



Desempenho produtivo e *status* energético em vacas leiteiras suplementadas com colina protegida

Productive performance and energy status of dairy cows supplemented with rumen-protected choline

Andressa Michailoff^[a], Dom Diego Dall Agnol^[b], Fabiano Samuel Balistieri^[c], Franklaro Mores^[d], Rodrigo Ferreira^[e], José Francisco Bragança^[f], José Francisco Xavier da Rocha^[g], Ricardo Xavier da Rocha^[h]

^[a] Acadêmica do curso de Zootecnia, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Xanxerê, SC - Brasil, e-mail: michailoff@zootecnista.com.br

^[b] Acadêmico do curso de Zootecnia, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Xanxerê, SC - Brasil, e-mail: dom@zootecnista.com.br

^[c] Médico veterinário, Autônomo, Xanxerê, SC - Brasil, e-mail: balistieri@gmail.com

^[d] Acadêmico do curso de Medicina Veterinária, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Xanxerê, SC - Brasil, e-mail: frankmores@hotmail.com

^[e] Acadêmico do curso de Medicina Veterinária, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Xanxerê, SC - Brasil, e-mail: ferreira.rodrigo@hotmail.com

^[f] Médico veterinário, Doutor, professor dos cursos de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Xanxerê, SC - Brasil, e-mail: jose.braganca@unoesc.edu.br

^[g] Médico veterinário, doutorando no Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS - Brasil, e-mail: rocha_vetrs@hotmail.com

^[h] Médico veterinário, Doutor, professor dos cursos de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade do Oeste de Santa Catarina (Unoesc), Xanxerê, SC - Brasil, e-mail: ricardo.rocha@unoesc.edu.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar a suplementação de colina protegida da degradação ruminal em vacas leiteiras no período de transição relativo à produção e ao *status* energético. Foram utilizadas dez vacas da raça Holandesa selecionadas de acordo com a produção de leite da lactação anterior, sendo esta de 35 litros/dia nas primeiras três semanas de lactação. Dois grupos foram constituídos: controle (n = 5) e o grupo colina protegida (GCP) (n = 5) que recebeu 80g/dia de colina protegida durante 42 dias no período de transição. Avaliou-se a produção leiteira, níveis de colesterol, glicose sanguínea, cetonas séricas e a glicemia pós-infusão intravenosa de glicose (TTVG). Não houve diferença nos níveis de glicose, colesterol, no TTVG e na média de leite produzido diariamente. Entretanto, identificou-se diferença nos valores de cetonas séricas. Conclui-se que o uso de colina protegida reduz o risco de cetose e conseqüentemente de lipídose hepática.

Palavras-chave: Cetose. Período de transição. Vitamina.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the effect of rumen-protected choline supplementation on the productive performance and energy status of dairy cows during the transition period. Ten Holstein cows were selected according to the milk production of their previous lactation, which was 35 liters/day for the first three weeks of lactation. Two groups were formed: control (GC) (n = 5) and rumen-protected choline group (GCP) (n = 5) that received 80 g/day of protected choline during 42 days of the transition period. The parameters evaluated were milk production, cholesterol levels, blood glucose, serum ketones and blood glucose after intravenous infusion of glucose (TTVG). There was no significant difference in the levels of glucose, cholesterol, TTVG and average daily milk production between GC and GCP. However, significant differences were found in the values of serum ketones. It can be concluded that the use of protected choline reduces the risk of ketosis and, consequently, hepatic lipodosis.

Keywords: Ketosis. Transition period. Vitamin.

Introdução

Na produção leiteira, o período mais crítico em relação ao desenvolvimento de desordens metabólicas é o período de transição. Segundo Grummer (1995), tal período é definido como as três semanas que antecedem a data prevista de parto e as três primeiras semanas de lactação e é caracterizado por mudanças metabólicas e endócrinas a partir do fim da gestação e início de lactação (DRACKLEY, 1999). Nessa fase existe um desbalanço no metabolismo energético em virtude do aporte nutricional ser excedido pela demanda metabólica. O consumo voluntário de matéria seca não acompanha a curva de lactação, levando a uma diminuição dos níveis de glicose e insulina no sangue (CALSAMIGLIA, 1995). A queda nos níveis sanguíneos desses parâmetros resulta em maior mobilização de gordura corpórea (BOBE; YOUNG; BEITZ, 2004).

