

Efeito da suplementação com diferentes níveis de selênio orgânico e inorgânico na produção e na composição do leite e no sangue de vacas em lactação

[Effects of different sources and levels of selenium supplementation on milk yield and composition and selenium blood concentration in lactating cows]

V. Viero¹, V. Fischer², S.C. Machado¹, M.B. Zanela³, M.E.R. Ribeiro⁴, R.S. Barbosa⁵,
W. Stumpf Jr.⁴, J.A. Cobuci²

¹Aluno de pós-graduação - UFRGS – Porto Alegre, RS

²Departamento de Zootecnia - UFRGS – Porto Alegre, RS

³Departamento de Medicina Veterinária Preventiva - UFRGS – Porto Alegre, RS

⁴Embrapa Clima Temperado – Pelotas, RS

⁵Aluna de pós-graduação - UFPEL – Pelotas, RS

RESUMO

Avaliaram-se o efeito da suplementação de selênio, na dieta ofertada aos animais, sobre a concentração do mineral no sangue e no leite e as alterações nas características físico-químicas, contagem de células somáticas (CCS) e produção de leite. O experimento durou 63 dias, dos quais os primeiros 21 foram pré-experimental. Foram utilizadas 32 vacas em lactação da raça Jersey, as quais apresentavam, ao início, peso corporal de 402,5±58,4kg, escore de condição corporal de 3,19±0,31, produção de leite de 10,4±2,1kg e número de dias em lactação de 141,4±69,3. Os tratamentos foram: sem suplementação (grupo-controle); com suplementação de selênio inorgânico 0,3 (dieta-padrão + 0,3mg selenito de sódio/kg de concentrado – SIO,3); com suplementação com selênio orgânico 0,3 (dieta-padrão + 0,3mg seleniometonina/kg de concentrado – SO0,3) e com suplementação de selênio orgânico 0,6 (dieta-padrão + 0,6mg seleniometonina/kg de concentrado – SO0,6). As quantidades totais de selênio das dietas foram, respectivamente, 2,38; 4,18; 4,18 e 5,98mg/dia para os tratamentos controle, SIO,3, SO0,3 e SO0,6. O delineamento experimental foi o completamente ao acaso. O número de dias em lactação e os valores obtidos no início do experimento foram usados como covariáveis. Foram realizadas avaliações da produção de leite, do peso, da condição corporal, da composição do leite e do sangue nos dias 0, 14, 28 e 42 do período experimental. Entre os tratamentos, não foram detectadas alterações quanto à produção de leite, peso, condição corporal, características físico-químicas e microbiológicas do leite, e perfil bioquímico do sangue, exceto em relação à concentração de selênio no sangue entre o tratamento-controle e os tratamentos suplementados. Não houve diferenças quanto aos teores de selênio no sangue entre as fontes de selênio e as doses. Os teores de selênio no sangue evoluíram distintamente durante o experimento conforme a dose e a fonte. A suplementação com selênio não alterou os demais componentes do leite e do sangue.

Palavras-chave: bovino de leite, levedura, selenometonina, selenito de sódio

ABSTRACT

The effects of the dietary supplementation with selenium were evaluated on the concentration of the mineral in blood and milk, as well as changes in milk yield, physical and chemical characteristics, and somatic cells count (SCC). The trial lasted 63 days, the first 21 were designed to adaptation of animals to experimental conditions and standard diet. Thirty-two lactating Jersey cows were used and, at the beginning of the trial, they presented body weight of 402.5±58.4kg, body condition score of 3.19±0.31, milk yield of 10.4±2.1kg/day, and 141.4±69.3 days in milking. Treatments were: control (standard diet without added selenium), inorganic selenium (standard diet + 0.3mg sodium selenite/kg concentrate –

Recebido em 23 de novembro de 2009

Aceito em 31 de março de 2010

E-mail: vitorioviero@hotmail.com

SI0.3), organic selenium 0.3 (standard diet + 0.3mg selenomethionine/kg concentrate – SO0.3), and organic selenium 0.6 (standard diet + 0.6mg selenomethionine/kg concentrate – SO0.6). Total daily amounts of selenium were 2.38, 4.18, 4.18, and 5.98mg/cow, respectively, for control, SI0.3, SO0.3, and SO0.6 treatments. The trial was conducted as a completely randomized design. The number of days in milking and the values for all attributes measured at the end of the adaptation period were used as covariates. Measurements of body weight and condition score, milk yield and composition, and blood composition were performed on days 0, 14, 28, and 42 of the experimental period. No differences were detected among treatments for milk yield and composition, body weight and condition score, physical-chemical characteristics of milk, somatic cells count, and biochemical profile of the blood, except for Se contents of blood of control compared to supplemented. There were no differences caused by selenium sources or levels. Selenium supplementation did not alter neither milk nor blood components.

Keywords: dairy cow, yeast, selenomethionine, sodium selenite

INTRODUÇÃO

O selênio (Se) é um micromineral essencial, com papel importante na saúde de animais e humanos. Segundo Stagsted et al. (2005), o Se funciona como um reforço no sistema imune, atuando como agente antidepressivo e de proteção contra o câncer. Em humanos, os benefícios do aumento do consumo desse mineral por meio de derivados lácteos enriquecidos devem ser determinados em estudos futuros. Segundo Miller e Brzezinska-Slebodzinska (1993), o Se está envolvido no sistema antioxidante do organismo, por meio da enzima glutatona peroxidase (GSH-px), que converte peróxido de hidrogênio em água, e também está envolvido no metabolismo do ácido araquidônico via GSH-px. Devido a essa relação com o metabolismo do ácido araquidônico, a suplementação de Se melhora a habilidade dos neutrófilos, reduzindo a incidência e a severidade de mastite em bovinos de leite (Hogan et al., 1993).

