

Betaína em rações para fêmeas suínas de primeiro e segundo ciclo reprodutivo¹

Betaine in the diet of sows in the first or second reproductive cycle

Tiago Silva Andrade^{2*}, Pedro Henrique Watanabe², Lina Raquel Santos Araújo², José Nailton Bezerra Evangelista³ e Ednardo Rodrigues Freitas²

RESUMO - Objetivou-se avaliar a inclusão de betaína na ração de fêmeas suínas no terço final de gestação e na lactação, quanto ao desempenho reprodutivo, composição do leite e avaliação econômica. Foram utilizadas 72 matrizes suínas, sendo 36 de primeiro ciclo ($171,77 \pm 7,54$ kg) e 36 de segundo ciclo reprodutivo ($203,17 \pm 13,31$ kg), distribuídas em delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2×3 , sendo dois ciclos reprodutivos e três rações (R0: ração controle; R1: ração com inclusão de 0,2% de betaína e redução de 50% da exigência em metionina digestível; R2: ração controle suplementada com 0,2% de betaína). A adição de betaína às dietas não promoveu efeito no peso ao parto, peso ao desmame das porcas, peso médio dos leitões ao nascimento e ao desmame, embora leitões provenientes de porcas de segundo ciclo tenham apresentado maior peso ao nascimento e ao desmame. Não houve efeito dos tratamentos sobre o intervalo desmame-cio das fêmeas suínas. Proteína total e triglicérides do leite não diferiram entre si, porém, houve diferença na composição em função dos dias pós-parto. As rações não influenciaram significativamente os valores médios do perfil de ácidos graxos do leite de porcas, nem as variáveis econômicas avaliadas. A substituição de até 50% da metionina digestível por betaína em dietas de porcas (84º dia de gestação até o 21º dia de lactação) não causou efeitos negativos sobre os parâmetros produtivos.

Palavras-chave: Aditivos. Gestação. Lactação. Trimetilglicina.

ABSTRACT - The aim of this study was to evaluate the inclusion of betaine in the diet of sows in the last third of gestation and during lactation, on reproductive performance, composition of the milk, and economic evaluation. A total of 72 sows were used, 36 in the first reproductive cycle (171.77 ± 7.54 kg) and 36 in the second cycle (203.17 ± 13.31 kg), distributed over a randomized-block design, in a 2×3 factorial scheme of two reproductive cycles and three diets (R0: control diet, R1: diet with the inclusion of 0.2% betaine and a reduction of 50% in digestible methionine requirement, R2: control diet supplemented with 0.2% betaine). The addition of betaine to the diets had no effect on weight at birth, weight of the sows at weaning, or average weight of the piglets at birth and at weaning, although piglets from sows in their second cycle displayed a higher weight at birth and weaning. There was no effect from the treatments on the interval between weaning and oestrus in the sows. Total protein and triglycerides in the milk did not differ; there were however differences in composition for days post-partum. The diets did not significantly affect average values for the fatty acid profile of the sow milk, or the economic variables. Replacing up to 50% of the digestible methionine with betaine in the sows' diet (day 84 of gestation to day 21 of lactation) had no negative effects on the production parameters.

Key words: Additives. Gestation. Lactation. Trimethylglycine.

*Autor para correspondência

DOI: 10.5935/1806-6690.20160094

¹Recebido para publicação em 25/08/2015; aprovado em 30/03/2016

Parte de Dissertação de Mestrado do primeiro autor apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará

²Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 970, Bloco 808, Fortaleza-CE, Brasil, 60.021-640, negoandrade@hotmail.com, pedrowatanabe@ufc.br, linaaraujo@gmail.com, ednardo@ufc.br

³Faculdade de Medicina Veterinária, Universidade Estadual do Ceará. Av. Doutor Silas Munguba, 1700, Campus do Itaperi, Fortaleza-CE, Brasil, 60.714-903, jnailton@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A nutrição de fêmeas suínas tem evoluído consideravelmente nos últimos anos, e isso se deve, principalmente, ao aumento da produtividade das matrizes. Embora os avanços genéticos tenham tornado as fêmeas mais produtivas, elas são mais exigentes nutricionalmente e sensíveis às condições de estresse térmico por altas temperaturas. Como consequência, essas matrizes têm forte tendência de redução no escore corporal, o que resulta em falhas reprodutivas e redução da produtividade durante sua vida útil. Essa situação é mais evidenciada em matrizes de primeiro parto, pois além de possuírem menores reservas corporais e reduzida capacidade de consumo (OELKE *et al.*, 2008), ainda possuem necessidades nutricionais significativas para o crescimento, o que pode resultar em falhas reprodutivas e ocasionar a chamada síndrome do segundo parto.

Diante da alta demanda nutricional das fêmeas suínas em primeira e segunda lactação, o uso de ferramentas nutricionais que potencializem a utilização energética da ração apresenta-se como alternativa na busca por maior longevidade das fêmeas em vida reprodutiva. Nesse sentido, a betaína natural é um aditivo extraído da beterraba que atua como osmólito, diminuindo a demanda energética do suíno para manter uma adequada hidratação celular e o correto equilíbrio iônico. Além disso, a betaína apresenta-se como fonte de grupos metil, importante para a conversão de homocisteína em metionina, cuja elevada concentração do primeiro pode prejudicar o desenvolvimento embrionário e aumentar a mortalidade pós-natal (MATTE; GUAY; GIRARD, 2006). Esta forma de atuar da betaína promove uma economia de energia de manutenção para o suíno, além de menor necessidade de doadores de grupos metil de maior custo, tais como a DL-metionina e a colina. Dessa forma a eficiência da betaína na alimentação dos suínos é cada vez mais evidente, já que permite melhor utilização da energia contida na ração em outras funções que não sejam as de manutenção (ARANTZAMENDI; DURAN; BLANC, 2006).

