

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

**“AQUECIMENTO E SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA EM LEITÕES  
NEONATOS E IMPACTOS NO DESEMPENHO E SOBREVIVÊNCIA DURANTE A  
FASE LACTACIONAL”**

**VICTÓRIA MÁRCIA GOMES KÖMEL**

**PORTO ALEGRE**

**2022**

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

“AQUECIMENTO E SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA EM LEITÕES NEONATOS E  
IMPACTOS NO DESEMPENHO E SOBREVIVÊNCIA DURANTE A FASE  
LACTACIONAL”

**Autor:** Victória Márcia Gomes Kömel

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

**Orientador:** Prof. Dr. Fernando Pandolfo  
Bortolozzo

**Coorientador:** Prof. Dr. Rafael da Rosa  
Ulguim

PORTO ALEGRE

2022

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

### CIP - Catalogação na Publicação

Kömel, Victória Márcia Gomes  
AQUECIMENTO E SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA EM LEITÕES  
NEONATOS E IMPACTOS NO DESEMPENHO E SOBREVIVÊNCIA  
DURANTE A FASE LACTACIONAL / Victória Márcia Gomes  
Kömel. -- 2022.  
70 f.  
Orientador: Fernando Pandolfo Bortolozzo.

Coorientadores: Rafael da Rosa Ulguim, Ana Paula  
Gonçaves Mellagi.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária, Programa  
de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias, Porto  
Alegre, BR-RS, 2022.

1. Suplementação de leitões. 2. Óleo de Coco. 3.  
Mortalidade pré desmame. 4. Desempenho na lactação. I.  
Bortolozzo, Fernando Pandolfo, orient. II. Ulguim,  
Rafael da Rosa, coorient. III. Mellagi, Ana Paula  
Gonçaves, coorient. IV. Título.

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

VICTÓRIA MÁRCIA GOMES KÖMEL

“AQUECIMENTO E SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA EM LEITÕES NEONATOS E  
IMPACTOS NO DESEMPENHO E SOBREVIVÊNCIA DURANTE A FASE  
LACTACIONAL”

Aprovado em 09 de março de 2022

APROVADO POR:

---

Prof. Dr. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Orientador e Presidente da Comissão

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Gonçalves Mellagi

Membro da Comissão

---

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Ines Andretta

Membro da Comissão

---

Prof. Dr. Paulo Eduardo Bennemann

Membro da Comissão

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida, pela saúde, por sempre me guiar e nunca me abandonar. Aos meus pais, Fátima e Peterson, por serem sempre minha base e por nunca deixarem de acreditar em mim, nem mesmo quando eu não acreditava. Agradeço também pelo amor incondicional, pelo apoio e por me incentivarem sempre. Amo muito vocês! À toda minha família, pela compreensão da ausência, pela saudade e pelo suporte, mesmo de longe. Obrigada pela força. Essa conquista é nossa!

Ainda que distantes, agradeço aos meus amigos que são os melhores do mundo e sempre me apoiaram, sempre se fizeram presente e me fizeram ter certeza de que amizade é muito além do que ter contato todos os dias. E que a nossa amizade é eterna. Não vou citar nomes, mas vocês sabem quem são. Eu amo muito vocês. Obrigada!

Ao Rafael, que apesar de ter chegado na metade do caminho, foi igualmente importante nessa caminhada, sempre me apoiando, entendendo, incentivando e me amando. Obrigada por tudo, lindo!

Ao meu orientador, prof. Dr. Fernando Bortolozzo e ao meu coorientador Prof. Dr. Rafael Ulguim, por toda ajuda e paciência nas minhas milhares de perguntas. Sou grata por cada momento e ensinamento. À Prof. Dr<sup>a</sup>. Ana Paula Mellagi, por toda ajuda, principalmente com as intermináveis planilhas e tabelas dinâmicas, e ao Prof. Dr. David Barcellos, que, em conjunto com os demais professores, tiveram paciência ao transmitir conhecimentos e experiências ao longo desta jornada, muito obrigada!

Aos meus colegas de turma da pós-graduação, Cristiane Dresch, Guilherme dos Santos, Julia Montes, Mayara Tamanini e Victória Nunes, que mesmo distantes em decorrência da pandemia de Covid-19, se fizeram presente em todo e qualquer desafio. O começo foi complicado, mas conseguimos aprender muito uns com os outros e conseguimos sair muito mais unidos do que quando iniciamos esse caminho. Obrigada por tanto! Agradeço individualmente ao Willian Valadares, por ser meu amigo, meu confidente, minha ajuda e minhas risadas em todos os momentos. À Thais Spohr, por me entender, por tanto me ajudar e por não deixar com que eu me sentisse sozinha nunca. À Kelly Will, por termos dividido a casa, histórias, risadas, *lives* e por toda ajuda sempre que precisei. À Cris Dresch, pela amizade, tantas conversas, comilanças e bons momentos. À Nabila Campregher, pela nossa amizade e humor de sempre. Obrigada!

Agradeço aos estagiários Deivison Fagundes, Elisa De Conti e Ana Tamires por terem me ajudado na rotina dentro da granja, e em especial ao Deivison, por ter segurado a barra comigo em todos os obstáculos (e foram muitos!) que tivemos durante os 5 meses na granja e pela amizade que conseguimos cultivar. Agradeço também as estagiárias Dalila Tomm e Pâmela Brasil pela ajuda, companheirismo e risadas durante as análises laboratoriais.

À empresa Master Agroindustrial pela infraestrutura e animais necessários para a realização do experimento. A todos os funcionários da Unidade São Roque I, pelo apoio durante o período experimental, em especial a Morgana Magro, por toda ajuda e compreensão. Ao Pedro, Franki e William, por sempre me auxiliarem e por cada bilhetinho e informação sobre as fêmeas e os meus leitões. À Silvane, Saletinha, Iracy, Wesley e Adriana, por terem sido minha família enquanto eu estive por lá. Meus mais sinceros agradecimentos.

Ao Setor de Suínos, pela infraestrutura e por ter podido fazer parte dessa equipe, algo que por muito tempo almejei e por fim, realizei. E aos demais colegas da equipe. Obrigada!

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

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

## RESUMO

### “AQUECIMENTO E SUPLEMENTAÇÃO ENERGÉTICA EM LEITÕES NEONATOS E IMPACTOS NO DESEMPENHO E SOBREVIVÊNCIA DURANTE A FASE LACTACIONAL”

Autor: Victória Márcia Gomes Kömel  
Orientador: Prof. Dr. Fernando Pandolfo Bortolozzo  
Coorientador: Prof. Dr. Rafael da Rosa Ulguim

A mortalidade neonatal é um dos maiores desafios da suinocultura atual, cujas principais causas são hipotermia, inanição e esmagamento. O objetivo desse estudo foi determinar se o uso de uma fonte de aquecimento e um suplemento energético via oral fornecidos ao leitão logo após o nascimento é capaz de aumentar o consumo de colostro, diminuir a mortalidade pré-desmame e melhorar o desempenho de ganho de peso durante a lactação. Foram utilizadas 243 fêmeas/leitegadas aleatorizadas pela ordem de parto (2-8) e pelo menos 14 tetos viáveis ( $P > 0,05$ ). No início do parto, fêmeas/leitegadas foram distribuídas e alocadas entre quatro tratamentos: Controle ( $n = 61$ ), sem intervenções; Coco ( $n = 61$ ): fornecimento de 3 mL de óleo de coco via oral para os leitões após o nascimento; Box ( $n = 59$ ): os leitões foram colocados em uma caixa de aquecimento por 30 minutos após o nascimento; e Cocobox ( $n = 62$ ): leitões receberam o óleo de coco e permaneceram na caixa de aquecimento por 30 minutos. Todos os leitões foram pesados ao nascimento, 24 h, 10 e 20 dias de vida, e a mortalidade registrada diariamente. Em um subgrupo ( $n = 80$ ), a temperatura dos leitões foi aferida ao nascimento, aos 30 min, 1 h e 24 h. A vitalidade foi avaliada ao nascimento, aos 30 min e 24 h. Sangue dos leitões foi coletado nas 24 h para realização do imunócrito. Não houve efeito dos tratamentos no consumo médio de colostro, taxa de imunócrito, peso e sobrevivência nas 24 h ( $P > 0,05$ ). Quando avaliados por classe de peso, houve uma interação entre peso ao nascimento e tratamento Coco, onde os leitões pesados apresentaram redução no consumo de colostro, sendo que 15% ingeriram menos de 200 g ( $P = 0,04$ ). Os leitões dos grupos Box e Cocobox apresentaram maior temperatura aos 30 e 60 min quando comparados aos leitões do grupo Coco e Controle ( $P < 0,01$ ), mas sem diferenças nas 24 h ( $P > 0,05$ ). Os leitões dos grupos Coco e Cocobox apresentaram menor peso e GPD que os leitões dos grupos Controle e Box aos 10 dias e essa diferença permaneceu aos 20 dias em relação ao grupo Box, mas não em relação ao grupo

CONTROLE. A mortalidade não foi influenciada pelos tratamentos ( $P = 0,36$ ), mas sim pela classe de peso, sendo maior nos leitões nascidos com peso igual ou inferior a 1025g ( $P < 0,01$ ). Assim, ambas estratégias de assistência aos leitões neonatos não influenciaram o consumo de colostro, a mortalidade e o desempenho durante a lactação.

**Palavras-chave:** Temperatura. Óleo de coco. Colostro; Ganho de peso. Sobrevivência neonatal.

## ABSTRACT

### “WARMING AND ENERGY SUPPLEMENTATION IN NEWBORN PIGLETS AND IMPACTS ON PERFORMANCE AND SURVIVAL DURING THE LACTATION PHASE”

*Author:* Victória Márcia Gomes Kömel

*Advisor:* Prof. Dr. Fernando Pandolfo Bortolozzo

*Co-advisors:* Prof. Dr. Rafael da Rosa Ulguim

*Neonatal mortality is one of the biggest challenges in swine industry, whose main causes are hypothermia, starvation and crushing. The objective of this study was to determine whether the use of a heating source and an energy supplement orally given to the piglet soon after birth were able to increase colostrum consumption, decrease pre-weaning mortality (PWM) and improve weight gain performance during lactation. A total of 243 sows/litters, at the farrowing onset, were randomly allotted by parity order (2-8) and at least 14 viable teats ( $P > 0.05$ ) in four treatments: CONTROL ( $n = 61$ ), without interventions; COCO ( $n = 61$ ): piglets received 3 mL of coconut oil orally to piglets right after birth; BOX ( $n = 59$ ): piglets were placed in a box under a heat lamp for 30 min; and COCOBOX ( $n = 62$ ): piglets received coconut oil and were placed in a box under a heat lamp for 30 min. All piglets were weighed at birth, 24 h, 10, and 20 days of age, and mortality was recorded daily. In a subgroup ( $n=80$ ), rectal temperature was measured at 0, 30 min, 1 h, and 24 h after birth. Vitality was assessed at birth, 30 min, and 24 h after birth. Piglet's blood sample was collected at 24 h to perform the immunocrit test. There was no effect of treatments on colostrum consumption, immunocrit rate, weight, and 24h survival ( $P > 0.05$ ). When evaluated by birth weight (BW) class, there was an interaction between BW and COCO's treatment, where heavy piglets showed a reduction in colostrum consumption, with 15% ingesting less than 200 g ( $P = 0.04$ ). Piglets in the Box and Cocobox groups had a greater mean temperature at 30 and 60 min than the piglets in the Coco and Control group ( $P < 0.01$ ), but without differences at 24 h ( $P > 0.05$ ). Piglets in the Coco and Cocobox groups had lower weight and average daily gain than the piglets in the Control and Box groups at 10 days. PWM was not influenced by treatments ( $P = 0.36$ ), but by birth weight class, which were higher on piglets born weighing equal or less than 1025 g ( $P < 0.01$ ). Thus, both care strategies for newborn piglets did not increase colostrum consumption or improve their performance and did not decrease PWM.*

**Keywords:** *Temperature. Coconut oil. Colostrum; Weight gain. Neonatal survival*

## LISTA DE TABELAS

### Lista de tabelas inseridas no artigo científico:

<b>Tabela 1 -</b>	Características de distribuição das fêmeas e parâmetros de desempenho produtivo de leitegadas submetidas a diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos. ....	37
<b>Tabela 2 -</b>	Percentual de leitões que consumiram menos de 200 g de colostro de acordo com diferentes classes de peso ao nascimento e estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos. ....	38
<b>Tabela 3 -</b>	Percentual de leitões com vitalidade ótima ao nascimento (hora 0), aos 30 min e 24 h de vida de acordo com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos. ....	39
<b>Tabela 4 -</b>	Avaliação da média da temperatura corporal média da leitegada, glicemia e taxa de imunócrito das leitegadas de acordo com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos. ....	40
<b>Tabela 5 -</b>	Temperatura média dos leitões em diferentes momentos de avaliação e de acordo com a classe de peso ao nascimento e com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos. ....	41
<b>Tabela 6 -</b>	Percentual de mortalidade dos leitões até o desmame considerando o ponto de corte de temperatura em diferentes momentos associada a predição (curva ROC) de mortalidade na lactação e de acordo com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos. ....	42
<b>Tabela 7 -</b>	Peso e GPD aos 10 e 20 dias de vida dos leitões de acordo com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética dos leitões neonatos.	43
<b>Tabela 8 -</b>	Mortalidade cumulativa de leitões até o 7º dia e até o desmame considerando a classe de peso ao nascimento e as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética dos leitões neonatos. ....	44
<b>Tabela</b>		
<b>Suplementar</b>	Análise da composição do óleo de coco utilizado no estudo. ....	56

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Avaliação da média da temperatura corporal média da leitegada nos diferentes momentos avaliados considerando as estratégias de aquecimento e suplementação energética utilizadas em leitões neonatos.....	45
------------------	---	----

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	14
<b>2.1 Peso ao nascimento</b> .....	14
2.1.1 Aspectos fisiológicos que afetam o peso ao nascimento.....	14
2.1.2 Efeitos do peso ao nascimento sobre sobrevivência e desempenho do leitão.....	15
<b>2.2 Termorregulação de neonatos</b> .....	16
2.2.1 O processo da termorregulação e a importância do fornecimento de calor para leitões neonatos ...	17
2.2.2 Efeitos do não fornecimento de calor sobre o desempenho de neonatos .....	19
<b>2.3 Energia dos neonatos</b> .....	20
2.3.1 Reservas energéticas disponíveis ao nascimento e necessidades no primeiro dia de vida.....	20
2.3.2 Uso de triglicerídeos de cadeia média (TCM) como alternativa para suplementação energética ....	21
2.3.3 Efeitos do uso de TCM sobre o desempenho e sobrevivência dos leitões .....	22
<b>2.4. Colostro</b> .....	24
2.4.1 Importância do consumo de colostro .....	24
2.4.2 Fatores que influenciam o consumo de colostro .....	25
2.4.3 Ingestão de colostro e a mortalidade pré-desmame.....	26
<b>3. ARTIGO</b> .....	27
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	58
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	59

## 1. INTRODUÇÃO

O número de leitões nascidos por parto em suínos aumentou muito nos últimos anos, baseada em avanços na seleção genética e manejo (TOKACH *et al.*, 2019). Tratando de números brasileiros, relatórios atuais apontam uma média aproximada de mais de 13 leitões nascidos vivos por leitegada, chegando a pouco mais de 15 nascidos vivos nas dez granjas mais produtivas do país e, como consequência, a média nacional atingiu quase 29 leitões desmamados/fêmea/ano (AGRINESS, 2020).

A hiperprolificidade mudou o cenário do parto, resultando em leitegadas com uma maior variabilidade de peso ao nascimento dentro de uma mesma leitegada, uma diminuição do peso ao nascer e um maior número de natimortos (RUTHERFORD *et al.*, 2013; STAARVIK *et al.*, 2019). A produção de colostro, no entanto, não seguiu o mesmo avanço. Em suma, um terço das fêmeas não conseguem produzir a quantidade de colostro suficiente para sua própria leitegada (DEVILLERS *et al.*, 2007; QUESNEL, 2011).

Por ser capaz de fornecer energia e imunidade aos leitões, recomenda-se que a ingestão seja, no mínimo, de 200 g de colostro por leitão (DEVILLERS *et al.*, 2004) ou cerca de 20% do peso ao nascimento de cada leitão (SUÁREZ-TRUJILLO *et al.*, 2020). A energia oriunda do colostro é essencial para termorregulação, locomoção e crescimento (DEVILLERS; LE DIVIDICH; PRUNIER, 2011). Os leitões nascem úmidos, com pouca reserva de gordura no tecido subcutâneo, com baixa capacidade de termorregulação (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002), e, já nos primeiros instantes de vida, enfrentam um declínio da temperatura corporal quando expostos ao ambiente extrauterino (VANDE POL *et al.*, 2020). Esse período de hipotermia pode aumentar as chances de morte por esmagamento ou fome (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002), dependendo da duração e extensão da queda de temperatura.

Fontes de aquecimento suplementares no momento do parto já são realidade em algumas granjas, e tem como principal objetivo diminuir os riscos de hipotermia, minimizando as perdas de temperatura logo após ao nascimento (VASDAL *et al.*, 2011; PEDERSEN; LARSEN; MALMKVIST, 2016; VANDE POL *et al.*, 2020), aumentando assim, as chances de disputa por teto (BAXTER *et al.*, 2008). Suplementar energeticamente os leitões neonatos também é uma alternativa ao baixo consumo de colostro, a fim de evitar o esgotamento da baixa reserva energética corporal ao nascimento (ODLE; BENEVENGA; CRENSHAW, 1989).

O óleo de coco é um exemplo de suplemento energético a ser fornecido, por se tratar de um produto natural, com fácil absorção por parte dos leitões e grande valor energético ainda que em pequenas doses (GREENBERGER; SKILLMAN, 1969; ODLE; BENEVENGA;

CRENSHAW, 1989). No entanto, alguns trabalhos mostram resultados contraditórios do efeito do óleo de coco na mortalidade e consumo de colostro em leitões neonatos (ODLE; BENEVENGA; CRENSHAW, 1989; CASELLAS *et al.*, 2005; DECLERCK *et al.*, 2016; SCHMITT *et al.*, 2019). A quantidade exata e o melhor momento a se fornecer o óleo de coco ainda são questionamentos sem resposta.

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar se o fornecimento de uma fonte de aquecimento suplementar no momento do parto e o uso estratégico do óleo de coco ao nascimento são capazes de aumentar o consumo de colostro, influenciar no desempenho durante a lactação e diminuir a mortalidade pré-desmame.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Peso ao nascimento

#### 2.1.1 Aspectos fisiológicos que afetam o peso ao nascimento

O aumento da prolificidade da fêmea suína é uma consequência do mercado que deseja abater um maior número de leitões por fêmea (RUTHERFORD *et al.*, 2013). Através de avanços genéticos, nutricionais e de manejos (TOKACH *et al.*, 2019), atualmente é comum encontrar leitegadas com mais de 15 leitões nascidos vivos (AGRINESS, 2020). No entanto, o aumento do número de leitões em uma mesma leitegada acarretou em uma maior demanda por colostro e leite (OLIVIERO; JUNNIKKALA; PELTONIEMI, 2019), diminuição do peso ao nascimento individual do leitão (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002), aumento na variação de peso entre os leitões de uma mesma leitegada (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002; QUESNEL *et al.*, 2008), e na mortalidade pré-desmame.

O aumento do tamanho das leitegadas de  $\leq 11$  para  $\geq 16$  levou a uma diminuição média de 35 g (de 1,59 kg para 1,26 kg) por leitão adicional (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002). Esses dados são reforçados por estudos posteriores, em que WIENTJES *et al.* (2012) encontraram que cada leitão extra na leitegada representa cerca de 40 g a menos na média de peso ao nascimento, um aumento de 0,75% no coeficiente de variação de peso ao nascimento dentro de uma mesma leitegada e um aumento de 1,5% nos leitões com menos de 800 g. Apesar da hiperprolificidade da fêmea estar associada à uma redução do peso ao nascer, por si só, ela não pode ser considerada o principal fator da ocorrência de leitões de baixo peso (PATTERSON *et al.*, 2020). Existem os fenótipos de baixo peso, uma característica que é repetível ao longo dos partos dessa fêmea e que surge de interações entre a dinâmica da sobrevivência embrionária e as taxas de ovulação, que podem levar a uma ocupação intrauterina e desenvolvimento limitado das placentas (SMIT *et al.*, 2013; PATTERSON *et al.*, 2020).