A lipólise, ou seja, a mobilização da gordura resulta em elevação dos ácidos graxos não esterificados (Agnes) no sangue que serão utilizados pelo fígado. Esses ácidos graxos são utilizados como fonte de energia (beta-oxidação). No entanto, quando esta mobilização excede a capacidade hepática de metabolizar estes Agnes, ocorre uma saturação das vias metabólicas. De acordo com Grummer (2008), o acúmulo de lipídeos pode ser exportado via lipoproteínas de muito baixa densidade (VLDL), ou então, vir a gerar vias hepáticas alternativas, como a formação de corpos cetônicos ou o depósito de gordura neste órgão.

Dessa forma, a cetose e a lipidose hepática, também conhecida como “fígado gorduroso”, são as desor-

dens do metabolismo energético mais comuns no período de transição (LUCCI, 1997). Nesse sentido, Südekum et al. (2006) sugerem que a suplementação de colina protegida da degradação ruminal em vacas leiteiras podem aumentar a síntese de VLDL, o que resultaria em menor depósito de gordura hepática e também menor formação de corpos cetônicos. Esse fato resulta em melhora na saúde e no desempenho de vacas leiteiras. Ainda de acordo com Santos (2011), a utilização de colina pode aumentar a síntese de VLDL, auxiliando na exportação de lipídeos hepáticos, diminuindo o risco de desenvolvimento de “fígado gorduroso”.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da suplementação com colina protegida da degradação ruminal no desempenho produtivo e no *status* energético de vacas de leite em período de transição.

Materiais e métodos

O experimento foi realizado na Região Oeste de Santa Catarina, no período de novembro a dezembro de 2012. Foram utilizadas dez vacas da raça Holandesa Preto e Branca, com idade média de quatro anos. Após avaliação clínica e da condição corporal, foram selecionadas de acordo com a produção diária de leite baseado nos dados da lactação anterior, que foi de 35 litros/dia nas três primeiras semanas de lactação. Durante o período do estudo, os animais permaneceram em regime normal de alimentação, ordenha e rotina diária. Estes foram mantidos em sistema

semi-intensivo de produção, com dieta pré-parto baseada em consumo de 14 kg/MS/dia, sendo 26 kg/dia de silagem de milho em três refeições e 4,5 kg de concentrado em duas refeições na semana de antecedência ao parto. No concentrado houve a inclusão de 6,5% de sal aniônico. Nessa propriedade, é realizado o monitoramento de pH urinário para avaliação da eficiência dessa dieta, detectando-se o pH urinário médio de 6,5. No pós-parto, a dieta total era composta de silagem de milho, pré-secado de azevém, pastagem de milheto (*Pennisetum americanum*) e concentrado com as seguintes proporções da dieta total: 35% de carboidrato não-fibroso, 30% de amido e 15,5% de proteína bruta. O escore de cocho para estes animais foi de 2, ou seja, manteve-se uma sobra de 5% de alimento. Os animais foram separados aleatoriamente em dois grupos: grupo controle (GC n = 5), que recebeu a dieta de lactação, e o grupo colina protegida (GCP n = 5) (tratado), que recebeu, além da dieta de lactação, a suplementação com 80 g/dia de colina protegida da degradação ruminal por um período de 42 dias. O período de suplementação foi dividido entre os 21 dias antecedentes à data prevista do parto e 21 após.

As amostras foram coletadas no pós-parto, sendo a dosagem de cetonas sanguíneas determinada pelo aparelho OptiunXcced – (Abbott Diabetes Care Ltda., Rio de Janeiro - RJ, Brasil) nos dias 7, 14 e 21 pós-parto. Nesse mesmo período e com o uso do mesmo aparelho, mensuraram-se os valores basais de glicose sanguínea. A dosagem de colesterol foi feita por meio de método enzimático com o uso de analisador semiautomático (BioPlus2000® – Bioplus Produtos para Laboratórios Ltda., Barueri - SP, Brasil). No dia 10 pós-parto foi realizado o teste de tolerância a glicose, utilizando o aparelho OptiunXcced (Abbott

Diabetes Care Ltda., Rio de Janeiro - RJ, Brasil) para mensurar os níveis de glicose nos momentos zero (antes da infusão da glicose) (M0), 10 (M1), 20 (M2), 30 (M3), 40 (M4), 50 (M5) e 60 (M6) minutos após infusão. A produção individual de leite foi acompanhada diariamente e analisada entre os grupos nos dias 7, 14 e 21 de lactação.

A análise estatística constou do teste “t” de *student* para comparação de média entre os grupos e as mesmas foram processadas por meio do software “Graphpad Instat” (Graphpad Software, San Diego - CA, USA).