Encontra-se na literatura pesquisas que relatam o efeito positivo da betaína sobre o desempenho de suínos em crescimento e terminação (RIBEIRO *et al.*, 2011). No entanto, diante da escassez de informações do uso de betaína em fêmeas suínas reprodutoras e seus efeitos sobre o desempenho reprodutivo destas, objetivou-se avaliar o desempenho de porcas de primeiro e segundo ciclo, alimentadas com rações contendo betaína no terço final da gestação e na lactação, bem como o desempenho dos leitões, composição do leite e avaliação econômica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido, em uma granja comercial suínica localizada na latitude sul 3°54'45,97" e longitude oeste 38°39'19,83", a uma altitude de 980 metros acima do nível do mar, no município de Maranguape/Ceará, durante os meses de dezembro de 2013 a fevereiro de 2014.

Foram utilizadas 72 matrizes suínas de mesma linhagem genética (Topigs® 20), sendo 36 fêmeas de primeiro ciclo reprodutivo ($171,77 \pm 7,54$ kg) e 36 fêmeas de segundo ciclo reprodutivo ($203,17 \pm 13,31$ kg). Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso, considerando o peso inicial na formação dos blocos, em um esquema fatorial 2 x 3, sendo dois ciclos reprodutivos e três rações, com 12 repetições por tratamento. As rações experimentais consistiram em: R0: ração controle; R1: ração contendo 0,2% de betaína (Betafin® S1) e redução em 50% da metionina digestível; R2: ração controle contendo 0,2% de betaína (Betafin® S1). As rações foram formuladas para atender as exigências nutricionais mínimas de acordo com as recomendações contidas no manual da linhagem comercial TOPIGS® para fêmeas em gestação e lactação e a composição dos alimentos de acordo com Rostagno *et al.* (2011), exceto para o nível de metionina da R1, reduzido em 50% da recomendação (Tabela 1). O período experimental foi de 51 dias, considerando o terço final de gestação (dos 84 aos 114 dias de gestação) e o período de lactação (21 dias).

As fêmeas no terço final de gestação (84º ao 109º dias de gestação) foram alojadas em galpões com gaiolas individuais, e aos 110 dias de gestação foram transferidas para galpões de maternidade com celas parideiras individuais contendo comedouros e bebedouros para matrizes e leitões, além de abrigo escamoteador com fonte de calor.

A temperatura média observada no período foi de 29,65 e 29,09 °C nos galpões de gestação e maternidade, respectivamente. O galpão de gestação era equipado com ventiladores e nebulizadores e o galpão de maternidade equipado com sistema de ventilação adiabática localizada (Munters, Suécia), sendo este composto por placas de filtro adiabático tipo colmeia, com ampla superfície úmida, onde eram realizadas as lavagens e a retirada do calor sensível. A saída de ar era direcionada até a parte superior da cabeça das matrizes, fornecendo assim, ar com temperatura média de 24 °C, próximo da temperatura crítica superior de 21 °C para porcas (MOURA, 1999), com velocidade de 10 m/s. Tanto os equipamentos de ventilação e nebulização no galpão de gestação, como o sistema de ventilação adiabático no galpão de maternidade eram ligados diariamente das 06 h 30 às 17 h 30.

As fêmeas de primeiro ciclo, no terço final de gestação (dos 84 dias de gestação até o dia do parto) receberam 2,8 kg de ração por dia; já as fêmeas de segundo ciclo, no mesmo período da gestação, receberam 3,0 kg de ração por dia. A mensuração do consumo de ração na fase de maternidade (CRM) ocorreu a partir do primeiro dia após o parto, quando as fêmeas receberam ração para a fase de lactação à vontade, fornecida em três refeições, sendo as quantidades e as sobras pesadas diariamente.

Foram medidos os pesos e a espessura de toucinho das matrizes na entrada da maternidade (cinco dias antes da data prevista do parto) e ao desmame. A espessura de toucinho foi medida no ponto P2, obtida a 6,5 cm da linha dorso-lombar e a 6,5 cm da última costela na direção cranial, considerando a média de três mensurações seguidas.