No entanto, ainda que o número de ovulações tenha aumentado (KEMP; DA SILVA; SOEDE, 2018), características como eficiência placentária e capacidade uterina não acompanharam a evolução genética na mesma velocidade. Após os 35 primeiros dias de gestação, a capacidade uterina se torna um fator limitante para o desenvolvimento e sobrevivência fetal resultando também em maiores chances dos leitões sofrerem hipóxia, nascerem leves ou mortos (VAN DIJK *et al.*, 2005; FOXCROFT *et al.*, 2006; BÉRARD *et al.*, 2010; RUTHERFORD *et al.*, 2013). A hipóxia pode acontecer ainda no útero, sendo uma

consequência de falhas no fornecimento de oxigênio via placenta, ou acontecer no imediatamente pós-parto. Ainda no que tange à capacidade uterina, alguns autores mencionam que o menor peso ao nascer em leitegadas numerosas está associado ao desenvolvimento embrionário assíncrono, resultando em uma maior variação de peso ao nascimento dentro da leitegada (ROEHE, 1999; WOLF *et al.*, 2008; RUTHERFORD *et al.*, 2013). O fluxo sanguíneo uterino aumenta consideravelmente durante o período de maior desenvolvimento e crescimento dos fetos, sugerindo uma adaptação das fêmeas para com as necessidades de nutrientes dos fetos (PERE; ETIENNE, 2000). Mas, em contrapartida, existe uma correlação negativa entre o fluxo de sangue uterino por feto e o número de fetos por corno uterino, sugerindo que o fluxo sanguíneo se adapta ao tamanho da sua leitegada, mas dentro de sua própria limitação (WISE; ROBERTS; CHRISTENSON, 1997; PERE; ETIENNE, 2000). Essa limitação do fluxo sanguíneo e a limitação de lotação uterina refletem no tamanho da leitegada e no peso individual dos leitões ao nascimento (WISE; ROBERTS; CHRISTENSON, 1997; PERE; ETIENNE, 2000; BÉRARD *et al.*, 2010).

#### 2.1.2 Efeitos do peso ao nascimento sobre sobrevivência e desempenho do leitão

Um aumento na prolificidade, assegurou uma grande heterogeneidade dentro de uma mesma leitegada, estando associada a um aumento na mortalidade pré-desmame (QUESNEL, *et al.*, 2008), e em uma maior variabilidade na idade em que os animais atingem o peso ideal ao abate, resultando em perdas econômicas significativas ao produtor. O peso ao nascimento é considerado um excelente preditor de desempenho dos leitões durante a vida. Sem intervenções, leitões de baixo peso tendem a ter um desempenho mais retardado, quando comparado a leitões mais pesados ao nascimento (DOUGLAS; EDWARDS; KYRIAZAKIS, 2016).

Leitões de baixo peso apresentam, em sua grande maioria, baixa habilidade locomotora, baixa viabilidade (VANDEN HOLE *et al.*, 2018), além de maiores dificuldades de acessar um teto viável e consumir a quantidade adequada de colostro (DEVILLERS *et al.*, 2007; BAXTER *et al.*, 2008), sendo considerados então sempre em uma posição de desvantagem na competição pós-nascimento. Ademais, leitões de baixo peso e que por consequência consomem menos colostro, possuem maiores dificuldades na retomada de temperatura após ao nascimento (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002; VANDE POL *et al.*, 2020).

As primeiras 48 h de vida do leitão representam os momentos mais críticos para a sobrevivência. Cerca de 70% de todas as perdas durante a lactação são nesse momento (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). Esse período crucial pode se estender até as 72 h

de vida, com dados mostrando que cerca 65,5% de mortalidade acontecem nesses primeiros dias (WIEN TJES *et al.*, 2012). A mortalidade de leitões que nascem com peso entre 0,6 a 0,8 kg pode chegar a 52% durante a fase de lactação, e em leitões abaixo dessa classe de peso, pode chegar até 85% (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002). Em estudo recente de FELDPAUSCH *et al.* (2019), leitões que nascem pesando < 1,11 kg tiveram taxa de mortalidade pré-desmame quatro vezes maior que leitões com peso ao nascimento  $\geq$  1,11 kg (34,4% e 8,2%, respectivamente). Em gráfico, os mesmos autores conseguiram mostrar uma relação entre o peso ao nascimento e a mortalidade pré-desmame, onde a mortalidade diminuiu quando o peso ao nascimento foi maior que 1,0 kg. Leitões que pesam menos de 1,275 kg ao nascimento podem contribuir em 55% na mortalidade até o 3º dia e em 42% na mortalidade até o 7º dia (PANZARDI *et al.*, 2013).

O comprometimento, em decorrência do baixo peso ao nascimento, no desempenho das fases seguintes a lactação, pode ser chamado de “efeito multiplicador”, onde cada grama ou kg a mais ou a menos pode representar um ganho ou perda durante a vida do animal. FIX *et al.* (2010) concluíram que o baixo peso ao nascimento está relacionado a um baixo ganho de peso durante todas as outras fases de produção. QUINIOU *et al.* (2002) mostraram que os leitões que nasceram pesando menos de 600 g precisaram de três semanas a mais que leitões da classe de peso de 2,3 kg para atingir 25 kg (76 e 55 dias, respectivamente). Já na terminação, leitões que nasceram pesando 1 kg atingiram 105 kg duas semanas após os leitões que nasceram com 2 kg. Esse tipo de atraso compromete o manejo *all in - all out*, além de comprometer também o abate desses animais, em virtude da demora ao atingir o peso de abate recomendado (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002), apesar de existir sempre uma variabilidade entre os animais. FURTADO *et al.* (2012) encontraram também uma correlação positiva ( $r = 0,515$ ;  $P < 0,01$ ) entre o peso ao nascimento e o peso ao desmame, onde cada grama ao nascimento representou 2 gramas a mais no peso ao desmame.

O melhoramento genético segue evoluindo, e vem conseguindo, nos últimos anos recuperar o peso ao nascimento incorporado ao aumento da prolificidade das fêmeas (TOKACH *et al.*, 2019). No entanto, a elevada mortalidade durante a fase de lactação ainda é uma realidade na suinocultura, e com isso em vista, devemos assegurar estratégias para evitar a perda desses leitões, principalmente os de baixo peso, visto que eles podem apresentar o desenvolvimento e sobrevivência comprometidos por toda a vida.

## **2.2 Termorregulação de neonatos**

### 2.2.1 O processo da termorregulação e a importância do fornecimento de calor para leitões neonatos

Um dos maiores fatores predisponentes para a morte de leitões neonatos, em especial aos de baixo peso, é a hipotermia. A diferença na zona de conforto térmico de fêmeas (16 - 22 °C) é muito abaixo da considerada ideal aos leitões lactantes (32 - 34 °C), e isso é um fator de risco para os eles. O ambiente da sala da maternidade deve estar adequado às necessidades fisiológicas da fêmea, para evitar estresse por calor e garantir que as fêmeas consigam expressar todo seu potencial de produção de colostro e leite (FARMER; QUESNEL, 2009). Aumentar a temperatura da sala de maternidade para 25°C foi considerado extremamente desafiador para as fêmeas, colocando-as em situação de estresse por calor, impactando na duração dos partos e diminuindo a ingestão de alimento durante a lactação (MUNS *et al.*, 2016).

Todos os leitões, independente do peso ao nascimento, passam por um declínio na temperatura corporal em decorrência então, da diferença de temperatura entre o ambiente uterino (39,0 ± 1,0 °C) e a temperatura nas salas de maternidade (entre 17 e 20 °C) (BAXTER; SCHMITT; PEDERSEN, 2020). Logo, a capacidade de termorregulação se torna necessária e essencial para sobrevivência (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002).

A pouca disponibilidade de pelos e de tecidos adiposos, principalmente o tecido adiposo marrom, que serviriam de isolantes térmicos ao nascimento, tornam a capacidade termorreguladora bastante limitada ao nascimento (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002; FARMER; EDWARDS, 2021). Assim, a única fonte de produção de calor passa a ser a mobilização de reservas energéticas presentes na forma de glicogênio e através do catabolismo do músculo esquelético (VILLANUEVA-GARCÍA *et al.*, 2021).

A termorregulação dos mamíferos é realizada pelo sistema nervoso central e periférico, através de uma série de mecanismos que criam um balanço entre o calor produzido e dissipado. Nos suínos, o principal mecanismo de produção de calor é o *Shivering* (BERTHON; HERPIN; LE DIVIDICH, 1994), ou tremores e calafrios. *Shivering* é a produção de calor através de repetidas contrações do músculo esquelético (BERTHON; HERPIN; LE DIVIDICH, 1994; HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). Durante a contração muscular, o calor é gerado através da hidrólise de ATP (adenosina trifosfato), que resulta em liberação de energia. Esse processo gera uma quantidade considerável de calor, mas consome rapidamente todas as reservas energéticas disponíveis do neonato, chegando a 50% do glicogênio muscular nas primeiras horas de vida (BERTHON; HERPIN; LE DIVIDICH, 1994; CHARNECA; NUNES;

LE DIVIDICH, 2010; MOTA-ROJAS *et al.*, 2012; VILLANUEVA-GARCÍA *et al.*, 2021). Por isso, o uso de manejos e intervenções afim de minimizar a perda de calor por parte dos leitões são de extrema importância na suinocultura moderna.

Nas granjas comerciais, estratégias são empregadas a fim de evitar a perda excessiva de calor por parte dos leitões, principalmente os de baixo peso ao nascimento, e assegurar que eles sobrevivam durante toda a fase de lactação. O uso das lâmpadas de aquecimento nas celas parideiras durante o parto é comum. No entanto, independente das condições daquela área, os leitões tendem a permanecer perto das fêmeas no primeiro dia de vida (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002; BERG *et al.*, 2006), sendo considerado um fator de risco para esmagamentos. ANDERSEN *et al.* (2009) testaram colocar os leitões sob lâmpadas de aquecimento e verificaram que, quando comparado ao grupo controle, a mortalidade por esmagamento foi menor. Alguns outros trabalhos confirmaram que o uso de aquecimento após o nascimento permitiu aos leitões uma temperatura corporal maior em comparação a leitões não aquecidos (VASDAL *et al.*, 2011; PEDERSEN; LARSEN; MALMKVIST, 2016; VANDE POL *et al.*, 2020), corroborando com a informação de que manter os leitões aquecidos no momento do parto minimiza o declínio da temperatura corporal (VANDE POL *et al.*, 2020).

Como já mencionado, o peso ao nascimento é um excelente preditor de desempenho e sobrevivência dos leitões, mas, além disso, o peso ao nascimento pode influenciar diretamente na termorregulação dos neonatos. Os leitões mais leves possuem baixa capacidade de conservar o calor porque a perda de calor por unidade de peso está inversamente relacionada com o tamanho do corpo (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005). Segundo o trabalho de PATTISON *et al.* (1990), leitões que nasceram pesando menos de 1 kg tiveram a menor temperatura aos 30 minutos de vida, quando comparado com leitões da categoria <1,0 a 1,5 kg e leitões >1,5 kg. Nesse mesmo estudo, os autores concluíram que existe uma correlação do peso ao nascimento com uma maior redução de temperatura corporal ( $r = -0,55$ ) e com tempo de recuperação dessa temperatura ( $r = -0,24$ ). VANDE POL *et al.* (2021) também mostraram em seu trabalho que, mesmo aquecendo os leitões dentro de uma caixa aquecedora, os leitões de menor peso ao nascimento apresentaram uma menor temperatura aos 30 min de vida quando comparados aos leitões considerados médios e pesados.

Comparados a outras espécies, os leitões possuem a vantagem de conseguirem fazer condução de calor através do contato com o aparelho mamário da fêmea. KAMMERSGAARD *et al.* (2011) chamaram de termorregulação social o momento em que os leitões ficam próximos uns dos outros ou da fêmea, e diminuem então a superfície exposta à temperatura ambiente. No

entanto, essa interação pode colocar em risco os leitões de baixa viabilidade, pelo risco de esmagamento que a proximidade com a fêmea implica (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002).

### 2.2.2 Efeitos do não fornecimento de calor sobre o desempenho de neonatos

A temperatura corporal mínima crítica para a sobrevivência do leitão neonato é de 33 a 35 °C (FARMER; EDWARDS, 2021; LE BLANC; MOUNT, 1968). Abaixo dessa temperatura, os leitões não conseguem mais produzir calor (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). Esse quadro de hipotermia pode levar a uma supressão da liberação de insulina e uma diminuição da sensibilidade dos tecidos a esse hormônio, diminuindo a utilização de glicose como substrato energético (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). Leitões em situações de estresse por frio sofrem de vasoconstrição, piloereção e perda de vigor locomotor, aumentando as chances de serem esmagados pela fêmea e/ou comprometerem a mamada (ANDERSEN; HAUKVIK; BØE, 2009; HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002), colocando a sobrevivência em risco.

A perda de calor do leitão para o ambiente pode levar a uma queda de temperatura de 2 °C (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002) a 3,7 °C, em 30 minutos (VANDE POL *et al.*, 2020). Alguns outros trabalhos apresentam divergências quanto ao momento de menor temperatura retal individual do leitão, por devido a diferenças na metodologia sobre o momento da aferição (LE DIVIDICH; NOBLET, 1981; VASDAL *et al.*, 2011; PEDERSEN; LARSEN; MALMKVIST, 2016), e por isso, pouco se sabe com exatidão, sobre o momento de maior declínio de temperatura e o momento de menor temperatura logo após ao nascimento. A extensão da duração da queda de temperatura pode variar de acordo com a temperatura ambiente e o peso ao nascimento (QUINIOU; DAGORN; GAUDRÉ, 2002). Independentemente das variações referentes a metodologia, todos os trabalhos previamente citados concordam que as variações de temperatura entre os leitões só ocorreram durante as primeiras 24 h de vida (VANDE POL *et al.*, 2020).

Já nas 24 e 48 h pós-nascimento, espera-se que não haja diferença entre a temperatura corporal dos leitões (LE DIVIDICH; NOBLET, 1981; KAMMERSGAARD; PEDERSEN; JORGENSEN, 2011; VASDAL *et al.*, 2011; PEDERSEN; LARSEN; MALMKVIST, 2016; VANDE POL *et al.*, 2020). Essas informações corroboram com o fato de por volta das 24 h de vida o leitão tem autonomia sobre a sua capacidade de termorregulação (HERPIN; DAMON;

LE DIVIDICH, 2002). O fato de todos os trabalhos apresentarem semelhanças entre a temperatura nas 24 h, independente do peso ao nascimento, sugere que inclusive os leitões mais leves possuem o potencial de alcançar a homeotermia (VANDE POL *et al.*, 2021).

Em contrapartida, existem aqueles que não conseguem realizar a termorregulação adequada. PANZARDI *et al.* (2013) mostraram que quando a temperatura corporal às 24 h é inferior a 38 °C nas 24 h após o nascimento, esses leitões apresentam maiores chance de mortalidade até o 3º dia (4,8 vezes maior chance; 5,4% mortalidade) e ao 7º dia (5,4 vezes maior chance, 10,1% mortalidade) após o nascimento, quando comparados aos leitões cuja temperatura nas 24 h varia entre 39,0 e 40,5 °C (1,3% e 2,0% de mortalidade até o 3º e 7º dia pós nascimento, respectivamente).

## **2.3 Energia dos neonatos**

### **2.3.1 Reservas energéticas disponíveis ao nascimento e necessidades no primeiro dia de vida**

Como mencionado anteriormente, o leitão necessita de energia para manutenção, o que inclui termorregulação, locomoção e crescimento (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005). Posto isso, a não ingestão adequada de colostro pode comprometer a sobrevivência do leitão caso ele chegue ao esgotamento das suas reservas energéticas.

Os leitões nascem com um alto teor de carboidrato e baixo teor de gordura (cerca de 1 a 2% de gordura corporal), e o total da reserva de glicogênio disponível no neonato varia entre 30 e 38 g/kg de peso ao nascimento (ELLIOT; LODGE, 1977; LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005). Já nas primeiras horas após o nascimento, ocorrem grandes mudanças na composição corporal dos leitões. Em situações de consumo ideal de colostro e leite durante as primeiras 48 h de vida, a deposição de gordura corporal pode dobrar ou, em alguns casos, até mesmo quadruplicar (ELLIOT; LODGE, 1977). Nas 72 h de vida a carcaça passa a conter mais lipídios e proteínas do que ao nascimento (SEERLEY; POOLE, 1974; FARMER; EDWARDS, 2020). A ausência de tecido adiposo marrom para a termogênese e a quantidade limitada de gordura torna o leitão neonato dependente de reservas de carboidrato até o momento da primeira ingestão de colostro (ELLIOT; LODGE, 1977; LE DIVIDICH; NOBLET, 1981). Até os primeiros 10 dias de vida, os leitões depositam gordura na carcaça, que serve como importante isolante térmico e também a usam como fonte energética (FARMER; EDWARDS, 2020).

Uma grande parte da gordura (cerca de 45%) é estrutural e não está disponível para mobilização (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005). Com o avanço das exigências de mercado por carcaças mais magras e um maior número de leitões nascidos, o melhoramento genético teve um efeito negativo na composição corporal e tecidual. Leitões nascidos mais leves apresentam fígados mais leves e menor reserva de glicogênio no fígado (HERPIN; LE DIVIDICH; AMARAL, 1993; FARMER; EDWARDS, 2020).

Em condições de termoneutralidade, isso é, quando a temperatura externa se encontra dentro da zona de conforto dos leitões, e considerando então o mínimo de energia a ser gasta apenas com locomoção e alimentação, a energia necessária de manutenção de um leitão de 1,0 kg é de aproximadamente 170 kcal de energia, e pode chegar a até 230 kcal, em situações de estresse pelo frio (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005). A reserva lipídica ao nascimento é consideravelmente baixa, mas é ainda menor em leitões com restrição intrauterina de crescimento (MELLOR; COCKBURNT, 1986). Em ambientes com a temperatura variando de 32-38 °C, toda a reserva de glicogênio (fígado e músculo esquelético) durante o primeiro dia de vida duraria até 29 h após o nascimento em leitões com restrição intrauterina de crescimento, e chegaria a até 45 h pós nascimento em leitões considerados normais. Se dependesse apenas do fígado, duraria até 10 h em leitões normais sob as mesmas temperaturas já mencionadas, mas em temperaturas variando de 18-26 °C duraria até 2 h (MELLOR; COCKBURNT, 1986). No entanto a temperatura de 32-38 °C não é uma realidade nas salas de maternidade, e ELLIOT e LODGE (1977) afirmaram que em condições reais de produção, cerca de 75% do glicogênio hepático e 41% do glicogênio do músculo esquelético são utilizados em até 12 h pós-parto.

Quando se pensa em suplementação de neonatos, deve-se considerar que os leitões precisam receber uma quantidade suficiente para prover energia, sem deixá-los letárgicos ou darem a sensação de saciedade, garantindo ainda que eles consigam usar essa energia para aumentar o consumo de colostro (LEPINE *et al.*, 1989; ODLE; BENEVENGA; CRENSHAW, 1989). Considerando que os lipídios são a fonte mais importante de energia para o leitão neonato, suplementos energéticos em sua grande maioria são formulados a partir do uso de triglicerídeos de cadeia média e longa (BAXTER; SCHMITT; PEDERSEN, 2020).

### 2.3.2 Uso de triglicerídeos de cadeia média (TCM) como alternativa para suplementação energética

Triglicerídeos de cadeia média (TCM) é o termo utilizado para descrever um triglicerídeo que contém moléculas de ácidos graxos em cadeias que variam de 6 a 12 átomos de carbono (GREENBERGER; SKILLMAN, 1969). Os ácidos graxos monocarboxílicos são os caproicos (C6, ou hexanoico), caprílico (8, ou octanoico), cáprico (10, ou decanoico) e láurico (12, ou dodecanoico) (GREENBERGER; SKILLMAN, 1969; HANCZAKOWSKA, 2017). Se comparado aos triglicerídeos de cadeia longa (TCL), os TCM são mais rápido e facilmente hidrolisados por lipases pré-duodenais e também pela mucosa gástrica, apresentam melhor solubilidade em água (GREENBERGER; SKILLMAN, 1969; ODLE; BENEVENGA; CRENSHAW, 1991) e em fluidos biológicos (ODLE, 1997; HANCZAKOWSKA, 2017).

