

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

**“FORNECIMENTO ORAL DE SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS EM  
LEITÕES NEONATOS DE BAIXO PESO.”**

**ANDERSON DOUGLAS KUMMER**

**PORTO ALEGRE  
2015**

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

“FORNECIMENTO ORAL DE SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS EM  
LEITÕES NEONATOS DE BAIXO PESO.”

**Autor:** Anderson Douglas Kummer

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

**Orientador:** Prof. Ivo Wentz

PORTO ALEGRE

2015

## CIP - Catalogação na Publicação

Kummer, Anderson Douglas

FORNECIMENTO ORAL DE SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS EM  
LEITÕES NEONATOS DE BAIXO PESO. / Anderson Douglas  
Kummer. -- 2015.

53 f.

Orientador: Ivo Wentz.

Coorientadores: Fernando Pandolfo Bortolozzo,  
Mari Lourdes Bernardi.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do  
Rio Grande do Sul, Faculdade de Veterinária,  
Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias,  
Porto Alegre, BR-RS, 2015.

1. Leitões neonatos de baixo peso. 2. Mortalidade  
e Desempenho de leitões até o desmame. I. Wentz,  
Ivo, orient. II. Bortolozzo, Fernando Pandolfo,  
coorient. III. Bernardi, Mari Lourdes, coorient. IV.  
Título.

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

Anderson Douglas Kummer

“FORNECIMENTO ORAL DE SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS EM LEITÕES  
NEONATOS DE BAIXO PESO.”

Aprovado em 05 de Março de 2015

APROVADO POR:

---

Ivo Wentz - Orientador e Presidente da Comissão

---

Andréa Machado Leal Ribeiro - Membro da Comissão

---

Paulo Eduardo Bennemann - Membro da Comissão

---

Ender Rosana Oberst - Membro da Comissão

## AGRADECIMENTOS

Agradeço muito à minha família, meus pais Bruno e Eloá, e meus irmãos Vinícius, Jonathan e Heitor pelo incentivo, afeto, ajuda, compreensão e por sempre acreditarem em mim.

À minha namorada Camila, pelo carinho, amizade e pelo apoio em todos os momentos desta etapa. Obrigado por tudo.

Ao meu orientador Prof. Dr. Ivo Wentz, Coorientadores Prof. Dr. Fernando Bortolozzo e a Profa. Dr. Mari Bernardi. E também ao Prof. Dr. David Barcellos. Agradeço a todos principalmente pela oportunidade de realizar o mestrado e a imensa bagagem de ensinamentos transmitidos, também à ética profissional e a amizade. Muito Obrigado.

Aos colegas da pós-graduação do setor de suínos Edegar, Evandro, Letícia, Fabiane, Karine, Maria Clara, Angélica, Mateus, Cristina, Diogo, Rafael Ulguim, Rafael Viott, Amanda, Mariana, Luciane e Ana Paula. É uma satisfação em ter vocês como colegas de profissão e pela amizade.

Aos que são e os que já foram estagiários ou bolsistas do setor de suínos; Jonas, Luiza P., Carine, Caroline V., Caroline M., Felipe, José Zacarias, Júlia, Giuliano, Giuliana, Guilherme, Thomas, Henrique, Luisa Z., Vitória, Marcos, Taciane e Gabriel. Agradeço pela amizade e colaboração.

À empresa Master Agropecuária por permitir que o experimento fosse realizado em suas instalações e a toda equipe de funcionários pela colaboração.

À Agrocere PIC<sup>®</sup> pelo apoio financeiro para a realização do projeto.

À Huvepharma pelo auxílio para realizar o experimento.

Ao Programa de pós-graduação da UFRGS pela oportunidade.

À CAPES pelo apoio financeiro.

## RESUMO

### FORNECIMENTO ORAL DE SUPLEMENTOS NUTRICIONAIS EM LEITÕES NEONATOS DE BAIXO PESO.

Autor: Anderson Douglas Kummer

Orientador: Prof. Ivo Wentz

Coorientador: Prof. Fernando Pandolfo Bortolozzo

Prof<sup>a</sup> Mari Lourdes Bernardi

O objetivo do estudo foi avaliar o consumo de colostro, concentração sérica de imunoglobulina G, temperatura retal, ganho de peso e mortalidade de leitões neonatos de peso abaixo da média submetidos ao fornecimento oral de suplementos nutricionais nas primeiras horas de vida. Leitões com peso ao nascimento entre 794 e 1315g foram selecionados e distribuídos aleatoriamente entre quatro tratamentos de acordo com o fornecimento de suplemento nutricional: Controle (n=305), Lianol (n=306), Biostart (n=306) e Lianol+Biostart (n=305). Lianol Colostro® é um suplemento proteico e o Biostart® é um suplemento vitamínico mineral. Os leitões foram acompanhados do nascimento até o desmame. Nas primeiras  $24,3 \pm 0,04$ h após o nascimento os leitões permaneceram na mãe biológica e, após, foram uniformizados em mães adotivas formando leitegadas de 12 leitões igualmente distribuídos entre os tratamentos (03 leitões de cada tratamento). Nas 24 h após o nascimento, foi efetuada a mensuração da temperatura retal, coletou-se sangue para mensurar a concentração sérica de Imunoglobulina G, e foi aferido o peso dos leitões para estimar o consumo de colostro. A mortalidade foi registrada diariamente e foi realizada a necropsia para definir a causa da morte. As pesagens foram realizadas ao nascimento, na uniformização e aos 07 e 20 dias após o nascimento. Não houve efeito do tratamento ( $P>0,05$ ) sobre o peso e o ganho de peso em nenhum dos momentos avaliados. A suplementação não teve efeito na temperatura retal, consumo de colostro e concentração sérica de IgG ( $P>0,05$ ). Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos nas taxas de mortalidade, nos dias 3, 7 e 20 após o nascimento ( $P>0,05$ ), porém quando foi estratificado em classes de peso, redução na taxa de mortalidade até 20 dias ( $P\leq 0,05$ ) foi verificada nos grupos Lianol, Biostart e Lianol+Biostart em comparação ao grupo Controle, nos leitões de peso ao nascimento de 1000-1225g. As causas de mortalidade ficaram distribuídas em: esmagamento (4,8%), diarreia (1,8%), subnutrição (1,1%) e outras causas (1,0%). Nos grupos Lianol e Biostart houve menor taxa de mortalidade pré-desmame sobre as causas de mortes agrupadas por esmagamento e desnutrição, quando comparados ao grupo controle ( $P<0,05$ ). Em conclusão, a suplementação com Lianol ou Biostart não teve efeito sobre a temperatura retal, o consumo de colostro, a concentração sérica de IgG e o ganho de peso, mas foi verificada menor taxa de mortalidade em leitões com peso ao nascimento entre 1000 e 1225g, além de reduzir a mortalidade causada por esmagamento e desnutrição.

**Palavras-chave:** taxa de mortalidade, ganho de peso, consumo de colostro, uniformização, Lianol ® Colostro, Biostart ®.

## ABSTRACT

### ORAL SUPPLY OF NUTRITIONAL SUPPLEMENTS IN NEWBORN PIGLETS OF LOW BIRTH WEIGHT

*Author: Anderson Douglas Kummer*

*Advisor: Prof. Dr. Ivo Wentz*

*Co-advisor: Prof. Dr. Fernando Pandolfo Bortolozzo*

*Prof. Dr. Mari Lourdes Bernardi*

*The aim of this study was to evaluate parameters such as colostrum consumption, serum immunoglobulin G, rectal temperature, weight gain and mortality of low birth weight neonate piglets receiving oral supply of nutritional supplements in the first hours of life. At birth, piglets with weighing 794 to 1315 g were selected and randomly distributed among four treatments according to the nutritional supplement provided: Control (n = 305), Lianol (n = 306), Biostart (n = 306) and Lianol+Biostart (n = 305). Lianol Coloastro® is a protein supplement and the Biostart® is a mineral vitamin supplement. The piglets were followed from birth to weaning. At the first  $24.3 \pm 0.04$  h after birth piglets remained with biological mother and after that they were equalized in foster dams forming litters of 12 piglets equally distributed among treatments (3 piglets of each treatment). At 24 h after birth, rectal temperature was measured, blood was collected to measure serum immunoglobulin G and piglets were weighed to estimate colostrum consumption. Mortality was recorded daily and necropsy was performed to determine the cause of death. Weight was obtained at birth, at equalizing and at 7 and 20 days after birth. There was no treatment effect ( $P > 0.05$ ) on weight and weight gain in all evaluated moments. Supplementation had no effect on rectal temperature, colostrum consumption and serum IgG ( $P > 0.05$ ). There was no difference ( $P > 0.05$ ) among treatments in mortality rate on days 3, 7 and 20 after birth ( $P > 0.05$ ) but when were stratified into weight classes, reduction in mortality rate up to 20 days ( $P \leq 0.05$ ) was observed in Lianol, Biostart and Lianol+Biostart groups compared with the Control group, in piglets weighing 1000-1225g at birth. The causes of death were distributed: Crush (4.8%), diarrhea (1.8%), malnutrition (1.1%) and other causes (1.0%). In Lianol and Biostart groups had lower pre-weaning mortality due to crushing and undernutrition, compared with the Control group ( $P < 0.05$ ). In conclusion, supplementation with Lianol or Biostart had no effect on rectal temperature, colostrum consumption, serum concentration IgG and weight gain, but mortality caused by crushing and undernutrition was reduced, and piglets weighing 1000-1225g had their mortality reduced.*

**Keywords:** *mortality rate, weight gain, colostrum consumption, equalization, Lianol ® Coloastro, Biostart ®.*

## LISTA DE TABELAS

Tabelas inseridas na Revisão Bibliográfica		Página
Tabela 1	Taxa cumulativa de mortalidade de acordo com classes de peso ao nascimento de leitões lactentes em uma Unidade Produtora de Leitões localizada no Estado do Rio Grande do Sul.	13
Tabelas inseridas no Artigo Científico		
Tabela 1	Consumo de colostro, temperatura retal (TR24h) e concentração sérica de imunoglobulina G (IgG) dos leitões, 24 h após o nascimento, de acordo com a administração ou não de suplemento nutricional no primeiro dia de vida.	42
Tabela 2	Taxa de mortalidade cumulativa ao longo do período de amamentação, de acordo com a administração ou não de suplemento nutricional no primeiro dia de vida.	43
Tabela 3	Taxa de mortalidade até o dia 20 após o nascimento de acordo com a administração ou não de suplemento nutricional no primeiro dia de vida em leitões distribuídos em três classes de peso ao nascimento.	44
Tabela 3	Peso e ganho de peso diário em leitões até os dias 1, 7 e 20 após o nascimento de acordo com a administração ou não de suplemento nutricional no primeiro dia de vida.	45



## LISTA DE FIGURAS

Figuras inseridas na Revisão Bibliográfica	Página
Figura 1 Mortalidade de leitões até 42 dias de idade de acordo com várias escalas de ingestão de colostro.	21

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	10
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	12
<b>2.1. Aspectos relacionados com o peso do leitão ao nascimento</b> .....	12
2.1.1. Variação do peso ao nascer .....	12
2.1.2. Relação peso ao nascer e a mortalidade de leitões .....	13
2.1.3. Relação peso ao nascer e desempenho de leitões .....	15
<b>2.2. Manejo da Uniformização</b> .....	16
2.2.1. Mortalidade e Desempenho <i>versus</i> categorias de leitões uniformizados .....	17
2.2.2. Momento da uniformização.....	18
<b>2.3. Aspectos importantes relacionados ao colostro</b> .....	18
2.3.1. Consumo de colostro .....	19
2.3.2. Aspectos imunológicos.....	21
<b>2.4. Aspectos nutricionais dos leitões</b> .....	22
2.4.1. Reservas corporais do leitão recém-nascido.....	22
2.4.2. Fontes de suplementação para neonatos .....	24
<b>3. ARTIGO CIENTÍFICO</b> .....	27
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	47

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente as fêmeas suínas dos plantéis comerciais são hiperprolíficas. O maior número de leitões nascidos por parto representa maior desafio dos suinocultores em relação às práticas de manejos adotadas na maternidade, principalmente para fazer sobreviver o maior número possível de leitões. Leitegadas grandes possuem uma consequência de um problema que é a redução do peso médio ao nascer bem como o aumento da variação do peso dos leitões de uma mesma leitegada (QUINIOU *et al.* 2002). Uma alta quantidade de leitões de baixo peso ao nascer pode afetar a rentabilidade da produção de suínos, pois, além destes leitões expressarem altas taxas de mortalidade neonatal, os que sobrevivem possuem baixo desempenho subsequente (TUCHSCHERER *et al.* 2000; QUINIOU *et al.* 2002). A taxa de mortalidade de leitões na maternidade é muito variável entre granjas ou países, com valores médios relatados entre 4,7 % (FURTADO *et al.* 2012), até 12% (KILBRIDE *et al.* 2012) e estas perdas tem forte impacto na produtividade de um plantel.

Dentre as perdas na maternidade, a mortalidade neonatal é muito expressiva, pois entre 39 a 60% das mortes pré desmame ocorreram nos primeiros três dias de após o nascimento (VAN DER LENDE *et al.* 2001; FURTADO *et al.* 2012) e as primeiras 24 horas após o nascimento representam o período mais crítico. A principal causa de mortalidade neonatal está associada ao baixo consumo de colostro de leitões com baixo peso ao nascer (FERRARI *et al.* 2014), pois estes são menos vigorosos e precisam de mais tempo para efetuar a primeira mamada (SPICER *et al.* 1986). Além disso, leitões leves ao nascer possuem menor reserva energética e uma maior superfície corporal em relação ao seu peso (HERPIN *et al.* 2002), ficando ainda mais predispostos a subnutrição e hipotermia.