Durante as partições, foram registradas as quantidades de leitões nascidos vivos, natimortos

Tabela 1 - Composição calculada e nutricional das rações experimentais da fase de gestação e lactação

Ingredientes (%)	R\$ kg	Gestação			Lactação		
		R0	R1	R2	R0	R1	R2
Milho grão	0,55	60,390	60,390	60,390	55,752	55,752	55,752
Farelo de trigo	0,45	18,300	18,300	18,300	-	-	-
Farelo de soja 46	1,18	8,400	8,400	8,400	19,100	19,100	19,100
Soja integral extrusada	1,40	5,800	5,800	5,800	12,700	12,700	12,700
Farinha de carne 40%	0,95	5,500	5,500	5,500	5,900	5,900	5,900
Açúcar cristal	1,60	-	-	-	5,000	5,000	5,000
Sal branco comum	0,16	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500	0,500
DL- Metionina 99%	14,50	0,066	0,033	0,066	0,058	0,029	0,058
L-Lisina 78%	4,87	0,150	0,150	0,150	0,180	0,180	0,180
Treonina 98%	9,33	0,094	0,094	0,094	0,060	0,060	0,060
Premix vitamínico ¹	6,97	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400	0,400
Premix mineral ²	4,37	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050	0,050
Suicopper® ³	6,49	0,150	0,150	0,150	0,100	0,100	0,100
Inerte ⁴	-	0,200	0,033	-	0,200	0,029	-
Betafin® S1 96%	12,19	-	0,200	0,200	-	0,200	0,200
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Composição nutricional e energética							
Energia metabolizável (kcal kg)		3150	3150	3150	3400	3400	3400
Proteína bruta (%)		16,20	16,20	16,20	20,70	20,70	20,70
Fibra bruta (%)		3,76	3,76	3,76	3,02	3,02	3,02
Extrato etéreo (%)		5,01	5,01	5,01	5,81	5,81	5,81
Cálcio (%)		0,85	0,85	0,85	0,92	0,92	0,92
Fósforo disponível (%)		0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45
Lisina digestível (%)		0,70	0,70	0,70	1,05	1,05	1,05
Metionina digestível (%)		0,49	0,24	0,49	0,58	0,29	0,58
Treonina digestível (%)		0,53	0,53	0,53	0,68	0,68	0,68
Triptofano digestível (%)		0,13	0,13	0,13	0,19	0,19	0,19

¹Premix vitamínico: vitamina A (1193000 UI/kg), vitamina D3 (191000 UI/kg), vitamina E (5625 mg), vitamina K3 (338 mg), vitamina B1 (180 mg), vitamina B 2 (900 mg), vitamina B6 (338 mg), vitamina B 12 (4050 mcg), ácido fólico (270 mg), ácido pantotênico (2475 mg), niacina (5625 mg), biotina (23 mg), colina(19518 mg), aditivo antioxidante (170 mg), selênio (68 mg), promotor de crescimento (3800mg); ²Premix mineral: manganês (27.000 mg), zinco (144.000 mg), ferro (99.000 mg), cobre (14.400 mg), iodo (540 mg); ³ Suicopper®: manganês (900mg), zinco (31500 mg), ferro (31500), cobre (112500 mg); ⁴ Inerte: areia lavada

e mumificados. Os leitões foram identificados individualmente com brincos e pesados ao nascimento e ao desmame. A uniformização das leitegadas foi realizada entre leitões de fêmeas de mesmo tratamento até o terceiro dia de vida dos leitões, de forma a manter 12 leitões por porca.

Ao nascerem, os leitões foram secados com pó secante e foi feita a amarração e corte do cordão umbilical com posterior desinfecção com solução de iodo a 5%. Logo após, foram colocados junto à fêmea para mamar o colostro. Após o término do parto, foi realizado o manejo de desgaste dos dentes com pedra porosa rotativa e o corte do terço final da cauda com termocauterizador. Os leitões receberam medicação preventiva contra coccidiose via oral no terceiro dia pós parto e 200 mg (2 mL) de ferro dextrano via intramuscular. A castração dos machos foi realizada no 7º dia após o nascimento. Os leitões receberam ração pré-inicial do 7º dia de vida até o desmame.

Para avaliar a composição dos constituintes do leite (proteína total, triglicérides e perfil de ácidos graxos), realizou-se coleta de aproximadamente 80 mL de leite após o parto (colostro), aos 7, 14 e 21 dias de lactação, sendo usados 10 UI de ocitocina injetável, na veia auricular durante a ordenha manual das tetas funcionais de cada fêmea, sendo homogeneizado e armazenado à temperatura de -20 °C para análises subsequentes.

As análises de proteína total e triglicérides do leite foram realizadas no Laboratório de Reprodução Animal (LERA) da Universidade Federal do Ceará. Para análise de proteínas totais recorreu-se ao teste colorimétrico, utilizando-se o kit da Labtest Diagnóstica S.A. (Ref.: 99), e para análise dos triglicérides foi usado o teste colorimétrico com o kit da Labtest diagnóstica S.A. (ref.: 87).

O perfil de ácidos graxos e os lipídeos foram determinados pelo método de Folch, Lees e Sloane Stanley (1957), utilizando aproximadamente 2 mL de amostra de leite das porcas e extraídos através da utilização de clorofórmio e metanol (2:1). Toda essa etapa foi realizada no Laboratório de Físico-Química de Alimentos do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias (CCHSA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

A preparação dos extratos lipídicos foi realizada de acordo com Hartman e Lago (1973). Os metil ésteres dos ácidos graxos mais abundantes foram identificados por comparação com os tempos de retenção dos padrões de ésteres metílicos dos ácidos graxos C-12 a C-20. Estes padrões estavam compostos pelos ácidos graxos láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolênico (C18:3). A quantificação dos ácidos graxos presentes no leite das porcas foi

calculada mediante a porcentagem da área de cada pico correspondente ao ácido graxo identificado pelos padrões. A partir dos valores percentuais dos ácidos graxos foi calculada a relação de ácidos graxos poli-insaturados/saturados. Para tal, os ácidos graxos poli-insaturados utilizados foram o linoleico e o linolênico e os ácidos graxos saturados foram: o láurico, mirístico, palmítico e esteárico.

