

## Efeitos do fornecimento oral de suplementos nutricionais na sobrevivência e crescimento de leitões de baixo peso ao nascer

Effects of Oral Supply of Nutritional Supplements on Survival and Growth of Low Birth Weight Piglets

Anderson Douglas Kummer<sup>1</sup>, Edegar Baroncello<sup>1</sup>, Letícia Pinheiro Moreira<sup>1</sup>,  
Mari Lourdes Bernardi<sup>2</sup>, Fernando Pandolfo Bortolozzo<sup>1</sup> & Ivo Wentz<sup>1</sup>

### ABSTRACT

**Background:** High mortality is observed in piglets of low birth weight mainly due to their low body reserves and low colostrum consumption. Although nutritional supplements can be offered to these piglets in order to increase their survival and growth performance, the results concerning the beneficial effects of oral nutritional supplementation are still controversial. The aim of this study was to evaluate the effect of oral supply of nutritional supplements to low birth weight neonates, in the first hours of life, on their colostrum consumption, serum immunoglobulin G, rectal temperature, weight gain and mortality.

**Materials, Methods & Results:** At birth, piglets with birth weight ranging from 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). At the first 24.3 ± 0.04 h after birth piglets remained with their biological mother and after that they were transferred to foster dams forming litters of 12 piglets, which were equally distributed among treatments (3 piglets of each treatment). At 24 h after birth, rectal temperature was measured (n = 143, n = 147, n = 152 and n = 144 piglets from Control, Lianol, Biostart, Lianol+Biostart groups, respectively), blood was collected to measure serum immunoglobulin G (21 animals per treatment) and all alive piglets were weighed to estimate the colostrum consumption. The mortality was recorded daily and necropsy was performed to determine the cause of death. The weight was measured at birth, at 24 h, 7 and 20 days after birth. The supplementation had no effect ( $P > 0.05$ ) on rectal temperature at 24 h ( $38.8 \pm 0.02^\circ\text{C}$ ), colostrum consumption ( $274.3 \pm 2.8$  g) and serum IgG ( $24.2 \pm 0.98$  mg/mL). Overall, the body temperature and colostrum consumption were respectively lower in piglets of <1000 g ( $36.5 \pm 0.07^\circ\text{C}$ ;  $222.9 \pm 5.4$  g) compared with those of 1000-1225 g ( $36.8 \pm 0.06^\circ\text{C}$ ;  $275.4 \pm 4.3$  g) and >1225 g ( $37.1 \pm 0.07^\circ\text{C}$ ;  $310.9 \pm 5.6$  g). The body weight ( $1179.2 \pm 4.9$  g,  $2153.3 \pm 12.3$  g and  $4858.5 \pm 32.3$  g) and the weight gain ( $79.2 \pm 2.1$  g,  $149.8 \pm 1.5$  g and  $206.7 \pm 1.9$  g) at 24 h, 7 and 20 days, respectively, were not different among treatments ( $P > 0.05$ ). There was no difference ( $P > 0.05$ ) among treatments in mortality on days 3 (4.7%), 7 (6.9%) and 20 (8.8%) after birth. In piglets weighing 1000-1225 g at birth, the mortality up to 20 days was lower ( $P \leq 0.05$ ) in Lianol (6.1%), Biostart (6.8%) and Lianol+Biostart (5.5%) groups than in Control (13.6%) group. There was lower ( $P < 0.05$ ) pre-weaning mortality due to crushing and undernutrition in Lianol and Biostart groups than in the Control group (4.9% x 4.2% x 9.2%; respectively).

**Discussion:** The mortality of piglets weighing 794-<1000 g was not reduced by nutritional supplementation probably because the additional energy provided to these piglets was unable to overcome the effects of their lower body temperature and their colostrum consumption below the minimum of 250 g, considered as the minimum amount to guaranty the survival. Piglets of 1000-1225 g had adequate colostrum consumption (about 15 g above the minimum) and, probably, the nutritional supplementation was enough to reinforce their minimal physiological and metabolic conditions, hence increasing their survival. The low mortality of heavier piglets (>1225 g) is probably associated to their higher body reserves and to their higher colostrum consumption (about 60 g above the minimum necessary). Furthermore, it is known that survival of heavy piglets is higher, regardless of their colostrum consumption. In conclusion, the benefit of the nutritional supplementation on survival until weaning is observed in piglets weighing 1000-1225 g, but not in those with weight below or above this range.