Resultados e discussão

As médias de produção diária em litros de leite no GC e GCP estão apresentadas na Tabela 1. A produção de leite não sofreu influência da suplementação de colina até o dia 21 de lactação nas vacas do GCP. Atkins et al. (1988) utilizando colina não protegida da degradação ruminal na dose diária de 3 g/kg/MS no início da lactação e também suplementando diariamente com 5 g/kg/MS entre os dias 45 e 200 de lactação, não observaram alteração no desempenho produtivo. Sharma e Erdman (1989) reportam que a colina precisa de um mecanismo de proteção contra a degradação ruminal, porque ao executarem a infusão abomasal dessa vitamina, eles identificaram maior produção de leite e maior teor de gordura. Piepenbrink e Overton (2003) forneceram colina protegida da degradação ruminal nas quantias de 45, 60 e 75 g/dia para vacas leiteiras durante 84 dias, sendo 21 pré-parto até os 63 dias de lactação, mas não identificaram diferença na produção leiteira, apesar de reportarem tendência das vacas a produzirem mais leite corrigido para 3,5% de gordura.

Tabela 1 - Produção diária de leite (PL) de acordo com os dias em lactação (DEL) nos grupos controle (GC) e grupo suplementado com colina protegida da degradação ruminal (GCP)

	DEL7		DEL14		DEL21	
	GC	GCP	GC	GCP	GC	GCP
PL	31,4 ± 2,2 ^a	28,7 ± 2,7 ^a	39,3 ± 2,1 ^a	39,8 ± 1,7 ^a	42,1 ± 1,2 ^a	40,6 ± 1,6 ^a

Nota: ^aLetras iguais na mesma linha indicam que não houve diferença estatística entre os grupos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Vacas de alta produção e que estão no período de transição correm o risco de desenvolver o complexo cetose/lipidose hepática, pois a necessidade energética da glândula mamária para a produção de leite advém da dieta e da mobilização da gordura corporal. Em situações de desbalanço entre a demanda e a ingestão podem ocorrer distúrbios metabólicos, tais quais a cetose e/ou lipidose hepática (AROEIRA, 1998). A mensuração de cetonas sanguíneas, como o beta-hidroxibutirato, é utilizada como forma de diagnóstico dessas alterações (RADOSTITIS, 2002). Outro parâmetro que pode ser utilizado para avaliar o *status* energético é a mensuração de ácidos graxos não esterificados (Agnes), indicadores da mobilização de gordura corporal. Cooke (2007), trabalhando com vacas em lactação suplementadas com colina protegida observou menor concentração sérica de AGNES e também menor depósito de gordura hepática, reduzindo, assim, o risco de desenvolvimento do complexo cetose/lipidose hepática. O mesmo autor cita maior acúmulo de glicogênio hepático, o que poderia explicar a maior produção de leite em vacas suplementadas. Contudo não foi observado tal aumento no volume de leite produzido nas vacas suplementadas no presente estudo. Para avaliação do *status* energético foi empregada a dosagem de cetonas séricas, ocorrendo redução significativa nos valores desse parâmetro no GCP, enquanto que no GC houve uma elevação significativa deste (Tabela 2). Essa redução mostra a melhoria do perfil energético em vacas suplementadas com colina protegida, uma vez que a formação de cetonas ocorre posteriormente à mobilização de gordura corporal. Tal melhora no perfil energético pode ser demonstrada no trabalho de Cooke (2007), evidenciando-se redução na lipólise viabilizada pela redução nos Agnes. A redução resulta, consequentemente, em valores menores de cetonas séricas.

Não houve diferença estatística entre os valores de glicose e colesterol entre os grupos em nenhum momento experimental (Tabela 3). De acordo com a citação de Wittwer (2000), o colesterol pode ser utilizado para avaliação do perfil energético por participar deste metabolismo e indica a capacidade que o animal tem em metabolizar suas reservas lipídicas e destiná-las à produção de leite. Gonzáles et al. (2006) também citam o uso do colesterol como parâmetro de avaliação de *status* energético em indivíduos e/ou populações. Apesar de a suplementação com colina protegida apresentar diferença nos valores de cetonas séricas, esta não interferiu nos valores de glicose basal, sendo, provavelmente, a causa da não interferência nos valores de colesterol, uma vez que a sua síntese é dependente da ação da enzima HMGCoa redutase, ativada em anabolismo (RIEGEL, 2002). Aliado a isso, os níveis sanguíneos de colesterol sofrem influência da ingestão de matéria seca, não identificada neste trabalho, sem interferência independente do grupo experimental.