A partir dos custos dos insumos (US\$) para produção das rações experimentais, foram calculados o custo de alimentação das fêmeas, obtido a partir do consumo de ração por porca multiplicado pelo custo da ração; custo de alimentação das fêmeas por quilograma de leitão desmamado, sendo o custo de alimentação por porca dividido pelo peso da leitegada ao desmame; receita bruta parcial por leitão, sendo o produto entre o peso médio do leitão multiplicado por US\$5,34 (valor em dólar americano do kg do leitão praticado em fevereiro de 2014 no estado do Ceará) e receita líquida parcial por leitão, considerando a receita bruta parcial por leitão subtraindo o custo de alimentação por leitão produzido.

Os dados foram submetidos à análise de variância e analisados utilizando-se o procedimento PROC GLM do programa estatístico SAS (1998), sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. Os dados de composição (proteína e triglicérides) e perfil de ácidos graxos do leite foram analisados segundo esquema em parcelas subdividas, sendo o período de coleta (colostro, 7, 14 e 21 dias pós-parto) utilizado como subparcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os pesos das porcas ao parto (PP) e ao desmame (PD) diferiram significativamente em função da ordem do parto, mas não em decorrência dos tratamentos (Tabela 2), resultado este que está diretamente relacionado ao maior desenvolvimento corporal de fêmeas de segundo ciclo em relação às fêmeas de primeiro parto (MELLAGI *et al.*, 2013).

Os valores observados de espessura de toucinho ao parto (ETP), espessura de toucinho ao desmame (ETD), consumo de ração (CR) e intervalo desmame-cio (IDC) não diferiram significativamente entre os tratamentos. Ao avaliarem a inclusão de 0,2% de betaína em rações para marrãs e porcas multíparas, Ramis *et al.* (2011) obtiveram resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo para as variáveis ETD e PD. Entretanto, esses mesmos autores observaram uma melhora de 19% para o IDC de fêmeas suplementadas com 0,2% de betaína na ração, notando ainda menor consumo, sugerindo o melhor aproveitamento da energia e dos nutrientes mobilizados

Tabela 2 - Peso ao parto (PP), espessura de toucinho ao parto (ETP), peso ao desmame (PD), espessura de toucinho ao desmame (ETD), intervalo desmame cio (IDC) e consumo de ração na maternidade (CRM) de porcas de primeiro e segundo ciclo reprodutivo em função das formas de suplementação com betaína na ração

Variável	Ração (R)			Ciclo (C)		CV, %	Efeito		
	R0	R1	R2	1°	2°		R	C	RxC
PP (kg)	214,20	216,46	216,95	202,11b	231,64a	6,89	NS	*	NS
ETP (mm)	14,91	14,89	15,20	15,05	14,95	10,90	NS	NS	NS
PD (kg)	187,54	187,20	181,37	171,33b	199,41a	10,83	NS	*	NS
ETD (mm)	12,79	12,91	12,50	12,77	12,69	13,92	NS	NS	NS
IDC (dias)	4,51	4,79	4,60	5,57	4,88	57,90	NS	NS	NS
CRM (kg)	4,57	4,42	4,30	4,33	4,53	16,30	NS	NS	NS

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação, R0: ração controle, R1: ração contendo 0,2% betaína e redução de 50% da exigência para metionina digestível, R2: ração controle com suplementação de 0,2% de produto comercial contendo betaína, R: ração, C: ciclo, NS: não significativo e *: significativo

durante a lactação. No entanto, como a perda de peso e mobilização de reservas corporais em porcas durante a fase de lactação está associada a menor consumo de ração, os valores semelhantes para espessura de toucinho ao parto e ao desmame observados no presente trabalho são devidos ao mesmo padrão de ingestão de ração das fêmeas suínas durante a fase de gestação, bem como na fase de lactação.

Não há trabalhos na literatura sobre a substituição de metionina por betaína em porcas em reprodução, entretanto, de acordo com os resultados verificou-se que na ração R1, embora o nível de substituição da metionina digestível tenha sido elevado (50%), as matrizes conseguiram manter seu peso corporal, espessura de toucinho e IDC semelhante ao grupo controle. Em relação à suplementação de betaína na ração R2, esperava-se que a maior disponibilidade de energia derivada deste composto pudesse contribuir positivamente no equilíbrio hormonal das fêmeas suínas; entretanto, considerando o efeito da temperatura ambiente, a ausência deste efeito pode ser atribuída ao estado metabólico dos animais nestas condições.

O peso médio do leitão ao nascimento (PMN) diferiu significativamente em função do ciclo (Tabela 3), mas não em decorrência da utilização de betaína nas rações. De acordo com Lima *et al.* (2006), observa-se que, em função das ordens de parto de uma porca, há um aumento gradativo tanto do peso corporal das porcas, quanto do peso médio do leitão ao nascer, e dessa forma, fêmeas com maior número de partos são capazes de manter uma gestação com melhor nutrição dos fetos, principalmente devido ao desenvolvimento uterino das mesmas, com placentas mais pesadas, que potencializam a nutrição placentária.