**Keywords:** mortality, weight gain, colostrum consumption, Lianol, Biostart.

**Descritores:** mortalidade, ganho de peso, consumo de colostro, Lianol, Biostart.

Received: 24 June 2015

Accepted: 24 November 2015

Published: 29 December 2015

\*Article based on a Thesis submitted by the first author in partial fulfillment of requirements for the Master's Degree, Programa de Pós-Graduação em Ciências Veterinárias (PPGCV), Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, RS, Brazil. <sup>1</sup>Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, UFRGS, Porto Alegre. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Faculdade de Agronomia, UFRGS, Porto Alegre. CORRESPONDENCE: F.P. Bortolozzo [fpbortol@ufrgs.br - Tel.: +55(51)3308-8044]. Setor de Suínos, Faculdade de Veterinária, UFRGS. Av. Bento Gonçalves n. 9090, Bairro Agronomia. CEP 91540-000 Porto Alegre, RS, Brazil.

## INTRODUÇÃO

A hiperprolificidade das fêmeas suínas trouxe como consequência a redução do peso médio ao nascer [23] e maior mortalidade no período pré-desmame [11,23] que, apesar de ser variável, de 4,7 a 12% [11,13], tem forte impacto na produtividade dos plantéis suínos. As primeiras 24 h após o nascimento representam o período mais crítico para a sobrevivência dos leitões, sendo que entre 39 e 60% das mortes pré-desmame ocorrem nos primeiros três dias após o nascimento [11,31]. A mortalidade neonatal está associada ao baixo consumo de colostro de leitões com baixo peso ao nascer [10], visto que são menos vigorosos e precisam de mais tempo para efetuar a primeira mamada [29], além de possuir menor reserva energética e maior superfície corporal em relação ao seu peso [12], o que os predispõem à subnutrição e hipotermia.

Embora existam vários suplementos comerciais para leitões neonatos [5], os estudos avaliando estratégias de suplementação com esses produtos são escassos. Além disto, há controvérsia entre os estudos, pois em alguns a suplementação com ácidos graxos aumentou a sobrevivência de leitões [2,3], mas em outros não [15,16,19].

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do fornecimento oral de dois suplementos nutricionais nas primeiras horas de vida sobre a mortalidade, o desempenho, o consumo de colostro, a concentração sérica de imunoglobulina G e a temperatura retal de leitões neonatos de baixo peso ao nascer.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### *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 1315 g, oriundos de fêmeas Landrace x Large White (Agroceres PIC Camborough 25<sup>®</sup>).

Durante todo o período experimental, os leitões permaneceram alojados em gaiolas convencionais de maternidade, 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 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 (suplemento proteico - composição básica: proteína de batata, glicerol, vitamina E; energia digestível estimada de 3200 kcal/kg)<sup>1</sup>, 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. No grupo Biostart, os leitões receberam suplementação por via oral do produto Biostart<sup>®</sup> (suplemento vitamínico mineral - composição básica: vitaminas, minerais, lactose, glicose, óleo de canola; energia metabolizável de 5224 kcal/kg, segundo o fabricante)<sup>2</sup>, 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. Os leitões do grupo Lianol+Biostart receberam suplementação, por via oral, dos produtos Lianol e Biostart, com as primeiras doses (1 e 2 mL) efetuidas 1 h após o nascimento e as segundas doses (1 e 2 mL) efetuidas 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 bioló-

gica junto com os demais leitões da leitegada. Quando transcorridas aproximadamente 24 h ( $24,3 \pm 0,04$  h), os leitões selecionados foram transferidos e distribuídos uniformemente 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.