Devido ao baixo peso ao nascer e o alto percentual de mortalidade neonatal, uma estratégia de manejo com os leitões de baixo peso ao nascimento é a uniformização das leitegadas por peso e número. Quando realizado corretamente, a uniformização pode aumentar as chances de sobrevivência e melhorar o ganho de peso dos leitões durante a lactação (ROBERT e MARTINEAU, 2001). Teoricamente, a combinação do fornecimento de um suplemento oral no período mais crítico e da uniformização dos leitões com peso abaixo da média poderia ser uma alternativa para melhorar a taxa de sobrevivência e o ganho de peso no período pré desmame. Dentre o fornecimento oral de suplementos, fontes energéticas de ácidos graxos de cadeia curta e média já foram

estudadas e podem apresentar resultados positivos na sobrevivência (CHIANG *et al.* 1990; CASELLAS *et al.* 2005). Entretanto, os resultados obtidos nessas avaliações são contraditórios frente a outros estudos (LEPINE *et al.* 1989; LEE e CHIANG, 1994; MUNS *et al.* 2014). Com o nascimento de leitegadas numerosas e com baixo peso ao nascer é fundamental direcionar estratégias que melhorem a chance de sobrevivência e o desempenho dos leitões mais leves. Nesse sentido, estratégias de manejo com suplementação oral direcionadas a leitões neonatos de baixo peso ao nascer são pouco estudadas.

O objetivo do presente estudo foi avaliar parâmetros de mortalidade, desempenho, consumo de colostro, concentrações séricas de imunoglobulina G e temperatura retal de leitões neonatos de peso abaixo da média submetidos ao fornecimento oral de suplementos nutricionais nas primeiras horas de vida.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Aspectos relacionados com o peso do leitão ao nascimento

#### 2.1.1. Variação do peso ao nascer

A heterogeneidade no peso do leitão ao nascimento é uma realidade na suinocultura moderna. A hiperprolificidade das matrizes suínas de linhagens melhoradas geneticamente resultou em um maior número de leitões nascidos por leitegada, no entanto por consequência veio acompanhado de um problema que é a redução do peso médio ao nascer bem como o aumento da variação do peso destes leitões de uma mesma leitegada (QUINIOU *et al.* 2002). Diversas são as circunstâncias possíveis que envolvem o peso ao nascimento dos leitões, entre elas; a hiperprolificidade (FOXCROFT *et al.* 2006), eficiência placentária e capacidade uterina (ASHWORTH *et al.* 2001), crescimento intrauterino retardado e aspectos nutricionais da fêmea durante a gestação (WU *et al.* 2006).

A prevalência de leitões com baixo peso ao nascer aumenta em fêmeas suínas hiperprolíficas. Isso pode ser explicado devido às altas taxas de ovulações e sem aumento no espaço uterino, a capacidade uterina se torna o fator mais limitante para o crescimento fetal, e esse excedente de fetos pode reduzir o peso médio da leitegada (FOXCROFT *et al.* 2006). Porém, Knol *et al.* (2010) demonstraram que a relação entre tamanho da leitegada e peso ao nascimento é pouco explicada ( $R^2=0,2437$ ). Sabe-se que algumas fêmeas aparentemente produzem uma leitegada mais uniforme quando comparadas a outras leitegadas. No entanto, o conhecimento genético sobre esta característica e seu efeito na sobrevivência e viabilidade destes leitões ainda é muito limitado.

Uma alta quantidade de leitões de baixo peso ao nascer pode afetar a rentabilidade da produção de suínos, pois, além destes leitões expressarem altas taxas de mortalidade neonatal, os que sobrevivem possuem baixo desempenho subsequente (TUCHSCHERER *et al.* 2000; QUINIOU *et al.* 2002). Cole e Varley (2000), observaram que o peso ao nascimento é responsável por 37% na variação do peso ao desmame. Além do mais, estes leitões de baixo peso ao nascer têm sido associados com carcaças de pior qualidade na idade do abate (GONDRET *et al.* 2005).

### 2.1.2. Relação peso ao nascer e a mortalidade de leitões

A mortalidade pré-desmame causa perdas consideráveis na suinocultura e muitos estudos têm sido feitos para identificar os fatores envolvidos. Neste sentido, vários autores apontam que o fator mais importante para a sobrevivência dos leitões neonatos é o seu peso ao nascer.

Os leitões mais propensos à mortalidade apresentam média de peso ao nascimento inferior a 1 kg. Spicer *et al.* (1986), verificaram mortalidade de 50% entre nascidos com peso inferior a 800 g, enquanto os nascidos acima de 1,0 kg não superaram 13,2% de mortalidade. Quiniou *et al.* (2002), observaram que houve 85% de mortalidade até o desmame dos leitões com peso ao nascimento menor que 0,6 kg, e na categoria de peso entre 0,6 e 0,8 kg ao nascimento a mortalidade foi de 52%. Furtado *et al.* (2012), formaram várias classes de peso ao nascimento e observaram diferenças ( $P < 0,05$ ) quando compararam leitões leves (>600 – 900g) com outras classes de peso, sendo essa diferença já observada aos 3 dias de vida Tabela 1.

Tabela 1: Taxa cumulativa de mortalidade de acordo com classes de peso ao nascimento de leitões lactentes em uma Unidade Produtora de Leitões localizada no Estado do Rio Grande do Sul.

Variável	Mortalidade			
	n (%)	Até 3 dias n (%)	Até 7 dias n (%)	Até 21 dias n (%)
Classes de peso ao nascimento				
>600 – 900 g	83 (4,1)	12 (14,5)a	23 (27,7)a	24 (28,9)a
>900 – 1200 g	279 (13,9)	6 (2,1)b	17 (6,1)b	23 (8,2)b
>1200 – 1500 g	522 (26,0)	10 (1,9)b	18 (3,4)bd	20 (3,8)c
>1500 – 1800 g	620 (30,9)	6 (1,0)b	7 (1,1)c	12 (1,9)d
>1800 – 2100 g	378 (18,9)	2 (0,5)b	9 (2,4)cd	14 (3,7)cd
>2100 g	122 (6,1)	1 (0,8)b	1 (0,8)cd	2 (1,6)cd
Média total acumulada	2004 (100)	37 (39)	75 (79)	95 (100)

a, b, c, d indicam diferença na coluna, entre as classes de cada variável analisada ( $P < 0,05$ ).

*Adaptado de Furtado et al. 2012.*

Avaliando de outra forma a relação entre mortalidade e peso ao nascimento, Tuchscherer *et al.* (2000), compararam leitões lactentes vivos contra aqueles que

morreram em até dez dias e observaram que os vivos eram, em média, mais pesados ao nascimento do que aqueles que morreram, 1368 vs 1063g; respectivamente ( $P=0,001$ ). A diferença de peso foi de 305g, valor semelhante aos 350g observados por Johansen *et al.* (2004).

Quiniou *et al.* (2002), destacam que a heterogeneidade observada em leitegadas maiores e a redução do peso médio dos leitões ao nascimento predispõem aos leitões menores uma menor chance de sobrevivência. Além do mais, leitões de baixo peso ao nascer são menos vigorosos, demoram mais tempo para alcançar o úbere e ingerem menor volume de colostro, ficando predispostos a hipotermia e/ou hipoglicemia (SPICER *et al.* 1986; TUCHSCHERER *et al.* 2000). Sendo assim, estes animais tem maior dificuldade de adaptação as condições extrauterinas.

O momento mais crítico para a sobrevivência é nos primeiros dias após o nascimento. Desta forma, foi observado que mais de 60% das perdas de leitões lactentes ocorrem no período perinatal, o qual compreende o início do parto até 3 dias após o término do mesmo (VAN DER LENDE *et al.* 2001). Já Furtado *et al.* (2012), demonstraram que 79,0% das mortes pré-desmame ocorreram na primeira semana de vida (Tabela 01).

Outro aspecto importante a ser observado são as causas das mortes pré-desmame. A causa mais prevalente das mortes é o esmagamento ou sufocamento pela porca quando ela deita em cima dos leitões, que pode variar entre 19 e 58% das mortes ocorridas sobre os nascidos vivos (SPICER *et al.* 1986; VAILLANCOURT *et al.* 1990; TUBBS *et al.* 1993; RODRÍGUEZ-BUENFIL *et al.* 1996; CHRISTENSEN e SVENSMARK, 1997; ROEHE *et al.* 2009), sendo que a metade destas mortes envolve animais clinicamente sadios e ocorrem principalmente nas primeiras 36 horas após o parto (SPICER *et al.* 1986). Outras causas de mortalidade importantes são por subnutrição, que pode variar de 5 – 20% (TUBBS *et al.* 1993; ROEHE *et al.* 2009), diarreia, entre 10 a 30% (RODRÍGUEZ-BUENFIL *et al.* 1996; CHRISTENSEN e SVENSMARK, 1997), baixa viabilidade entre 2-30% (VAILLANCOURT *et al.* 1990; ROEHE *et al.* 2009) e outras causas menos comuns que incluem defeitos congênitos, artrite, traumatismos e pneumonias (RODRÍGUEZ-BUENFIL *et al.* 1996). Uma observação importante a ressaltar é que a causa mortis pode ser resultado da associação de diversos fatores predisponentes e, entre 70 a 80% não apresenta agentes infecciosos envolvidos (RODRÍGUEZ-BUENFIL *et al.* 1996).

### 2.1.3. Relação peso ao nascer e desempenho de leitões

O peso ao nascimento está diretamente relacionado com o peso do leitão ao desmame. Quiniou *et al.* (2002) demonstraram uma correlação positiva ( $r=0,56$ ) entre peso ao nascimento e peso ao desmame. Neste estudo, o peso ao nascimento não influenciou o peso ao desmame dos leitões pesados na mesma proporção que influenciou nos leitões leves ao nascer. Furtado *et al.* (2012), também observaram uma correlação positiva ( $r=0,51$ ) entre o peso ao nascer e o peso ao desmame, e cada grama a mais no peso ao nascimento representou 2 g a mais no peso ao desmame. Cole e Varley (2000) demonstraram que o peso ao nascimento contribuiu com 37% na variação do peso ao desmame.

Segundo Wolter *et al.* (2002), os leitões mais pesados ao nascer (1,8 kg) comparados com mais leves (1,3 kg) apresentaram maior peso ao desmame (6,58 kg vs 5,72 kg, respectivamente,  $P<0,001$ ). Rehfeldt e Kuhn (2006) observaram que os leitões de baixo peso ao nascimento possuem menor ( $P<0,05$ ) ganho de peso diário (GPD) em relação aos médios e pesados, o que resultou em menor peso ao desmame. Furtado *et al.* (2012) classificaram os leitões de acordo com o peso ao nascimento em 6 classes (>600-900 g; >900-1200 g; >1200-1500 g; >1500-1800 g; >1800-2100 g e >2100 g) e observaram diferença ( $P<0,05$ ) de peso aos 7, 14, e 21 dias de vida entre os leitões em todas as classes de peso ao nascer.

Uma possível explicação para o baixo ganho de peso associado ao peso ao nascimento durante o período lactente pode ser pelo fato que leitões leves têm baixa habilidade para competir com leitões mais pesados para o acesso ao leite. Este parâmetro não foi mensurado nas pesquisas acima citadas. Com relação à capacidade fisiológica de ingestão de leite, Wolter *et al.* (2002) demonstraram que leitões pesados ao nascer consumiram substancialmente maior quantidade de sucedâneo de leite (líquido) que leitões leves. Isto sugere que leitões mais pesados ao nascer têm maior capacidade de ingestão de leite.

Outra característica importante a ressaltar é a relação do peso ao nascimento com o desempenho após o desmame. Neste sentido, Wolter *et al.* (2002) acompanharam leitões desde o nascimento até o abate e verificaram que os leitões leves ao nascimento ( $1,30\pm 0,9$  kg) precisaram de sete dias a mais ( $P<0,01$ ) para alcançar o mesmo peso de abate que os leitões mais pesados ao nascimento ( $1,80\pm 0,07$  kg). Gondret *et al.* (2005) dividiram os leitões em 2 grupos: um de baixo peso ao nascimento (0,8 kg a 1,10kg) e o



outro alto peso ao nascimento (1,75 kg a 2,05 kg), com objetivo de avaliar o quanto o peso do leitão ao nascimento influenciaria no seu desempenho pós-natal. Os autores observaram que os leitões leves apresentaram menor ganho de peso diário durante a lactação e também no período pós-desmame. No momento do abate, os leitões leves demoraram 12 dias a mais para alcançar o mesmo peso quando comparados aos leitões pesados ( $P < 0,01$ ).

## 2.2. Manejo da Uniformização

Alternativas de manejo como a uniformização das leitegadas por peso e número, podem amenizar as perdas em função do aumento do número de leitões nascidos e garantir melhores condições aos leitões. A uniformização é uma prática de manejo frequente para lidar com leitegadas numerosas e heterogêneas. O manejo consiste em remover alguns ou todos os leitões de sua mãe de origem e transferi-los para uma mãe adotiva, uniformizando as leitegadas por número e peso dos leitões (ROBERT e MARTINEAU, 2001). A uniformização pelo número de leitões compreende a transferência de leitões entre porcas para atingir o mesmo número de leitões em todas as porcas, ou para obter um número desejado em cada leitegada individual, com o objetivo principal de permitir que todos os leitões possam ter acesso a uma teta funcional. Quando o número de leitões nascidos em um determinado período de partos ou lote de fêmeas for maior do que o número de tetas funcionais, então é possível realizar outros manejos alternativos, como por exemplo, a formação de leitegada com “mãe adotiva / mãe de leite”, ou criar os leitões artificialmente (DE VOS *et al.* 2014).