No presente estudo a suplementação com betaína na ração R2 não influenciou o peso da leitegada ao nascimento (PMNL), discordando dos resultados de Van Wettere, Herde e Hughes (2012) ao avaliarem a suplementação de betaína em rações para porcas da gestação até o desmame. Uma possível resposta benéfica da betaína dietética sobre o desenvolvimento fetal estaria relacionada ao aumento nos níveis basais do hormônio do crescimento (HUANG *et al.*, 2007) o qual atua na melhoria da transferência de nutrientes via placenta para os fetos (GATFORD *et al.*, 2009), aumentando assim o peso ao nascer, fato que não foi observado no presente estudo ($P > 0,05$).

Fêmeas de 2° parto desmamaram leitegadas mais pesadas em relação a fêmeas primíparas, devendo-se ao fato de que leitões com menor peso ao nascimento resultam em leitões mais leves por todo período de lactação (BIANCHI *et al.*, 2006). Não foram observadas diferenças estatísticas entre as fêmeas que receberam as diferentes rações experimentais para este parâmetro, novamente evidenciando que a substituição de 50% de metionina digestível por betaína foi capaz de manter o PMLD. Já em relação à suplementação, embora Ramis *et al.* (2011) tenham observado que fêmeas que receberam ração com 0,2% de betaína apresentaram maior PMLD em relação ao tratamento sem este aditivo, no presente trabalho não foi observado este efeito.

Segundo Ramis *et al.* (2011), a betaína quando suplementada via ração de porcas pode resultar em maior secreção deste composto no leite, diminuindo a demanda energética dos leitões para manutenção, resultando em economia de energia, além de auxiliar a melhoria da função intestinal e na digestibilidade dos nutrientes. De acordo com os mesmos autores, a betaína suplementada via ração das fêmeas pode resultar em maior expressão

Tabela 3 - Peso médio da leitegada ao nascimento (PMLN), peso médio do leitão ao nascimento (PMN), leitões nascidos totais (NT), nascidos vivos (NV), natimortos (NAT), mumificados (MM), mortalidade (MORT) e desmamados (DESM), peso médio da leitegada ao desmame (PMLD) e peso médio do leitão ao desmame (PMD) de porcas suplementadas com betaína na ração, em função do ciclo reprodutivo

Variável	Ração (R)			Ciclo (C)		CV, %	Efeito		
	R0	R1	R2	1°	2°		R	C	RxC
PMNL (kg)	16,43	14,77	15,36	15,39	15,66	23,85	NS	NS	NS
PMN (kg)	1,21	1,27	1,22	1,17b	1,29a	14,56	NS	*	NS
NT	14,45	12,95	13,00	13,83	13,13	20,93	NS	NS	NS
NV	13,58	11,76	12,36	13,13	12,08	22,65	NS	NS	NS
NAT	0,12	0,56	0,33	0,16	0,50	23,84	NS	NS	NS
MM	0,74	0,66	0,30	0,55	0,55	20,78	NS	NS	NS
MORT	0,95	0,78	0,73	0,77	0,88	12,75	NS	NS	NS
PMLD (kg)	55,29	55,22	53,50	51,35b	57,99a	14,86	NS	*	NS
PMD (kg)	4,92	5,14	4,85	4,66b	5,28a	14,08	NS	*	NS
DESM	11,20	10,62	11,04	11,05	10,88	7,87	NS	NS	NS

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação, R0: ração controle, R1: ração contendo 0,2% betaína e redução de 50% da exigência para metionina digestível, R2: ração controle com suplementação de 0,2% de produto comercial contendo betaína, R: ração, C: ciclo, NS: não significativo e *: significativo

de compostos metilados no leite, ocasionando melhora na digestibilidade dos nutrientes pelos leitões e aumento no peso total do corpo, o que não foi observado neste estudo, visto que não houve diferença entre tratamentos para PMLN, PMN, PMLD e PMD. Possivelmente, a ausência de resultados benéficos da betaína como suplemento está relacionado ao fato de que uma vez que as exigências em metionina estejam supridas, a suplementação com betaína não promove mais efeito algum sobre os parâmetros zootécnicos (ATTIA *et al.*, 2005).

Não foram observadas diferenças significativas para as variáveis: nascidos totais, nascidos vivos, natimortos, mumificados, mortalidade e desmamados. Considerando os efeitos prejudiciais da homocisteína, um metabólito da metionina, sobre o transporte placentário de aminoácidos (JANSSON, 2009) e quando encontrada em níveis elevados pode causar perda gestacional e um prejuízo no desenvolvimento dos fetos (IKEDA *et al.*, 2010; MATTE; GUAY; GIRARD, 2006), uma possível ação positiva da betaína como doador de grupos metil estaria relacionada a redução nos níveis de homocisteína por meio da metilação desta, promovendo o crescimento e a maturação dos conceitos menos desenvolvidos, permitindo maior sobrevivência até o parto (RAMIS *et al.*, 2011; VAN WETTERE; HERDE; HUGHES, 2012); no entanto, as duas formas de inclusão de betaína avaliadas no presente estudo não promoveram tais efeitos, possivelmente devido ao fato das rações terem sido formuladas com base na exigência mínima para metionina digestível para porcas.