#### *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 foi usado para estimar o consumo de colostro de acordo com o método descrito por Devillers *et al.* [9]. Neste mesmo momento, foi efetuada a mensuração da temperatura retal, com termômetro digital, em um subgrupo de leitões (143, 147, 152 e 144 leitões dos grupos Controle, Lianol, Biostart e Lianol+Biostart, respectivamente), oriundos das 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, selecionados de acordo com mãe biológica e peso ao nascimento semelhante. A coleta foi de 3 a 4 mL de sangue, realizada pela punção da veia jugular, utilizando agulhas e tubos vacutainer<sup>3</sup> 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  $-20$  °C. A determinação de IgG no soro dos leitões foi efetuada usando o Kit Quantitation Set Pig IgG (E100-104) e Kit Starter Accessory (E101)<sup>4</sup>. 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 morte dos leitões foi registrada diariamente e foi realizada a necropsia para definir a causa da morte.

#### *Análise estatística*

Todas as análises foram realizadas com o uso do Software SAS [26]. 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% ( $P < 0,05$ ) e os 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, número de leitões 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 confirmar a uniformidade dos tratamentos quanto às variáveis citadas.

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 cumulativa de leitões de acordo com o período após o nascimento (3, 7 e 20 dias), classe de peso ao nascimento ( $\geq 794$ - $<1000$  g;  $1000$ - $1225$  g e  $>1225$ - $1315$  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).

As causas de mortalidade até os 20 dias foram as seguintes: 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) na 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 ( $P < 0,05$ ), em comparação ao grupo Controle (4,9% x 4,2% x 9,2%; respectivamente). No grupo Lianol+Biostart foi observada tendência ( $P < 0,09$ ) a apresentar menor mortalidade por esmagamento e subnutrição (5,6%) do que no 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 verificadas nos grupos Lianol, Biostart e Lianol+Biostart, em comparação ao grupo Controle, nos leitões de peso intermediário, mas não nos mais leves ou mais pesados (Tabela 3). No geral, leitões de <1000 g apresentaram temperatura retal ao nascimento mais baixa ( $36,5 \pm 0,07^\circ\text{C}$ ;  $36,8 \pm 0,06^\circ\text{C}$ ;  $37,1 \pm 0,07^\circ\text{C}$ ) e menor consumo de colostro ( $222,9 \pm 5,4$  g;  $275,4 \pm 4,3$  g;  $310,9 \pm 5,6$  g) do que os leitões de 1000-1225 g e >1225 g ( $P < 0,05$ ), respectivamente.

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).

**Tabela 1.** Consumo de colostro, temperatura retal (TR24) 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 (média  $\pm$  erro padrão da média).

Tratamento	Consumo de colostro, g	TR24, °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 dos leitões foi efetuada 24,3  $\pm$  0,04 h após o nascimento. Controle: sem suplemento. Lianol: administração, por via oral, de 1 mL do produto Lianol Colostro®, 1 h (1ª dose) e 8 h (2ª dose) após o nascimento. Biostart: administração, por via oral, de 2 mL do produto Biostart®, 1 h (1ª dose) e 8 h (2ª dose) após o nascimento. Lianol+Biostart: administração de ambos os suplementos com mesmos horários e doses dos tratamentos Lianol e Biostart.

**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 dos leitões.

Tratamento	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: sem suplemento. Lianol: administração, por via oral, de 1 mL do produto Lianol Colostro®, 1 h (1ª dose) e 8 h (2ª dose) após o nascimento. Biostart: administração, por via oral, de 2 mL do produto Biostart®, 1 h (1ª dose) e 8 h (2ª dose) após o nascimento. Lianol+Biostart: administração de ambos os suplementos com mesmos horários e doses dos tratamentos Lianol e Biostart.