Quanto à uniformização pelo peso dos leitões, geralmente é recomendado à formação de leitegadas com leitões da mesma faixa de peso. Leitões leves e vulneráveis requerem mais cuidados e para isso deve-se ter prioridade na escolha de uma mãe adotiva com boa conformação de úbere e tetos de fácil apreensão.

Quando realizado corretamente, a uniformização pode aumentar as chances de sobrevivência e melhorar o ganho de peso dos leitões durante a lactação (ROBERT e MARTINEAU, 2001) e pode reduzir a necessidade de novas intervenções de manejos durante o período pré-desmame.

### 2.2.1. Mortalidade e Desempenho *versus* categorias de leitões uniformizados

O objetivo da uniformização de leitões leves é aumentar a chance de competir pelo alimento e espera-se como resultado uma redução na mortalidade e um melhor desempenho até o desmame. Entretanto, estes benefícios não estão completamente esclarecidos, pois vários trabalhos compararam o desempenho e a mortalidade de leitegadas uniformizadas com leitegadas não uniformizadas e os resultados são contraditórios.

Alguns estudos mostram que a mortalidade é menor em leitegadas mais uniformes, independentemente do tamanho da leitegada (PETTIGREW *et al.* 1986; ROEHE e KALM, 2000; MILLIGAN *et al.* 2002a,b), enquanto outros não mostraram nenhuma relação entre uniformização pelo peso ao nascimento e mortalidade de leitões (MILLIGAN *et al.* 2001a,b; WOLF *et al.* 2008).

Bierhals *et al.* (2012) uniformizaram leitões em 3 grupos de leitegadas distintas: somente leitões leves (1,0 a 1,2 kg), leves e intermediários (1,4 a 1,6 kg) e somente leitões intermediários, e observaram que o ganho de peso diário e a taxa de sobrevivência foram semelhantes entre os grupos até os 19 dias de vida. Dados semelhantes foram encontrados por Souza *et al.* (2014), que uniformizaram leitões leves com leves (0,8 a 1,25 kg), leves com médios (1,4 a 1,6 kg) e leves com pesados (>1,7 kg) e não encontraram diferença na mortalidade de leitões quando foram uniformizados leitões leves com leves ou leves com médios. Porém, quando uniformizaram leitões leves com pesados a mortalidade foi significativamente maior que nos outros grupos. Ainda, Souza *et al.* (2014) observaram que o peso ao desmame dos leitões leves ao nascer não foi influenciado independentemente se uniformizados com leitões leves, médios ou pesados.

Douglas *et al.* (2014) compararam leitegadas uniformizadas apenas com leitões leves ao nascimento ( $\leq 1,25$  kg) contra leitegadas misturadas com metade de leitões leves e metade de leitões com peso superior ao nascimento (1,6 a 2,0 kg) e concluíram que a formação de leitegadas com leitões de baixo peso ao nascimento pode melhorar o desempenho por causa da menor competição, entretanto esta vantagem não persiste após o desmame. Já resultados contraditórios foram obtidos por Muns *et al.* (2014), que observaram que a uniformização de leitões leves em uma mesma leitegada aumentou a taxa de mortalidade e não melhorou o coeficiente de variação do peso ao desmame.

Bierhals *et al.* (2010), sugerem que a mortalidade e o desempenho leitegadas uniformizadas dependem de muitas variáveis, dentre elas: momento da uniformização, origem dos leitões, número e tamanho dos leitões que compõem a leitegada. Para tanto, todos os fatores envolvidos com a mãe de origem e a mãe adotiva devem ser considerados.

### 2.2.2. Momento da uniformização

A uniformização dos leitões muito cedo ou muito tarde em relação ao nascimento pode comprometer o desempenho e aumentar a mortalidade. É recomendado que o manejo seja realizado entre 6 e 24 horas após o nascimento. A transferência dos leitões logo após o parto para uma nova leitegada não é recomendada, pois o leitão deve mamar o mais cedo possível grande quantidade de colostro da mãe biológica para adquirir imunidade (ROBERT e MARTINEAU, 2001; BANDRICK *et al.* 2011), e também energia para auxiliar na termoregulação (HERPIN *et al.* 2002).

HEIM *et al.* (2012), avaliaram três tratamentos de leitegadas uniformizadas por diferentes composições de leitões: leitegadas 100% adotados, 100% biológicos e 50% adotados com 50% biológicos. Todos os leitões foram transferidos em média  $20,1 \pm 0,4$  horas após o parto e os autores não observaram diferença de peso e taxa de sobrevivência entre os tratamentos avaliados até os 16 dias de vida, sendo isso um indicativo de que a uniformização ocorreu no período ideal.

Robert e Martineau (2001), observaram leitões uniformizados ao longo do período lactacional (a cada 03 dias realizaram trocas de 3 leitões entre duas leitegadas) e compararam com leitegadas não uniformizadas. Os leitões uniformizados ao longo do período de amamentação foram 13% mais leves ao desmame que os leitões que permaneceram com as mães biológicas, além de ter havido aumento na taxa de mortalidade pré-desmame e aumento de brigas entre leitões na disputa por tetos.

## 2.3. Aspectos importantes relacionados ao colostro

O colostro é a primeira ejeção secretada da glândula mamária dos mamíferos, e nas fêmeas suínas, a ejeção acontece no início do parto e se estende até aproximadamente de 24 horas após. Aos leitões neonatos o colostro providencia energia para a termorregulação e crescimento corporal (LE DIVIDICH *et al.* 2005a), bem como imunidade passiva necessária para proteção contra agentes patogênicos (ROOKE e

BLAND, 2002) e fatores de crescimento que estimulam a maturação do trato gastrointestinal (XU *et al.* 2000).

### 2.3.1. Consumo de colostro

O consumo de colostro é importante, pois a sobrevivência e ganho de peso dos leitões no período pré desmame está diretamente relacionado a este fator. Para saber qual a quantidade de colostro consumida por um leitão Devillers *et al.* (2004) criaram uma equação com o objetivo de estimá-la baseada no ganho de peso do leitão nas primeiras 24 horas de vida, cuja fórmula é apresentada a seguir:

$$CI = -217,4 + 0,217 \times t + 1861\,019 \times BW/t + BWB \times (54,80 - 1\,861\,019/t) \times (0,9985 - 3,7 \times 10^{-4} \times tFS + 6,1 \times 10^{-7} \times tFS^2)$$

Onde: CI = é a ingestão de colostro (g), t = tempo entre o nascimento e a pesagem (min), tFS= tempo entre o nascimento e a primeira mamada (min), BW = peso atual (kg) e BWB= peso ao nascer (kg). Contudo, Devillers *et al.* (2007) incluíram na fórmula para o cálculo, que pode-se considerar como intervalo entre o nascimento e a primeira mamada o tempo de 30 minutos.

A quantidade de colostro ingerida por leitão depende de vários fatores. Estudos mostram que o consumo individual médio de colostro nas primeiras 24 horas de vida é em torno de 250 a 300g (DEVILLERS *et al.* 2007). A quantidade consumida por leitão depende da habilidade materna em produzir colostro e da habilidade do leitão em alcançar o teto e promover sucção eficiente. Quando o colostro está disponível em quantidade ilimitada a capacidade de ingestão é alta. Esta observação foi realizada por Le Dividich *et al.* (1997) que relataram ingestão média de  $436 \pm 16,9$  g/kg de peso dos leitões nas primeiras 24 horas.

Entretanto, o consumo varia consideravelmente entre leitões, sendo que o coeficiente de variação pode atingir taxas entre 15% até 110% em leitões da mesma leitegada e 30% entre leitegadas (LE DIVIDICH *et al.* 2005). Esta variação não depende da ordem de nascimento (DEVILLERS *et al.* 2005), mas tem correlação positiva com o peso ao nascimento e correlação negativa com o tamanho da leitegada (LE DIVIDICH *et al.* 2005). Ferrari *et al.* (2014), também observaram uma correlação positiva ( $r = 0.23$ ;  $P < 0.0001$ ) entre consumo de colostro e peso ao nascimento quando avaliaram leitões de 1,1 a 1,7 kg ao nascer. Neste sentido, estudos feitos por LE DIVIDICH *et al.* (2004) e DEVILLERS *et al.* (2005) observaram que a cada 100g a

mais de peso vivo, o consumo de colostro aumentou em 26 a 37g por leitão. Sendo assim, leitões leves ao nascer têm menor consumo de colostro e isto ocorre devido à intensa competição entre leitões pelos tetos, impossibilitando o consumo regular e suficiente de colostro pelos mesmos (LE DIVIDICH *et al.* 2005), e também é provável que leitões leves tenham menor capacidade de ingestão comparados a leitões mais pesados ao nascimento.

Leitões leves precisam de mais tempo para efetuar a primeira mamada. Spicer *et al.* (1986) observaram que os leitões mais leves ingeriram o colostro pela primeira vez 133 minutos após o nascimento, enquanto que os mais pesados em 55 minutos já estavam mamando. Além disso, Milligan *et al.* (2001) observaram que leitões com baixo peso ao nascer (0,9-1,0 kg) gastam mais tempo em disputas por tetos e perdem mais mamadas que leitões médios (1,2-1,59 kg) e pesados (>1,6 kg).

Quanto à produção de colostro pela porca, com o aumento do tamanho da leitegada não ocorre uma maior produção de colostro. Com isso, em leitegadas grandes o colostro disponível por leitão é significativamente menor (LE DIVIDICH *et al.* 2004; DEVILLERS *et al.* 2007), e nesta situação novamente os leitões abaixo do peso médio são os mais prejudicados nas disputas por tetos e assim no consumo de colostro. Para complementar negativamente este quadro, Decaluwé *et al.* (2013) concluíram que aproximadamente um terço das fêmeas suínas não produz colostro suficiente que atenda uma quantidade mínima para garantir a sobrevivência dos leitões.

A quantidade da ingestão de colostro nas primeiras 24 horas também está diretamente relacionada com a sobrevivência até o desmame. Nesta relação, Devillers *et al.* (2011), compararam leitões que consumiram mais que 200g *versus* menos que 200g de colostro e observaram uma taxa de mortalidade de 7,1% *versus* 43,4%, respectivamente. Ao estratificar em mais faixas de consumo de colostro, Ferrari *et al.* (2014) mostraram um decréscimo na mortalidade à medida que aumentou o consumo de colostro (Fig. 1).

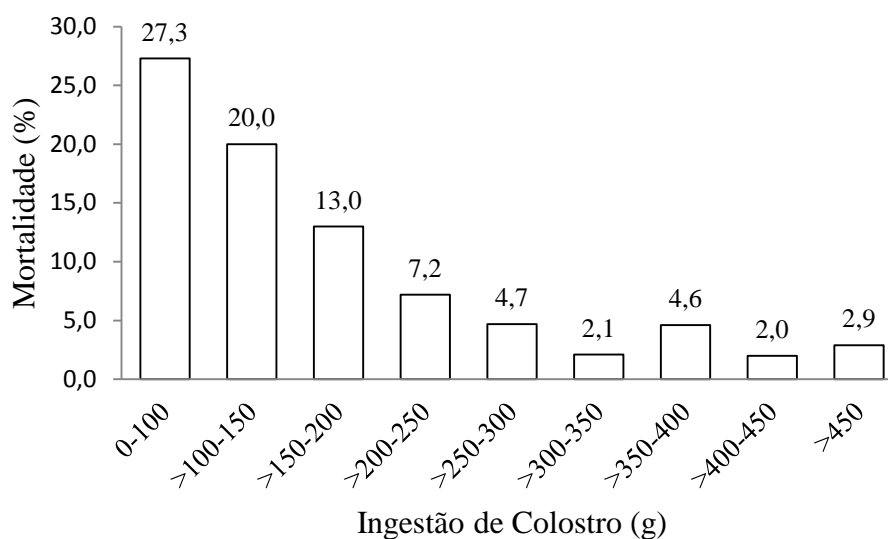


Figura 01: Mortalidade de leitões até 42 dias de idade de acordo com várias escalas de ingestão de colostro. (Adaptado de Ferrari *et al.* 2014)

Outro aspecto importante do consumo de colostro é o ganho de peso. Segundo Devillers *et al.* (2004) e Le Dividich *et al.* (2005b), há uma associação entre o ganho de peso do leitão e o consumo de colostro nas primeiras 24 horas após o nascimento, isto é, o ganho de peso de 50 g em média está associado a 250 g de ingestão de colostro. Entretanto, quando o consumo de colostro foi menor que 145 g, a energia fornecida foi insuficiente para permitir um ganho de peso aos leitões nas primeiras 24 horas após o nascimento (Devilleers *et al.* 2004).

### 2.3.2. Aspectos imunológicos

Devido ao tipo de placenta epiteliocorial difusa da espécie suína, os leitões nascem sem imunoglobulinas havendo absoluta necessidade de adquirir anticorpos maternos através da ingestão de colostro (ROOKE e BLAND, 2002). Essa proteção por anticorpos é essencial principalmente para os primeiros dias de vida, pois ao nascer o leitão já é exposto a patógenos presentes no ambiente e o tempo necessário para o leitão iniciar uma resposta imune ativa para sua proteção, é de sete a dez dias (SALMON, 1999). Segundo Hendrix *et al.* (1978), a concentração de IgG no plasma de leitões têm uma relação positiva com a sobrevivência.

