; FAHY, V.A.; HORTON, B.J.; SIMS, L.D.; JONES, R.T.; CUTLER, R.S.; PRIME, R.W. Causes of preweaning mortality on a large intensive piggery. **Australian Veterinary Journal**, v. 63, p.71-75, 1986.

TOWN, S.C.; PUTMAN, C.T.; TURCHINSKY, N.J.; DIXON, W.T.; FOXCROFT, G.R. Number of conceptuses in utero affects porcine fetal muscle development. **Reproduction**, v. 128, p. 443–454, 2004.

TUCHSCHERER, M.; PUPPE, B.; TUCHSCHERER, A.; TTEMANN, U. Early identification of neonates at risk: traits of newborn piglets with respect to survival. **Theriogenology**, v. 54, p. 371-388, 2000.

VAN DER LENDE, T.; HAZELEGER, W.; DE JAGER, D. Weight distribution within litters at the early foetal stage and at birth in relation to embryonic mortality in the pig. **Livestock Production Science**, v. 26, p. 53-65, 1990.

VASDAL, G.; ØSTENSEN, I.; MELIŠOVÁ, M.; BOZDĚCHOVÁ, B.; ILLMANN, G.; ANDERSEN, I.L. Management routines at the time of farrowing—effects on teat success and postnatal piglet mortality from loose housed sows. **Livestock Science**, v. 136, p. 225–231, 2011.

WAGSTROM, E.A.; YOON, K.J.; ZIMMERMAN, J.J. Immune components in porcine mammary secretions. **Viral Immunology**, v. 13, p. 383-397, 2000.

WILSON, M.E.; BIENSEN, N.J.; YOUNGS, C.R.; FORD, S.P. Development of Meishan and Yorkshire littermate conceptuses in either a Meishan or Yorkshire uterine environment to day 90 of gestation and to term. **Biology of Reproduction**, v. 58, p. 905-910, 1998.

WOLF, J.; ŽÁKOVÁ, E.; GROENEVELD, E. Within-litter variation of birth weight in hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and losses until weaning. **Livestock Science**, v. 115, p. 195-205, 2008.

WOLTER, B.F.; ELLIS, M.; CORRIGAN, B.P.; DEDECKER, J.M. The effect of birth weight and feeding of supplemental milk replacer to piglets during lactation on preweaning and postweaning growth performance and carcass characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 301–308, 2002.

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