Os TCM também são facilmente absorvidos pelo sistema porta hepático, transportados e metabolizados no fígado (ODLE, 1997), fornecendo rapidamente energia que pode ser uma alternativa a ser utilizada pelos músculos e cérebro, em caso de inanição. Os TCM podem ser comparados aos carboidratos por essas características, e principalmente, por possuírem menor tendência em serem armazenados (CHWEN *et al.*, 2013). O uso dos TCM como suplementação energética já foi avaliado na medicina humana através do fornecimento de fórmulas suplementadas em crianças prematuras (TANTIBHEDHYANGKUL; HASHIM, 1975), com o resultado de que as crianças dos grupos tratados tiveram uma maior absorção de gordura e um maior ganho de peso quando comparado as crianças do grupo controle.

Os TCM podem ser encontrados na gordura do leite de algumas espécies, em óleo de coco, óleo de palma, e outras fontes naturais (ZENTEK *et al.*, 2011). O óleo de coco é composto em sua maioria por ácido láurico (41 a 56%), e o restante varia entre ácido caprílico (3.4 a 15%) e ácido capróico (3,2 a 15%), e essa alta concentração de ácido láurico faz do óleo de coco uma fonte promissora de energia para leitões lactentes (MANZKE *et al.*, 2018), chegando a cerca de 94 kcal/12 mL, conforme descrito por BENEVENGA *et al.* (1989). Em resumo, a alta densidade calórica e baixos efeitos osmóticos no trato gastrointestinal, mais o fato de serem rapidamente hidrolisados no trato gastrointestinal e absorvidos pelo sistema porta-hepático sugerem que o uso dos TCM pode ser uma fonte efetiva de energia para leitões neonatos (ODLE, J.; BENEVENGA; CRENSHAW, 1989).

### 2.3.3 Efeitos do uso de TCM sobre o desempenho e sobrevivência dos leitões

Por serem uma alternativa de suplementação energética de fácil absorção e metabolização, o uso de TCM na produção de suínos vem sendo cada vez mais discutido. A

suplementação em fêmeas no terço final da gestação, com TCM na dieta, foi realizada na tentativa de garantir que os corpos cetônicos gerados pelos TCM conseguissem atravessar a placenta e estimulassem a lipogênese e por consequência, resultasse em maiores reservas de glicose nos leitões ao nascimento (JEAN; CHIANG, 1999). As fêmeas foram distribuídas entre três dietas a base de milho e soja suplementadas com óleo de soja, óleo de coco e TCM sintético (C8; C10 e C12) a partir do dia 84 de gestação até o dia do parto. Os autores reportaram que houve um aumento de 14 a 20% na concentração de glicogênio hepático dos leitões oriundos de fêmeas suplementadas com TCM sintético e óleo de coco, quando comparados aos leitões oriundos de fêmeas suplementadas com óleo de soja e mostraram um efeito positivo na sobrevivência nos três primeiros dias de vida dos leitões com peso inferior a 1,1 kg, filhos das fêmeas suplementadas. Eles concluíram que a suplementação nas fêmeas é eficaz em garantir uma maior reserva de glicogênio dos leitões, uma maior sobrevivência e que o óleo de coco pode ser uma fonte mais barata e natural de TCM para esse tipo de estratégia. Esses achados corroboram com o estudo de AZAIN (1993), que ao suplementar as fêmeas com TCM encontrou uma maior sobrevivência em leitões que nasceram pesando < 900 g, quando comparados ao tratamento controle. Mais recentemente, ŚWIĄTKIEWICZ *et al.* (2020) suplementaram as fêmeas a partir do dia 100 de gestação até o final da lactação com óleo de coco e óleo de canola, mas não encontraram diferenças no peso ao nascimento dos leitões. Quanto a mortalidade até o dia 7, o grupo suplementado com óleo de coco mostrou um efeito satisfatório quando comparado ao outro tratamento (1,4 e 5,7%, respectivamente).

Na tentativa de buscar resultados mais concretos sobre os efeitos da suplementação de TCM em leitões, trabalhos foram realizados avaliando então o fornecimento direto para os leitões. O fornecimento de 12 mL óleo de coco reconstituído é capaz de conferir cerca de 50% da energia necessária de manutenção diária de um leitão neonato de 1,4 kg (ODLE, JBENEVENGA; CRENSHAW, 1989). Uma dose de 24 mL de óleo de coco reconstituído via sonda em leitões, entre um e dois dias de vida, diminuiu o consumo voluntário de leite; no entanto, o fornecimento de 12 mL não. Em um segundo experimento, foi observado um aumento da concentração de glicogênio hepático nas 24 h, o que demonstra que o suplemento energético foi suficiente para que o leitão não precisasse consumir toda sua reserva nas primeiras 24 h de vida (ODLE; BENEVENGA; CRENSHAW, 1989; ODLE; BENEVENGA; CRENSHAW, 1991).

Os efeitos do fornecimento via oral, apresentam resultados contraditórios quanto à sobrevivência e ganho de peso. LEPINE *et al.* (1989) mostraram que o fornecimento de 25 mL

de TCM em leitões de baixo peso ( $\leq 1.14$  kg) de 6 a 16 horas de vida aumentou a mortalidade, e justificaram que pode ter sido em decorrência da dose excessiva fornecida. A dose de 6 mL fornecida duas vezes, sendo a primeira entre 12 e 16 h e a segunda entre 22 e 30 h de vida, não teve efeito no crescimento dos leitões (leves, médios e pesados) em nenhum momento durante a lactação, e aumentou a mortalidade dos leitões pesados ( $> 1.5$  kg) (LEE; CHIANG, 1994).

De maneira contrária aos trabalhos previamente citados, DECLERCK *et al.* (2016) apontaram que a suplementação energética de leitões em duas doses de 3 mL (logo após o nascimento e repetindo uma segunda dose em um intervalo de 8 a 12 h após a primeira), com um produto comercial a base de óleo de coco e óleo de soja trouxe vantagens sobre a mortalidade dos leitões considerados de muito baixa viabilidade ( $< 1.0$  kg) e de baixa viabilidade ( $> 1.0$  kg a  $< 1.20$  kg), apesar não haver diferenças no ganho de peso diário e no peso ao desmame.

SANTOS *et al.* (2015) suplementaram leitões com duas doses de 3 mL de óleo de coco as 12h e 36 h de vida. Os autores não encontraram efeitos no ganho de peso diário entre os leitões suplementados e não suplementados, e por terem classificados os leitões por peso, afirmaram que a suplementação também não trouxe vantagens para os leitões de baixo peso, que são os que mais necessitam de reforço energético. Ao fornecer uma única dose de 2 mL de óleo de coco para leitões 3 h pós-parto, SCHMITT *et al.* (2019) pontuaram que não houve um aumento na sobrevivência dos leitões de baixo peso, nem na temperatura corporal e também na taxa de crescimento, registrando apenas um aumento numérico na glicemia de leitões de baixo peso ao nascimento, suplementados com óleo de coco, quando comparados aos leitões de outros tratamentos.

Em suma, o uso dos TCM na suplementação de leitões vem sendo bastante estudado, mas em decorrência dos resultados contraditórios sobre os indicadores de ganho de peso e sobrevivência, pouco se sabe sobre o momento de fornecer e a quantidade suficiente para ser absorvida e utilizada pelos leitões neonatos.

## **2.4. Colostro**

### **2.4.1 Importância do consumo de colostro**

O colostro é o primeiro leite a ser secretado da glândula mamária e contém grandes concentrações de imunoglobulinas (IgG, IgA, IgM), microminerais, vitaminas, hormônios e

menores concentrações de lactose e lipídios, quando comparado ao leite (QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012; THEIL; LAURIDSEN; QUESNEL, 2014). A produção de colostro, que se inicia nos últimos sete a dez dias de gestação e segue contínua até aproximadamente 24 h após o início do parto (QUESNEL, 2011; THEIL; LAURIDSEN; QUESNEL, 2014), pode variar e ser influenciada por características como a ordem de parto, idade e peso corporal da fêmea (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005), mas não pelo tamanho da leitegada (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001; LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005).

Os leitões nascem agamaglobulinêmicos (WAGSTROM; YOON; ZIMMERMAN, 2000) e o colostro provê a eles a imunidade passiva através das imunoglobulinas. A IgG presente no colostro e leite garante uma imunidade sistêmica, enquanto a IgA, presente também no leite, confere uma proteção da mucosa intestinal contra alguns patógenos (WAGSTROM; YOON; ZIMMERMAN, 2000; QUESNEL *et al.*, 2015). No entanto, as concentrações das imunoglobulinas vão diminuindo com o decorrer do tempo, decaindo em até 50% nas 12h seguintes ao início do parto e a 9%, nas 48h pós-parto (WAGSTROM; YOON; ZIMMERMAN, 2000; HURLEY, 2015). A concentração de IgG colostrado pode ser influenciada, 24 h após o início do parto, pela ordem de parto da fêmea, sendo menor em fêmeas primíparas (QUESNEL, 2011). O colostro também é responsável por fornecer aos leitões a energia necessária para o crescimento e termorregulação (QUESNEL, 2011). Essa energia é um fator determinante para a sobrevivência dos leitões (THEIL; LAURIDSEN; QUESNEL, 2014).

#### 2.4.2 Fatores que influenciam o consumo de colostro

O consumo de colostro é extremamente variável. Dentro de uma mesma leitegada, o coeficiente de variação de consumo por leitão pode variar de 15 a 110% e pode variar em até 30% entre leitegadas distintas (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005).

A hiperprolificidade também trouxe consequências ao consumo de colostro, isso porque não houve um aumento proporcional da produção de colostro em relação ao número de leitões nascidos. Cerca de 1/3 das fêmeas suínas não são capazes de produzir a quantidade de colostro suficiente para a sua própria leitegada (DEVILLERS *et al.*, 2007; QUESNEL, 2011; ANDERSEN; NÆVDAL; BØE, 2011). Isso significa então, que em leitegadas numerosas, o colostro disponível por leitão é menor (DEVILLERS *et al.*, 2007). A cada leitão nascido vivo, a quantidade de colostro produzida/ leitão diminui em 20 g (DECALUWÉ *et al.*, 2014). Como

principal efeito disso, existe a possibilidade de que alguns leitões possam sofrer da ausência ou consumo insuficiente de colostro (OLIVIERO; JUNNIKKALA; PELTONIEMI, 2019).

O primeiro contato do neonato com o colostro ocorre, em média, entre 20 e 30 minutos após o nascimento (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). No entanto, isso depende principalmente da vitalidade do leitão para conseguir acessar o teto (QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012), podendo o intervalo entre nascimento e primeira mamada ser maior. Conseqüentemente, leitões de baixo peso e baixa viabilidade apresentam um menor consumo de colostro quando comparados aos leitões de maior peso ao nascimento e vitalidade (QUESNEL, *et al.*, 2008). Em leitões na faixa de peso de 1,1 a 1,7 kg, existe uma correlação positiva indicando que quanto maior o peso ao nascimento do leitão, maior o consumo de colostro (FERRARI *et al.*, 2014).

Ainda em decorrência do aumento de leitões nascidos vivos por leitegadas, é possível afirmar que a ordem de nascimento não afeta o consumo de colostro (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005), e isso porque acredita-se que a medida que os primeiros leitões mamam, eles ficam saciados e, por isso, se distanciam da disputa por tetos durante esse tempo, permitindo que os últimos tenham acesso ao teto e ao colostro (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005). No entanto, trabalhos mais recentes afirmam que o prolongamento do parto pode atrasar o primeiro contato dos leitões com o colostro, e inclusive prejudicar a absorção de imunoglobulinas (OLIVIERO; JUNNIKKALA; PELTONIEMI, 2019).

#### 2.4.3 Ingestão de colostro e a mortalidade pré-desmame

O inadequado e insuficiente consumo de colostro pode influenciar diretamente na sobrevivência dos leitões. DEVILLERS *et al.* (2011) sugerem que o mínimo de colostro necessário a ser ingerido por um leitão para garantir a sua sobrevivência é de 200 g. Nesse trabalho ficou evidenciado um aumento significativo na mortalidade até o desmame de leitões que não ingeriram até 200 g de colostro quando comparados aos que ingeriram mais de 200 g (41% e 7,1%, respectivamente). No entanto, acredita-se também que a quantidade de colostro necessária para garantir a sobrevivência e todo o desenvolvimento durante a fase de lactação, dependa do peso ao nascimento (FERRARI *et al.*, 2014). Leitões mais pesados ao nascimento são mais competitivos em acessar o teto e com maior habilidade ao mamar quando comparados aos leitões mais leves de uma mesma leitegada (LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005).

A mortalidade do leitão pequeno, fraco e de baixa viabilidade é ao mesmo tempo considerada causa e consequência do baixo consumo de colostro. Em primeiro lugar, porque eles apresentam desvantagem, quanto aos mais pesados, na disputa por tetos e em segundo lugar, porque leitões que consomem menos colostro tendem a se tornar cada vez menos vigorosos e cada vez menos hábeis a competir por um teto, sendo mais susceptíveis a morrer por hipotermia, inanição ou esmagamento (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002; LE DIVIDICH; ROOKE; HERPIN, 2005; DEVILLERS *et al.*, 2007; QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012). No mesmo sentido, DECALUWÉ *et al.* (2014) concluíram que leitões de baixo peso ao nascimento (< 1.0 kg) e com baixo consumo de colostro (< 160g) apresentam maior mortalidade durante toda a fase de lactação. Existe também uma associação onde o ganho de peso em média de 50 g está ligado a um consumo de, em média, 200 a 250 g de colostro (DEVILLERS *et al.*, 2004).

Em um trabalho mais recente, os leitões foram divididos em três tratamentos nos quais receberam 10, 15 e 20% do peso ao nascimento, de colostro via mamadeira, distribuídos em 12 intervalos de 2 h, iniciados 2 h após o nascimento. O grupo que recebeu os 20%, apresentou maior ganho de peso nas 24 h de vida, uma maior taxa de imunócrito e uma maior temperatura corporal nas 24 h quando comparados ao grupo dos 10%. O grupo dos 10% não diferiu do grupo dos 15%, que por sua vez também não diferiu do grupo dos 20% nas respectivas variáveis. Os autores concluíram que a quantidade de 20% do peso ao nascimento é considerada a quantidade suficiente de colostro a ser ingerida, capaz de refletir positivamente no desempenho dos leitões durante toda sua vida (SUÁREZ-TRUJILLO *et al.*, 2020).

### **3. ARTIGO**

#### **Estratégias de aquecimento e suplementação energética em leitões neonatos e impactos no desempenho e sobrevivência durante a fase lactacional**

##### ***Warming and energy supplementation strategies in newborn piglets and impacts on performance and survival during the lactation phase***

#### **RESUMO**

A mortalidade neonatal é um dos maiores desafios da suinocultura atual, cujas principais causas são hipotermia, inanição e esmagamento. O objetivo desse estudo foi determinar se o uso de uma fonte de aquecimento e um suplemento energético via oral fornecidos ao leitão logo após

o nascimento é capaz de aumentar o consumo de colostro, diminuir a mortalidade pré-desmame e melhorar o desempenho de ganho de peso durante a lactação. Foram utilizadas 243 fêmeas/leitegadas aleatorizadas pela ordem de parto (2-8) e pelo menos 14 tetos viáveis ( $P > 0,05$ ). No início do parto, fêmeas/leitegadas foram distribuídas e alocadas entre quatro tratamentos: Controle ( $n = 61$ ), sem intervenções; Coco ( $n = 61$ ): fornecimento de 3 mL de óleo de coco via oral para os leitões após o nascimento; Box ( $n = 59$ ): os leitões foram colocados em uma caixa de aquecimento por 30 minutos após o nascimento; e Cocobox ( $n = 62$ ): leitões receberam o óleo de coco e permaneceram na caixa de aquecimento por 30 minutos. Todos os leitões foram pesados ao nascimento, 24 h, 10 e 20 dias de vida, e a mortalidade registrada diariamente. Em um subgrupo ( $n = 80$ ), a temperatura dos leitões foi aferida ao nascimento, aos 30 min, 1 h e 24 h. A vitalidade foi avaliada ao nascimento, aos 30 min e 24 h. Sangue dos leitões foi coletado nas 24 h para realização do imunócrito. Não houve efeito dos tratamentos no consumo médio de colostro, taxa de imunócrito, peso e sobrevivência nas 24 h ( $P > 0,05$ ). Quando avaliados por classe de peso, houve uma interação entre peso ao nascimento e tratamento Coco, onde os leitões pesados apresentaram redução no consumo de colostro, sendo que 15% ingeriram menos de 200 g ( $P = 0,04$ ). Os leitões dos grupos Box e Cocobox apresentaram maior temperatura aos 30 e 60 min quando comparados aos leitões do grupo Coco e Controle ( $P < 0,01$ ), mas sem diferenças nas 24 h ( $P > 0,05$ ). Os leitões dos grupos Coco e Cocobox apresentaram menor peso e GPD que os leitões dos grupos Controle e Box aos 10 dias e essa diferença permaneceu aos 20 dias em relação ao grupo Box, mas não em relação ao grupo CONTROLE. A mortalidade não foi influenciada pelos tratamentos ( $P = 0,36$ ), mas sim pela classe de peso, sendo maior nos leitões nascidos com peso igual ou inferior a 1025g ( $P < 0,01$ ). Assim, ambas estratégias de assistência aos leitões neonatos não influenciaram o consumo de colostro, a mortalidade e o desempenho durante a lactação.

**Palavras-chave:** Temperatura. Óleo de coco. Colostro; Ganho de peso. Sobrevivência neonatal.

#### ABSTRACT

*Neonatal mortality is one of the biggest challenges in swine industry, whose main causes are hypothermia, starvation and crushing. The objective of this study was to determine whether the use of a heating source and an energy supplement orally given to the piglet soon after birth were able to increase colostrum consumption, decrease pre-weaning mortality (PWM) and improve weight gain performance during lactation. A total of 243 sows/litters, at the farrowing*

onset, were randomly allotted by parity order (2-8) and at least 14 viable teats ( $P > 0.05$ ) in four treatments: CONTROL ( $n = 61$ ), without interventions; COCO ( $n = 61$ ): piglets received 3 mL of coconut oil orally to piglets right after birth; BOX ( $n = 59$ ): piglets were placed in a box under a heat lamp for 30 min; and COCOBOX ( $n = 62$ ): piglets received coconut oil and were placed in a box under a heat lamp for 30 min. All piglets were weighed at birth, 24 h, 10, and 20 days of age, and mortality was recorded daily. In a subgroup ( $n=80$ ), rectal temperature was measured at 0, 30 min, 1 h, and 24 h after birth. Vitality was assessed at birth, 30 min, and 24 h after birth. Piglet's blood sample was collected at 24 h to perform the immunocrit test. There was no effect of treatments on colostrum consumption, immunocrit rate, weight, and 24h survival ( $P > 0.05$ ). When evaluated by birth weight (BW) class, there was an interaction between BW and COCO's treatment, where heavy piglets showed a reduction in colostrum consumption, with 15% ingesting less than 200 g ( $P = 0.04$ ). Piglets in the Box and Cocobox groups had a greater mean temperature at 30 and 60 min than the piglets in the Coco and Control group ( $P < 0.01$ ), but without differences at 24 h ( $P > 0.05$ ). Piglets in the Coco and Cocobox groups had lower weight and average daily gain than the piglets in the Control and Box groups at 10 days. PWM was not influenced by treatments ( $P = 0.36$ ), but by birth weight class, which were higher on piglets born weighing equal or less than 1025 g ( $P < 0.01$ ). Thus, both care strategies for newborn piglets did not increase colostrum consumption or improve their performance and did not decrease PWM.

**Keywords:** Temperature. Coconut oil. Colostrum; Weight gain. Neonatal survival.

## INTRODUÇÃO

A prolificidade da fêmea suína aumentou em 4,5 leitões por leitegada em um período de 13 anos, resultado de melhorias na seleção genética e manejo (TOKACH *et al.*, 2019). Como desafio, houve uma maior variabilidade de peso e um maior número de leitões nascidos leves (RUTHERFORD *et al.*, 2013; FERRARI *et al.*, 2014; STAARVIK *et al.*, 2019). O consumo adequado de colostro pode diminuir a mortalidade pré-desmame por ser capaz de fornecer aos leitões a energia necessária para manutenção, crescimento e termorregulação (DEVILLERS; LE DIVIDICH; PRUNIER, 2011; QUESNEL, 2011). Leitões de baixo peso e de baixa vitalidade, em contrapartida, apresentam maiores dificuldades de competir por um teto viável (MILLIGAN; FRASER; KRAMER, 2001) e menor capacidade de termorregulação (HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002; PANZARDI *et al.*, 2013; SANTIAGO *et al.*, 2019).