A quantidade de imunoglobulinas transferidas para o leitão depende da qualidade e da quantidade de colostro ingerida do nascimento até 24 horas. A qualidade refere-se à concentração de imunoglobulinas no colostro, que depende da transferência de imunoglobulinas do soro materno para o colostro. Por outro lado, a queda na

concentração de imunoglobulinas nas primeiras 24 horas após o parto é muito grande. A principal imunoglobulina do colostro é a IgG, que já decresce 20% nas primeiras 4 horas após o início do parto (KLOBASA *et al.* 1987). Isto é, quando o parto se estender por mais de 4 – 5 horas, os últimos leitões podem ficar prejudicados (DEVILLERS *et al.* 2011), assim como os leitões que levam mais tempo para iniciar a ingestão de colostro.

A concentração de IgG no plasma de leitões com 24 horas de vida, possui forte correlação com o consumo de colostro (KLOBASA e BUTLER, 1987; DEVILLERS *et al.* 2011). Um aspecto importante a considerar é a absorção de IgG no intestino dos leitões. O epitélio intestinal dos leitões neonatos é permeável a macromoléculas apenas nas primeiras horas de vida. A partir de 12 horas esse mecanismo é diminuído e pode chegar a ser nulo entre 24 e 36 horas (LANZA *et al.* 1995), período em que os enterócitos do intestino delgado cessam a transferência de macromoléculas intactas por meio da membrana baso-lateral, processo conhecido como “fechamento intestinal” (EKSTROM e WESTRÖN, 1991). Sendo assim, é importante que o leitão mame o mais rapidamente possível após o nascimento, para utilizar o potencial de imunoglobulinas no colostro bem como aproveitar melhor absorção destas imunoglobulinas.

## **2.4. Aspectos nutricionais dos leitões**

### **2.4.1. Reservas corporais do leitão recém-nascido**

Imediatamente após o nascimento do leitão, antes da ingestão de colostro, todo substrato necessário para sua termorregulação é proveniente de seus tecidos, principalmente das reservas de energia corporal que são depositadas antes do nascimento (MELLOR e COCKBURN, 1986). As reservas energéticas do neonato são reduzidas e já no momento do parto o leitão é exposto a um ambiente abaixo da zona de conforto térmico, precisando ativar os mecanismos responsáveis pela produção de calor e dispor energia para manter a temperatura corporal. Os leitões leves ao nascer possuem uma maior superfície corporal em relação ao seu peso, bem como possuem menor reserva energética (Herpin *et al.* 2002), representando assim uma maior susceptibilidade ao quadro de hipotermia. Além das reservas energéticas corporais, os substratos provenientes do colostro e do leite se tornam as principais fontes de energia para a termorregulação (LE DIVIDICH, 2005).

Os componentes corporais que podem ser utilizados como substrato para produção de energia são proteína, glicose e lipídeos (LE DIVIDICH, 2005). Porém, o catabolismo proteico é lento durante a fase neonatal, colaborando com uma pequena parte energética necessária (6,8%) para a termorregulação de um leitão que está em jejum (LE DIVIDICH *et al.* 1994).

Leitões neonatos possuem baixa reserva de glicogênio corporal que gira em torno de 30 a 38 g/kg peso corpóreo (PETTIGREW Jr. 1981), e é rapidamente consumida. Em média, 75% do glicogênio hepático e 41% do glicogênio muscular são utilizados 12 horas pós-parto (ELLIOT & LODGE, 1977), mas em um ambiente frio e com deficiente consumo de colostro, o processo de esgotamento é acelerado. Nas últimas décadas, a seleção genética de animais com menor teor de gordura na carcaça resultou em leitões mais leves ao nascimento, com fígado mais leve e menor quantidade de glicogênio hepático (HERPIN *et al.* 1993), tornando-os mais vulneráveis à hipotermia. Os leitões com alta sobrevivência apresentam maior concentração de glicogênio hepático e muscular, uma vez que estas características aumentam a capacidade desses leitões em manter a glicemia e a temperatura corporal (LEENHOUWERS *et al.* 2002).

Quanto ao tecido adiposo, a quantidade corporal de gordura é baixa (10 a 20 g/kg de peso corporal) e o suíno é desprovido de gordura marrom (TRAYHURN *et al.* 1989), que é uma fonte de energia rápida para termorregulação da temperatura corporal dos neonatos.

Ao somar as reservas corporais de gordura e glicogênio, juntas não são capazes de suprir a necessidade energética de manutenção do metabolismo basal e os mecanismos fisiológicos durante o primeiro dia de vida (MELLOR e COCKBURN, 1986). Além destas necessidades, como todo animal em crescimento, o leitão ainda precisa de energia disponível para seu desenvolvimento corporal.

Le Dividich *et al.* (1994); Marion e Le Dividich (1999) estimaram em condições de neutralidade térmica e de gasto energético mínimo associado alimentação e atividade física, que um leitão necessita de 66 kcal/kg de energia no primeiro dia para sua manutenção. Porém, na prática esse valor é superior devido às condições térmicas e a movimentação do leitão neonato. Conforme Mellor e Cockburn (1986), a energia mínima necessária para garantir a sobrevivência de um leitão neonato em condições térmicas ideais é de 167 kcal/kg de peso vivo no primeiro dia de vida, porém em um



ambiente frio esse valor é de 215 a 227 kcal/kg de peso vivo. Ainda Mellor e Cockburn (1986), ao somarem as reservas de energia do glicogênio e lipídeo de um leitão neonato, chegaram ao valor de 100 kcal/kg. Assim, o consumo imediato de colostro após o nascimento em quantidade suficiente para suprir as necessidades energéticas é o fator mais importante para a sobrevivência de leitões neonatos. Os substratos importantes presentes no colostro são lactose e lipídeos (LE DIVIDICH *et al.* 2005).

#### 2.4.2. Fontes de suplementação para neonatos

Nas leitegadas numerosas, a presença de leitões com baixo peso ao nascer é grande, o acesso à ingestão de colostro pode se tornar limitante como fonte nutritiva logo após o parto. A suplementação dos mesmos com suplementos à base energética poderia representar uma possibilidade de promover uma sobrevivência a esses leitões menores, no sentido de melhorar a capacidade de competir com os demais pelo colostro e finalmente pelas tetas. Entretanto, a eficiência destes suplementos é questionável, pois estudos detalhados são escassos (DE VOS *et al.* 2014).

Entre os componentes dos suplementos que são disponíveis estão a glicose, lactose e ácidos graxos, os quais têm sido usados experimentalmente (PETTIGREW *et al.* 1986). Entre as moléculas energéticas citadas acima, os ácidos graxos parecem ser boa fonte de energia para leitões neonatos. Os ácidos graxos são classificados em ácidos graxos de cadeia curta, média e longa, conforme o número de átomos de carbono <6, 6 até 14, e >14, respectivamente. Os ácidos graxos de cadeia longa tem menor digestibilidade em leitões que os ácidos graxos de cadeia curta e média sendo mais rapidamente digeridos (L E P I N E *et al.* 1 9 8 9 ; C H I A N G *et al.* 1 9 9 0 ). Sabe-se que todos os lipídios da dieta são absorvidos da mucosa intestinal para o sistema linfático, exceto os ácidos graxos de menos de 12 carbonos, que são absorvidos diretamente pela circulação portal, atravessando o sistema linfático (MARTEN *et al.* 2006). Sendo assim, ácidos graxos de cadeia média representam uma fonte de energia facilmente disponível para leitões recém-nascidos.

Alguns pesquisadores suplementaram leitões neonatos com ácidos graxos de cadeia média e não encontraram um efeito positivo na sobrevivência (LEPINE *et al.* 1989; LEE e CHIANG, 1994). Entretanto, Heo *et al.* (2002) observaram que a oxidação de ácidos graxos de cadeia média é mais rápida quando comparados com ácidos graxos de cadeia longa em leitões recém-nascidos, melhorando assim o aporte de energia.

Casellas *et al.* (2005) suplementaram leitões com menos de 1250g de peso ao nascer com uma emulsão de ácidos graxos de cadeia média e cadeia longa (1,95g cada 24 h durante os 3 primeiros dias de vida), e reduziram o risco de mortalidade em 1,9 vezes em comparação com leitões não suplementados. Segundo Gu e Li (2003) os ácidos graxos de cadeia média podem fornecer energia instantânea e têm benefícios fisiológicos, além de serem efetivamente hidrolisado pelo suco gástrico e lipases pancreáticas no recém-nascido e lactente, permitindo fornecimento rápido de energia para enterócitos e metabolismo hepático intermediário.

Outras fontes de alimentos disponíveis no mercado são os sucedâneos à base de leite que são fornecidos aos leitões lactentes para suplementação da dieta que podem ser disponibilizados em cochos acessórios na forma seca ou úmida. Entretanto, o consumo voluntário destas dietas antes do desmame tem alta variação (desde 24 até 690g por leitão do dia 11 até o desmame no dia 28) e considera-se como negligenciável antes de 4 semanas de idade (BRUININX *et al.* 2002). O objetivo geral de suplementar leitões em um cocho acessório é disponibilizar uma fonte extra de nutrientes principalmente para adaptar o trato gastrointestinal aos alimentos sólidos e com ingredientes à base de vegetais, para desenvolver enzimas digestivas necessárias para dietas pós desmame.

Os sucedâneos de leite disponíveis comercialmente, geralmente usam produtos lácteos de bovinos, tais como soro de leite, lactose e nata do leite, entre outros ingredientes. A composição nutricional dos sucedâneos de leite geralmente é de 25% de proteína bruta, 40-50% lactose e 10-12% de lipídeos (em matéria seca), e são misturados em água na diluição de 150 a 250 g/L (AZAIN, 1998). A suplementação de leitões lactentes com dietas líquidas de sucedâneos de leite promove um aumento no ganho de peso e um aumento na média de peso ao desmame (AZAIN *et al.* 1996; WOLTER *et al.* 2002). Entretanto, esta fonte adicional de leite não é efetiva para promover a taxa sobrevivência de leitões leves e também não reduz a variação de peso entre os animais no abate.

A suplementação com um sucedâneo de leite não aumenta a taxa de sobrevivência de leitões leves ao nascer, pois a maioria das mortes ocorre entre os 03 primeiros dias de vida e durante este período o consumo voluntário de leite suplementar é mínimo (DE VOS *et al.* 2014). Muns *et al.* (2014), avaliaram leitões leves ( $\leq 1,35\text{kg}$ ) suplementados via oral com 15 ml de colostro 4 h após o nascimento e compararam com um grupo controle e observaram que não houve efeito no ganho de peso até o

desmame, e também não foi possível aumentar a taxa de sobrevivência. Neste sentido, De Vos *et al.* (2014) sugerem que um melhor entendimento do desenvolvimento de leitões leves comparados com leitões de peso normal ao nascer é necessário para adequar suas necessidades nutricionais.

### **3. ARTIGO CIENTÍFICO**

ARTIGO A SER SUBMETIDO

**Fornecimento oral de suplementos nutricionais em leitões neonatos de baixo peso:  
Implicações na sobrevivência e desempenho de leitões.**

*Oral supply of nutritional supplements in newborn piglets of low birth weight:  
Implications on survival and growth of piglets.*

Anderson Douglas Kummer<sup>a</sup>; Edegar Baroncello<sup>a</sup>; Letícia Pinheiro Moreira<sup>a</sup>; Mari  
Lourdes Bernardi<sup>b</sup>, Fernando Pandolfo Bortolozzo<sup>a\*</sup>, Ivo Wentz<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária - Universidade Federal do Rio Grande do  
Sul - Av. Bento Gonçalves, 9090, Porto Alegre, Brasil

<sup>b</sup> Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia - UFRGS, Av. Bento  
Gonçalves, 9500, Porto Alegre, Brasil.

\* Autor para correspondência: [fpbortol@ufrgs.br](mailto:fpbortol@ufrgs.br)

## RESUMO

O objetivo do estudo foi avaliar o consumo de colostro, concentração sérica de imunoglobulina G, temperatura retal, ganho de peso e mortalidade de leitões neonatos de peso abaixo da média submetidos ao fornecimento oral de suplementos nutricionais nas primeiras horas de vida. Leitões com peso ao nascimento entre 794 e 1315 g foram selecionados e distribuídos aleatoriamente entre quatro tratamentos de acordo com o fornecimento de suplemento nutricional: Controle (n=305), Lianol (n=306), Biostart (n=306) e Lianol+Biostart (n=305). Lianol Colostro® é um suplemento proteico e o Biostart® é um suplemento vitamínico mineral. Os leitões foram acompanhados do nascimento até o desmame. Nas primeiras 24,3 ± 0,04 h após o nascimento os leitões permaneceram na mãe biológica e, após, foram uniformizados em mães adotivas formando leitegadas de 12 leitões igualmente distribuídos entre os tratamentos (03 leitões de cada tratamento). Nas 24 h após o nascimento, foi efetuada a mensuração da temperatura retal, coletou-se sangue para mensurar a concentração sérica de Imunoglobulina G, e foi aferido o peso para estimar o consumo de colostro. A mortalidade foi registrada diariamente e foi realizada a necropsia para definir a causa da morte. As pesagens foram realizadas ao nascimento, na uniformização e aos 07 e 20 dias após o nascimento. Não houve efeito do tratamento (P>0,05) sobre o peso e o ganho de peso em nenhum dos momentos avaliados. A suplementação não teve efeito na temperatura retal, consumo de colostro e concentração sérica de IgG (P>0,05). Não houve diferença (P>0,05) entre os tratamentos nas taxas de mortalidade, nos dias 3, 7 e 20 após o nascimento (P>0,05), porém quando foi estratificado em classes de peso, redução na taxa de mortalidade até 20 dias (P≤0,05) foi verificada nos grupos Lianol, Biostart e Lianol+Biostart em comparação ao grupo Controle, nos leitões de peso ao nascimento de 1000-1225g. As causas de mortalidade ficaram distribuídas em:

esmagamento (4,8%), diarreia (1,8%), subnutrição (1,1%) e outras causas (1,0%). Nos grupos Lianol e Biostart houve menor taxa de mortalidade pré-desmame sobre as causas de mortes agrupadas por esmagamento e desnutrição, quando comparados ao grupo controle ( $P < 0,05$ ). Em conclusão, a suplementação com Lianol ou Biostart não teve efeito sobre a temperatura retal, o consumo de colostro, a concentração sérica de IgG e o ganho de peso, mas foi verificada menor taxa de mortalidade em leitões com peso ao nascimento entre 1000 e 1225g, além de reduzir a mortalidade causada por esmagamento e desnutrição.