Da mesma forma, o teste de tolerância à glicose não apresentou diferença estatística entre os grupos GC e GCP em nenhum momento experimental (Tabela 4). O teste é utilizado para identificação de resistência insulínica. A resistência insulínica ocorre em ruminantes, assim como em animais de laboratório. Há a diminuição da sensibilidade à insulina por várias rotas metabólicas, principalmente durante o fim da gestação em que se aumenta a mobilização de gordura (PETTERSON et al., 1994). Vernon e Taylor (1988) citam que essa resistência no início da lactação ocorre em decorrência dos baixos níveis de insulina plasmática, resultando em redução na utilização da glicose e aumento de Agnes.

Tabela 2 – Valores de cetonas séricas (CC) em mmol/L de acordo com os dias em lactação (DEL) nos grupos controle (GC) e grupo suplementado com colina protegida da degradação ruminal (GCP)

	DEL7		DEL14		DEL21	
	GC	GCP	GC	GCP	GC	GCP
CC	0,88 ± 0,5 ^a	1,02 ± 0,8 ^a	0,98 ± 0,7 ^a	0,93 ± 0,4 ^a	1,85 ± 0,9 ^a	0,86 ± 0,7 ^b

Nota: ^aLetras diferentes na coluna dos dias em lactação indicam que houve diferença estatística entre os grupos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 3 - Valores de glicose sanguínea (mg/dL) e colesterol sérico (mg/dL) de acordo com os dias em lactação (DEL) nos grupos controle (GC) e grupo suplementado com colina protegida da degradação ruminal (GCP)

	Glicose (mg/dL)			Colesterol (mg/dL)	
	DEL7	DEL14	DEL21	DEL7	DEL14
GCP	46,6 ± 7,5a	44,3 ± 4,1a	49,5 ± 6,5a	77,5 ± 5,8a	94,5 ± 5,3a
GC	47,2 ± 2,8a	50,7 ± 1,8a	45,5 ± 1,3a	92,5 ± 7,5a	104,8 ± 7,1a

Nota: ^aLetras iguais na coluna dos dias em lactação indicam que não houve diferença estatística entre os grupos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 4 - Valores de glicose sanguínea (mg/dL) após o teste de tolerância a glicose (TTVG) em M0 (antes da infusão de glicose), M1 (10min após infusão), M2 (20min após infusão), M3 (30min após infusão), M4 (40min após infusão), M5 (50min após infusão) e M6 (60min após infusão) nos grupos controle (GC) e grupo suplementado com colina protegida da degradação ruminal (GCP)

Grupos	Glicose (mg/dL)						
	M0	M1	M2	M3	M4	M5	M6
GC	43,6 ± 3,2a	371 ± 28,3a	340 ± 21,9a	274 ± 12a	229 ± 5,2a	204 ± 8,4a	178 ± 5,4a
GCP	46,3 ± 2,8a	419 ± 32,6a	290 ± 28,7a	252 ± 18a	228 ± 9,8a	203 ± 7,6a	181 ± 8,6a

Nota: ^aLetras iguais na coluna dos momentos de coleta indicam que não houve diferença estatística entre os grupos.

Fonte: Dados da pesquisa.

Neste experimento não houve diferença nos valores de glicose basal, sugerindo-se que a suplementação de colina protegida não interfere no metabolismo da insulina. Nossa hipótese era de que haveria elevação nos níveis de glicose no GC em função da diminuição da insulina e consequente redução na utilização da glicose (BELL, 1995).

Conclusões

A suplementação de 80g/dia de colina protegida da degradação ruminal durante 21 dias prévios e posteriores ao parto de vacas leiteiras reduziu os efeitos do balanço energético negativo, demonstrado pela redução dos níveis de cetonas séricas. Entretanto não exerceu influência nos níveis de colesterol, da glicemia basal e na sensibilidade dos tecidos à insulina.

Referências

AROEIRA, L. J. M. **Cetose e infiltração gordurosa no fígado em vacas leiteiras**. Juiz de Fora, MG: EMBRAPA-CNPGL, 1998. 23p. (EMBRAPA-CNPGL. Documentos, 65).

ATKINS, K.B, et al. Dietary choline effects on milk yield and duodenal flow in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 71, n. 1, p. 109-116, 1988. doi:10.3168/jds.S0022-0302(88)79531-4.