A produção de colostro, no entanto, não acompanhou o aumento no tamanho da leitegada. Estima-se que um terço das matrizes suínas não produz a quantidade mínima de colostro necessária para sua leitegada (DEVILLERS *et al.*, 2007; QUESNEL, H., 2011; QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012). Estudos recentes recomendam que a ingestão de colostro seja equivalente a 20% do peso ao nascimento do leitão (SUÁREZ-TRUJILLO *et al.*, 2020), ou o mínimo de 280 g (LE DIVIDICH; HERPIN; ROSARIO-LUDOVINO, 1994).

Considerando o cenário atual, de alta prolificidade e baixa disponibilidade de colostro, o uso de fontes de aquecimento para leitões durante o parto passou a ser uma estratégia utilizada a fim de minimizar as perdas de temperatura corporal nas primeiras horas de vida (VASDAL *et al.*, 2011; PEDERSEN; LARSEN; MALMKVIST, 2016; VANDE POL *et al.*, 2020), diminuindo os riscos de hipotermia e garantindo maior energia para disputa por teto e colostro (BAXTER *et al.*, 2008). Fontes energéticas suplementares também são alternativas que podem ser empregadas na tentativa de aumentar o consumo de colostro e diminuir a mortalidade pré-desmame (MOREIRA *et al.*, 2017; VIOTT *et al.*, 2018). A suplementação energética oral em leitões é uma estratégia simples e tem como principal objetivo evitar que o leitão chegue ao esgotamento de sua reserva energética corporal, como o glicogênio hepático e muscular, devendo-se cuidar com que a quantidade fornecida não cause saciedade no leitão e diminuição do consumo de colostro (ODLE, J.BENEVENGA; CRENSHAW, 1989).

Os triglicerídeos de cadeia média (TCM) possuem a capacidade de serem facilmente oxidados e absorvidos no trato digestório dos leitões (ODLE, J.BENEVENGA; CRENSHAW, 1989; ODLE, J.; BENEVENGA; CRENSHAW, 1991), além de possuírem maior concentração energética e fornecerem a quantidade necessária mesmo em pequenas doses (ODLE, J.BENEVENGA; CRENSHAW, 1989). O óleo de coco é uma fonte de TCM que já foi utilizado como suplemento energético em estudos prévios, no entanto, os resultados são contraditórios (ODLE; BENEVENGA; CRENSHAW, 1989; CASELLAS *et al.*, 2005; DECLERCK *et al.*, 2016; SCHMITT *et al.*, 2019), não permitindo definir o melhor momento e quantidade a ser oferecida aos leitões, de forma a trazer benefícios sobre o consumo de colostro, desempenho e sobrevivência dos leitões.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar o uso de uma fonte de aquecimento, do fornecimento de óleo de coco e da combinação dessas estratégias de atendimento a leitões neonatos, sobre o consumo de colostro, desempenho zootécnico e sobrevivência ao longo da fase lactacional.

## MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental descrito neste estudo foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-FAVET-UFRGS; Projeto nº 40681).

### *Local, instalações e animais*

O experimento foi realizado em uma unidade produtora de leitões, com um plantel de 4600 matrizes, localizada no meio-oeste do estado de Santa Catarina - Brasil, durante o outono e inverno. Um total de 243 fêmeas Landrace × Large White (Agroceres PIC Camborough®) foram utilizados no estudo.

As fêmeas foram transferidas para a maternidade entre 110-112 dias de gestação e alojadas em salas com 66 celas parideiras. As celas tinham dimensões de 1,70 × 2,10 m, piso vazado, bebedouro e comedouro automáticos. Cada cela possuía um escamoteador (dimensões de 0,75 × 0,65 m) com piso aquecido e lâmpada incandescente para refúgio e aquecimento dos leitões. A temperatura da sala foi controlada pelo manejo de cortinas, sendo mantida entre 15,9 °C e 25,3 °C. O manejo de indução ao parto foi realizado em fêmeas que não apresentaram sinais de parto (vulva edemaciada, inquietação e leite em jatos) até os 115 dias de gestação com o uso intramuscular de 0,7 mL de Cloprostenol sódico (*Sincrocio*®, Ouro Fino, Brasil). Em todos os tratamentos, durante o parto, uma campânula extra (previamente descrita) foi mantida acessa em uma das laterais da cela parideira (30 cm do piso), como fonte de aquecimento até o terceiro dia de vida dos leitões.

O arração das fêmeas no pré-parto foi realizado duas vezes ao dia com uma dieta de lactação à base de milho e soja (18,5% PB; 1,0% Lisina, 3.400 kcal EM/kg), sendo ofertado 1,5 kg em cada trato, 3,0 kg por dia, e realizado por sistema automático. Após o parto, a mesma ração era ofertada *ad libitum*. O *creep feeding* não foi realizado para os leitões, ficando disponível somente a alimentação das mamadas. Tanto as fêmeas como os leitões possuíam acesso *ad libitum* à água.

### *Delineamento experimental*

Os partos foram assistidos durante todo o seu processo, sendo registradas informações da ordem de parto e tetos viáveis, bem como o momento de nascimento de cada leitão, peso individual ao nascimento e a classificação se o leitão nasceu vivo, natimorto ou mumificado.

Todos os leitões passaram pelos manejos de *day one care* (foram secos com pó secante, tiveram o cordão umbilical amarrado, cortado e tratado com solução de iodo 10%) e receberam brincos com numeração individual antes da aplicação de qualquer tratamento.

Ao nascimento do primeiro leitão, as 243 fêmeas foram aleatoriamente distribuídas, de acordo com a OP (2-8) e número de tetos viáveis (mínimo de 14), em quatro tratamentos: Controle (n= 61), os leitões não receberam fonte suplementar de aquecimento ou suplemento energético; Coco (n= 61), os leitões receberam 3 mL de óleo de coco Iandy® (Aboissa, São Paulo/BR; Anexo A) de forma oral através de uma seringa de 3 mL imediatamente após o manejo de *day one care*; Box (n= 59), após o *day one care*, os leitões foram colocados dentro de uma caixa de aquecimento por 30 minutos; Cocobox (n= 62) os leitões receberam 3 mL de óleo de coco via oral e foram colocados na caixa de aquecimento por 30 minutos. A caixa de aquecimento constituiu-se de um cilindro plástico de polietileno com 38 cm de altura e 50 cm de diâmetro. Uma campânula de alumínio (39,5 × 11,5 cm) e uma lâmpada de secagem infravermelho (250 w), que ficaram a cerca de 58 cm de altura do fundo do box, foram usadas como fonte de aquecimento. A temperatura interna da caixa foi de 35°C ± 2 °C. Para manter o ambiente seco, no fundo da caixa foi colocada uma folha de papelão, a qual era trocada a cada cinco leitões nascidos. Após os tratamentos, os leitões foram colocados de volta à fêmea para terem acesso ao colostro, sendo os leitões dos grupos Box e Cocobox, ao final dos 30 minutos.

Todos os leitões foram pesados individualmente nas 24 h de vida, e após isso foram uniformizados de acordo com o número de tetos viáveis da fêmea. Os leitões excedentes ao número funcional de tetos eram removidos e direcionados à outra matriz, podendo ser do experimento ou não. A uniformização acontecia depois das 24 h de vida, para garantir que todos os leitões mamassem o colostro da mãe biológica, a fim de garantir melhor absorção de imunoglobulinas. A partir do momento da uniformização, a unidade experimental deixou de ser a leitegada e passou a ser o leitão. Nesse sentido, a maioria dos leitões permaneceu na mãe biológica; no entanto, os excedentes removidos foram rastreados até o desmame pelo brinco que receberam ao nascimento. Essa uniformização acontecia dentro da mesma sala de parto, onde os leitões tinham aproximadamente o mesmo tempo de vida. Os leitões que sobreviveram até os 10 e 20 dias de vida também foram pesados individualmente nesses momentos. Todos os leitões que morreram durante o experimento tiveram o peso e a data da morte registrados. Para as pesagens, foram utilizadas balanças com precisão de 5 g (Prix 3 Fit, Toledo do Brasil®).

#### *Parâmetros adicionais de avaliação nos leitões*

Um subgrupo de 20 leitegadas por tratamento (totalizando 80 leitegadas) tiveram análises específicas. A temperatura retal dos leitões foi aferida na hora 0 (após o *day one care*), 30 minutos após a primeira avaliação, 60 min após a primeira avaliação e 24 h após o nascimento do primeiro leitão da leitegada. A temperatura retal foi aferida empregando-se um termômetro digital (RM-TD4726A, RelaxMedic®). A vitalidade dos leitões foi avaliada em quatro escores, adaptado de BAXTER et al. (2008): Ruim - leitão que não necessitou de reanimação, mas não apresentava movimentos; Regular - leitão mostrando poucos movimentos, sem tentar se levantar; Bom - leitão que tenta se levantar; Ótimo - leitão capaz de se levantar e dar passos. As avaliações de vitalidade foram avaliadas durante 15 s após os leitões serem colocados no piso e em três momentos (na hora 0, aos 30 min de vida e nas 24 h de vida). Esses leitões também tiveram a glicemia avaliada na hora 0 e com 24h de vida, em amostra de uma gota de sangue em uma fita glicêmica (*Accu-Chek Active Roche*®) submetida a leitura através de um monitor glicêmico (*Accu-Chek Active Roche*®). A gota de sangue necessária para a avaliação foi obtida através do sangue do cordão umbilical (na hora 0) e de sangue coletado pela veia jugular (na hora 24).

Nas 24 h de vida, foram coletados 2 mL de sangue da veia jugular, utilizando seringas descartáveis de 3 mL e agulhas hipodérmicas (25 × 0,7 mm), para realização de análise de absorção de imunoglobulinas (imunócrito). As amostras de sangue foram centrifugadas e o soro (1,5 mL) separado e armazenado em temperatura de -20 °C. No momento de análise, o soro sanguíneo foi descongelado a temperatura ambiente, e homogeneizou-se 50 µl de soro sanguíneo com 50 µl de sulfato de amônio 40% em um *ependorf*. As amostras foram colocadas em tubos microcapilares de hematócrito (7,5 mm), preenchidos cerca de ¾ da altura do capilar, fechando-se uma das extremidades para evitar extravasamento. Posteriormente, as amostras foram centrifugadas (11.360 g) por 5 minutos, para a precipitação proteica. A leitura dos microcapilares foi realizada com a utilização de uma régua milimetrada e a taxa de imunócrito foi determinada pela razão entre a altura da coluna do precipitado e a altura total da coluna. Esta taxa pode ser correlacionada com a concentração sérica de imunoglobulinas absorvidas do colostro pelos leitões nas primeiras horas de vida (VALLET *et al.*, 2013).

#### *Análise estatística*

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software Statistical Analysis System (SAS, versão 9.4). As variáveis analisadas até 24 h após o início dos tratamentos consideraram a leitegada como unidade experimental, exceto o percentual de consumo de

colostro inferior a 200 g, vitalidade e temperatura de acordo com a classe de peso, onde os leitões foram usados como unidade experimental. Nas demais variáveis após as 24 h de vida, a unidade experimental foi o leitão. Todos os dados são apresentados como média  $\pm$  erro padrão ou como porcentagem, dependendo do tipo de variável. Variáveis contínuas foram analisadas com o procedimento GLIMMIX e comparação de médias através do teste-t. Para a temperatura corporal dos leitões ao nascimento, 30 min, 60 min e 24 h, foi aplicada análise de medidas repetidas. Em todos os modelos, os tratamentos foram considerados como efeito fixo e a semana como efeito aleatório. O percentual de sobrevivência nas primeiras 24 h, foi analisado pelo procedimento GLIMMIX considerando uma distribuição binomial. A vitalidade dos leitões ao nascimento, 30 min e 24 h, foi analisada como medidas repetidas, considerando distribuição binomial.

Algumas análises consideraram a classe de peso dos leitões ao nascimento, sendo leitões leves com  $\leq 1,025$  kg, leitões médios com peso de  $>1,025$  kg e  $\leq 1,525$  e leitões pesados com peso  $> 1,525$ . O percentual de leitões que consumiram no mínimo 200 g de colostro e o percentual de mortalidade (cumulativa até o 7º dia ou desmame) foram analisadas como variáveis binárias considerando como efeito fixo o tratamento, classe de peso e sua interação. Da mesma forma a temperatura corporal do leitão também foi analisada considerando como efeito fixo o tratamento, classe de peso e sua interação em diferentes momentos de avaliação.

Curva de característica de operação do receptor (curva ROC) foi usada para determinar o poder discriminante geral da temperatura corporal aos 30 min, 60 min e 24 h de vida, em prever a mortalidade cumulativa dos leitões até os 7 dias de vida ou até o desmame. O valor de corte da temperatura foi utilizado para definir classes de temperatura a serem inseridas como efeito fixo, juntamente com o tratamento (e sua interação) em modelo de análise do percentual cumulativo de mortalidade.

As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas ao nível de probabilidade de 95% ( $P < 0,05$ ).

## **RESULTADOS**

A ordem de parto, o número de tetos viáveis, o número total de leitões nascidos, nascidos vivos e o peso ao nascimento não diferiram entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ; Tabela 1). Não houve diferença entre os tratamentos na média de consumo de colostro ( $P = 0,14$ ) na leitegada, peso nas 24 h ( $P = 0,36$ ), bem como no percentual de sobrevivência de leitões na leitegada nas primeiras 24 h de vida ( $P = 0,18$ ) (Tabela 1). Quando avaliado o percentual de leitões que consumiram quantidades inferiores a 200 g de colostro (Tabela 2), houve efeito da interação

entre a classe de peso ao nascimento e os tratamentos, onde se observou um maior percentual de leitões pesados no grupo Coco apresentou consumo de colostro inferior a 200 g, quando comparados aos leitões pesados dos grupos Controle e Box, não havendo diferença em relação ao Cocobox ( $P = 0,04$ ).

Não houve efeito da interação entre tratamento e momento de avaliação para o percentual de leitões com escore ótimo de vitalidade até 24 horas de vida ( $P = 0,19$ ). Entretanto, os grupos Coco, Box e Cocobox apresentaram um maior percentual ( $P < 0,01$ ) de leitões com escore ótimo de vitalidade quando comparados aos leitões do grupo Controle (Tabela 3).

As leitegadas do grupo Controle apresentaram uma menor temperatura ao nascimento ( $P < 0,01$ ) em relação ao grupo BOX, mas não diferiram dos demais tratamentos (Figura 1). Ainda, aos 30 min, a temperatura média das leitegadas que não receberam o suporte de aquecimento apresentou uma redução de  $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , enquanto leitões do grupo Box e Cocobox tiveram um incremento de  $0,2$  e  $0,4\text{ }^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Já aos 60 min, mesmo a temperatura corporal tendo aumentado em todos os grupos, a maior média permaneceu entre os leitões do grupo Box e Cocobox em comparação aos grupos Controle e Coco. Não foram encontradas diferenças entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) na temperatura às 24 h após o nascimento. A glicemia média da leitegada ao nascimento e 24 h após o parto, assim como a taxa de imunócrito, demonstrados na Tabela 4, não diferiram entre os tratamentos ( $P = 0,93$ ;  $P = 0,93$ ;  $P = 0,10$ , respectivamente).

Em relação a temperatura dos leitões em diferentes momentos, houve efeito da classe de peso ( $P < 0,01$ ) nos quatro momentos avaliados, em que os leitões nascidos leves ( $\leq 1,025$  kg) sempre tiveram temperaturas inferiores aos demais, independente do tratamento. Ao nascimento (hora 0), o grupo Box apresentou uma maior temperatura em relação aos demais tratamentos em todas as classes de peso ( $P = 0,03$ ). Aos 30 min, os leitões dos grupos Box e Cocobox apresentaram maiores temperaturas mesmo nos leitões leves, do que leitões dos grupos Controle e Coco. No grupo Box, os leitões médios e pesados tiveram uma maior temperatura do que leves. O mesmo não aconteceu com os demais tratamentos, em que as temperaturas aumentaram de acordo com a classe de peso. Aos 60 min, houve recuperação da temperatura dos leitões sem caixa de aquecimento (Controle e Coco), independente da classe de peso, mas permanecendo ainda inferior ao grupo Box ( $P < 0,01$ ). Já nas 24 h, as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética não foram capazes de garantir maiores temperaturas aos grupos tratados ( $P = 0,48$ ), independente da classe de peso (Tabela 5).

A temperatura aos 30 min, 60 min e 24 h foi capaz de prever a mortalidade até o desmame ( $P < 0,01$ ) com uma área sob a curva (AUC) de 0,65; 0,63 e 0,63, respectivamente). Considerando o ponto de corte de temperatura aos 30 min, 60 min e nas 24 h de vida para predição da mortalidade do nascimento até o desmame através da análise de curva ROC, observou-se um efeito ( $P < 0,01$ ) entre as classes de temperaturas (37,9 °C aos 30 min e 38,4 °C para 60 min e 24 h). Leitões aos 30 min com temperatura abaixo de 37,9 °C tiveram maior percentual de mortalidade (+ 9,1 %) em relação àqueles com temperaturas superiores a essa. O mesmo acontece com leitões que apresentaram temperaturas inferiores a 38,4 °C aos 60 min e 24 h de vida (Tabela 6). Não houve efeito significativo dos tratamentos, nem mesmo da interação entre os tratamentos e as classes de temperatura para a mortalidade pré-desmame.

Quanto ao peso dos leitões, não houve interação entre tratamento e os diferentes momentos de pesagem ao longo da lactação ( $P = 0,06$ ). Aos 10 dias, leitões dos grupos Box e Controle apresentaram maior peso e GPD, comparados aos grupos que receberam o óleo de coco (Coco e Cocobox). No entanto, aos 20 dias, o grupo Box permaneceu com peso médio e GPD superior aos grupos Coco e Cocobox, porém, sem diferença para o grupo Controle, que por sua vez não diferiu dos demais tratamentos (Tabela 7).

Não houve efeito da interação entre tratamento e classe de peso dos leitões para mortalidade cumulativa até o sétimo dia ( $P = 0,37$ ) ou até o desmame ( $P = 0,54$ ). Também não houve um efeito de tratamento para a mortalidade até o sétimo dia ( $P = 0,24$ ) ou desmame ( $P = 0,36$ ). Entretanto, foi observado um efeito da classe de peso ao nascimento, onde leitões nascidos leves ( $\leq 1,025$  kg) apresentaram maior taxa de mortalidade ao 7º dia e ao desmame em relação a leitões de peso médio, que por sua vez, apresentaram maior mortalidade que os leitões nascidos pesados ( $P < 0,01$ ; Tabela 8).

Tabela 1. Características de distribuição das fêmeas e parâmetros de desempenho produtivo de leitegadas submetidas a diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos.

Variável	TRATAMENTOS <sup>1</sup>				Valor de <i>p</i>
	CONTROLE n = 61	BOX n = 59	COCO n = 61	COCOBOX n = 62	
<b>Ordem de parto (OP)</b>	4,4 ± 0,20	4,3 ± 0,21	4,4 ± 0,20	4,3 ± 0,20	0,94
<b>Número de Fêmeas por OP</b>					
<b>OP 2</b>	8	8	8	8	-
<b>OP 3-5</b>	36	36	36	38	-
<b>OP 6+</b>	17	15	17	16	-
<b>Tetos Viáveis</b>	14,8 ± 0,09	14,7 ± 0,10	14,9 ± 0,09	14,6 ± 0,09	0,24
<b>Leitões Nascidos Totais</b>	16,3 ± 0,48	16,8 ± 0,49	16,5 ± 0,48	16,5 ± 0,48	0,89
<b>Leitões Nascidos Vivos</b>	14,9 ± 0,43	15,5 ± 0,43	15,4 ± 0,43	15,5 ± 0,42	0,75
<b>Peso ao Nascimento, kg</b>	1,3 ± 0,03	1,3 ± 0,03	1,3 ± 0,03	1,3 ± 0,03	0,53
<b>Peso nas 24 h, kg</b>	1,4 ± 0,08	1,4 ± 0,08	1,4 ± 0,08	1,4 ± 0,08	0,36
<b>Consumo de Colostro, g<sup>2</sup></b>	298,3 ± 9,48	307,2 ± 9,64	277,5 ± 9,46	293,9 ± 9,40	0,14
<b>Sobrevivência 24 h, %</b>	96,3 ± 0,67	96,3 ± 0,65	97,8 ± 0,48	96,8 ± 0,61	0,18

<sup>1</sup>Controle: leitões que não receberam nenhum tipo de tratamento; Box: leitões que foram colocados dentro de uma caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min; Coco: leitões que receberam 3 mL de óleo de coco via oral logo após o nascimento; Cocobox: leitões que receberam os 3 mL de óleo de coco e foram colocados dentro da caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min.