**Palavras-chave:** taxa de mortalidade, ganho de peso, consumo de colostro, uniformização, Lianol ® Colostro, Biostart ®.

#### ABSTRACT

*The aim of this study was to evaluate parameters such as colostrum consumption, serum immunoglobulin G, rectal temperature, weight gain and mortality of low birth weight neonate piglets receiving oral supply of nutritional supplements in the first hours of life. At birth, piglets with weighing 794 to 1315 g were selected and randomly distributed among four treatments according to the nutritional supplement provided: Control (n = 305), Lianol (n = 306), Biostart (n = 306) and Lianol+Biostart (n = 305). Lianol Colostro® is a protein supplement and the Biostart® is a mineral vitamin supplement. The piglets were followed from birth to weaning. At the first  $24.3 \pm 0.04$  h after birth piglets remained with biological mother and after that they were equalized in foster dams forming litters of 12 piglets equally distributed among treatments (3 piglets of each treatment). At 24 h after birth, rectal temperature was measured, blood was collected to measure serum immunoglobulin G and piglets were weighed to estimate colostrum consumption. Mortality was recorded daily and necropsy was performed to determine the cause of death. Weight was obtained at birth, at equalizing and at 7 and 20 days after birth. There was no treatment effect ( $P > 0.05$ ) on weight and weight gain in all evaluated moments. Supplementation had no effect on rectal temperature, colostrum consumption and serum IgG ( $P > 0.05$ ). There was no difference ( $P > 0.05$ ) among treatments in mortality rate on days 3, 7 and 20 after birth ( $P > 0.05$ ) but when were stratified into weight classes, reduction in mortality rate up to 20 days ( $P \leq 0.05$ ) was observed in Lianol, Biostart and Lianol+Biostart groups compared with the Control group, in piglets weighing 1000-1225g at birth. The causes of death were distributed: crushing (4.8%), diarrhea (1.8%), malnutrition (1.1%) and other causes (1.0%). Lianol and Biostart groups had lower pre-weaning mortality due to crushing and undernutrition, compared with the Control group ( $P < 0.05$ ). In conclusion, supplementation with Lianol or Biostart had no effect on rectal temperature, colostrum consumption, serum IgG concentration and weight gain, but mortality caused by crushing and undernutrition was reduced, and piglets weighing 1000-1225g had their mortality reduced.*

**Keywords:** mortality rate, weight gain, colostrum consumption, equalization, Lianol ® Colostro, Biostart ®.

## INTRODUÇÃO

Atualmente as fêmeas suínas dos plantéis comerciais são hiperprolíficas e como consequência leitegadas grandes apresentam uma redução do peso médio ao nascer bem como um aumento da variação de peso (QUINIOU *et al.* 2002). Os leitões que nascem com baixo peso têm menor ganho de peso e representam o maior percentual de mortes no período pré-desmame (QUINIOU *et al.* 2002; FURTADO *et al.* 2012), que apesar de ser muito variável (4,7 a 12% conforme FURTADO *et al.* 2012; KILBRIDE *et al.* 2012), tem forte impacto na produtividade de um plantel.

Dentre as perdas na maternidade, a mortalidade neonatal é muito expressiva, pois entre 39 e 60% das mortes pré-desmame ocorrem nos primeiros três dias após o nascimento (VAN DER LENDE *et al.* 2001; FURTADO *et al.* 2012), sendo que as primeiras 24 h após o nascimento representam o período mais crítico. A principal causa de mortalidade neonatal está associada ao baixo consumo de colostro de leitões com baixo peso ao nascer (FERRARI *et al.* 2014). O colostro é a mais importante fonte de energia e imunoglobulina G para os leitões neonatos (KLOBASA *et al.* 1987), e o baixo consumo pelos leitões leves ocorre devido que estes são menos vigorosos e precisam de mais tempo para efetuar a primeira mamada (SPICER *et al.* 1986). Além disso, leitões leves ao nascer possuem menor reserva energética e uma maior superfície corporal em relação ao seu peso (HERPIN *et al.* 2002), ficando ainda mais predispostos à subnutrição e hipotermia.

Devido ao baixo peso ao nascer e ao alto percentual de mortalidade neonatal, uma estratégia de manejo é a uniformização das leitegadas por peso e número. Quando realizada no período ideal, a uniformização pode aumentar as chances de sobrevivência e melhorar o ganho de peso dos leitões durante a lactação (ROBERT e MARTINEAU, 2001). Teoricamente, a combinação do fornecimento de um suplemento oral no período mais crítico e da uniformização dos leitões com peso abaixo da média poderia ser uma alternativa para melhorar a taxa de sobrevivência e o ganho de peso no período pré-desmame. Dentre o fornecimento oral de suplementos, fontes energéticas de ácidos graxos já foram estudadas e podem apresentar resultados positivos na sobrevivência (CHIANG *et al.* 1990; CASELLAS *et al.* 2005). Entretanto, os resultados obtidos nessas avaliações contradizem os resultados de outros estudos (LEPINE *et al.* 1989; LEE e CHIANG, 1994; MUNS *et al.* 2014). Com o nascimento de leitegadas numerosas e com baixo peso ao nascer é fundamental direcionar estratégias que melhorem a chance

de sobrevivência e o desempenho dos leitões mais leves. Nesse sentido, alternativas com suplementação oral direcionada a leitões de baixo peso ao nascer são pouco estudadas.

O objetivo do presente estudo foi avaliar parâmetros de mortalidade, desempenho, consumo de colostro, concentrações séricas de imunoglobulina G e temperatura retal de leitões neonatos de baixo peso ao nascer submetidos ao fornecimento oral de dois suplementos nutricionais nas primeiras horas de vida.

## MATERIAL E MÉTODOS

O protocolo experimental descrito neste trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA-FAVET-UFRGS; Projeto nº 26254).

### *Local, instalações e animais*

O experimento foi realizado em uma unidade produtora de leitões, com plantel de 4500 matrizes, localizada no município de Videira, estado de Santa Catarina, Região Sul do Brasil, no período de fevereiro a maio de 2014. Foram utilizados leitões com peso ao nascimento entre 794 e 1315g, oriundos de fêmeas Landrace x Large White (Agroceres PIC Camborough 25<sup>®</sup>).

Durante todo o período experimental, os leitões permaneceram alojados em gaiolas de maternidades convencionais e cada uma com a capacidade de alojar uma fêmea com sua leitegada. Em cada sala de maternidade havia 64 gaiolas, e a temperatura interna das salas foi controlada pelo uso de duplo cortinado, sendo que os leitões possuíam acesso livre a um abrigo aquecido (piso aquecido e lâmpada incandescente). A fêmea foi alimentada quatro vezes por dia com dieta para lactação à base de milho e soja (18,5 % de PB, 1,0 % de lisina e 3.400 kcal EM/kg), tendo um bebedouro de acesso *ad libitum* à água. Os leitões tinham como única fonte de alimento o colostro durante o primeiro dia e o leite da fêmea no restante do período experimental e, também, tiveram acesso *ad libitum* à água.

### *Delineamento Experimental*

Ao nascimento, 1224 leitões foram selecionados e distribuídos aleatoriamente entre quatro tratamentos de acordo com o fornecimento de suplemento nutricional. Dois leitões foram excluídos das análises, pois morreram durante a coleta de sangue, permanecendo a seguinte distribuição nos tratamentos: Controle (n=305), Lianol



(n=306), Biostart (n=306) e Lianol+Biostart (n=305). O grupo Controle não recebeu nenhum tratamento suplementar. Os leitões do grupo Lianol receberam suplementação, por via oral, do produto Lianol<sup>®</sup> Colostro (Huvepharma do Brasil Com. e Imp. LTDA, Porto Alegre, Brasil), com uma primeira dose (1 ml) efetuada 1 h após o nascimento e a segunda dose (1 ml) efetuada 8 h após o nascimento, conforme recomendação do fabricante (Lianol<sup>®</sup> Colostro – suplemento proteico - composição básica: proteína de batata, glicerol, vitamina E. Energia digestível estimada = 3200 kcal/kg). No grupo Biostart, os leitões receberam suplementação por via oral do produto Biostart<sup>®</sup> (Fatec Arujá, São Paulo, Brasil), sendo a primeira dose (2 ml) efetuada 1 h após o nascimento e a segunda dose (2 ml) 8 h após o nascimento, conforme recomendação do fabricante (Biostart<sup>®</sup> - suplemento vitamínico mineral - composição básica: vitaminas, minerais, lactose, glicose, óleo de canola. Energia metalizável = 5224 kcal/kg “valor fornecido pelo fabricante”). Os leitões do grupo Lianol+Biostart receberam suplementação, por via oral, do produto Lianol<sup>®</sup> Colostro + Biostart<sup>®</sup>, com as primeiras doses (1 ml+2ml) efetuadas 1 h após o nascimento e as segundas doses (1 ml+2ml) efetuadas 8 h após o nascimento.

#### *Manejo com os animais*

Todos os leitões tiveram o nascimento acompanhado e imediatamente após foram secos com papel toalha, tiveram o cordão umbilical amarrado, cortado e tratado com solução antisséptica. Em seguida, foram individualmente pesados e liberados perto do complexo mamário para mamar colostro. Os leitões neonatos selecionados foram identificados com um brinco numerado e permaneceram com a mãe biológica junto com os demais leitões da leitegada. Quando transcorridas  $24,3 \pm 0,04$  h, os leitões selecionados foram transferidos e uniformizados em uma mãe adotiva cuja leitegada ficou composta por três leitões de cada tratamento, totalizando 12 leitões que permaneceram com a mesma mãe até o desmame. Os leitões foram distribuídos aleatoriamente entre os tratamentos. Após a uniformização, todos os leitões seguiram os padrões de manejo da granja.

#### *Coleta de dados e amostras*

Os leitões foram pesados ao nascimento e na uniformização (com balança digital de 1 g de precisão), e aos 7 e 20 dias após o nascimento (com balança de 5 g de precisão). O peso dos leitões vivos na uniformização ( $24,3 \pm 0,04$  h após o nascimento) foi usado para estimar o consumo de colostro de acordo com o método descrito por

Devillers *et al.* (2004). Neste mesmo momento, foi efetuada a mensuração da temperatura retal, com termômetro digital, em um subgrupo dos leitões (143, 147, 152 e 144 leitões dos grupos Controle, Lianol, Biostart e Lianol+Biostart, respectivamente). O critério para a escolha deste subgrupo foram as primeiras 50 leitegadas do estudo.

A coleta de sangue, para a mensuração da concentração de Imunoglobulina G no soro, foi efetuada em 21 leitões de cada tratamento. O critério para a escolha deste subgrupo foi por pareamento do peso ao nascimento e mãe biológica. A coleta foi de 3 a 4 ml, e realizada pela punção da veia jugular, utilizando agulhas e tubos vacutainer (Vacutainer, Labor Import®, São Paulo, Brasil) contendo ativador de coagulação. Uma hora após a coleta do sangue, uma amostra de 1,5 ml de soro sanguíneo foi separada por centrifugação e armazenada à temperatura de -20C°. A determinação de IgG no soro dos leitões foi efetuada usando o Kit Quantitation Set Pig IgG (E100–104) e Kit Starter Accessory (E101) (Bethyl Laboratories, Montgomery, Texas, USA). As amostras de soro foram diluídas 1/150.000 e foi seguido o protocolo recomendado pelo fabricante do kit. Cada amostra foi mensurada em duplicata, sendo o coeficiente de variação intraplaca e interplaca de 3,8 e 13%, respectivamente.

A mortalidade foi registrada diariamente e foi realizada a necropsia para definir a causa da morte.

#### *Análise estatística*

Todas as análises foram realizadas com o Software Statistical Analysis System (SAS, 2005). Os resultados referentes às variáveis contínuas estão apresentados como média  $\pm$  erro padrão da média. As diferenças foram consideradas estatisticamente significativas ao nível de probabilidade de 95% ( $P < 0,05$ ); valores de  $P$  acima de 5% e abaixo de 10% foram considerados como tendência.