BELL, A. W. Regulation of organic nutrient metabolism during transition from late pregnancy to early lactation. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2804-2819, 1995. PMID:8582872.

BOBE, G.; YOUNG, J. W.; BEITZ, D. C. Invited review: pathology, etiology, prevention, and treatment of fatty liver in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 87, n. 10, p. 3105-3124, 2004. doi:10.3168/jds.S0022-0302(04)73446-3.

CALSAMIGLIA, S. Nuevos avances en el manejo y alimentación de la vaca durante el parto. In: REBOLLAR, P. G.; BLAS, C.; MATEOS, G. G. (Eds.). **XVI Curso de Especialización FEDNA: avances en nutrición y alimentación animal**. Madrid: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal, 2000. p. 45-66.

COOKE, J. P. Angiogenesis and the role of the endothelial nicotinic acetylcholine receptor. **Life Sciences**, v. 80, n. 24-25, p. 2347-2351, 2007. PMID:17383685.

DRACKLEY, J. K. Biology of dairy cows during the transition period: the final frontier? **Journal of Dairy Science**, v. 82, n. 11, p. 2259-2273, 1999. doi:10.3168/jds.S0022-0302(99)75474-3.

- GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2. ed. Porto Alegre: UFRGS, 2006.
- GRUMMER, R. R. Impact of changes in organic nutrient metabolism on feeding the transition dairy cows. **Journal of Animal Science**, v. 73, n. 9, p. 2820-2833, 1995. PMID:8582873.
- GRUMMER, R. R. Nutritional and management strategies for the prevention of fatty liver in dairy cattle. **The Veterinary Journal**, v. 176, n. 1, p. 10-20, 2008. doi:10.1016/j.tvjl.2007.12.033.
- LUCCI, C. S. Acetonemia. In: LUCCI, C. S. **Nutrição e manejo de bovinos leiteiros**. São Paulo: Manole, 1997. p. 57-59.
- PETTERSON, J. A. et al. Pregnancy but not moderate undernutrition attenuates insulin suppression of fat mobilization in sheep. **The Journal of Nutrition**, v. 124, n. 12, p. 2431-2446, 1994. PMID:16856324.
- PIEPENBRINK, M. S.; OVERTON, T. R. Liver metabolism and production of cows fed increasing amounts of rumen-protected choline during the periparturient period. **Journal of Dairy Science**, v. 86, n. 5, p. 1722-1733, 2003. doi:10.3168/jds.S0022-0302(03)73758-8.
- RADOSTITS, O. M. et al. **Clínica veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. 9. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002.
- RIEGEL, R. E. Radicais Livres. In: RIEGEL, R. E. **Bioquímica**. 3. ed. São Leopoldo: Unisinos, 2002. p. 507-536.
- SANTOS, R. M.; VASCONCELOS, J. L. M. **Glicose sanguínea em ruminantes: um metabólico crítico para a reprodução de vacas em lactação**. Informe Técnico Milk Point – Adaptado da palestra de Dr. Matthew C. Lucy (Universidade do Missouri, EUA), no XV Curso Novos Enfoques na Produção e Reprodução de Bovinos, realizado em Uberlândia de 17 a 18 de março de 2011. Disponível em: <<http://www.milkpoint.com.br/radar-tecnico/reproducao>>. Acesso em: 25 abr. 2011.
- SHARMA, B. K.; ERDMAN, R. A. Effects of dietary and abomasally infused choline on milk production responses of lactating dairy cows. **The Journal of Nutrition**, v. 119, n. 2, p. 248-254, 1989. PMID:2918397.
- SÜDEKUM, K. H. et al. Effects of amount of intake and stage of forage maturity on urinary allantoin excretion and estimated microbial crude protein synthesis in the rumen of steers. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 90, n. 3-4, p. 136-145, 2006. PMID:16519758.
- VERNON, R. G.; TAYLOR, E. Insulin, dexamethasone and their interactions in the control of glucose metabolism in adipose tissue from lactating and nonlactating sheep. **The Biochemical Journal**, v. 256, n. 2, p. 509-514. 1988. PMID:3066347.
- WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; OSPINA, H.; BARCELOS, J. O.; RIBEIRO, L. A. O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: UFRGS, 2000. p. 9-22. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/lacvet/restrito/pdf/perfil%20nutricional%20ruminantes.pdf>>. Acesso em: 25 abr. 2011.

Recebido: 18/02/2013

Received: 02/18/2013

Aprovado: 16/10/2013

Approved: 10/16/2013