<sup>2</sup>Consumo de Colostro estimado pela fórmula de Devillers *et al.* (2004);

Valores significativos se  $P \leq 0,05$ .

Tabela 2. Percentual de leitões que consumiram menos de 200 g de colostro de acordo com diferentes classes de peso ao nascimento e estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos.

Classe de peso <sup>2</sup>	TRATAMENTOS (TTO) <sup>1</sup>					Valor de <i>p</i>		
		CONTROLE	BOX	COCO	COCOBOX	TTO	PESO	TTO*PESO
	n	n = 876	n = 879	n = 901	n = 935			
						<0,01	<0,01	0,04
<b>Leitões Leves</b>	851	59,2 ± 0,04 <sup>x</sup>	58,0 ± 0,04 <sup>x</sup>	64,4 ± 0,04 <sup>x</sup>	57,0 ± 0,04 <sup>x</sup>			
<b>Leitões Médios</b>	1823	20,6 ± 0,02 <sup>y</sup>	16,7 ± 0,02 <sup>y</sup>	21,8 ± 0,02 <sup>y</sup>	18,7 ± 0,02 <sup>y</sup>			
<b>Leitões Pesados</b>	917	6,7 ± 0,02 <sup>ac,z</sup>	3,6 ± 0,01 <sup>a,z</sup>	15,0 ± 0,03 <sup>b,z</sup>	10,0 ± 0,02 <sup>bc,z</sup>			

<sup>1</sup>Controle: leitões que não receberam nenhum tipo de tratamento; Box: leitões que foram colocados dentro de uma caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min; Coco: leitões que receberam 3 mL de óleo de coco via oral logo após o nascimento; Cocobox: leitões que receberam os 3 mL de óleo de coco e foram colocados dentro da caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min;

<sup>2</sup>Leitões leves: peso ao nascimento ≤1025g; Leitões médios: peso ao nascimento > 1025g a ≤1525 g; Leitões pesados: peso ao nascimento > 1525g;

<sup>a-c</sup> Diferem na linha (P ≤ 0,05);

<sup>x-z</sup> Diferem na coluna (P ≤ 0,05).

Tabela 3. Percentual de leitões com vitalidade ótima ao nascimento (hora 0), aos 30 min e 24 h de vida de acordo com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos.

Vitalidade Ótima, % <sup>2</sup>	TRATAMENTOS (TTO) <sup>1</sup>					Valor de <i>p</i>		
	CONTROLE	BOX	COCO	COCOBOX	MOMENTO	TTO	MMT	TTO*MMT
	n=311	n=310	n=316	n=320	(MMT)			
						<0,01	<0,01	0,19
<b>Hora 0</b>	89,2 ± 2,22	95,0 ± 1,45	89,1 ± 2,18	96,1 ± 1,21	93,0 ± 1,14 <sup>x</sup>			
<b>30 min</b>	96,0 ± 1,24	99,3 ± 0,51	98,7 ± 0,65	98,3 ± 0,75	98,4 ± 0,45 <sup>y</sup>			
<b>24 h</b>	96,0 ± 1,24	99,3 ± 0,51	98,7 ± 0,65	98,3 ± 0,75	98,4 ± 0,45 <sup>y</sup>			
<b>TTO</b>	94,4 ± 1,08 <sup>b</sup>	98,7 ± 0,51 <sup>a</sup>	97,3 ± 0,71 <sup>a</sup>	97,8 ± 0,52 <sup>a</sup>				

<sup>1</sup>Controle: leitões que não receberam nenhum tipo de tratamento; Box: leitões que foram colocados dentro de uma caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min; Coco: leitões que receberam 3 mL de óleo de coco via oral logo após o nascimento; Cocobox: leitões que receberam os 3 mL de óleo de coco e foram colocados dentro da caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min;

<sup>2</sup>Graus de vitalidade: Vitalidade Ótima: leitões que respiram bem e são capazes de dar passos; Vitalidade Boa, leitões que tentam se levantar; Vitalidade Regular, leitões que mostram poucos movimentos, mas não tentam se levantar; Vitalidade Ruim, leitões que não necessitaram processo de reanimação, mas também não apresentaram movimentos. Para todos os graus de vitalidade, as avaliações foram realizadas em 15 s após o animal ser colocado ao solo, adaptado de Baxter *et al.* (2008);

Tabela 4. Avaliação da média da temperatura corporal média da leitegada, glicemia e taxa de imunócrito das leitegadas de acordo com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos.

VARIÁVEL	TRATAMENTOS (TTO) <sup>1</sup>				Valor de <i>p</i>
	CONTROLE n = 20	BOX n = 20	COCO n = 20	COCOBOX n = 20	
<b>Glicemia Média da Leitegada, mg/dl</b>					
<b>Hora 0</b>	39,30 ± 1,80	40,43 ± 1,80	39,68 ± 1,80	38,75 ± 1,80	0,93
<b>24 h</b>	89,54 ± 3,97	87,63 ± 4,04	89,12 ± 3,92	91,01 ± 3,97	0,93
<b>Taxa de Imunócrito<sup>2</sup></b>	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	0,09 ± 0,01	1,00

<sup>1</sup>Controle: leitões que não receberam nenhum tipo de tratamento; Box: leitões que foram colocados dentro de uma caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min; Coco: leitões que receberam 3 mL de óleo de coco via oral logo após o nascimento; Cocobox: leitões que receberam os 3 mL de óleo de coco e foram colocados dentro da caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min.

<sup>2</sup>Técnica realizada de conforme descrito por Vallet *et al.*, (2013).

Tabela 5. Temperatura média dos leitões em diferentes momentos de avaliação e de acordo com a classe de peso<sup>1</sup> ao nascimento e com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos.

Variável	TRATAMENTOS (TTO) <sup>2</sup>					Geral PESO	Valor de <i>p</i>		
	n	CONTROLE n = 311	BOX n = 310	COCO n = 316	COCOBOX n = 320		TTO	PESO	TTO*PESO
<b>T °C 0 h</b>							0,03	<0,01	0,45
Leitões Leves	319	37,6 ± 0,14	37,7 ± 0,18	37,5 ± 0,13	37,4 ± 0,14	37,6 ± 0,14 <sup>x</sup>			
Leitões Médios	617	37,8 ± 0,12	38,2 ± 0,10	38,1 ± 0,08	38,0 ± 0,05	38,1 ± 0,14 <sup>y</sup>			
Leitões Pesados	321	38,4 ± 0,12	38,6 ± 0,08	38,4 ± 0,11	38,4 ± 0,14	38,6 ± 0,14 <sup>z</sup>			
<b>Geral TTO</b>		38,0 ± 0,15 <sup>b</sup>	38,3 ± 0,15 <sup>a</sup>	38,1 ± 0,14 <sup>b</sup>	38,0 ± 0,15 <sup>b</sup>				
<b>T °C 30 min</b>							<0,01	<0,01	< 0,01
Leitões Leves	317	36,5 ± 0,14 <sup>c,x</sup>	37,8 ± 0,16 <sup>a,x</sup>	36,9 ± 0,13 <sup>b,x</sup>	38,0 ± 0,15 <sup>a,x</sup>	37,3 ± 0,10			
Leitões Médios	615	37,6 ± 0,12 <sup>b,y</sup>	38,4 ± 0,12 <sup>a,y</sup>	37,8 ± 0,12 <sup>b,y</sup>	38,3 ± 0,11 <sup>a,y</sup>	38,0 ± 0,09			
Leitões Pesados	321	38,2 ± 0,14 <sup>b,z</sup>	38,7 ± 0,12 <sup>a,y</sup>	38,2 ± 0,15 <sup>b,z</sup>	38,7 ± 0,16 <sup>a,z</sup>	38,4 ± 0,10			
<b>Geral TTO</b>		37,4 ± 0,10	38,3 ± 0,10	37,6 ± 0,10	38,3 ± 0,10				
<b>T °C 60 min</b>							<0,01	<0,01	0,18
Leitões Leves	316	37,9 ± 0,13	38,4 ± 0,15	37,9 ± 0,12	38,2 ± 0,14	38,1 ± 0,10 <sup>x</sup>			
Leitões Médios	614	38,4 ± 0,12	38,7 ± 0,12	38,6 ± 0,14	38,5 ± 0,11	38,5 ± 0,10 <sup>y</sup>			
Leitões Pesados	321	38,5 ± 0,13	39,0 ± 0,12	38,7 ± 0,14	38,8 ± 0,14	38,7 ± 0,10 <sup>z</sup>			
<b>Geral TTO</b>		38,3 ± 0,10 <sup>b</sup>	38,7 ± 0,10 <sup>a</sup>	38,4 ± 0,10 <sup>b</sup>	38,5 ± 0,10 <sup>b</sup>				
<b>T °C 24 h</b>							0,48	<0,01	0,29
Leitões Leves	289	38,5 ± 0,10	38,3 ± 0,11	38,4 ± 0,10	38,3 ± 0,08	38,3 ± 0,08 <sup>x</sup>			
Leitões Médios	606	38,6 ± 0,04	38,6 ± 0,06	38,6 ± 0,05	38,6 ± 0,04	38,5 ± 0,07 <sup>y</sup>			
Leitões Pesados	320	38,7 ± 0,06	38,7 ± 0,06	38,6 ± 0,07	38,7 ± 0,06	38,6 ± 0,08 <sup>z</sup>			
<b>Geral TTO</b>		38,5 ± 0,08	38,4 ± 0,08	38,5 ± 0,08	38,5 ± 0,08				

<sup>1</sup>Leitões leves: peso ao nascimento ≤1025g; Leitões médios: peso ao nascimento > 1025g a ≤1525 g; Leitões pesados: peso ao nascimento > 1525g. <sup>2</sup>Controle: leitões que não receberam nenhum tipo de tratamento; Box: leitões que foram colocados dentro de uma caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min; Coco leitões que receberam 3 mL de óleo de coco via oral logo após o nascimento; Cocobox: leitões que receberam os 3 mL de óleo de coco e foram colocados dentro da caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min;

<sup>a-c</sup> Diferem na linha (P ≤ 0,05); <sup>x-z</sup> Diferem na coluna (P ≤ 0,05).

Tabela 6. Percentual de mortalidade dos leitões até o desmame considerando o ponto de corte de temperatura em diferentes momentos associada a predição (curva ROC) de mortalidade na lactação e de acordo com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética de leitões neonatos.

TRATAMENTOS								
(TTO) <sup>1</sup>								
Mortalidade até o desmame, %	n	CONTROLE	BOX	COCO	COCOBOX	TTO	Valor de <i>p</i>	
		n = 304	n = 302	n = 305	n = 317		T°C	TTO*T°C
<b>T°C 30 min<sup>2</sup></b>						0,29	<0,01	0,49
≤ 37,9	464	16,1 ± 2,88	21,9 ± 5,17	25,5 ± 3,48	21,0 ± 4,53			
> 37,9	764	7,0 ± 2,15	9,2 ± 1,87	8,1 ± 2,24	12,7 ± 2,17			
<b>T°C 60 min<sup>2</sup></b>						0,12	<0,01	0,23
≤ 38,4	481	20,1 ± 3,40	18,4 ± 4,15	24,4 ± 3,81	18,8 ± 3,45			
> 38,4	747	4,9 ± 1,67	9,3 ± 1,98	11,8 ± 2,42	12,2 ± 2,38			
<b>T°C 24 h<sup>2</sup></b>						0,09	<0,01	0,45
≤ 38,4	481	11,2 ± 2,93	13,9 ± 2,95	19,3 ± 3,78	24,4 ± 3,94			
> 38,4	712	6,3 ± 1,83	6,3 ± 1,94	9,8 ± 2,20	7,2 ± 1,85			

<sup>1</sup>Controle: leitões que não receberam nenhum tipo de tratamento; Box: leitões que foram colocados dentro de uma caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min; Coco: leitões que receberam 3 mL de óleo de coco via oral logo após o nascimento; Cocobox: leitões que receberam os 3 mL de óleo de coco e foram colocados dentro da caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min;

<sup>2</sup> As classes de temperatura foram baseadas na área da curva ROC (AUC) aos 30 min, 60 min e 24 h: 0,65; 0,63 e 0,63, respectivamente.

Tabela 7. Peso e GPD aos 10 e 20 dias de vida dos leitões de acordo com as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética dos leitões neonatos.

Variável	TRATAMENTOS <sup>1</sup>				Valor de <i>p</i>
	CONTROLE n = 795	BOX n = 802	COCO n = 788	COCOBOX n = 844	
<b>Peso 10 dias, kg</b>	3,0 ± 0,04 <sup>a</sup>	3,1 ± 0,04 <sup>a</sup>	2,9 ± 0,04 <sup>b</sup>	2,9 ± 0,04 <sup>b</sup>	<0,01
<b>Peso 20 dias, kg</b>	5,6 ± 0,08 <sup>ab</sup>	5,7 ± 0,08 <sup>a</sup>	5,5 ± 0,08 <sup>b</sup>	5,4 ± 0,08 <sup>b</sup>	0,02
<b>GPD 10 dias,g</b>	172,1 ± 4,15 <sup>a</sup>	175,3 ± 4,12 <sup>a</sup>	161,7 ± 4,13 <sup>b</sup>	164,0 ± 4,08 <sup>b</sup>	<0,01
<b>GPD 20 dias, g</b>	211,8 ± 3,86 <sup>ab</sup>	213,9 ± 3,82 <sup>a</sup>	206,0 ± 3,84 <sup>b</sup>	206,9 ± 3,79 <sup>b</sup>	0,05

<sup>1</sup>Controle: leitões não receberam nenhum tipo de tratamento; Box: leitões foram colocados dentro de uma caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min; Coco: leitões receberam 3 mL de óleo de coco via oral logo após o nascimento; Cocobox: leitões receberam 3 mL de óleo de coco e foram colocados por 30 min dentro de uma caixa de aquecimento logo após o nascimento.

<sup>a,b</sup> Diferem na linha ( $P \leq 0,05$ ).

Tabela 8. Mortalidade cumulativa de leitões até o 7º dia e até o desmame considerando a classe de peso<sup>1</sup> ao nascimento e as diferentes estratégias de aquecimento e suplementação energética dos leitões neonatos.

Variável	TRATAMENTOS (TTO) <sup>2</sup>				Geral PESO	Valor de <i>p</i>		
	CONTROLE n = 886	BOX n = 892	COCO n = 904	COCOBOX n = 942		TTO	PESO	TTO*PESO
<b>Mortalidade até o 7º dia, %</b>						0,24	< 0,01	0,37
Leitões Leves	32,1 ± 3,53	29,5 ± 3,67	31,7 ± 3,33	28,4 ± 3,30	30,4 ± 2,14 <sup>x</sup>			
Leitões Médios	4,5 ± 1,02	6,3 ± 1,24	5,9 ± 1,19	4,1 ± 0,09	5,1 ± 0,62 <sup>y</sup>			
Leitões Pesados	3,1 ± 1,17	1,4 ± 0,07	4,8 ± 1,46	3,5 ± 1,30	2,9 ± 0,61 <sup>z</sup>			
<b>Geral TTO</b>	8,2 ± 1,29	6,9 ± 1,30	10,2 ± 1,37	7,8 ± 1,23				
<b>Mortalidade até o desmame, %</b>						0,36	< 0,01	0,54
Leitões Leves	35,8 ± 3,64	33,3 ± 3,83	37,1 ± 3,46	31,4 ± 3,42	34,4 ± 2,25 <sup>x</sup>			
Leitões Médios	7,0 ± 1,30	9,0 ± 1,45	8,5 ± 1,44	8,0 ± 1,30	8,1 ± 0,83 <sup>y</sup>			
Leitões Pesados	3,9 ± 1,32	2,5 ± 0,96	5,8 ± 1,61	5,0 ± 1,56	4,1 ± 0,72 <sup>z</sup>			
<b>Geral TTO</b>	10,7 ± 1,48	9,8 ± 1,45	13,0 ± 1,57	11,3 ± 1,48				

<sup>1</sup>Leitões leves: peso ao nascimento ≤1025g; Leitões médios: peso ao nascimento > 1025g a ≤1525 g; Leitões pesados: peso ao nascimento > 1525g.

<sup>2</sup>Controle: leitões que não receberam nenhum tipo de tratamento; Box: leitões que foram colocados dentro de uma caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min; Coco: leitões que receberam 3 mL de óleo de coco via oral logo após o nascimento; Cocobox: leitões que receberam os 3 mL de óleo de coco e foram colocados dentro da caixa de aquecimento logo após o nascimento durante 30 min;

<sup>x-z</sup> Diferem na coluna (P ≤ 0,05).

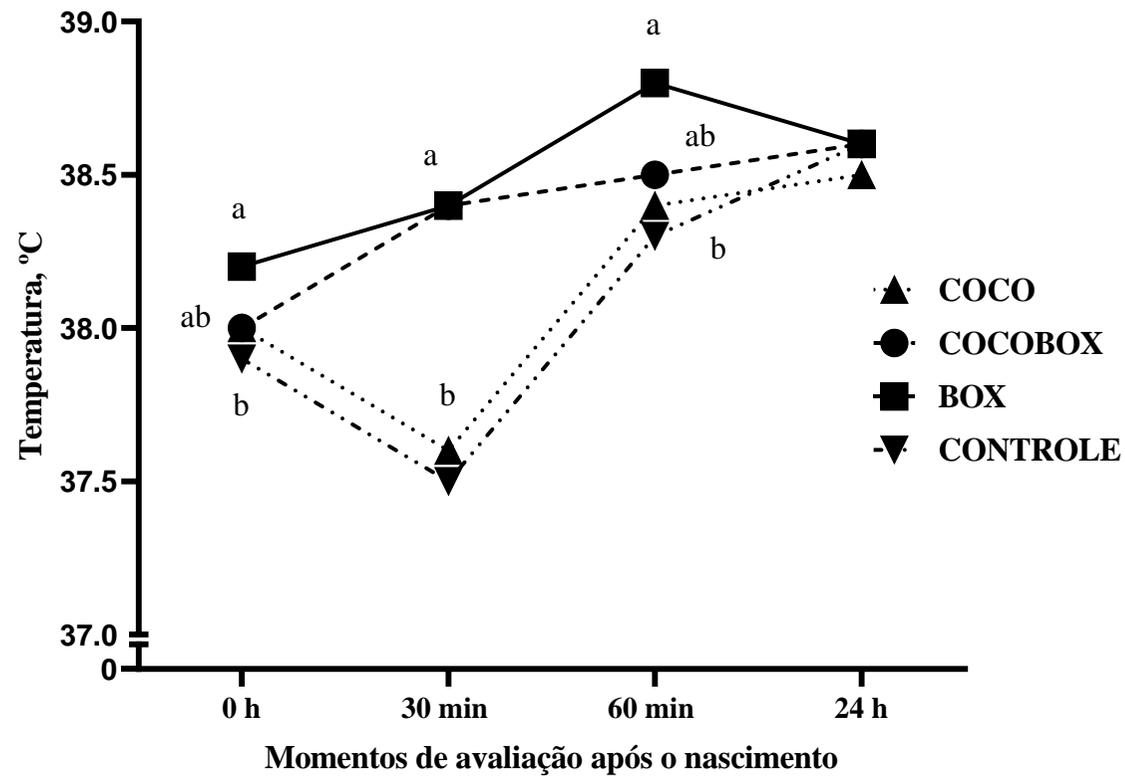


Figura 1. Avaliação da média da temperatura corporal média da leitegada nos diferentes momentos avaliados considerando as estratégias de aquecimento (caixa de aquecimento) e suplementação energética (3 mL de óleo de coco via oral) utilizadas em leitões neonatos.

a-b Representam diferença significativa; Tratamento ( $P < 0,01$ ); Momento ( $P < 0,01$ ): Tratamento  $\times$  Momento ( $P < 0,01$ ).

## DISCUSSÃO

O presente estudo evidenciou que o uso da caixa de aquecimento e fornecimento de óleo de coco para leitões neonatos não foi capaz de aumentar o consumo de colostro, diminuir a mortalidade e melhorar o desempenho desses animais durante a fase lactacional, indo de encontro as hipóteses iniciais que seriam de melhora no consumo de colostro, desempenho e diminuição da mortalidade dos leitões nos grupos tratados.