As médias de peso ao nascimento, ordem de nascimento, ordem de parto da mãe biológica, nascidos vivos na mãe biológica, intervalo entre o nascimento e a uniformização, intervalo entre o nascimento e a primeira dose do tratamento, e intervalo entre a primeira e segunda dose do tratamento foram analisados com o procedimento MIXED. O teste de Tukey-Kramer foi usado para as comparações de médias entre os tratamentos.

A temperatura retal, o consumo de colostro e a concentração de IgG foram analisados com o procedimento MIXED e as médias foram comparadas pelo teste

Tukey-Kramer. Nesses modelos de análise, o tratamento foi inserido como efeito fixo e a mãe biológica como efeito aleatório.

Os dados de peso e ganho de peso diário (GPD) foram analisados como medidas repetidas pelo procedimento MIXED, em modelo com inclusão do efeito fixo dos tratamentos, momento de pesagem e sua interação. Nesses modelos, a mãe adotiva foi incluída como efeito aleatório e o peso ao nascimento foi incluído como covariável.

Para a distribuição de frequência da mortalidade de leitões de acordo com o período após o nascimento, classe de peso ao nascimento (mais leves  $\geq 794 < 1000$ g, intermediário 1000-1225g e mais pesados  $> 1225 - 1315$ g) ou causa de morte agrupada por esmagamento e subnutrição, foi utilizado o procedimento FREQ. A mortalidade foi analisada como variável binária por modelos de regressão logística (procedimento GLIMMIX) com inclusão dos tratamentos como efeito fixo e da mãe biológica e mãe adotiva como efeitos aleatórios.

## RESULTADOS

Não houve diferença entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) nas médias das seguintes variáveis de pareamento: peso ao nascimento ( $1098,8 \pm 3,90$  g), ordem de nascimento ( $6,8 \pm 0,11$ ), nascidos vivos na mãe biológica ( $13,6 \pm 0,08$ ), ordem de parto da mãe biológica ( $3,3 \pm 0,06$ ), intervalo entre o nascimento e a uniformização ( $24,3 \pm 0,04$  h), intervalo entre o nascimento e a primeira dose do tratamento ( $59,5 \pm 0,58$  min), intervalo entre a primeira e segunda dose do tratamento ( $419,1 \pm 1,36$  min) e proporção de leitões do sexo feminino e masculino ( $52,3:47,7\%$ ).

A temperatura retal, consumo de colostro e concentração sérica de IgG, medidos 24 h após o nascimento, não diferiram ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 1).

No geral, a mortalidade até os 20 dias foi distribuída entre as seguintes causas: esmagamento (4,8%), diarreia (1,8%), subnutrição (1,1%) e outras causas (1,0%). Não houve diferença ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos (Tabela 2) nas taxas de mortalidade até os dias 3, 7 e 20 após o nascimento ( $P > 0,05$ ). Quando foram agrupadas as mortes por esmagamento e subnutrição, os grupos Lianol e Biostart apresentaram menor mortalidade até os 20 dias ( $P \leq 0,05$ ), em comparação ao grupo Controle (4,9% x 4,2% x 9,2%; respectivamente). No grupo Lianol+Biostart foi observado que houve tendência ( $P < 0,09$ ) a apresentar menor mortalidade por esmagamento e subnutrição (5,6%) do que o grupo Controle (9,2%).

Na análise em que foram consideradas três classes de peso ao nascimento, menores taxas de mortalidade até 20 dias ( $P \leq 0,05$ ) foram verificados nos grupos Lianol, Biostart e Lianol+Biostart em comparação ao grupo Controle, nos leitões de peso entre 1000-1225g, mas não nos mais leves ou mais pesados (Tabela 3).

Não houve efeito do tratamento ou da interação entre tratamento e momento de pesagem ( $P > 0,05$ ) sobre o peso e o GPD até o dia 1, dia 7 e dia 20 após o nascimento (Tabela 4).

## DISCUSSÃO

Vários autores apontam que um dos fatores mais importantes para a sobrevivência dos leitões neonatos é o seu peso ao nascer (SPICER *et al.* 1986; TUCHSCHERER *et al.* 2000; QUINIOU *et al.* 2002; FURTADO *et al.* 2012). Leitões leves possuem baixas reservas corporais, são menos vigorosos, demoram mais tempo para alcançar o úbere e ingerem menor volume de colostro, ficando predispostos à hipotermia e/ou hipoglicemia (SPICER *et al.* 1986; TUCHSCHERER *et al.* 2000). O momento mais crítico para a sobrevivência é nos primeiros dias após o nascimento, e está associado ao baixo consumo de colostro (FURTADO *et al.* 2012; FERRARI *et al.* 2014). Considerando que aproximadamente um terço das fêmeas suínas não produz colostro suficiente que atenda uma quantidade mínima para garantir a sobrevivência dos leitões (DECALUWÉ *et al.* 2013), é fundamental estudar alternativas de suplementação oral de fontes nutritivas já nas primeiras horas de vida dos leitões leves ao nascimento.

Em uma revisão de possíveis intervenções nutricionais para leitões de baixo peso ao nascer, De Vos *et al.* (2014) descrevem que existem muitos suplementos comerciais para leitões neonatos. No entanto, publicações avaliando estratégias de suplementação com esses produtos são escassas. A suplementação de leitões neonatos com fontes energéticas contendo ácidos graxos nas 12 h após o nascimento (CHIANG *et al.* 1990) ou nos primeiros 3 dias de vida (CASELLAS *et al.* 2005) resultou em redução do risco de mortalidade. No presente estudo, a taxa geral de mortalidade, acumulada até 3, 7 e 20 dias de vida, não foi alterada com o uso de Lianol e/ou Biostart, em contradição ao efeito benéfico na sobrevivência de leitões que receberam Lianol no primeiro dia de vida (SMULDERS e KANORA, 2012; SCOLLO *et al.* 2014). Apesar de usar um número adequado de animais por tratamento e a mesma dosagem, os autores não informaram o peso ao nascimento como no presente estudo, o que pode ter influenciado na sobrevivência dos leitões.

Ao avaliar a mortalidade subdividindo a análise em três classes de peso ao nascer, a hipótese era que a suplementação aumentasse a chance de sobrevivência de leitões mais leves ao nascer ( $\geq 794$ - $<1000$ g), já que estes possuem reservas corporais limitadas e, possivelmente, menor consumo de colostro. No entanto, esta hipótese não se concretizou, talvez porque esses leitões mais leves apresentaram outros problemas, como hipotermia mais severa, menor vigor e menor habilidade na disputa pelos tetos e ingestão de colostro, não permitindo que os nutrientes suplementados revertissem essas condições. Além disso, estudos sugerem a possibilidade de alterações nas condições fisiológicas em leitões de baixo peso ao nascer, em que os órgãos (por exemplo, intestino delgado e músculo esquelético) de leitões com CIUR (Crescimento Intrauterino Retardado) podem sofrer maior estresse oxidativo (WANG *et al.* 2008; WANG *et al.* 2010) e também apresentaram menor capacidade antioxidante do plasma dos leitões de baixo peso ao nascer mesmo no período pós-desmame (MICHIELS *et al.* 2012). Nos leitões mais pesados ( $>1225$  g), o fato de a mortalidade ter sido baixa e similar entre os tratamentos está provavelmente associado a reservas corporais adequadas para garantir a sobrevivência. Nesse contexto, Ferrari *et al.* (2014) mostraram que leitões mais pesados são menos dependentes da ingestão de colostro para garantir sua sobrevivência. É possível que o efeito positivo da suplementação de Lianol ou Biostart na sobrevivência de leitões com 1000-1225g seja devido ao fato de que essa faixa de peso possui condições metabólicas e fisiológicas mínimas de sobrevivência, as quais são garantidas com a oferta de suplemento nutricional.

A maior ocorrência de mortes por esmagamento e diarreia está de acordo com resultados de outros estudos (SPICER *et al.* 1986; CHRISTENSEN e SVENSMARK, 1997; ROEHE *et al.* 2009). Spicer *et al.* (1986) observaram que metade das mortes por esmagamentos são de leitões clinicamente saudáveis, e ocorrem principalmente nas primeiras 36 h de vida. Isto sugere que a outra metade dos animais esmagados está associada à subnutrição e outras causas. No presente estudo, ao agrupar as mortes por esmagamento e subnutrição, houve maior efeito na redução da mortalidade quando Lianol e Biostart foram administrados isoladamente do que em conjunto. Esse resultado fica difícil de ser explicado, mas a morte por esmagamento de alguns leitões a mais no grupo Lianol+Biostart poderia, paradoxalmente, estar associada a maior quantidade de energia suplementar recebida pelos leitões deste grupo. Existe a possibilidade de que o excesso de ingestão de alguns substratos pode causar aumento na concentração

sanguínea de corpos cetônicos, ocorrendo um efeito narcótico nos leitões, baixa atividade e maior probabilidade de serem esmagados pela fêmea (BACH & BABAYAN, 1982; ODLE e CRENSHAW, 1992).

De acordo com Mellor e Cockburn (1986), a energia mínima necessária para garantir a sobrevivência de um leitão neonato, em condições de termoneutralidade, é de 167 kcal/kg no primeiro dia de vida. Porém, em um ambiente com baixa temperatura esse valor pode chegar a 215 até 227 kcal/kg. A quantidade de energia digestível fornecida aos leitões dos diferentes tratamentos, variou entre um mínimo de 6,4 kcal e máximo de 31 kcal/leitão. Embora esses valores não tenham alcançado a energia mínima para garantir a sobrevivência, conforme observado por Mellor e Cockburn (1986), é necessário lembrar que essa energia é suplementar e deve ser somada à energia do colostro consumido. E também é possível que outros ingredientes dos suplementos usados neste estudo podem ter algum efeito na sobrevivência.

O insucesso em aumentar o ganho de peso dos leitões com suplementos nutricionais, observado no presente estudo, também tem sido relatado nos estudos de suplementação com colostro ou diversos suplementos nutricionais (LEPINE *et al.* 1989; LEE e CHIANG, 1994; MUNS *et al.* 2014). Além do peso ao nascimento (QUINIOU *et al.* 2002; FURTADO *et al.* 2012), o consumo de colostro (DEVILLERS *et al.* 2011; DECALUWÉ *et al.* 2014; FERRARI *et al.* 2014) e de leite são fatores que afetam o ganho de peso pré-desmame. O fato do ganho de peso não ter sido afetado pelos suplementos nutricionais pode ser decorrente do consumo de colostro ter sido semelhante entre os leitões suplementados e não suplementados. Além de energia, o colostro possui fatores de crescimento que estimulam a maturação do trato gastrointestinal (XU *et al.* 2000). Embora a suplementação com pequeno volume (15 ml) de colostro não tenha aumentado o ganho de peso de leitões com peso ao nascer  $\leq 1,35$  kg (MUNS *et al.* 2014), o efeito positivo de maior consumo de colostro sobre o ganho de peso, em longo prazo, já foi relatado em vários estudos (DEVILLERS *et al.* 2011; DECALUWÉ *et al.* 2014; FERRARI *et al.* 2014). Cabe lembrar que não apenas a energia consumida no primeiro dia é importante para o ganho de peso dos leitões, mas também a ingestão diária de energia até o desmame. Neste sentido, o fator limitante do crescimento é a produção de leite pela fêmea (PLUSKE *et al.* 2005), pois a capacidade de ingestão é alta e a produção de leite não atende a demanda. A suplementação líquida com sucedâneos do leite sob consumo voluntário pode resultar no aumento do ganho de

peso no período pré-desmame (WOLTER *et al.* 2002). Porém, essa alternativa pode não aumentar a taxa de sobrevivência, pois o consumo suplementar voluntário nos primeiros dias de vida é baixo ou inexistente, período em que ocorre a maioria das mortes.

A IgG é a principal imunoglobulina presente no colostro e sua concentração decresce rapidamente nas 24 h após o parto (KLOBASA *et al.* 1987). Os leitões nascem agamaglobulinêmicos e possuem necessidade absoluta de adquirir anticorpos maternos pela ingestão de colostro (ROOKE e BLAND, 2002). A concentração sérica de IgG nos leitões com 24 h de vida possui correlação positiva com o consumo de colostro (DEVILLERS *et al.* 2011; FERRARI *et al.* 2014). No presente estudo, o consumo de colostro não foi afetado pela suplementação, o que explica que a concentração sérica de IgG, nas 24 h após o nascimento, tenha sido semelhante entre os tratamentos.

A temperatura retal, nas 24 h de vida, é uma variável que indica a capacidade de termorregulação e pode estar relacionada com a sobrevivência e o desempenho dos leitões (TUCHSCHERER *et al.* 2000; PANZARDI *et al.* 2013). A hipotermia pode ser prevenida pela maior ingestão de colostro, já que a temperatura retal possui associação positiva com o consumo de colostro (DEVILLERS *et al.* 2011). A ausência de efeito dos suplementos nutricionais na temperatura dos leitões pode ser explicada, pelo menos em parte, pelo consumo de colostro semelhante entre leitões suplementados e não suplementados.

## CONCLUSÃO

As mortes por esmagamento e subnutrição foram reduzidas nos leitões suplementados com Lianol e/ou Biostart. O uso desses suplementos nutricionais reduziu a mortalidade pré-desmame de leitões com peso ao nascer de 1000-1225g, mas não nos com peso <1000g ou >1225 g. A suplementação não apresentou efeito no consumo de colostro, temperatura retal, concentração sérica de IgG e ganho de peso até o desmame dos leitões.