**Tabela 3.** Taxa de mortalidade até 20 dias 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	15,2 (12/79)	13,6b (21/155)	2,8 (2/71)
Lianol	16,0 (12/75)	6,1a (10/164)	4,5 (3/67)
Biostart	12,1 (10/83)	6,8a (10/148)	4,0 (3/75)
Lianol+Biostart	17,3 (14/81)	5,5a (9/164)	1,7 (1/60)

<sup>a,b</sup>na coluna indicam diferença entre os tratamentos ( $P \leq 0,05$ ). Controle: sem suplemento. Lianol: administração, por via oral, de 1 mL do produto Lianol Colostro®, 1 h (1ª dose) e 8 h (2ª dose) após o nascimento. Biostart: administração, por via oral, de 2 mL do produto Biostart®, 1 h (1ª dose) e 8 h (2ª dose) após o nascimento. Lianol+Biostart: 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 ± erro padrão da média).

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

Não houve efeito do tratamento ou da interação entre tratamento e momento em nenhuma das variáveis analisadas ( $P > 0,05$ ). Controle: sem suplemento. Lianol: administração, por via oral, de 1 mL do produto Lianol Colostro®, 1 h (1ª dose) e 8 h (2ª dose) após o nascimento. Biostart: administração, por via oral, de 2 mL do produto Biostart®, 1 h (1ª dose) e 8 h (2ª dose) após o nascimento. Lianol+Biostart: administração de ambos os suplementos com mesmos horários e doses dos tratamentos Lianol e Biostart.

## DISCUSSÃO

Considerando que aproximadamente um terço das fêmeas suínas não produz colostro suficiente que atenda uma quantidade mínima para garantir a sobrevivência dos leitões [6], é fundamental dispor de estratégias de suplementação oral de fontes nutritivas, já nas primeiras horas de vida, para os leitões de baixo peso ao nascimento. Tem sido relatada redução do risco de mortalidade com a suplementação de leitões neonatos com fontes energéticas contendo ácidos graxos, nas 12 h após o nascimento [3] ou nos primeiros três dias de

vida [2]. No presente estudo, a 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 dos leitões que receberam Lianol no primeiro dia de vida [27,28]. Apesar de usar um número adequado de animais por tratamento e a mesma dose, não foi informado o peso ao nascimento [27,28], como efetuado no presente estudo, o que poderia explicar as diferenças de resposta ao uso da suplementação entre os estudos.

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, embora em ambiente com baixa temperatura esse valor possa chegar a 215-227 kcal/kg [17]. A quantidade de energia digestível fornecida aos leitões do presente estudo, via suplementação, variou de 6,4 kcal a 31 kcal por leitão. Embora esses valores não tenham alcançado a energia mínima para garantir a sobrevivência, é necessário considerar que essa energia é suplementar e deve ser somada à energia do colostro consumido. Ao avaliar a mortalidade de acordo com as três classes de peso ao nascer, a hipótese era de que a suplementação aumentasse a chance de sobrevivência de leitões mais leves ao nascer (794-<1000 g), já que eles possuem reservas corporais limitadas. No entanto, esta hipótese não foi confirmada, talvez porque esses leitões mais leves apresentaram outros problemas, como hipotermia, confirmada por sua menor temperatura corporal ao nascimento. Também cabe ressaltar que os leitões da classe mais leve ingeriram, em média, 20 g de colostro abaixo de 250 g, que é a quantidade considerada ideal para garantir a sobrevivência [10]. Nesse caso, a energia suplementar não foi, provavelmente, suficiente para reverter a condição de hipotermia. Além disso, estudos sugerem a possibilidade de alterações nas condições fisiológicas de leitões que nascem com baixo peso ao nascer por terem sofrido crescimento intrauterino retardado, pois podem apresentar maior estresse oxidativo de alguns órgãos, tais como fígado, intestino delgado e musculatura esquelética [32], menor quantidade de proteínas necessárias para a digestão, absorção e metabolismo de nutrientes [33], bem como menor capacidade antioxidante do plasma [18].