O uso de suplementos energéticos em leitões neonatos tem como principal objetivo fornecer de forma exógena, rápida e eficaz, energia suficiente para todas as suas demandas, sem resultar no esgotamento das reservas corporais logo nas primeiras horas de vida (ODLE, J.BENEVENGA; CRENSHAW, 1989; HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002; QUESNEL; FARMER; DEVILLERS, 2012). Apesar da quantidade de energia suplementar fornecida para os tratamentos Coco e Cocobox ter sido de aproximadamente 25,85 kcal, cerca de 15% da energia necessária de manutenção na zona de conforto térmico de um leitão neonato (LE DIVIDICH, J.; ROOKE; HERPIN, 2005), e o uso de uma fonte suplementar de aquecimento ter sido utilizada imediatamente após o nascimento dos leitões nos tratamentos Box e Cocobox, o ganho de peso nas 24 h após o nascimento e o consumo médio de colostro por leitegada não foram afetados pelos tratamentos. No estudo de MOREIRA *et al.* (2017), leitões que receberam 3 mL (aproximadamente 6,5 kcal) de um suplemento oral energético e proteico, a base de proteína do leite, óleo de coco refinado, L-carnitina e vitamina E (fracionados em 3 doses de 1,33 mL na hora 0, 6 e 12 de vida), apresentaram um maior ganho de peso nas 24 h, resultado explicado por um aumento do consumo de colostro desses leitões. Porém, outros estudos, não encontraram efeito positivo do uso de suplementos energéticos em leitões neonatos sobre o peso nas primeiras 24 h de vida e sobre a quantidade de colostro ingerida (DECLERCK *et al.*, 2016; VIOTT *et al.*, 2018; SCHMITT *et al.*, 2019). Apesar das composições dos suplementos energéticos e as quantidades fornecidas nos trabalhos mencionados não serem as mesmas e variarem conforme a metodologia, deve-se considerar também os fatores que podem influenciar o desempenho dos animais, tais como a genética, o peso ao nascimento além do ambiente e desafio sanitário ao qual estão submetidos.

Preconiza-se que a quantidade mínima de colostro a ser consumida por leitão seja entre 200 g (DEVILLERS; LE DIVIDICH; PRUNIER, 2011) e 280 g (LE DIVIDICH, J.; HERPIN; ROSARIO-LUDOVINO, 1994). No entanto, essa quantidade mínima também depende do peso do leitão ao nascimento (FERRARI *et al.*, 2014), com isso, outros autores indicam que a

34 quantidade ideal de colostro a ser ingerida por leitão deva representar 20% do seu peso ao  
35 nascimento (SUÁREZ-TRUJILLO *et al.*, 2020). No presente estudo, as diferentes estratégias  
36 de aquecimento e suplementação energética não proporcionaram melhorias no consumo médio  
37 de colostro por leitegada, com todos os grupos apresentando valores dentro do preconizado,  
38 refletindo em um desempenho semelhante dos tratamentos nas primeiras 24 h de vida ( $P >$   
39  $0,05$ ). A ausência de diferença entre os tratamentos no consumo médio de colostro por leitegada  
40 explica o fato de não haver diferença entre tratamentos nas taxas de imunócrito encontradas.  
41 Além disso, apesar das diferentes estratégias para minimizar as perdas de calor e o esgotamento  
42 das reservas energéticas dos leitões terem sido efetivas na melhoraria da vitalidade, esse  
43 resultado não proporcionou um melhor consumo de colostro, desempenho e sobrevida dos  
44 leitões tratados.

45 Nesse mesmo sentido, os valores de glicemia ao nascimento e as 24 h também não foi  
46 diferente entre os grupos, bem como o percentual de sobreviventes por leitegada no primeiro  
47 dia de vida. Esperava-se que o óleo de coco trouxesse um incremento energético, assim como  
48 demonstrado por LEPINE *et al.* (1989), onde o fornecimento 15 mL de TCM para leitões com  
49 6 e 16 h de vida foi capaz de aumentar numericamente a glicemia desses leitões em até 11%  
50 duas horas após o fornecimento, quando comparados aos leitões que receberam uma  
51 suplementação de colostro no mesmo momento. Uma vez que o fornecimento do óleo de coco  
52 no presente estudo foi realizado imediatamente após o nascimento, o fato de não haver diferença  
53 na glicemia dos leitões submetidos ao óleo de coco pode ser atribuída à uma imaturidade do  
54 sistema portahepático desses leitões. Apesar dos TCM serem facilmente absorvidos e  
55 metabolizados pelo fígado (ODLE, 1997), as enzimas da via gliconeogênica, especialmente a  
56 fosfoenolpiruvato carboxiquinase (PEP-CK), não estão plenamente ativas imediatamente ao  
57 nascimento (XIE *et al.*, 2016), sendo sua ação induzida pela alimentação inicial. Nesse caso, o  
58 fornecimento do óleo de coco antes da ingestão de colostro pode ter reduzido a capacidade de  
59 absorção da glicose e, portanto, da energia suplementar fornecida via oral.

60 Quando classificamos os leitões de acordo com o peso ao nascimento, o consumo de  
61 colostro foi menor nos leves quando comparados aos médios e pesados, independente do  
62 tratamento ( $P < 0,01$ ). Isso demonstra que, mais do que a capacidade de manter a temperatura  
63 ou os níveis de energia disponível para os leitões, o peso ao nascimento parece ser mais  
64 importante que esses fatores, no que diz respeito ao consumo individual de colostro pelo leitão  
65 (FERRARI *et al.*, 2014). De forma contrária ao que hipotetizamos, o fornecimento do óleo de  
66 coco (grupos Coco e Cocobox) resultou em mais leitões (10-15%) ingerindo quantidade

67 insuficiente de colostro, apesar de trabalhos prévios mostrarem que o fornecimento de óleo de  
68 coco não afetava a ingestão de leite (BENEVENGA *et al.*, 1989; LEE; CHIANG, 1994). No  
69 presente estudo, não foi avaliado o comportamento dos animais após a administração do óleo  
70 de coco; no entanto, LEPINE *et al.* (1989) demonstraram que leitões que receberam  
71 suplementação de TCM se apresentaram mais letárgicos e menos ativos. Uma das propriedades  
72 dos TCM é ser cetogênico, ou seja, produzir corpos cetônicos no organismo. Os corpos  
73 cetônicos, por sua vez, apresentam um efeito narcótico (BACH; BABAYAN, 1982) que pode  
74 causar uma redução na atividade dos animais e até sonolência, comprometendo então, no caso  
75 do presente estudo, a busca por teto e o consumo de colostro propriamente dito, por parte dos  
76 leitões pesados.

77 Considerando que o consumo de colostro é crucial na sobrevivência e desempenho de  
78 leitões (DEVILLERS; LE DIVIDICH; PRUNIER, 2011), a diminuição do consumo por parte  
79 dos leitões pesados que receberam o óleo de coco pode ter afetado o GPD e peso aos 10 e 20  
80 dias desses leitões. O desempenho dos leitões dos grupos Coco e Cocobox foi menor aos 10  
81 dias quando comparados aos grupos Controle e Box, mas aos 20 dias diferiram apenas do grupo  
82 Box. DECLERCK *et al.* (2016) forneceram aos leitões um suplemento energético comercial a  
83 base de óleo de coco e TCM, e o peso ao desmame dos animais tratados também foi inferior  
84 aos animais do grupo controle, mas sem diferenças no GPD. No trabalho de SCHMITT *et al.*  
85 (2019) por sua vez, o uso do óleo de coco resultou em uma tendência a um menor GPD na fase  
86 pré-desmame, quando comparado aos animais do grupo controle, mas os pesos não diferiram  
87 entre os tratamentos durante a lactação. A suplementação energética, seja via colostro ou outros  
88 suplementos, é considerada uma possível estratégia de melhoria de desempenho de leitões.  
89 Contudo, existem ainda ressalvas quanto ao tipo do suplemento e ao momento de fornecimento,  
90 se antes ou depois da ingestão das primeiras quantidades de colostro, se em um ou mais  
91 momentos. Tendo isso em vista, alguns estudos não encontraram resultados que confirmem a  
92 melhora no desempenho (LEPINE *et al.*, 1989; MUNS *et al.*, 2014; DECLERCK *et al.*, 2016;  
93 VIOTT *et al.*, 2018; SCHMITT *et al.*, 2019).

94 Fornecer aos neonatos uma fonte de aquecimento suplementar tem sido uma prática  
95 rotineiramente empregada (LE DIVIDICH, J.; NOBLET, 1981; PATTISON *et al.*, 1990;  
96 ANDERSEN; HAUKVIK; BØE, 2009; PEDERSEN; LARSEN; MALMKVIST, 2016;  
97 VANDE POL *et al.*, 2020), na tentativa de evitar a queda da temperatura corporal que acomete  
98 os leitões nos primeiros minutos de vida (BERTHON; HERPIN; LE DIVIDICH, 1994;  
99 HERPIN; DAMON; LE DIVIDICH, 2002). Existem controvérsias sobre a duração e a

100 intensidade em graus desse declínio de temperatura logo após ao nascimento. VANDE POL *et*  
101 *al.* (2020) observaram que a menor temperatura observada nos grupos que não foram aquecidos  
102 foi aos 30 min de vida, com uma diferença de 3,7 °C da temperatura ao nascimento, e que após  
103 isso, houve um aumento progressivo até as 24 h de vida. Em outro estudo, os mesmos autores  
104 encontraram uma diferença de 2,3 °C entre o grupo Controle e o grupo que recebeu um  
105 fornecimento extra de calor na hora 0 e aos 30 min de vida (VANDE POL *et al.*, 2021). No  
106 presente estudo, a menor temperatura também foi observada aos 30 min, no entanto, a diferença  
107 favorável as leitegadas dos grupos Box e Cocobox foi de 0,9 °C e 0,8 °C para os grupos Controle  
108 e Coco, respectivamente. Essas diferenças na amplitude das temperaturas nos primeiros  
109 minutos de vida entre os trabalhos podem ser explicadas pelas condições ambientais aos quais  
110 os animais estão expostos, clima e temperatura interna e externa das salas de maternidade  
111 (VANDE POL *et al.*, 2021). As salas de maternidade no trabalho de VANDE POL *et al.* (2021)  
112 eram climatizadas e controladas por termostatos, e a temperatura média ficou entre 24,5°C e  
113 26,4 °C. No presente estudo, no entanto, as salas de maternidade não eram climatizadas, tendo  
114 a temperatura regulada através de um cortinado duplo, o que dificulta a manutenção de  
115 temperaturas mais amenas em dias muito quentes ou muito frios. Nesse caso, a temperatura  
116 média das salas foi de 21,8 ± 0,13 °C (min- 15,9 °C; máx- 25,3 °C), e apresentou uma fraca  
117 correlação ( $r = 0,25$ ) com a temperatura dos leitões ao nascimento ( $P = 0,02$ ). Deve-se  
118 considerar também que, em todos os tratamentos, a campânula extra mantida junto à cela  
119 paridera, pode ter evitado que a queda de temperatura nos leitões não submetidos a caixa de  
120 aquecimento tenha sido tão significativa quanto do trabalho de A temperatura média dos leitões  
121 aos 30 min e 24 h não foi associada a temperatura da sala ( $P \geq 0,39$ ). Além disso, quando  
122 avaliados diferentes intervalos de temperatura das salas (15,9 °C a 20,7 °C; 20,8 °C a 23,2 °C;  
123 23,3 °C a 25,3 °C) não houve efeito de tratamento, intervalos de temperatura interna da sala e  
124 a interação desses fatores com a temperatura dos leitões do nascimento até as 24 h de vida ( $P \geq$   
125 0,32; dados não mostrados). Ou seja, ainda que em cenários distintos de temperatura interna ou  
126 externa das salas de maternidade, não foi encontrado um efeito dos tratamentos sobre a  
127 temperatura corporal dos leitões. Observou-se no presente trabalho, o aumento progressivo da  
128 temperatura da leitegada para todos os tratamentos após os 30 min de vida, alcançando a  
129 estabilidade nas próximas 24 h. É sabido que após as 24 h de vida os leitões apresentem uma  
130 maior autonomia sobre a sua capacidade de termorregulação (HERPIN; DAMON; LE  
131 DIVIDICH, 2002), e por isso, não era esperada diferenças entre os tratamentos nesse momento.

132 O peso ao nascimento foi um fator limitante para a temperatura corporal dos leitões nos  
133 diferentes momentos avaliados (0 h, 30 min, 60 min e 24 h), onde os leitões nascidos leves ( $\leq$   
134 1025 g) apresentaram menores temperaturas quando comparados as demais classes de peso, em  
135 todos os momentos. Nos trabalhos de PATTISON, *et al.* (1990) e KAMMERSGAARD;  
136 PEDERSEN; JORGENSEN (2011), o baixo peso ao nascimento foi relacionado a uma menor  
137 temperatura corporal e maior tempo de recuperação. Aos 30 min, foi observada uma interação  
138 entre o peso ao nascimento e tratamento, onde o uso da caixa de aquecimento assegurou aos  
139 leitões leves, médios e pesados dos grupos Box e Cocobox, uma maior temperatura média que  
140 os leitões de mesma classe de peso dos grupos Controle e Coco. Minimizar o declínio da  
141 temperatura e a extensão dessa queda, principalmente em leitões de baixo peso ao nascimento,  
142 pode refletir significativamente na sua sobrevivência nos primeiros dias de vida (HERPIN;  
143 DAMON; LE DIVIDICH, 2002; PANZARDI *et al.*, 2013).

144 No presente trabalho, a média da mortalidade pré-desmame foi de 13,6%. Não foi  
145 encontrada diferença entre os tratamentos para mortalidade aos 7 e aos 20 dias de vida.  
146 Corroborando outros trabalhos, os resultados do presente estudo também não demonstraram  
147 efeito da suplementação, energética ou de calor, na mortalidade pré-desmame (KUMMER *et*  
148 *al.*, 2015; VIOTT *et al.*, 2018; VANDE POL *et al.*, 2021).

149 Os dados disponíveis sobre o uso de suplementos energéticos na mortalidade de leitões  
150 leves ao nascimento são controversos. DECLERCK *et al.* (2016) relataram que, em leitões que  
151 nasceram pesando menos de 1,0 kg, o uso de um suplemento a base de TCM resultou em uma  
152 menor mortalidade. A maior mortalidade observada no leitões leves, independente do  
153 tratamento submetido, também foi encontrado por VANDE POL *et al.* (2021), reforçando a  
154 informação de que o peso ao nascimento é considerado um fator determinante na sobrevivência  
155 dos leitões (FIX *et al.*, 2010). As diferentes estratégias utilizadas em ambos os estudos (caixa  
156 de aquecimento e óleo de coco) não proporcionaram, no presente estudo, aos leitões nascidos  
157 leves, benefícios na sobrevivência, uma vez que apresentaram a mortalidade semelhante aos  
158 leitões leves do grupo Controle.

159 Nos trabalhos de CHRISTISON *et al.* (1997) e ANDERSEN *et al.* (2009) foi  
160 identificada uma diminuição na mortalidade pré-desmame ao secarem e/ou submeterem os  
161 leitões a uma fonte de aquecimento quando comparados ao grupo Controle, em ambos os  
162 trabalhos. VANDE POL *et al.* (2021), em contrapartida, também não encontraram diferenças  
163 entre os leitões que receberam uma suplementação de calor e os leitões do grupo Controle, para  
164 desempenho e mortalidade durante a lactação. Outros trabalhos também não encontraram

165 efeitos de uma fonte suplementar de aquecimento para os leitões na mortalidade pré-desmame  
166 (OGUNBAMERU; KORNEGAY; WOOD, 1991; VASDAL *et al.*, 2011). Apesar de  
167 comprovar que o uso da caixa de aquecimento é capaz de minimizar as perdas de calor nos  
168 primeiros minutos de vida, isso não se refletiu na diminuição da mortalidade durante a fase de  
169 lactação.

170

171

## CONCLUSÃO

172

173 O emprego de uma caixa aquecedora foi capaz de minimizar a queda de temperatura  
174 que acontece logo após ao nascimento. Entretanto, o uso da caixa aquecedora e de um  
175 suplemento energético em leitões neonatos não foi capaz de aumentar o consumo médio de  
176 colostro por leitegada, melhorar o desempenho dos leitões durante a lactação e diminuir a  
177 mortalidade pré-desmame, mesmo em leitões nascidos leves. O uso do óleo de coco como  
178 suplemento energético, por sua vez, resultou em uma diminuição da ingestão de colostro em  
179 leitões pesados e afetou negativamente no GPD de peso desses animais aos 10 e 20 dias de vida.

180

181

182

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

183

184 ANDERSEN, I. L.; HAUKVIK, I. A.; BØE, K. E. Drying and warming immediately after  
185 birth may reduce piglet mortality in loose-housed sows. **Animal**, v. 3, n. 4, p. 592–597, 2009.  
186 Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731108003650>

187 BACH, A. C.; BABAYAN, V. K. Medium-chain triglycerides: an update. **The American**  
188 **Journal of Clinical Nutrition**, v. 36, n. 5, p. 950–962, 1982. Available at:  
189 <https://doi.org/10.1093/ajcn/36.5.950>

190 BAXTER, E. M. *et al.* Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal  
191 survival in pigs. **Theriogenology**, v. 69, n. 6, p. 773–783, 2008. Available at:  
192 <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.12.007>

193 BENEVENGA, N. J. *et al.* Utilization of Medium-Chain Triglycerides by Neonatal Piglets: I.  
194 Effects on Milk Consumption and Body Fuel Utilization. **Journal of Animal Science**, v. 67,  
195 n. 12, p. 3331, 1989. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas1989.67123331x>

196 BERTHON, D.; HERPIN, P.; LE DIVIDICH, J. Shivering thermogenesis in the neonatal pig.  
197 **Journal of Thermal Biology**, v. 19, n. 6, p. 413–418, 1994. Available at:

198 [https://doi.org/10.1016/0306-4565\(94\)90040-X](https://doi.org/10.1016/0306-4565(94)90040-X)  
199 CASELLAS, J. *et al.* Effect of medium- and long-chain triglyceride supplementation on small  
200 newborn-pig survival. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 67, n. 2-3 SPEC. ISS., p. 213–  
201 221, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.10.007>  
202 CHRISTISON, G. I.; WENGER, I. I.; FOLLENSBEE, M. E. Teat seeking success of  
203 newborn piglets after drying or warming. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 77, n. 2,  
204 p. 317–319, 1997. Available at: <https://doi.org/10.4141/A96-119>  
205 DECLERCK, I. *et al.* Effects of energy supplementation to neonatal (very) low birth weight  
206 piglets on mortality, weaning weight, daily weight gain and colostrum intake. **Livestock**  
207 **Science**, v. 183, p. 48–53, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.015>  
208 DEVILLERS, N. *et al.* Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. **Animal**,  
209 v. 1, n. 7, p. 1033–1041, 2007. Available at: <https://doi.org/10.1017/S175173110700016X>  
210 DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglet  
211 survival and immunity. **Animal**, v. 5, n. 10, p. 1605–1612, 2011. Available at:  
212 <https://doi.org/10.1017/S175173111100067X>  
213 FELDPAUSCH, J. A. *et al.* Birth weight threshold for identifying piglets at risk for  
214 preweaning mortality. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 2, p. 633–640, 2019. Available  
215 at: <https://doi.org/10.1093/tas/txz076>  
216 FERRARI, C. V. *et al.* Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and  
217 performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. **Preventive**  
218 **Veterinary Medicine**, v. 114, n. 3–4, p. 259–266, 2014. Available at:  
219 <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.02.013>  
220 FIX, J. S. *et al.* Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus  
221 muscle area of commercial market swine. **Livestock Science**, v. 127, n. 1, p. 51–59, 2010.  
222 Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.007>  
223 HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal  
224 survival in pigs. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 25–45, 2002. Available at:  
225 [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00183-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00183-5)  
226 KAMMERSGAARD, T. S.; PEDERSEN, L. J.; JORGENSEN, E. Hypothermia in neonatal  
227 piglets: Interactions and causes of individual differences. **Journal of Animal Science**, v. 89,  
228 n. 7, p. 2073–2085, 2011. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3022>  
229 KUMMER, A. D. *et al.* Efeitos do fornecimento oral de suplementos nutricionais na  
230 sobrevivência e crescimento de leitões de baixo peso ao nascer. **Acta Scientiae Veterinariae**,

231 v. 55, n. December, p. 1–9, 2015.