## Referências

- BACH, A. C.; BABAYAN, V. K. Medium- chain triglycerides. An update. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 36, p. 950, 1982.
- CASELLAS, J.; CASAS, X.; PIEDRAFITA, J.; MANTECA, X. Effect of medium- and long-chain triglyceride supplementation on small newborn-pig survival. **Preventive Veterinary Medicine**. v. 67, p. 213–221, 2005.
- CHIANG, S. H; PETTIGREW, J. E.; CLARKE, S. D.; CORNELIUS, S. G. Limits of medium chain and long chain triacylglycerol utilization by piglets. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 1632-1638, 1990.
- CHRISTENSEN, J.; SVENSMARK, B. Evaluation of producer-recorded causes of preweaning mortality in Danish sow herds. **Preventive Veterinary Medicine** v. 32, p. 155–164, 1997.
- DE VOS, M.; CHE, L.; HUYGELEN, V.; WILLEMEN, S.; MICHIELS, J.; VAN CRUCHTEN, S.; VAN GINNEKEN, C. Review: nutritional interventions to prevent and rear low-birthweight piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 98, p. 609-619, 2014.
- DECALUWÉ, R.; MAES, D.; DECLERCK, I.; COOLS, A.; WUYTS, B.; DE SMET, S.; JANSSENS, G. P. J. Changes in back fat thickness during late gestation predict colostrum yield in sows. **Animal**. v. 7, p. 1999–2007. 2013.
- DECALUWÉ, R.; MAES, D.; WUYTS, B.; COOLS, A.; PIEPERS, S.; JANSSENS, G. P. J. Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. **Livestock Science**. v. 162, p. 185–192, 2014.
- DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. **Animal**, v. 5, p. 1605–1612, 2011.
- DEVILLERS, N.; VAN MILGEN, J.; PRUNIER, A.; LE DIVIDICH, J. E. Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. **Animal Science**, v.78, p.305-313, 2004.
- FERRARI, C. V.; SBARDELLA, P. E.; COUTINHO, M. L.; VAZ Jr, I. S.; BERNARDI, M. L; WENTZ, I; BORTOLOZZO, F. P. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 114, p. 259-266, 2014.
- FURTADO, C. S. D; MELLAGI, A. P. G; CYPRIANO, C. R; GAGGINI, T. S; BERNARDI, M. L; WENTZ, I; BORTOLOZZO, F. P. Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou no desempenho de leitões lactentes. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, p. 1-7, 2012.
- HERPIN, P.; DAMON, M.; LE DIVIDICH, J. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. **Livestock Production Science**, v. 78, p. 25–45, 2002.
- KILBRIDE, A. L., MENDEL, M., STATHAM, P., HELD, S., HARRIS, M., COOPER, S., GREEN, L. E. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing



accommodation on 112 commercial pig farms in England. **Preventive Veterinary Medicine**. v. 104, p. 281-291. 2012.

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

LEE, H. F.; CHIANG, S. H. Energy value of medium-chain triglycerides and their efficacy in improving survival of neonatal pigs. **Journal of Animal Science** v. 72, p. 133–138, 1994.

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

MELLOR, D. J.; COCKBURN, F. A comparison of energy metabolism in the newborn infant, piglet and lamb. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, v. 71, p. 361 - 371, 1986.

MICHIELS, J.; DE VOS, M.; MISOTTEN, J.; OVYN, A.; DE SMET, S.; VAN GINNEKEN, C. Maturation of digestive function is retarded and plasma antioxidant capacity lowered in fully weaned low birth weight piglets. **British Journal of Nutrition** v. 3, p. 1–11, 2012.

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

ODLE, J.; CRENSHAW, T. D. Evaluation of [ $^{14}$ C]-medium-chain fatty acid oxidation by neonatal pigs using continuous-infusion radiotracer kinetic methodology. **The Journal of Nutrition**, v. 122, p. 2183, 1992.

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

PLUSKE, J. R.; PAYNE, H. G.; WILLIAMS, I. H.; MULLAN, B. P. Early feeding for lifetime performance of pigs. **Recent Advances in Animal Nutrition in Australia** v. 15. p 171-181, 2005.

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

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

ROEHE, R.; SHRESTHA, N. P.; MEKKAWY, W.; BAXTER, E. M.; KNAP, P. W.; SMURTHWAITE, K. M.; JARVIS, S.; LAWRENCE, A. B.; EDWARDS, S. A. Genetic analyses of piglet survival and individual birth weight on first generation data

of a selection experiment for piglet survival under outdoor conditions. **Livestock Science** v.121, p.173–181, 2009.

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

SCOLLO, A.; MAZZONI, C.; AVANZINI, C.; DEPONDT, W.; KANORA, A.; SMULDERS, D. The effect of supplying Lianol<sup>®</sup> Colostrum to just born piglets: Mortality and medicine consumption. Corner Presentation. **Proceedings** of the 23<sup>rd</sup> IPVS Congress, Cancun, México. p. 347. 2014.

SMULDERS, D.; KANORA, A. Fermented potato protein enhances immunoglobulin levels and reduced pre-weaning mortality in piglets. **Proceedings** of the 22<sup>nd</sup> IPVS Congress, Korea. p. 555. 2012.

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

Statistical Analysis Systems Institute. SAS, release 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 2005.

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

VAN DER LENDE, T.; KNOL, E. F.; LEENHOUWERS, J. I. Prenatal development as a predisposing factor for perinatal losses in pigs. **Control of Pig Reproduction**, v. 58, p. 274-261, 2001.

WANG, J.; CHEN, L.; LI, D.; YIN, Y.; WANG, X.; LI, P.; DANGOTT, L. J.; HU, W.; WU, G. Intrauterine growth restriction affects the proteomes of the small intestine, liver, and skeletal muscle in newborn pigs. **Journal of Nutrition** v. 138, p. 60–66, 2008

WANG, X. Q.; WU, W. Z.; LIN, G.; LI, D. F.; WU, G. Y.; WANG, J. J. Temporal proteomic analysis reveals continuous impairment of intestinal development in neonatal piglets with intrauterine growth restriction. **Journal of Proteome Research**. v. 9, p. 924–935, 2010.

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

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

Tabela 1. Consumo de colostro, temperatura retal (TR24h) e concentração sérica de imunoglobulina G (IgG) dos leitões, 24 h após o nascimento, de acordo com a administração ou não de suplemento nutricional no primeiro dia de vida (médias  $\pm$  erro padrão da média)

Tratamento	Consumo de colostro, g	TR24h °C	IgG mg/ml
Controle (n)	277,7 $\pm$ 5,93 (293)	38,8 $\pm$ 0,05 (143)	26,4 $\pm$ 1,99 (21)
Lianol (n)	270,3 $\pm$ 5,87 (299)	38,8 $\pm$ 0,05 (147)	24,9 $\pm$ 2,04 (21)
Biostart (n)	275,6 $\pm$ 5,84 (301)	38,8 $\pm$ 0,05 (152)	24,8 $\pm$ 1,98 (21)
Lianol+Biostart (n)	271,1 $\pm$ 5,89 (296)	38,8 $\pm$ 0,05 (144)	21,0 $\pm$ 1,99 (21)
Valor de P	0,6713	0,8904	0,2322

A uniformização foi efetuada 24,3  $\pm$  0,04 h após o nascimento.

Controle (n=305): sem suplemento.

Lianol (n=306): administração, por via oral, de 1 ml do produto Lianol Colostro<sup>®</sup>, 1 h (1<sup>a</sup> dose) e 8 h (2<sup>a</sup> dose) após o nascimento.

Biostart (n=306): administração, por via oral, de 2 ml do produto Biostart<sup>®</sup>, 1 h (1<sup>a</sup> dose) e 8 h (2<sup>a</sup> dose) após o nascimento.

Lianol+Biostart (n=305): administração de ambos os suplementos com mesmos horários e doses dos tratamentos Lianol e Biostart.

Tabela 2. Taxa de mortalidade cumulativa de leitões ao longo do período de amamentação, de acordo com a administração ou não de suplemento nutricional no primeiro dia de vida

Tratamentos	Mortalidade cumulativa		
	Dia 3, % (n)	Dia 7, % (n)	Dia 20, % (n)
Controle (n=305)	6,2 (19)	8,8 (27)	11,5 (35)
Lianol (n=306)	5,2 (16)	6,9 (21)	8,2 (25)
Biostart (n= 306)	3,6 (11)	5,6 (17)	7,5 (23)
Lianol+Biostart (n= 305)	3,9 (12)	6,2 (19)	7,9 (24)

Não houve diferença entre os tratamentos ( $P>0,05$ ).

Controle (n=305): sem suplemento.

Lianol (n=306): administração, por via oral, de 1 ml do produto Lianol Colostro<sup>®</sup>, 1 h (1<sup>a</sup> dose) e 8 h (2<sup>a</sup> dose) após o nascimento.

Biostart (n=306): administração, por via oral, de 2 ml do produto Biostart<sup>®</sup>, 1 h (1<sup>a</sup> dose) e 8 h (2<sup>a</sup> dose) após o nascimento.

Lianol+Biostart (n=305): administração de ambos os suplementos com mesmos horários e doses dos tratamentos Lianol e Biostart.

Tabela 3. Taxa de mortalidade até o dia 20 após o nascimento de acordo com a administração ou não de suplemento nutricional no primeiro dia de vida em leitões distribuídos em três classes de peso ao nascimento

Tratamento	Classes de peso, g		
	≥794-<1000 % (n/n)	1000-1225 % (n/n)	>1225-1315 % (n/n)
Controle (n=305)	15,2 (12/79)	13,6 <sup>b</sup> (21/155)	2,8 (2/71)
Lianol (n=306)	16,0 (12/75)	6,1 <sup>a</sup> (10/164)	4,5 (3/67)
Biostart (n= 306)	12,1 (10/83)	6,8 <sup>a</sup> (10/148)	4,0 (3/75)
Lianol+Biostart (n= 305)	17,3 (14/81)	5,5 <sup>a</sup> (9/164)	1,7 (1/60)

a, b indicam diferença na coluna ( $P \leq 0,05$ ).

Controle (n=305): sem suplemento.

Lianol (n=306): administração, por via oral, de 1 ml do produto Lianol Colostro<sup>®</sup>, 1 h (1<sup>a</sup> dose) e 8 h (2<sup>a</sup> dose) após o nascimento.

Biostart (n=306): administração, por via oral, de 2 ml do produto Biostart<sup>®</sup>, 1 h (1<sup>a</sup> dose) e 8 h (2<sup>a</sup> dose) após o nascimento.

Lianol+Biostart (n=305): administração de ambos os suplementos com mesmos horários e doses dos tratamentos Lianol e Biostart.

Tabela 4. Peso e ganho de peso diário em leitões até os dias 1, 7 e 20 após o nascimento de acordo com a administração ou não de suplemento nutricional no primeiro dia de vida (média  $\pm$  erro padrão da média)

Tratamento	Dia1	Dia7	Dia20
Peso Corporal, g			
Controle	1189,4 $\pm$ 42,14	2150,6 $\pm$ 42,74	4887,5 $\pm$ 43,23
Lianol	1185,0 $\pm$ 41,85	2149,2 $\pm$ 42,39	4861,6 $\pm$ 42,68
Biostart	1179,4 $\pm$ 41,76	2163,6 $\pm$ 42,25	4850,3 $\pm$ 42,57
Lianol+Biostart	1189,5 $\pm$ 42,00	2146,9 $\pm$ 42,41	4789,2 $\pm$ 42,68
Ganho de Peso Diário, g			
Controle	83,2 $\pm$ 4,05	148,6 $\pm$ 4,11	207,5 $\pm$ 4,16
Lianol	78,6 $\pm$ 4,01	148,1 $\pm$ 4,07	207,2 $\pm$ 4,10
Biostart	78,8 $\pm$ 4,00	150,8 $\pm$ 4,06	203,8 $\pm$ 4,09
Lianol+Biostart	77,2 $\pm$ 4,03	147,5 $\pm$ 4,07	202,2 $\pm$ 4,10

Não houve efeito do tratamento ou da interação entre tratamento e momento ( $P > 0,05$ ).

Controle (n=305): sem suplemento.

Lianol (n=306): administração, por via oral, de 1 ml do produto Lianol Colostro<sup>®</sup>, 1 h (1<sup>a</sup> dose) e 8 h (2<sup>a</sup> dose) após o nascimento.

Biostart (n=306): administração, por via oral, de 2 ml do produto Biostart<sup>®</sup>, 1 h (1<sup>a</sup> dose) e 8 h (2<sup>a</sup> dose) após o nascimento.

Lianol+Biostart (n=305): administração de ambos os suplementos com mesmos horários e doses dos tratamentos Lianol e Biostart.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os leitões que nascem com peso abaixo da média representam a maior alíquota da mortalidade pré desmame de uma granja, além de possuírem baixo desempenho. O período mais crítico para a sobrevivência são os primeiros dias de vida e diversos são os fatores envolvidos. Entre eles a baixa ingestão de colostro e as poucas reservas corporais são os mais importantes. Alternativas para tentar reduzir as perdas através de um aporte nutricional nas primeiras horas de vida dos leitões, por meio do fornecimento oral de suplementos nutricionais apresentam resultados contraditórios. Por meio deste estudo foi observado que em parte a suplementação pode melhorar a sobrevivência dos leitões. Mas, não foi possível aumentar medidas fisiológicas de temperatura retal e concentração sérica de IgG, nem o consumo de colostro e o ganho de peso até o desmame pelo fornecimento oral dos suplementos usados. Para o uso dos suplementos Lianol® Colostro ou Biostart® deve-se considerar o custo-benefício, onde os custos envolvem a aquisição do suplemento e a mão de obra em relação aos manejos e a aplicação do produto.