É possível que o efeito positivo da suplementação na sobrevivência de leitões com 1000-1225 g seja devido ao fato de que essa faixa de peso proporciona condições metabólicas e fisiológicas mínimas de sobrevivência, as quais são garantidas com a oferta de suplemento nutricional em adição ao consumo de colostro que esteve próximo do mínimo necessário (15 g acima). Nos leitões mais pesados (>1225 g), a mortalidade foi baixa e similar entre os tratamentos, provavelmente pelo fato de que possuem reservas corporais adequadas para garantir a sobrevivência. Além de terem consumido cerca de 60 g colostro acima da quantidade mínima para a sobrevivência, é sabido que leitões mais pesados possuem índices de sobrevivência elevados, independentemente do consumo de colostro [10].

A maior ocorrência de mortes por esmagamento e diarreia está de acordo com resultados de outros estudos [4,24,29]. A metade das mortes por esmagamento atinge leitões clinicamente sadios e ocorre principalmente nas primeiras 36 h de vida [29]. 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 à maior quantidade de energia suplementar recebida pelos leitões deste grupo. Existe a possibilidade de que o excesso de ingestão de alguns substratos possa causar aumento na concentração sanguínea de corpos cetônicos, ocorrendo um efeito narcótico nos leitões, baixa atividade e maior probabilidade de serem esmagados pela fêmea [1,20].

O insucesso em aumentar o ganho de peso dos leitões com suplementos nutricionais está de acordo com resultados de estudos de suplementação com colostro ou diversos suplementos nutricionais [15,16,19]. Além do peso ao nascimento [11,23], o consumo de colostro [7,8,10] 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 possuir nutrientes altamente digestíveis, o colostro possui fatores de crescimento que estimulam a maturação do trato gastrointestinal [35]. 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 [19], o efeito positivo de maior consumo de colostro sobre o ganho de peso, em longo prazo, já foi relatado em vários estudos [7,8,10]. 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 que mais limita o crescimento é a produção de leite pela fêmea [22], pois a capacidade de ingestão pelos leitões 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 [34]. Porém,

essa alternativa pode não aumentar a taxa de sobrevivência, pois, nos primeiros dias de vida, período em que ocorre a maioria das mortes, o consumo voluntário de suplementos é baixo ou inexistente.

A IgG é a principal imunoglobulina presente no colostro e sua concentração decresce rapidamente nas 24 h após o parto [14]. Os leitões nascem agamaglobulinêmicos e possuem necessidade absoluta de adquirir anticorpos maternos pela ingestão de colostro [25]. A concentração sérica de IgG nos leitões com 24 h de vida possui correlação positiva com o consumo de colostro [8,10]. 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 [21,30]. A hipotermia pode ser prevenida pela maior ingestão de colostro, já que a temperatura retal possui associação positiva com o consumo de colostro [8]. 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.

## CONCLUSÕES

A suplementação nutricional com Lianol e/ou Biostart, nas primeiras 24 h após o nascimento, não afeta o consumo de colostro, a temperatura retal, a concentração sérica de IgG e o ganho de peso até o desmame, mas reduz a mortalidade de leitões por esmagamento e subnutrição. A mortalidade geral até o desmame é reduzida com a suplementação nutricional em leitões de peso ao nascer entre 1000 e 1225 g, mas não nos com peso <1000 g ou >1225 g.

## MANUFACTURERS

<sup>1</sup>Huvepharma do Brasil Com. e Imp. LTDA. Porto Alegre, RS. Brazil.

<sup>2</sup>Fatec Arujá. São Paulo, SP, Brazil.

<sup>3</sup>Labor Import. São Paulo, SP, Brazil.

<sup>4</sup>Bethyl Laboratories. Montgomery, Texas, USA.

**Acknowledgements.** The authors are grateful to Master Agro-Industrial and Agroceres PIC for providing the facilities to perform this study and for the help of its staff.