232 LE DIVIDICH, J.; HERPIN, P.; ROSARIO-LUDOVINO, R. M. Utilization of colostrals  
233 energy by the newborn pig. **Journal of animal science**, v. 72, n. 8, p. 2082–2089, 1994.  
234 Available at: <https://doi.org/10.2527/1994.7282082x>

235 LE DIVIDICH, J.; NOBLET, J. Colostrum Intake and Thermoregulation in the Neonatal Pig  
236 in Relation to Environmental Temperature. **Neonatology**, v. 40, n. 3–4, p. 167–174, 1981.  
237 Available at: <https://doi.org/10.1159/000241486>

238 LE DIVIDICH, J.; ROOKE, J. A.; HERPIN, P. Nutritional and immunological importance of  
239 colostrum for the new-born pig. **Journal of Agricultural Science**, v. 143, n. 6, p. 469–485,  
240 2005. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0021859605005642>

241 LE DIVIDICH, Jean *et al.* Acquisition de l'immunité passive chez le porcelet : rôle de la  
242 quantité d'immunoglobulines ingérées et de la perméabilité intestinale. **Journée de la**  
243 **Recherche Porcine**, v. 37, n. 1, p. 443–448, 2005.

244 LEE, H. F.; CHIANG, S. H. Energy value of medium-chain triglycerides and their efficacy in  
245 improving survival of neonatal pigs. **Journal of animal science**, v. 72, n. 1, p. 133–138,  
246 1994. Available at: <https://doi.org/10.2527/1994.721133x>

247 LEPINE, A. J. *et al.* Effect of colostrum or medium-chain triglyceride supplementation on the  
248 pattern of plasma glucose, non-esterified fatty acids and survival of neonatal pigs. **Journal of**  
249 **animal science**, v. 67, n. 4, p. 983–990, 1989. Available at:  
250 <https://doi.org/10.2527/jas1989.674983x>

251 MILLIGAN, B. N.; FRASER, D.; KRAMER, D. L. Birth weight variation in the domestic  
252 pig: Effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. **Applied Animal**  
253 **Behaviour Science**, v. 73, n. 3, p. 179–191, 2001. Available at:  
254 [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00136-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00136-8)

255 MOREIRA, L. P. *et al.* Effects of colostrum, and protein and energy supplementation on  
256 survival and performance of low-birth-weight piglets. **Livestock Science**, v. 202, n. October  
257 2016, p. 188–193, 2017. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2017.06.006>

258 MUNS, R. *et al.* Effect of cross-fostering and oral supplementation with colostrums on  
259 performance of newborn piglets. **Journal of Animal Science**, v. 92, n. 3, p. 1193–1199,  
260 2014. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2013-6858>

261 ODLE, J. BENEVENGA, N. J.; CRENSHAW, T. D. Utilization of medium-chain  
262 triglycerides by neonatal piglets: I. Effects on milk consumption and body fuel utilization.  
263 **Journal of animal science**, v. 67, n. 12, p. 3331–3339, 1989. Available at:

264 <https://doi.org/10.2527/jas1989.67123331x>

265 ODLE, J.; BENEVENGA, N. J.; CRENSHAW, T. D. Utilization of medium-chain  
266 triglycerides by neonatal piglets: Chain length of even- and odd-carbon fatty acids and  
267 apparent digestion/absorption and hepatic metabolism. **Journal of Nutrition**, v. 121, n. 5, p.  
268 605–614, 1991. Available at: <https://doi.org/10.1093/jn/121.5.605>

269 ODLE, Jack. New Insights into the Utilization of Medium-Chain Triglycerides by the  
270 Neonate: Observations from a Piglet Model. **The Journal of Nutrition**, v. 127, n. 6, p. 1061–  
271 1067, 1997. Available at: <https://doi.org/10.1093/jn/127.6.1061>

272 OGUNBAMERU, B. O.; KORNEGAY, E. T.; WOOD, C. M. Evaluation of methods of  
273 providing supplemental heat to newborn pigs during and after farrowing. **Journal of Animal**  
274 **Science**, v. 69, n. 10, p. 3939–3944, 1991. Available at:  
275 <https://doi.org/10.2527/1991.69103939x>

276 PANZARDI, A. *et al.* Newborn piglet traits associated with survival and growth performance  
277 until weaning. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 110, n. 2, p. 206–213, 2013. Available  
278 at: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.11.016>

279 PATTISON, R. J. *et al.* Hypothermia and its attempted control in newborn piglets.  
280 **Proceedings of the British Society of Animal Production (1972)**, v. 1990, n. 81, p. 81–81,  
281 1990. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0308229600018626>

282 PEDERSEN, L. J.; LARSEN, M. L. V.; MALMKVIST, J. The ability of different thermal  
283 aids to reduce hypothermia in neonatal piglets. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 5, p.  
284 2151–2159, 2016. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0219>

285 QUESNEL, H. Colostrum production by sows: Variability of colostrum yield and  
286 immunoglobulin G concentrations. **Animal**, v. 5, n. 10, p. 1546–1553, 2011. Available at:  
287 <https://doi.org/10.1017/S175173111100070X>

288 QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: Influence on piglet  
289 performance and factors of variation. **Livestock Science**, v. 146, n. 2–3, p. 105–114, 2012.  
290 Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.03.010>

291 RUTHERFORD, K. M. D. *et al.* The welfare implications of large litter size in the domestic  
292 pig I: Biological factors. **Animal Welfare**, v. 22, n. 2, p. 199–218, 2013. Available at:  
293 <https://doi.org/10.7120/09627286.22.2.199>

294 SANTIAGO, P. R. *et al.* Relationship of vitality and weight with the temperature of newborn  
295 piglets born to sows of different parity. **Livestock Science**, v. 220, n. December 2018, p. 26–  
296 31, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2018.12.011>

297 SCHMITT, O. *et al.* A single dose of fat-based energy supplement to light birth weight pigs  
298 shortly after birth does not increase their survival and growth. **Animals**, v. 9, n. 5, 2019.  
299 Available at: <https://doi.org/10.3390/ani9050227>

300 STAARVIK, T. *et al.* Blood-glucose levels in newborn piglets and the associations between  
301 blood-glucose levels, intrauterine growth restriction and pre-weaning mortality. **Porcine**  
302 **Health Management**, v. 5, n. 1, p. 1–10, 2019. Available at: [https://doi.org/10.1186/s40813-](https://doi.org/10.1186/s40813-019-0129-6)  
303 [019-0129-6](https://doi.org/10.1186/s40813-019-0129-6)

304 SUÁREZ-TRUJILLO, A. *et al.* A standardized model to study effects of varying 24-h  
305 colostrum dose on postnatal growth and development. **Translational Animal Science**, v. 4, n.  
306 4, p. 1–6, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1093/tas/txaa212>

307 TOKACH, M. D. *et al.* Review: Nutrient requirements of the modern high-producing  
308 lactating sow, with an emphasis on amino acid requirements. **Animal**, v. 13, n. 12, p. 2967–  
309 2977, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731119001253>

310 VALLET, J. L.; MILES, J. R.; REMPEL, L. A. A simple novel measure of passive transfer of  
311 maternal immunoglobulin is predictive of preweaning mortality in piglets. **Veterinary**  
312 **Journal**, v. 195, n. 1, p. 91–97, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2012.06.009>

313 VANDE POL, K. D. *et al.* Effect of drying and/or warming piglets at birth on rectal  
314 temperature over the first 24 h after birth. **Translational Animal Science**, v. 4, n. 4, p. 1–9,  
315 2020. Available at: <https://doi.org/10.1093/tas/txaa184>

316 VANDE POL, K. D. *et al.* Effect of drying and warming piglets at birth on preweaning  
317 mortality. **Translational Animal Science**, v. 5, n. 1, p. 1–12, 2021. Available at:  
318 <https://doi.org/10.1093/tas/txab016>

319 VASDAL, G. *et al.* Management routines at the time of farrowing—effects on teat success  
320 and postnatal piglet mortality from loose housed sows. **Livestock Science**, v. 136, n. 2–3, p.  
321 225–231, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.09.012>

322 VIOTT, R. C. *et al.* Performance of low birth-weight piglets upon protein-energy and/or  
323 colostrum supplementation. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.  
324 70, n. 4, p. 1293–1300, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1590/1678-4162-9798>

325 XIE, C. *et al.* Developmental changes in hepatic glucose metabolism in a newborn piglet  
326 model: A comparative analysis for suckling period and early weaning period. **Biochemical**  
327 **and Biophysical Research Communications**, v. 470, n. 4, p. 824–830, 2016. Available at:  
328 <https://doi.org/10.1016/j.bbrc.2016.01.114>

329

330

331 **ANEXO A**332 Tabela Suplementar. Análise da composição<sup>1</sup> do óleo de coco utilizado no estudo.

<b>Item</b>	<b>Quantidade</b>
Kcal em 3 mL	25,85
<b>Análise de ácidos graxos (%)</b>	-
Ácido Butírico (C4:0)	<0,0003
Ácido Capróico (C6:0)	0,39
Ácido Caprílico (C8:0)	4,91
Ácido Cáprico (C10:0)	3,54
Ácido Undecanóico (C11:0)	0,04
Ácido Laurico (C12:0)	47,41
Ácido Tridecanóico (C13:0)	<0,0003
Ácido Mistérico (C14:0)	15,3
Ácido Miristoleico (C14:1)	<0,0003
Ácido Pentadecanóico (C15:0)	0,01
Ácido 10-Pentadecenóico (C15:1)	<0,0003
Ácido Palmítico (C16:0)	8,05
Ácido Palmitoleico (C16:1n7)	0,01
Ácido Margárico (C17:0)	0,02
Ácido cis-10-Ácido Heptadecenóico (C17:1)	<0,0003
Ácido Esteárico (C18:0)	2,29
Ácido Elaidico (C18:1n9t)	0,01
Ácido Oléico (C18:1)	14,68
Ácido Linolelaidico (C18:2n6t)	<0,0003
Ácido Linoleico LA (C18:2)	2,57
Ácido Gama-Linolênico GLA (C18:3)	<0,0003
Ácido Alfa-Linolênico LNA (C18:3)	0,04
Ácido Araquídico (C20:0)	0,12
Ácido Cis-11-Eicosenóico (C20:1n9)	0,09
Ácido Heneicosanóico (C21:0)	<0,0003
Ácido cis-11-,14-Eicosadienóico (C20:2)	<0,0003
Ácido cis-8,11,14-Eicosatrienóico	<0,0003

Ácido Araquidônico AA (C20:4n6)	<0,0003
Ácido cis-11,14,17-Eicosatrienóico	<0,0003
Ácido Behênico (C22:0)	0,03
Ácido Erúico (C22:1n9)	<0,0003
Ácido 5,8,11,14,17-EPA (C20:5n3)	<0,0003
Ácido Tricosanóico (C23:0)	0,01
Ácido cis-13,16-Docosadienóico	<0,0003
Ácido Lignocérico (C24:0)	0,06
Ácido Nervônico (C24:1n9)	<0,0003
Ácido Docosahexaenóico DHA (C22:6n3)	<0,0003
Gordura Monoinsaturada	14,8
Gordura Poliinsaturada	2,61
Gorduras Insaturadas	17,4
Gorduras Saturadas	82,2
Gorduras Trans	0,01
Ômega 3	0,04
Ômega 6	2,57
Ômega 9	14,79
Extrato Etéreo	99,61
Energia Bruta (cal/g)	9100

333 Valores em percentual, referentes a composição total;

334 <sup>1</sup> Resultados de análise bromatológica em laboratório comercial.

335

336

337

338

#### 339 **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

340 A mortalidade de leitões durante a lactação é um dos maiores problemas da suinocultura  
341 moderna, principalmente se tratando daqueles nascidos leves. As primeiras 24 h de vida são  
342 consideradas o período mais crítico, cuja principal causa de mortalidade é o esmagamento, em  
343 sua maioria predisposto pela hipotermia e inanição. Estas perdas acabam afetando  
344 economicamente a cadeia produtiva e, por isso, estratégias a fim de minimizá-las vem sendo  
345 discutidas.

346 Aquecer os leitões logo após o nascimento é uma alternativa eficaz na tentativa de  
347 diminuir a queda de temperatura corporal que acontece logo após ao nascimento, devido as  
348 diferenças na temperatura intra e extrauterina e independente do peso ao nascimento, mas sendo  
349 mais crítica em leitões leves. No entanto, as estratégias empregadas no presente trabalho para  
350 garantir uma maior temperatura dos leitões aos 30 min de vida não foram suficientes para  
351 aumentar o consumo de colostro, melhorar o desempenho e diminuir a mortalidade nas  
352 diferentes classes de peso ao nascimento.

353 O óleo de coco é um TCM que possui fácil e rápida absorção pelo fígado dos leitões,  
354 fornecendo rapidamente a energia disponível ainda que em pequenas doses. O fornecimento do  
355 óleo de coco após o nascimento foi uma estratégia utilizada a fim de garantir um melhor aporte  
356 energético aos leitões logo após o nascimento. Os resultados do estudo mostraram que o  
357 fornecimento do óleo de coco antes da ingestão do colostro resultou em uma diminuição da  
358 ingestão de colostro em leitões pesados e afetou, independente do peso ao nascer,  
359 negativamente no GPD e peso desses animais aos 10 e 20 dias. Os tratamentos também não  
360 resultaram em uma maior sobrevivência nos leitões tratados.

361 De maneira geral, são necessários mais estudos para conhecer melhor a demanda  
362 nutricional e energética dos leitões nas primeiras 24 h de vida, e definir qual a melhor  
363 composição e o melhor momento de fornecer os suplementos aos leitões para que se consiga  
364 um incremento na sobrevivência e desempenho durante a lactação.

365

366 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

367

368 AGRINESS. **Melhores da Suinocultura**. 13ª Edição. Florianópolis - SC, Brasil. p. 1–35,  
369 2020.

370 ANDERSEN, I. L.; HAUKVIK, I. A.; BØE, K. E. Drying and warming immediately after  
371 birth may reduce piglet mortality in loose-housed sows. **Animal**, v. 3, n. 4, p. 592–597, 2009.  
372 Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731108003650>

373 ANDERSEN, Inger Lise; NÆVDAL, E.; BØE, K. E. Maternal investment, sibling  
374 competition, and offspring survival with increasing litter size and parity in pigs (*Sus scrofa*).  
375 **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 65, n. 6, p. 1159–1167, 2011. Available at:  
376 <https://doi.org/10.1007/s00265-010-1128-4>

377 AZAIN, M. J. Effects of adding medium-chain triglycerides to sow diets during late gestation  
378 and early lactation on litter performance. **Journal of animal science**, v. 71, n. 11, p. 3011–  
379 3019, 1993. Available at: <https://doi.org/10.2527/1993.71113011x>

380 BAXTER, E. M. *et al.* Investigating the behavioural and physiological indicators of neonatal  
381 survival in pigs. **Theriogenology**, v. 69, n. 6, p. 773–783, 2008. Available at:  
382 <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2007.12.007>

383 BAXTER, E. M.; SCHMITT, O.; PEDERSEN, L. J. **The suckling and weaned piglet**. The  
384 Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2020. Available at:  
385 <https://doi.org/10.3920/978-90-8686-894-0>

386 BENEVENGA, N. J. *et al.* Utilization of Medium-Chain Triglycerides by Neonatal Piglets: I.  
387 Effects on Milk Consumption and Body Fuel Utilization. **Journal of Animal Science**, v. 67,  
388 n. 12, p. 3331, 1989. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas1989.67123331x>

389 BÉRARD, J. *et al.* Intrauterine crowding decreases average birth weight and affects muscle  
390 fiber hyperplasia in piglets1. **Journal of Animal Science**, v. 88, n. 10, p. 3242–3250, 2010.  
391 Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-2867>

392 BERG, S. *et al.* Piglet use of the creep area and piglet mortality - Effects of closing the piglets  
393 inside the creep area during sow feeding time in pens for individually loose-housed sows.  
394 **Animal Science**, v. 82, n. 2, p. 277–281, 2006. Available at:  
395 <https://doi.org/10.1079/ASC200633>

396 BERTHON, D.; HERPIN, P.; LE DIVIDICH, J. Shivering thermogenesis in the neonatal pig.  
397 **Journal of Thermal Biology**, v. 19, n. 6, p. 413–418, 1994. Available at:  
398 [https://doi.org/10.1016/0306-4565\(94\)90040-X](https://doi.org/10.1016/0306-4565(94)90040-X)

399 BRASIL. Instrução normativa nº 113, de 16 de dezembro de 2020. Estabelece os  
400 procedimentos gerais de Recomendações de Boas Práticas de Bem-Estar para Animais de  
401 Produção e de Interesse Econômico. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, D.F, p. 5,  
402 dez, 2020

403 BROWN, J. M. . *et al.* Welfare and production implications of teeth clipping and iron  
404 injection of piglets in outdoor systems in Scotland. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 27,  
405 n. 3–4, p. 95–105, 1996. Available at: [https://doi.org/10.1016/0167-5877\(96\)01013-6](https://doi.org/10.1016/0167-5877(96)01013-6)

406 BRUININX, E. M. A. M. *et al.* Effect of creep feed consumption on individual feed intake  
407 characteristics and performance of group-housed weanling pigs1. **Journal of Animal**  
408 **Science**, v. 80, n. 6, p. 1413–1418, 2002. Available at: <https://doi.org/10.2527/2002.8061413x>

409 CASELLAS, J. *et al.* Effect of medium- and long-chain triglyceride supplementation on small  
410 newborn-pig survival. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 67, n. 2-3 SPEC. ISS., p. 213–  
411 221, 2005. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2004.10.007>

412 CHARNECA, R. *et al.* Effect of litter birth weight standardization before first suckling on  
413 colostrum intake, passive immunization, pre-weaning survival, and growth of the piglets.  
414 **Animal**, v. 15, n. 4, p. 100184, 2021. Available at:  
415 <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100184>

416 CHARNECA, R.; NUNES, J. L. T.; LE DIVIDICH, J. Composición corporal y parámetros  
417 sanguíneos de lechones Alentejanos y Large White × Landrace recién nacidos. **Spanish**  
418 **Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 2, p. 317–325, 2010. Available at:  
419 <https://doi.org/10.5424/sjar/2010082-1192>

420 CHWEN, L. T. *et al.* Growth performance, plasma fatty acids, villous height and crypt depth  
421 of preweaning piglets fed with medium chain triacylglycerol. **Asian-Australasian Journal of**  
422 **Animal Sciences**, v. 26, n. 5, p. 700–704, 2013. Available at:  
423 <https://doi.org/10.5713/ajas.2012.12561>

424 DECALUWÉ, R. *et al.* Piglets’ colostrum intake associates with daily weight gain and  
425 survival until weaning. **Livestock Science**, v. 162, n. 1, p. 185–192, 2014. Available at:  
426 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2014.01.024>

427 DECLERCK, I. *et al.* Effects of energy supplementation to neonatal (very) low birth weight  
428 piglets on mortality, weaning weight, daily weight gain and colostrum intake. **Livestock**  
429 **Science**, v. 183, p. 48–53, 2016. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2015.11.015>

430 DECUYPERE, J. A.; DIERICK, N. A. The combined use of triacylglycerols containing  
431 medium-chain fatty acids and exogenous lipolytic enzymes as an alternative to in-feed

432 antibiotics in piglets: concept, possibilities and limitations. An overview. **Nutrition Research**  
433 **Reviews**, v. 16, n. 2, p. 193–210, 2003. Available at: <https://doi.org/10.1079/nrr200369>

434 DEVILLERS, N. *et al.* Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. **Animal Science**, v.  
435 78, n. 2, p. 305–313, 2004. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1357729800054096>

436 DEVILLERS, N. *et al.* Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. **Animal**,  
437 v. 1, n. 7, p. 1033–1041, 2007. Available at: <https://doi.org/10.1017/S175173110700016X>

438 DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglet  
439 survival and immunity. **Animal**, v. 5, n. 10, p. 1605–1612, 2011. Available at:  
440 <https://doi.org/10.1017/S175173111100067X>

441 DIAS, C.P.; DA SILVA, C.A.B; MANTECA, X. Problemas de bem-estar em suínos. In:  
442 **Bem-estar dos suínos**. Midiograf - Grafica e Editora. P.181-356, 2014.