Para os resultados referentes ao teor de proteína total e triglicérides do leite (Tabela 4) nos diferentes estágios de lactação, não foram observadas diferenças para estes componentes em função das rações experimentais, assim como para os ciclos reprodutivos.

No entanto, observou-se que houve diferença na composição do leite em função dos dias pós-parto. Em relação a proteína do leite, os maiores valores observados no dia 0 são decorrentes da maior presença de imunoglobulinas, corroborando com os resultados obtidos por Martins *et al.* (2007). O menor teor de proteína observado no leite aos 21 dias pós-parto pode ser devido a menor concentração decorrente da maior produção de leite a partir da segunda semana de lactação, resultando na diluição dos componentes lácteos. De forma semelhante, observou-se maior teor de triglicérides no colostro (0 dia pós-parto), com menor teor de gordura observado a partir de 14 dias pós-parto. De acordo com Klobasa *et al.* (1987), a secreção láctea é modificada nos primeiros dois a três dias após o parto e a partir do décimo dia observa-se que a composição se torna mais estável, o que justificaria a inalteração no teor de triglicérides a partir do décimo quarto dia observado no presente estudo.

De acordo com Zangeronimo *et al.* (2006), cerca de 80% dos níveis de proteína e energia da dieta de fêmeas lactantes são direcionadas para a produção de leite, sendo o restante destinado à manutenção da condição corporal, podendo haver modulação dos

Tabela 4 - Proteína total (g dl) e triglicerídeos (mg dl) do leite de porcas suplementadas com betaína na ração em função do ciclo reprodutivo e dos dias pós-parto (DPP)

Ciclo	Rações (R)						CV, %	Efeito		
	R0		R1		R2			R	C	RxC
	1º	2º	1º	2º	1º	2º				
Proteína total (g dl)										
DPP										
0	30,75 a	30,52 a	30,25 a	30,95 a	30,88 a	30,58 a	14,97	NS	NS	NS
7	24,95 b	25,85 b	25,78 b	25,95 b	24,25 b	25,86 b				
14	25,25 b	24,95 b	25,02 b	26,82 b	25,00 b	24,95 b				
21	19,58 c	18,95 c	21,02 c	20,25 c	19,85 c	20,25 c				
Triglicerídeos (mg dl)										
0	1185,56 a	1190,56 a	1165,89 a	1185,56 a	1185,97 a	1175,54 a	12,58	NS	NS	NS
7	1052,58 ab	1045,85 ab	1078,58 ab	1061,99 ab	1036,58 ab	1071,28 ab				
14	892,23 b	901,25 b	902,54 b	912,78 b	911,85 b	928,57 b				
21	920,25 b	961,46 b	1001,86 b	953,88 b	989,12 b	978,33 b				

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação, R0: ração controle, R1: ração contendo 0,2% betaína e redução de 50% da exigência para metionina digestível, R2: ração controle com suplementação de 0,2% de produto comercial contendo betaína, R: ração, C: ciclo, NS: não significativo e *: significativo

nutrientes em função de déficit nutricional. Dessa forma, a redução em 50% no nível de metionina digestível na ração R1 não afetou a composição do leite, possivelmente em função da capacidade da fêmea em mobilizar reservas corporais para a manutenção dos teores de proteína e gordura láctea. Nesse sentido, por se tratar de um doador de grupamentos metil na remetilização, o fornecimento de betaína na ração pode direcionar a metionina para a síntese proteica, poupando a participação deste aminoácido sulfurado na função na doação de grupos metil (METZLER-ZEBELI; EKLUND; MOSENTHIN, 2009).

Na Tabela 5, estão apresentados os valores médios do perfil de ácidos graxos do leite de porcas, independentemente

do ciclo de reprodutivo. Verificou-se que não houve interação significativa entre os fatores, rações e semanas de lactação, corroborando com Ramis *et al.* (2011). Também observou-se que tanto a substituição da metionina pela betaína na ração R1 como a suplementação de betaína na ração R2 não alteraram o perfil de ácidos graxos do leite.

As semanas de lactação influenciaram os níveis dos ácidos mirístico (C14:O), palmítico (C16:O) e palmitoleico (C16:1n7), com menores valores para a primeira semana de lactação (Tabelas 5). Já os ácidos linoleico (C18:2n6) e linolênico (C18:3n3) apresentaram valores superiores na primeira semana de lactação. Independente da dieta fornecida às fêmeas suínas lactantes, o colostro tem um percentagem maior de ácidos graxos poli-insaturados

Tabela 5 - Perfil de ácidos graxos saturados do leite de porcas (g/100g) de primeiro e segundo ciclo reprodutivo alimentadas com rações com diferentes formas de suplementação de betaína, em função dos dias pós-parto

DPP	Rações (R)	Ciclo (C)	Ácidos graxos saturados				Ácidos graxos monoinsaturados		Ácidos graxos poli-insaturados	
			C12:0	C14:0	C16:0	C18:0	C16:1n7	C18:1n9	C18:2n6	C18:3n3
0	R0	1º	0,56	2,37 a	23,75 a	7,49	4,60 a	33,05	24,99 b	1,66 b
		2º	0,58	2,38 a	23,65 a	7,51	4,42 a	33,08	25,65 b	1,54 b
	R1	1º	0,51	2,34 a	23,65 a	7,38	4,23 a	33,09	24,95 b	1,65 b
		2º	0,53	2,36 a	23,68 a	7,49	4,25 a	33,45	25,86 b	1,70 b
	R2	1º	0,57	2,39 a	23,78 a	7,51	4,32 a	33,00	23,09 b	1,69 b
		2º	0,57	2,38 a	23,75 a	7,48	4,65 a	32,899	24,09 b	1,62 b