**Ethical approval.** Process n° 26254 approved by the Ethical Committee of Animal Utilization - CEUA - of Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

**Declaration of interest.** The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

## REFERENCES

- 1 **Bach A.C. & Babayan V.K. 1982.** Medium-chain triglycerides. An update. *American Journal of Clinical Nutrition*. 36(5): 950-962.
- 2 **Casellas J., Casas X., Piedrafita J. & Manteca X. 2005.** Effect of medium- and long-chain triglyceride supplementation on small newborn-pig survival. *Preventive Veterinary Medicine*. 67(2-3): 213-221.
- 3 **Chiang S.H., Pettigrew J.E., Clarke S.D. & Cornelius S.G. 1990.** Limits of medium chain and long chain triacylglycerol utilization by piglets. *Journal of Animal Science*. 68(6): 1632-1638.
- 4 **Christensen J. & Svensmark B. 1997.** Evaluation of producer-recorded causes of preweaning mortality in Danish sow herds. *Preventive Veterinary Medicine*. 32(3-4): 155-164.
- 5 **De Vos M., Che L., Huygelen V., Willemen S., Michiels J., Van Cruchten S. & Van Ginneken C. 2014.** Review: nutritional interventions to prevent and rear low-birthweight piglets. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 98(4): 609-619.
- 6 **Decaluwé R., Maes D., Declerck I., Cools A., Wuyts B., De Smet S. & Janssens G.P.J. 2013.** Changes in back fat thickness during late gestation predict colostrum yield in sows. *Animal*. 7(12): 1999-2007.
- 7 **Decaluwé R., Maes D., Wuyts B., Cools A., Piepers S. & Janssens G.P.J. 2014.** Piglets' colostrum intake associates with daily weight gain and survival until weaning. *Livestock Science*. 162(4): 185-192.
- 8 **Devillers N., Le Dividich J. & Prunier A. 2011.** Influence of colostrum intake on piglet survival and immunity. *Animal*. 5(10): 1605-1612.
- 9 **Devillers N., Van Milgen J., Prunier A. & Le Dividich J.E. 2004.** Estimation of colostrum intake in the neonatal pig. *Animal Science*. 78(2): 305-313.