443 DÍAZ, J. A. C. *et al.* Delaying pigs from the normal production flow is associated with health  
444 problems and poorer performance. **Porcine Health Management**, v. 3, n. July, 2017.  
445 Available at: <https://doi.org/10.1186/s40813-017-0061-6>

446 DOUGLAS, S. L. *et al.* Identification of risk factors associated with poor lifetime growth  
447 performance in pigs1. **Journal of Animal Science**, v. 91, n. 9, p. 4123–4132, 2013. Available  
448 at: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5915>

449 DOUGLAS, S. L.; EDWARDS, S. A.; KYRIAZAKIS, I. Are all piglets born lightweight  
450 alike? Morphological measurements as predictors of postnatal performance. **Journal of**  
451 **Animal Science**, v. 94, n. 8, p. 3510–3518, 2016. Available at:  
452 <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0142>

453 ELLIOT, J. I.; LODGE, G. A. Body composition and glycogen reserves in the neonatal pig  
454 during the first 96 hours postpartum. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 57, n. 1, p.  
455 141–150, 1977. Available at: <https://doi.org/10.4141/cjas77-017>

456 FARMER; EDWARDS, S. A. **The suckling and weaned piglet**. The Netherlands:  
457 Wageningen Academic Publishers, 2020. Available at: [https://doi.org/10.3920/978-90-8686-](https://doi.org/10.3920/978-90-8686-894-0)  
458 894-0

459 FARMER, C.; EDWARDS, S. A. Review: Improving the performance of neonatal piglets.  
460 **Animal**, 2021. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100350>

461 FARMER, C.; QUESNEL, H. Nutritional, hormonal, and environmental effects on colostrum  
462 in sows. **Journal of animal science**, v. 87, n. 13 Suppl, p. 56–64, 2009. Available at:  
463 <https://doi.org/10.2527/jas.2008-1203>

464 FELDPAUSCH, J. A. *et al.* Birth weight threshold for identifying piglets at risk for

465 preweaning mortality. **Translational Animal Science**, v. 3, n. 2, p. 633–640, 2019. Available  
466 at: <https://doi.org/10.1093/tas/txz076>

467 FERRARI, C. V. *et al.* Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and  
468 performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. **Preventive**  
469 **Veterinary Medicine**, v. 114, n. 3–4, p. 259–266, 2014. Available at:  
470 <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2014.02.013>

471 FIX, J. S. *et al.* Effect of piglet birth weight on body weight, growth, backfat, and longissimus  
472 muscle area of commercial market swine. **Livestock Science**, v. 127, n. 1, p. 51–59, 2010.  
473 Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2009.08.007>

474 FOXCROFT, G. R. *et al.* The biological basis for prenatal programming of postnatal  
475 performance in pigs<sup>1,2</sup>. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. suppl\_13, p. E105–E112,  
476 2006. Available at: [https://doi.org/10.2527/2006.8413\\_supplE105x](https://doi.org/10.2527/2006.8413_supplE105x)

477 FURTADO, C. *et al.* Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou  
478 locomotoras no desempenho de leitões lactentes. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, n. 4, p.  
479 1–7, 2012.

480 GREENBERGER, N. J., AND SKILLMAN, T. G. Medium-chain triglycerides, physiologic  
481 considerations and clinical implications. **The New England Journal of Medicine**, v. 280, n.  
482 19, p. 1045–1058, 1969.

483 HANCZAKOWSKA, E. The Use of Medium-Chain Fatty Acids in Piglet Feeding-A Review.  
484 **Annals of Animal Science**, v. 17, n. 4, p. 967–977, 2017. Available at:  
485 <https://doi.org/10.1515/aoas-2016-0099>

486 HE, Y. *et al.* Identifying factors contributing to slow growth in pigs. **Journal of Animal**  
487 **Science**, v. 94, n. 5, p. 2103–2116, 2016. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0005>

488 HERPIN, P.; LE DIVIDICH, J.; AMARAL, N. Effect of selection for lean tissue growth on  
489 body composition and physiological state of the pig at birth. **Journal of animal science**, v.  
490 71, n. 10, p. 2645–2653, 1993. Available at: <https://doi.org/10.2527/1993.71102645x>

491 HERPIN, Patrick; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and  
492 neonatal survival in pigs. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 25–45, 2002.  
493 Available at: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00183-5](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00183-5)

494 HURLEY, W.L. Composition of sow colostrum and milk. In: FARMER, C (Ed.). **The**  
495 **gestating and lactating sow**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers, p.193-229,  
496 2015.

497 JEAN, K.-B.; CHIANG, S.-H. Increased survival of neonatal pigs by supplementing medium-

498 chain triglycerides in late-gestating sow diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 76,  
499 n. 3–4, p. 241–250, 1999. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0377-8401\(98\)00224-7](https://doi.org/10.1016/S0377-8401(98)00224-7)

500 KAMMERSGAARD, T. S.; PEDERSEN, L. J.; JORGENSEN, E. Hypothermia in neonatal  
501 piglets: Interactions and causes of individual differences. **Journal of Animal Science**, v. 89,  
502 n. 7, p. 2073–2085, 2011. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2010-3022>

503 KEMP, B.; DA SILVA, C. L. A.; SOEDE, N. M. Recent advances in pig reproduction: Focus  
504 on impact of genetic selection for female fertility. **Reproduction in Domestic Animals**, v.  
505 53, n. March, p. 28–36, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1111/rda.13264>

506 LE BLANC, J.; MOUNT, L. E. Effects of Noradrenaline and Adrenaline on Oxygen  
507 Consumption Rate and Arterial Blood Pressure in the Newborn Pig. **Nature**, v. 220, n. 5156, p.  
508 862–863, 1968.

509 LE DIVIDICH, J.; HERPIN, P.; ROSARIO-LUDOVINO, R. M. Utilization of colostrum  
510 energy by the newborn pig. **Journal of animal science**, v. 72, n. 8, p. 2082–2089, 1994.  
511 Available at: <https://doi.org/10.2527/1994.7282082x>

512 LE DIVIDICH, J.; NOBLET, J. Colostrum Intake and Thermoregulation in the Neonatal Pig  
513 in Relation to Environmental Temperature. **Neonatology**, v. 40, n. 3–4, p. 167–174, 1981.  
514 Available at: <https://doi.org/10.1159/000241486>

515 LE DIVIDICH, J.; ROOKE, J. A.; HERPIN, P. Nutritional and immunological importance of  
516 colostrum for the new-born pig. **Journal of Agricultural Science**, v. 143, n. 6, p. 469–485,  
517 2005. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0021859605005642>

518 LEE, H. F.; CHIANG, S. H. Energy value of medium-chain triglycerides and their efficacy in  
519 improving survival of neonatal pigs. **Journal of animal science**, v. 72, n. 1, p. 133–138,  
520 1994. Available at: <https://doi.org/10.2527/1994.721133x>

521 LEPINE, A. J. *et al.* Effect of colostrum or medium-chain triglyceride supplementation on the  
522 pattern of plasma glucose, non-esterified fatty acids and survival of neonatal pigs. **Journal of**  
523 **animal science**, v. 67, n. 4, p. 983–990, 1989. Available at:  
524 <https://doi.org/10.2527/jas1989.674983x>

525 MANZKE, N. E. *et al.* Efficacy of energy supplementation on growth performance and  
526 immune response of suckling pigs. **Journal of Animal Science**, v. 96, n. 11, p. 4723–4730,  
527 2018. Available at: <https://doi.org/10.1093/jas/sky335>

528 MELLOR, D. J.; COCKBURN, F. A COMPARISON OF ENERGY METABOLISM IN  
529 THE NEW-BORN INFANT, PIGLET AND LAMB. **Quarterly Journal of Experimental**  
530 **Physiology**, v. 71, n. 3, p. 361–379, 1986.

531 MILLIGAN, B. N.; DEWEY, C. E.; DE GRAU, A. F. Neonatal-piglet weight variation and  
532 its relation to pre-weaning mortality and weight gain on commercial farms. **Preventive**  
533 **Veterinary Medicine**, v. 56, n. 2, p. 119–127, 2002. Available at:  
534 [https://doi.org/10.1016/S0167-5877\(02\)00157-5](https://doi.org/10.1016/S0167-5877(02)00157-5)  
535 MILLIGAN, B. N.; FRASER, D.; KRAMER, D. L. Birth weight variation in the domestic  
536 pig: Effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. **Applied Animal**  
537 **Behaviour Science**, v. 73, n. 3, p. 179–191, 2001. Available at:  
538 [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(01\)00136-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(01)00136-8)  
539 MOTA-ROJAS, D. *et al.* Animal welfare in the newborn piglet: A review. **Veterinarni**  
540 **Medicina**, v. 57, n. 7, p. 338–349, 2012. Available at: [https://doi.org/10.17221/6262-](https://doi.org/10.17221/6262-VETMED)  
541 VETMED  
542 MUNS, R. *et al.* High environmental temperature around farrowing induced heat stress in  
543 crated sows. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 1, p. 377–384, 2016. Available at:  
544 <https://doi.org/10.2527/jas.2015-9623>  
545 ODLE, J.BENEVENGA, N. J.; CRENSHAW, T. D. Utilization of medium-chain  
546 triglycerides by neonatal piglets: I. Effects on milk consumption and body fuel utilization.  
547 **Journal of animal science**, v. 67, n. 12, p. 3331–3339, 1989. Available at:  
548 <https://doi.org/10.2527/jas1989.67123331x>  
549 ODLE, J.; BENEVENGA, N. J.; CRENSHAW, T. D. Utilization of medium-chain  
550 triglycerides by neonatal piglets: Chain length of even- and odd-carbon fatty acids and  
551 apparent digestion/absorption and hepatic metabolism. **Journal of Nutrition**, v. 121, n. 5, p.  
552 605–614, 1991. Available at: <https://doi.org/10.1093/jn/121.5.605>  
553 ODLE, Jack. New Insights into the Utilization of Medium-Chain Triglycerides by the  
554 Neonate: Observations from a Piglet Model. **The Journal of Nutrition**, v. 127, n. 6, p. 1061–  
555 1067, 1997. Available at: <https://doi.org/10.1093/jn/127.6.1061>  
556 OLIVIERO, C.; JUNNIKKALA, S.; PELTONIEMI, O. The challenge of large litters on the  
557 immune system of the sow and the piglets. **Reproduction in Domestic Animals**, v. 54, n. S3,  
558 p. 12–21, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1111/rda.13463>  
559 PANZARDI, A. *et al.* Newborn piglet traits associated with survival and growth performance  
560 until weaning. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 110, n. 2, p. 206–213, 2013. Available at:  
561 <https://doi.org/10.1016/j.prevetmed.2012.11.016>  
562 PATTERSON, J. *et al.* Associations among individual gilt birth weight, litter birth weight  
563 phenotype, and the efficiency of replacement gilt production. **Journal of Animal Science**, v.

564 98, n. 11, p. 1–13, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1093/jas/skaa331>

565 PATTISON, R. J. *et al.* Hypothermia and its attempted control in newborn piglets.

566 **Proceedings of the British Society of Animal Production (1972)**, v. 1990, n. 81, p. 81–81,

567 1990. Available at: <https://doi.org/10.1017/S0308229600018626>

568 PEDERSEN, L. J.; LARSEN, M. L. V.; MALMKVIST, J. The ability of different thermal

569 aids to reduce hypothermia in neonatal piglets. **Journal of Animal Science**, v. 94, n. 5, p.

570 2151–2159, 2016. Available at: <https://doi.org/10.2527/jas.2015-0219>

571 PERE, M. C.; ETIENNE, M. Uterine blood flow in sows: Effects of pregnancy stage and litter

572 size. **Reproduction Nutrition Development**, v. 40, n. 4, p. 369–382, 2000. Available at:

573 <https://doi.org/10.1051/rnd:2000105>

574 PLUSKE, J. R.; HAMPSON, D. J.; WILLIAMS, I. H. Factors influencing the structure and

575 function of the small intestine in the weaned pig: a review. **Livestock Production Science**, v.

576 51, n. 1–3, p. 215–236, 1997. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(97\)00057-2](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(97)00057-2)

577 QUESNEL, H. Colostrum production by sows: Variability of colostrum yield and

578 immunoglobulin G concentrations. **Animal**, v. 5, n. 10, p. 1546–1553, 2011. Available at:

579 <https://doi.org/10.1017/S175173111100070X>

580 QUESNEL, H. *et al.* Influence of some sow characteristics on within-litter variation of piglet

581 birth weight. **Animal**, v. 2, n. 12, p. 1842–1849, 2008. Available at:

582 <https://doi.org/10.1017/S175173110800308X>

583 QUESNEL, H.; FARMER, C.; DEVILLERS, N. Colostrum intake: Influence on piglet

584 performance and factors of variation. **Livestock Science**, v. 146, n. 2–3, p. 105–114, 2012.

585 Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2012.03.010>

586 QUESNEL, H.; FARMER, C.; THEIL, P.K. Colostrum and milk production. In: Farmer, C

587 (Ed.). **The gestating and lactating sow**. Wageningen: Wageningen Academic Publishers,

588 p.193-229, 2015.

589 QUINIOU, N.; DAGORN, J.; GAUDRÉ, D. Variation of piglets' birth weight and

590 consequences on subsequent performance. **Livestock Production Science**, v. 78, n. 1, p. 63–

591 70, 2002. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0301-6226\(02\)00181-1](https://doi.org/10.1016/S0301-6226(02)00181-1)

592 RANGSTRUP-CHRISTENSEN, L. *et al.* Causes of preweaning mortality in organic outdoor

593 sow herds. **Research in Veterinary Science**, v. 118, n. February, p. 171–180, 2018.

594 Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2018.02.010>

595 ROEHE, R. Genetic determination of individual birth weight and its association with sow

596 productivity traits using Bayesian analyses. **Journal of Animal Science**, v. 77, n. 2, p. 330–

597 343, 1999. Available at: <https://doi.org/10.2527/1999.772330x>

598 RUTHERFORD, K. M. D. *et al.* The welfare implications of large litter size in the domestic  
599 pig I: Biological factors. **Animal Welfare**, v. 22, n. 2, p. 199–218, 2013. Available at:  
600 <https://doi.org/10.7120/09627286.22.2.199>

601 SANTOS, L. S. *et al.* Sows' parity and coconut oil postnatal supplement on piglets  
602 performance. **Revista MVZ Cordoba**, v. 20, n. 2, p. 4513–4521, 2015. Available at:  
603 <https://doi.org/10.21897/rmvz.54>

604 SCHMITT, O. *et al.* A single dose of fat-based energy supplement to light birth weight pigs  
605 shortly after birth does not increase their survival and growth. **Animals**, v. 9, n. 5, 2019.  
606 Available at: <https://doi.org/10.3390/ani9050227>

607 SEERLEY, R. W.; POOLE, D. R. Effect of Prolonged Fasting on Carcass Composition and  
608 Blood Fatty Acids and Glucose of Neonatal Swine. **The Journal of Nutrition**, v. 104, n. 2, p.  
609 210–217, 1974. Available at: <https://doi.org/10.1093/jn/104.2.210>

610 SMIT, M. N. *et al.* Consequences of a low litter birth weight phenotype for postnatal lean  
611 growth performance and neonatal testicular morphology in the pig. **Animal**, v. 7, n. 10, p.  
612 1681–1689, 2013. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731113001249>

613 SUÁREZ-TRUJILLO, A. *et al.* A standardized model to study effects of varying 24-h  
614 colostrum dose on postnatal growth and development. **Translational Animal Science**, v. 4, n.  
615 4, p. 1–6, 2020. Available at: <https://doi.org/10.1093/tas/txaa212>

616 ŚWIĄTKIEWICZ, M. *et al.* Effect of maternal diet and medium chain fatty acids  
617 supplementation for piglets on their digestive tract development, structure, and chyme acidity  
618 as well as performance and health status. **Animals**, v. 10, n. 5, 2020. Available at:  
619 <https://doi.org/10.3390/ani10050834>

620 TANTIBHEDHYANGKUL, P.; HASHIM, S. A. Medium-chain triglyceride feeding in  
621 premature infants: effects on fat and nitrogen absorption. **Pediatrics**, v. 55, n. 3, p. 359–370,  
622 1975. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1170544>

623 THEIL, P. K.; LAURIDSEN, C.; QUESNEL, H. Neonatal piglet survival: Impact of sow  
624 nutrition around parturition on fetal glycogen deposition and production and composition of  
625 colostrum and transient milk. **Animal**, v. 8, n. 7, p. 1021–1030, 2014. Available at:  
626 <https://doi.org/10.1017/S1751731114000950>

627 TOKACH, M. D. *et al.* Review: Nutrient requirements of the modern high-producing  
628 lactating sow, with an emphasis on amino acid requirements. **Animal**, v. 13, n. 12, p. 2967–  
629 2977, 2019. Available at: <https://doi.org/10.1017/S1751731119001253>

630 VAN DIJK, A. J. *et al.* Factors affecting duration of the expulsive stage of parturition and  
631 piglet birth intervals in sows with uncomplicated, spontaneous farrowings. **Theriogenology**,  
632 v. 64, n. 7, p. 1573–1590, 2005. Available at:  
633 <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2005.03.017>

634 VANDE POL, K. D. *et al.* Effect of drying and/or warming piglets at birth on rectal  
635 temperature over the first 24 h after birth. **Translational Animal Science**, v. 4, n. 4, p. 1–9,  
636 2020. Available at: <https://doi.org/10.1093/tas/txaa184>

637 VANDE POL, K. D. *et al.* Effect of drying and warming piglets at birth on preweaning  
638 mortality. **Translational Animal Science**, v. 5, n. 1, p. 1–12, 2021a. Available at:  
639 <https://doi.org/10.1093/tas/txab016>

640 VANDE POL, K. D. *et al.* Effect of within-litter birth weight variation after cross-fostering  
641 on piglet preweaning growth and mortality. **Translational Animal Science**, v. 5, n. 3, p. 1–  
642 12, 2021b. Available at: <https://doi.org/10.1093/tas/txab039>

643 VANDEN HOLE, C. *et al.* Does intrauterine crowding affect locomotor development? A  
644 comparative study of motor performance, neuromotor maturation and gait variability among  
645 piglets that differ in birth weight and vitality. **PLOS ONE**, v. 13, n. 4, p. e0195961, 2018.  
646 Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195961>

647 VASDAL, G. *et al.* Management routines at the time of farrowing—effects on teat success  
648 and postnatal piglet mortality from loose housed sows. **Livestock Science**, v. 136, n. 2–3, p.  
649 225–231, 2011. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2010.09.012>

650 VILLANUEVA-GARCÍA, D. *et al.* Hypothermia in newly born piglets: Mechanisms of  
651 thermoregulation and pathophysiology of death. **Journal of Animal Behaviour and**  
652 **Biometeorology**, v. 9, n. 1, 2021. Available at: <https://doi.org/10.31893/JABB.21001>

653 WAGSTROM, E. A.; YOON, K. J.; ZIMMERMAN, J. J. Immune components in porcine  
654 mammary secretions. **Viral Immunology**, v. 13, n. 3, p. 383–397, 2000. Available at:  
655 <https://doi.org/10.1089/08828240050144699>

656 WEARY, D. M.; FRASER, D. Partial tooth-clipping of suckling pigs: effects on neonatal  
657 competition and facial injuries. **Applied Animal Behaviour Science**, v. 65, n. 1, p. 21–27,  
658 1999. Available at: [https://doi.org/10.1016/S0168-1591\(99\)00052-0](https://doi.org/10.1016/S0168-1591(99)00052-0)

659 WIENTJES, J. G. M. *et al.* Piglet uniformity and mortality in large organic litters: Effects of  
660 parity and pre-mating diet composition. **Livestock Science**, v. 144, n. 3, p. 218–229, 2012.  
661 Available at: <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2011.11.018>

662 WISE, T.; ROBERTS, A. J.; CHRISTENSON, R. K. Relationships of Light and Heavy

663 Fetuses to Uterine Position, Placental Weight, Gestational Age, and Fetal Cholesterol  
664 Concentrations. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 8, p. 2197–2207, 1997. Available at:  
665 <https://doi.org/10.2527/1997.7582197x>  
666 WOLF, J.; ŽÁKOVÁ, E.; GROENEVELD, E. Within-litter variation of birth weight in  
667 hyperprolific Czech Large White sows and its relation to litter size traits, stillborn piglets and  
668 losses until weaning. **Livestock Science**, v. 115, n. 2–3, p. 195–205, 2008. Available at:  
669 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2007.07.009>  
670 ZENTEK, J. *et al.* Nutritional and physiological role of medium-chain triglycerides and  
671 medium-chain fatty acids in piglets. **Animal health research reviews / Conference of**  
672 **Research Workers in Animal Diseases**, v. 12, n. 1, p. 83–93, 2011. Available at:  
673 <https://doi.org/10.1017/S1466252311000089>