Continuação Tabela 5

7	R0	1º	0,62	4,95 b	33,45 b	6,54	6,98 b	26,88	18,55 a	0,71 a
		2º	0,61	4,88 b	33,68 b	6,69	6,58 b	26,75	18,32 a	0,66 a
	R1	1º	0,63	4,84 b	33,20 b	6,52	6,75 b	27,63	18,68 a	0,68 a
		2º	0,66	4,88 b	33,32 b	6,72	7,01 b	27,95	18,66 a	0,63 a
	R2	1º	0,65	4,89 b	33,75 b	6,77	7,02 b	26,89	18,23 a	0,65 a
		2º	0,63	4,90 b	33,44 b	6,49	6,89 b	27,58	18,95 a	0,64 a
14	R0	1º	0,65	4,75 b	32,68 b	6,21	6,99 b	29,89	17,65 a	0,55 a
		2º	0,66	4,73 b	32,67 b	6,28	6,75 b	27,85	16,55 a	0,52 a
	R1	1º	0,63	4,69 b	32,89 b	6,38	6,46 b	28,23.62	16,48 a	0,49 a
		2º	0,61	4,68 b	32,44 b	6,20	6,52 b	28,03	16,97 a	0,48 a
	R2	1º	0,65	4,71 b	32,79 b	6,25	6,85 b	29,06	17,51 a	0,47 a
		2º	0,68	4,74 b	32,89 b	6,78	6,95 b	28,55	17,65 a	0,52 a
21	R0	1º	0,62	4,68 b	32,00 b	6,03	6,05 b	28,15	16,01 a	0,53 a
		2º	0,66	4,66 b	31,78 b	6,04	6,03 b	28,16	17,02 a	0,54 a
	R1	1º	0,69	4,65 b	31,99 b	5,99	5,99 b	29,65	16,55 a	0,42 a
		2º	0,65	4,64 b	32,08 b	5,98	6,12 b	29,13	16,34 a	0,49 a
	R2	1º	0,69	4,67 b	32,04 b	6,11	5,90 b	28,46	16,09 a	0,48 a
		2º	0,67	4,63 b	32,06 b	6,05	6,04 b	28,99	17,01 a	0,58 a
CV, %		1,32	2,01	3,57	2,78	2,93	4,58	3,28	1,01	
Efeito	R	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
	C	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	
	Rxc	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	

Médias com letras diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação, R0: ração controle, R1: ração contendo 0,2% betaína e redução de 50% da exigência para metionina digestível, R2: ração controle com suplementação de 0,2% de produto comercial contendo betaína, R: ração, C: ciclo, NS: não significativo e *: significativo

e menor de ácidos graxos saturados (PETTERSEN; OPSTVEDT, 1991). A partir da segunda semana há redução dos níveis dos ácidos mirístico, palmítico e palmitoleico, e um aumento do ácido linoléico (BEE, 2000), tendência também observada no presente estudo.

Não houve efeito das rações sobre as variáveis econômicas avaliadas (Tabela 6).

Por outro lado, o ciclo reprodutivo influenciou o custo da alimentação/kg leitão, com maiores valores obtidos para leitões de porcas de 1º ciclo. Obteve-se maior receita bruta e líquida parcial por leitão de porcas no segundo ciclo de produção, estando relacionado ao maior peso dos leitões destas. Em relação a inclusão de betaína, a substituição de 50% do nível de metionina digestível pela

Tabela 6 - Análise econômica do uso da betaína sobre o custo da alimentação da porca (CA/porca), custo da alimentação da fêmea por kg de leitão produzido (CA/kg de leitão), receita bruta parcial (RBP) e receita líquida parcial (RLP)

Variável	Ração			Ciclo		CV	Efeito		
	R0	R1	R2	1º	2º		R	C	RxC
CA/porca (US\$)	158,63	158,38	156,57	156,21	158,91	7,76	NS	NS	NS
CA/kg leitão (US\$)	2,97	2,93	2,98	3,10 A	2,82 B	17,80	NS	*	NS
RBP (US\$/leitão)	28,44	30,11	27,89	26,93B	30,55 A	13,70	NS	*	NS
RLP (US\$/leitão)	14,23	15,08	13,66	12,72 B	15,88 A	28,54	NS	*	NS

Médias com letras diferentes na mesma linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. CV: coeficiente de variação, R0: ração controle, R1: ração contendo 0,2% betaína e redução de 50% da exigência para metionina digestível, R2: ração controle com suplementação de 0,2% de produto comercial contendo betaína, R: ração, C: ciclo, NS: não significativo e *: significativo

betaína foi viável, considerando o custo deste aminoácido ser superior a betaína.

CONCLUSÃO

A substituição de até 50% da metionina digestível em dietas para porcas (84º dia de gestação até o 21º dia de lactação) não causou efeitos negativos sobre os parâmetros produtivos.