Mais estudos são necessários para conhecer melhor as necessidades fisiológicas e nutricionais dos leitões leves ao nascimento para então atender a demanda nutricional por meio do fornecimento de um suplemento e assim reduzir as mortes de leitões. Para reduzir perdas por mortes de leitões e baixo desempenho pré desmame, também são necessários estudos que caracterizam alternativas ou estratégias de manejo que melhoram o consumo de colostro, principalmente dos leitões leves ao nascimento. Em função dos desafios que a heterogeneidade no peso dos leitões ao nascimento representa para suinocultura, estudos são necessários para identificar as origens e assim reduzir a mesma.

## REFERÊNCIAS

- ASHWORTH, C. J.; FINCH, A. M.; PAGE, K. R.; NWAGWU, M. O.; MCARDLE, H. J. Causes and consequences of fetal growth retardation in pigs. **Control of Pig Reproduction** v. 58, p. 233–246, 2001.
- AZAIN, M. J. Young pig nutrition, use of liquid diets examined. **Feedstuffs**. v. 23, p. 12–21. 1998.
- AZAIN, M. J.; TOMKINS, T.; SOWINSKI, J. S.; ARENTSON, R. A.; JEWELL, D. E. Effect of supplemental pig milk replacer on litter performance: seasonal variation in response. **Journal of Animal Science**. v. 74, p. 2195–2202, 1996.
- BACH, A. C.; BABAYAN, V. K. Medium- chain triglycerides. An update. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 36, p. 950, 1982.
- BANDRICK, M.; PIETERS, M.; PIJOAN, C.; BAIDOO, S. K.; MOLITOR, T. W. Effect of cross-fostering on transfer of maternal immunity to *Mycoplasma hyopneumoniae* to piglets. **Veterinary Record**, v. 168, 100, 2011.
- BIERHALS, T.; MAGNABOSCO, D.; RIBEIRO, R. R.; PERIN J.; CRUZ, R. A.; BERNARDI, M. L.; WENTZ, I.; BORTOLOZZO, F. P. Influence of pig weight classification at cross-fostering on the performance on the primiparous sow and the adopted litter. **Livestock Science**, v. 146, p. 115-122, 2012.
- BIERHALS, T; HEIM, G; PIUCO, P; WENTZ, I; BORTOLOZZO, F. P. Uso prático do manejo de uniformização de leitegadas. **Acta Scientiae Veterinariae**. v. 38, 141-157, 2010.
- BRUININX, E.; BINNENDIJK, G. P.; VAN DER PEET-SCHWERING, C. M. C.; SCHRAMA, J. W.; DEN HARTOG, L. A.; EVERTS, H.; BEYNEN, A. C. Effect of creep feed consumption on individual feed intake characteristics and performance of group-housed weanling pigs. **Journal of Animal Science** v. 80, p.1413–1418, 2002.
- CASELLAS, J.; CASAS, X.; PIEDRAFITA, J.; MANTECA, X. Effect of medium- and long-chain triglyceride supplementation on small newborn-pig survival. **Preventive Veterinary Medicine**. v. 67, p. 213–221, 2005.
- CHIANG, S. H; PETTIGREW, J. E.; CLARKE, S. D.; CORNELIUS, S. G. Limits of medium chain and long chain triacylglycerol utilization by piglets. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 1632-1638, 1990.
- CHRISTENSEN, J.; SVENSMARK, B. Evaluation of producer-recorded causes of preweaning mortality in Danish sow herds. **Preventive Veterinary Medicine** v. 32, p. 155–164, 1997.
- COLE, M.; VARLEY, M. Weight watchers from birth. **Pig international**. v. 30, p. 13-16, 2000.
- DE VOS, M.; CHE, L.; HUYGELEN, V.; WILLEMEN, S.; MICHIELS, J.; VAN CRUCHTEN, S.; VAN GINNEKEN, C. Review: nutritional interventions to prevent and rear low-birthweight piglets. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**. v. 98, p. 609-619, 2014.



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

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

DEVILLERS, N.; FARMER, C.; LE DIVIDICH, J.; PRUNIER, A. Variability of colostrum yield and colostrum intake in pigs. **Animal**, v.1:7, p.1033-1041, 2007.

DEVILLERS, N.; LE DIVIDICH, J.; FARMER, C.; MOUNIER, A. Z. M.; LEFEBVRE, M.; PRUNIER, A. Origin and consequences of the variability of colostrum production by the sow and of its intake by piglets. **Journées de Recherches Porcine en France**, v. 37, p. 435 - 442, 2005.

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

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

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

EKSTROM, G. M.; WESTRÖM, B. R. Cathepsin B and D activities in intestinal mucose during postnatal development in pigs. Relation to intestinal uptake and transmission of macromolecules. **Biology of the Neonate**, v. 59, p. 314-321, 1991.

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

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

FOXCROFT, G. R.; DIXON, W. T.; NOVAK, S.; PUTMAN, C. T.; TOWN, S. C.; VINSKY, M. D. A.: The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. **Journal of Animal Science**, v. 84, p. 105-112, 2006.

FURTADO, C. S. D; MELLAGI, A. P. G; CYPRIANO, C. R; GAGGINI, T. S; BERNARDI, M. L; WENTZ, I; BORTOLOZZO, F. P. Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou no desempenho de leitões lactentes. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 40, p. 1-7, 2012.

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

GU, X.; LI, D. Fat nutrition and metabolism and piglets: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v. 109, p. 151 – 170, 2003.

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

HENDRIX, W. F.; KELLEY, K. W.; GASKINS, C. T.; HINRICHS, D. J. Porcine neonatal survival and serum gamma globulins. **Journal of Animal Science**, v. 47, p. 1281-1286, 1978.

HEO, K. N.; LIN, X.; HAN, I. K.; ODLE, J.: Medium-chain fatty acids but not L-carnitine accelerate the kinetics of C14 triacylglycerol utilization by colostrum-deprived newborn pigs. **Journal of Nutrition**. v. 132, p. 1989–1994, 2002.

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

HERPIN, P.; LE DIVIDICH, J.; AMARAL, N. Effect of selection for lean tissue growth on body composition and physiological state of pig at birth. **Journal of Animal Science**, v. 71, p. 2645 - 2653, 1993.

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

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

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

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

KNOL, E; MATHUR, P; FOXCROFT, G. Birth phenotypes in commercial sows: Origins and implications for future genetic selection and management. **Advances in Pork Production**, v. 21, p. 1-10, 2010.

LANZA, I.; SHOUP, D. I.; SAIF, L. J. Lactogenic immunity and milk antibody isotypes to transmissible gastroenteritis virus in sows exposed to porcine respiratory coronavirus during pregnancy. **American Journal of Veterinary Research**, v. 56, n. 6, p. 739-748, 1995.

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

LE DIVIDICH, J.; HERPIN, P.; PAUL, E.; STRULLU, F. Effect of fat content in colostrum on voluntary colostrum intake and fat utilization in the newborn pig. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 707–712, 1997.

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

LE DIVIDICH, J.; MARTINEAU, G. P.; THOMAS, F.; DEMAY, H.; RENOULT, H.; HOMO, C.; BOUTIN, D.; GAILLARD, L.; SUREL, Y.; BOUÉTARD, M.; MASSARD, M. Acquisition of passive immunity in the piglets and production of colostrum by the sow. **Journées de Recherches Porcine en France**, v. 36, p. 451 - 456, 2004.

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

LEE, H. F.; CHIANG, S. H. Energy value of medium-chain triglycerides and their efficacy in improving survival of neonatal pigs. **Journal of Animal Science** v. 72, p. 133–138, 1994.

LEENHOUWERS, J. I.; KNOL, E. F.; DE GROOT, P. N.; VOS, H.; VAN DER LENDE, T. Fetal development in the pig in relation to genetic merit for piglet survival. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 1759-1770, 2002.

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

MARION, J.; LE DIVIDICH, J. Utilization of sow milk energy by the piglet. In *Manipulating Pig Production VII* (Ed. P. D. Cranwell), p. 254. Werrabee, Australia: **Australasian Pig Science Association**. 1999.

MELLOR, D. J.; COCKBURN, F. A comparison of energy metabolism in the newborn infant, piglet and lamb. **Quarterly Journal of Experimental Physiology**, v. 71, p. 361 - 371, 1986.

MICHIELS, J.; DE VOS, M.; MISOTTEN, J.; OVYN, A.; DE SMET, S.; VAN GINNEKEN, C. Maturation of digestive function is retarded and plasma antioxidant capacity lowered in fully weaned low birth weight piglets. **British Journal of Nutrition** v. 3, p. 1–11, 2012.

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

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

MILLIGAN, B. N.; FRASER, D.; KRAMER, L. Birth weight variation in the domestic pig: effects on offspring survival, weight gain and suckling behaviour. **Applied Animal Behaviour Science**. v. 73. p. 179-191. 2001a.

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

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

ODLE, J.; CRENSHAW, T. D. Evaluation of [ $l$ - $i4C$ ]-medium-chain fatty acid oxidation by neonatal pigs using continuous-infusion radiotracer kinetic methodology. **The Journal of Nutrition**, v. 122, p. 2183, 1992.

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

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

PETTIGREW, J. E.; CORNELIUS, S. G.; MOSER, R. L.; HEEG, T. R.; HANKE, H. E.; MILLER, K. P.; HAGEN, C. D. Effects of oral doses of corn oil and other factors on preweaning survival and growth of piglets. **Journal of Animal Science**, v. 62, p. 601, 1986.

PLUSKE, J. R.; PAYNE, H. G.; WILLIAMS, I. H.; MULLAN, B. P. Early feeding for lifetime performance of pigs. **Recent Advances in Animal Nutrition in Australia** v. 15. p 171-181, 2005.

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

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

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

RODRÍGUEZ-BUENFIL, J. C.; ALLAWAY, C.E.; ALVAREZ-FLEITES, M. J.; SEGURA-CORREA, J. C.; ALZINA-LÓPEZ, A. Identificación de los factores asociados a la mortalidad de lechones lactantes en una granja porcina en el estado de Yucatán, México. **Revista Biomédica**, v. 7, p. 147-152, 1996.

ROEHE, R.; KALM, E. Estimation of genetic and environmental risk factors associated with pre-weaning mortality in piglets using generalized linear mixed models. **Anim. Sci.** v.70, p.227–240, 2000.

ROEHE, R.; SHRESTHA, N. P.; MEKKAWY, W.; BAXTER, E. M.; KNAP, P. W.; SMURTHWAITE, K. M.; JARVIS, S.; LAWRENCE, A. B.; EDWARDS, S. A. Genetic analyses of piglet survival and individual birth weight on first generation data

of a selection experiment for piglet survival under outdoor conditions. **Livestock Science** v.121, p.173–181, 2009.

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

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

SCOLLO, A.; MAZZONI, C.; AVANZINI, C.; DEPOND, W.; KANORA, A.; SMULDERS, D. The effect of supplying Lianol<sup>®</sup> Colostrum to just born piglets: Mortality and medicine consumption. Corner Presentation. **Proceedings** of the 23<sup>rd</sup> IPVS Congress, Cancun, México. p. 347. 2014.

SMULDERS, D.; KANORA, A. Fermented potato protein enhances immunoglobulin levels and reduced pre-weaning mortality in piglets. **Proceedings** of the 22<sup>nd</sup> IPVS Congress, Korea. p. 555. 2012.

SOUZA, L. P.; FRIES, H. C. C.; HEIM, G.; FACCIN, J. E.; HERNIG, L. F.; MARIMON, B. T.; BERNARDI, M. L.; BORTOLOZZO, F. P.; WENTZ, I. Behaviour and growth performance of low-birth-weight piglets cross-fostered in multiparous sows with piglets of higher birth weights. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 66, p. 510-518, 2014.

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

Statistical Analysis Systems Institute. SAS, release 9.1.3. SAS Institute Inc., Cary, NC, USA. 2005.

TRAYHURN, P.; TEMPLE, N. J.; VAN AERDE, J. Evidence from immunoblotting studies on uncoupling protein that brown adipose tissue is not present in the domestic pig. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 67, p. 1480 - 1485, 1989

TUBBS, R. C.; HURD, H. S.; DARGATZ, D.; HILL, G. Preweaning morbidity and mortality in the United States swine herds. **Swine Health and Production** v. 1, p. 21–28, 1993.

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

VAILLANCOURT, J. P.; STEIN, T. E.; MARSH, W. E.; LEMAN, A. D.; DIAL, G. D. Validation of producer-recorded causes of preweaning mortality in swine. **Preventive Veterinary Medicine** v. 10, p. 119–130, 1990.

VAN DER LENDE, T.; KNOL, E. F.; LEENHOUWERS, J. I. Prenatal development as a predisposing factor for perinatal losses in pigs. **Control of Pig Reproduction**, v. 58, p. 274-261, 2001.

WANG, J.; CHEN, L.; LI, D.; YIN, Y.; WANG, X.; LI, P.; DANGOTT, L. J.; HU, W.; WU, G. Intrauterine growth restriction affects the proteomes of the small intestine, liver, and skeletal muscle in newborn pigs. **Journal of Nutrition** v. 138, p. 60–66, 2008.

WANG, X. Q.; WU, W. Z.; LIN, G.; LI, D. F.; WU, G. Y.; WANG, J. J. Temporal proteomic analysis reveals continuous impairment of intestinal development in neonatal piglets with intrauterine growth restriction. **Journal of Proteome Research**. v. 9, p. 924–935, 2010.

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

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

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

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