- 10 Ferrari C.V., Sbardella P.E., Coutinho M.L., Vaz Jr. I.S., Bernardi M.L., Wentz I. & Bortolozzo F.P. 2014. Effect of birth weight and colostrum intake on mortality and performance of piglets after cross-fostering in sows of different parities. *Preventive Veterinary Medicine*. 114(3-4): 259-266.
- 11 Furtado C.S.D, Mellagi A.P.G, Cypriano C.R, Gaggini T.S, Bernardi M.L., Wentz I. & Bortolozzo F.P. 2012. Influência do peso ao nascimento e de lesões orais, umbilicais ou locomotoras no desempenho de leitões lactentes. *Acta Scientiae Veterinariae*. 40(4): 1077.
- 12 Herpin P., Damon M. & Le Dividich J. 2002. Development of thermoregulation and neonatal survival in pigs. *Livestock Production Science*. 78(1): 25-45.
- 13 Kilbride A.L., Mendl M., Statham P., Held S., Harris M., Cooper S. & Green L.E. 2012. A cohort study of preweaning piglet mortality and farrowing accommodation on 112 commercial pig farms in England. *Preventive Veterinary Medicine*. 104(3-4): 281-291.
- 14 Klobasa F., Werhahn E. & Butler J.E. 1987. Composition of sow milk during lactation. *Journal of Animal Science*. 64(5): 1458-1466.
- 15 Lee H.F. & Chiang S.H. 1994. Energy value of medium-chain triglycerides and their efficacy in improving survival of neonatal pigs. *Journal of Animal Science*. 72(1): 133-138.
- 16 Lepine A.J., Boyd R.D., Welch J.A. & Roneker K.R. 1989. 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*. 67(4): 983-990.
- 17 Mellor D.J. & Cockburn F. 1986. A comparison of energy metabolism in the newborn infant, piglet and lamb. *Quarterly Journal of Experimental Physiology*. 71(3): 361-371.
- 18 Michiels J., De Vos M., Misotten J., Owyn A., De Smet S. & Van Ginneken C. 2013. Maturation of digestive function is retarded and plasma antioxidant capacity lowered in fully weaned low birth weight piglets. *British Journal of Nutrition*. 109(1): 65-75.
- 19 Muns R., Silva C., Manteca X. & Gasa J. 2014. Effect of cross-fostering and oral supplementation with colostrum on performance of newborn piglets. *Journal of Animal Science*. 92(3): 1193-1199.
- 20 Odle J., Benevenga N.J. & Crenshaw T.D. 1992. Evaluation of [1-14C]-medium-chain fatty acid oxidation by neonatal pigs using continuous-infusion radiotracer kinetic methodology. *The Journal of Nutrition*. 122 (11): 2183-2189.
- 21 Panzardi A., Bernardi M.L., Mellagi A.P., Bierhals T., Bortolozzo F.P. & Wentz I. 2013. Newborn piglet traits associated with survival and growth performance until weaning. *Preventive Veterinary Medicine*. 110(2): 206-213.
- 22 Pluske J.R., Payne H.G., Williams I.H. & Mullan B.P. 2005. Early feeding for lifetime performance of pigs. *Recent Advances in Animal Nutrition in Australia*. 15(1): 171-181.
- 23 Quiniou N., Dagorn J. & Gaudre D. 2002. Variation of piglet's birth weight and consequences on subsequent performance. *Livestock Production Science*. 78(1): 63-70.
- 24 Roehle R., Shrestha N.P., Mekki W., Baxter E.M., Knap P.W., Smurthwaite K.M., Jarvis S., Lawrence A.B. & Edwards S.A. 2009. 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*. 121(2-3): 173-181.
- 25 Rooke J.A. & Bland I.M. 2002. The acquisition of passive immunity in the new-born piglet. *Livestock Production Science*. 78(1): 13-23.
- 26 SAS Institute. 2005. SAS User's Guide, Release 9.1.3. Cary, NC, USA.
- 27 Scollo A., Mazzoni C., Avanzini C., Depondt W., Kanora A. & Smulders D. 2014. The effect of supplying Lianol® Colostrum to just born piglets: Mortality and medicine consumption. Corner Presentation. In: *Proceedings of the 23rd IPVS Congress*. v.I. (Cancun, México). p.347.
- 28 Smulders D. & Kanora A. 2012. Fermented potato protein enhances immunoglobulin levels and reduced pre-weaning mortality in piglets. *Proceedings of the 22nd IPVS Congress* (Jeju, Korea). p.555.
- 29 Spicer E.M, Driesen S.J, Fahy V.A., Horton B.J., Simis L.D., Jones R.T, Cutler R.S. & Prime R.W. 1986. Causes of preweaning mortality on a large intensive piggery. *Australian Veterinary Journal*. 63(3): 71-75.
- 30 Tuchscherer M., Puppe B., Tuchscherer A. & Tiemann U. 2000. Early identification of neonates at risk traits of newborn piglets with respect to survival. *Theriogenology*. 54(3): 371-388.
- 31 Van Der Lende T., Knol E.F. & Leenhouwers J.I. 2001. Prenatal development as a predisposing factor for perinatal losses in pigs. In: Geisert R.D., Niemann H. & Doberska C. (Eds). *Control of Pig Reproduction VI*. Cambridge: Society for Reproduction and Fertility, pp.247-261.



- 32 Wang J., Chen L., Li D., Yin Y., Wang X., Li P., Dangott L.J., Hu W. & Wu G. 2008.** Intrauterine growth restriction affects the proteomes of the small intestine, liver, and skeletal muscle in newborn pigs. *Journal of Nutrition*. 138(1): 60-66.
- 33 Wang X.Q., Wu W.Z., Lin G., Li D.F., Wu G.Y. & Wang J.J. 2010.** Temporal proteomic analysis reveals continuous impairment of intestinal development in neonatal piglets with intrauterine growth restriction. *Journal of Proteome Research*. 9(2): 924-935.
- 34 Wolter B.F., Ellis M., Corrigan B.P. & DeDecker J.M. 2002.** 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*. 80(2): 301-308.
- 35 Xu R.J., Wang F. & Zhang S.H. 2000.** Postnatal adaptation of the gastrointestinal tract in neonatal pigs: a possible role of milk-borne growth factors. *Livestock Production Science*. 66(2): 95-107.