REFERÊNCIAS

- ARANTZAMENDI, L.; DURAN, R.; BLANC, A. Uso de Betaína en alimentación porcina: donante de grupos metilo y osmolito. **Revista Anaporc**, v. 3, n. 26, p. 68-72, 2006.
- ATTIA, Y. A. *et al.* Growth, carcass quality and serum constituents of slow growing chicks as affected by betaine addition to diets containing 2. Different levels of methionine. **International Journal of Poultry Science**, v. 4, n. 11, p. 856-865, 2005.
- BEE, G. Dietary conjugated linoleic acids alter adipose tissue and milk lipids of pregnant and lactating sows. **The Journal of Nutrition**, v. 130, n. 9, p. 2292-2298, 2000.
- BIANCHI, I. *et al.* Fatores de riscos associados ao desempenho de fêmeas suínas de primeiro e segundo partos durante a lactação. **Revista Brasileira Agrociência**, v. 12, n. 3, p. 351-355, 2006.
- FOLCH, J.; LEES, M.; SLOANE STANLEY, G. H. A simple method for the isolation and purification of total lipides from animal tissues. **The Journal of Biological and Chemistry**, v. 226, n. 1, p. 497-509, 1957.
- GATFORD, K. L. *et al.* Responses to maternal GH or ractopamine during early-mid pregnancy are similar in primiparous and multiparous pregnant pigs. **Journal of Endocrinology**, v. 203, n. 1, p. 143-154, 2009.
- HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, v. 22, n. 6, p. 475-476, 1973.
- HUANG, Q. C. *et al.* Effect of betaine on growth hormone pulsatile secretion and serum metabolites in finishing pigs. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 91, n. 3/4, p. 85-90, 2007.
- IKEDA, S. *et al.* Expression of methylation pathway enzymes in bovine oocytes and preimplantation embryos. **Journal of Experimental Zoology**, v. 313, n. 3, p. 129-136, 2010.
- JANSSON, T. Novel mechanism causing restricted fetal growth: does maternal homocysteine impair placental amino acid transport. **Journal of Physiology**, v. 587, n. 17, p. 4123, 2009.
- KLOBASA, F. *et al.* Composition of sow milk during lactation. **Journal of Animal Science**, v. 64, n. 5, p. 1458-1466, 1987.
- LIMA, K. R. S. *et al.* Desempenho de porcas alimentadas durante a gestação, do primeiro ao terceiro parto, com rações com diferentes níveis de proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 1999-2006, 2006.
- MARTINS, T. D. D. *et al.* Produção e composição do leite de porcas híbridas mantidas em ambiente quente. **Ciência Rural**, v. 37, n. 4, p. 1079-1083, 2007.
- MATTE, J. J.; GUAY, F.; GIRARD, C. L. Folic acid and vitamin B12 in reproducing sows: new concepts. **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 2, p. 197-205, 2006.
- MELLAGI, A. P. G. *et al.* Efeito da ordem de parto e perda de peso durante a lactação no desempenho reprodutivo subsequente de matrizes suínas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 3, p. 819-825, 2013.
- METZLER-ZEBELI, B. U.; EKLUND, M.; MOSENTHIN, R. Impact of osmoregulatory and methyl donor functions of betaine on intestinal health and performance in poultry. **World's Poultry Science Journal**, v. 65, n. 3, p. 419-441, 2009.
- MOURA, D. J. Ventilação na suinocultura. In: SILVA, I. J. O (Ed.) **Ambiência e qualidade na produção industrial de suínos**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. p.149-179.
- OELKE, C. A. *et al.* Níveis de lisina digestível em dietas para fêmeas suínas primíparas em lactação. **Acta Science Animal Science**, v. 30, n. 3, p. 299-306, 2008.
- PETTERSEN, J.; OPSTVEDT, J. Trans fatty acids. 4. Effects on fatty acid composition of colostrum and milk. **Lipids**, v. 26, n. 9, p. 711-717, 1991.
- RAMIS, G. *et al.* Use of betaine in gilts and sows during lactation: effects on milk quality, reproductive parameters, and piglet performance. **Journal of Swine Health and Production**, v. 19, n. 4, p. 226-232, 2011.
- RIBEIRO, P. R. *et al.* Diferentes níveis de betaína sobre incidência de diarreia, desempenho, características de carcaça e parâmetros sanguíneos de suínos. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 48, n. 4, p. 299-306, 2011.
- ROSTAGNO, H. S. *et al.* **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais de aves e suínos**. Viçosa, MG: UFV, 2011. 186 p.
- SAS INSTITUTE. **SAS user's guide: statistic**. Version 6. 12. ed. Cary: SAS Institute, 1998. 846 p.
- VAN WETTERE, W. H. E. J.; HERDE, P.; HUGHES, P. E. Supplementing sow gestation diets with betaine during summer increases litter size of sows with greater numbers of parities. **Animal Reproduction Science**, v. 132, n. 1/2, p. 44-49, 2012.
- ZANGERONIMO, M. G.; ALMEIDA, M. J. M.; FIALHO, E. T. Efeito da nutrição na reprodução em matrizes suínas. **Revista Conselho Federal de Medicina Veterinária**, v. 12, n. 38, p. 61-75, 2006.