Os níveis de Se nas plantas e nos grãos apresentam alta correlação com a concentração desse mineral no solo (Nutrient..., 2001), fazendo com que o consumo desse elemento geralmente seja baixo em muitas áreas, pelo fato de serem reduzidos seus níveis no solo (Stagsted et al., 2005). No Brasil, valores baixos de Se foram verificados em amostras coletadas em Mato Grosso do Sul, nos municípios de Corumbá e Aquidauana, enquanto valores elevados de Se foram obtidos em São Paulo (Lucci et al., 1984) e no município de Boa Vista, RR (Moraes et al., 1999). Como existe grande variação na concentração do Se nos alimentos e nos solos dentro da mesma fazenda, a suplementação pode ser recomendável para aumentar o consumo do mineral (McDowell et al. 2002). Segundo

Moraes et al. (1999) e Gierus (2007), em bovinos de leite, níveis inferiores a 0,1mg Se/kg MS são considerados deficientes, e acima de 2,0mg Se/kg MS podem ser tóxicos.

O NRC (Nutrient..., 2001) define 0,3mg Se/kg MS como exigência de Se para todas as categorias de bovinos de leite. As formas mais comuns de Se utilizadas para a suplementação de ruminantes são os complexos de moléculas orgânicas, seleniometionina (SeMet) e seleniocisteína (SeCis), semelhantes aos aminoácidos metionina e cisteína, porém, ao invés de uma molécula de enxofre (S), estes apresentam uma molécula de Se (Weiss, 2003), e as formas inorgânicas selenito e selenato. Nos alimentos em geral e nas leveduras, o Se é encontrado na forma orgânica. Segundo Gierus (2007), estudos têm mostrado maior eficiência de formas orgânicas de Se em aumentar a sua concentração no sangue e no leite, comparadas às formas inorgânicas.

No organismo, a maior parte do Se está presente na forma de seleniocisteína e seleniometionina. A disponibilidade de dados sobre o metabolismo ruminal do Se é limitada, entretanto estudos indicam que a absorção de Se ocorre no intestino delgado, sendo que a SeMet parece ser absorvida por transporte ativo e o selenito de forma menos eficiente por difusão passiva (Weiss, 2003).

O aumento na concentração de Se no sangue de vacas em lactação suplementadas com fontes de selênio orgânico e inorgânico foi verificado por Ortman e Pehrson (1999) e Weiss (2003), e, em ambos os estudos, os grupos que receberam fontes orgânicas de suplementação apresentaram concentrações mais elevadas de Se no sangue. Segundo Gierus (2007), a concentração de Se no

sangue reflete a concentração total do mineral no organismo, sem fazer distinção entre formas orgânicas e inorgânicas.

No leite, a concentração máxima de Se permitida para evitar problemas à saúde humana é de 0,14ppm (FDA, 2003). O aumento da concentração de Se no leite após a suplementação deste mineral na dieta foi verificado em vários trabalhos (Conrad e Moxon, 1979; Maus et al., 1980; Ortman e Pehrson, 1999; Givens et al., 2004). Nesses estudos, foram constatadas maiores concentrações de Se no leite dos animais suplementados com Se orgânico, o que foi atribuído à maior absorção intestinal.

Estudos com bovinos de leite mostraram que a suplementação de Se em dietas com deficiência desse mineral, além de aumentar as concentrações de Se no leite, apresentaram reduções na incidência e na gravidade dos casos de mastite, na contagem de células somáticas (CCS), na mortalidade de terneiros e na incidência de retenção de placenta (Weiss, 2003).

O presente trabalho teve os objetivos de avaliar o efeito da suplementação de diferentes fontes e níveis de selênio na concentração desse mineral no leite e no sangue e de verificar possíveis alterações nas características físico-químicas, na CCS, na produção de leite, no peso e condição corporal e no perfil bioquímico do sangue de vacas em lactação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado entre 16 de janeiro e 21 de março de 2007. Foram utilizadas 32 vacas em lactação da raça Jersey, que, inicialmente, apresentaram $402,5 \pm 57,4$ kg de peso corporal, $3,19 \pm 0,31$ de escore de condição corporal (ECC - segundo a escala de 1-5 pontos de Wildman et al., 1982), $10,4 \pm 2,1$ kg de leite, $141,4 \pm 69,3$ dias em lactação e resultado negativo para a mastite clínica e subclínica. Os animais ficaram confinados em um galpão *free-stall*, separados por grupos, conforme os tratamentos.

Foi calculada uma dieta-padrão para os quatro grupos, utilizando-se o NRC (Nutrient..., 2001), com a finalidade de atingir 100% das exigências nutricionais dos animais, exceto selênio (Se). A dieta-padrão foi composta de 4kg de feno de alfafa, 30kg de silagem de milho e 6kg de

concentrado, constituído de 3,9kg de milho, 1,29kg de soja em grão, 0,71kg de farelo de soja, 0,06kg de fosfato bicálcico, 0,3kg de sal comum e 0,0052kg de calcário calcítico. A dieta-basal forneceu, diariamente e por animal, 16,6kg de matéria seca, 2,49kg de proteína bruta, 10,8kg de NDT, 6,4kg de FDN, 0,094kg de cálcio, 0,056kg de fósforo e 2,38mg de Se. O Se foi adicionado ao concentrado. Foram utilizados diferentes níveis e fontes de Se, que constituíram nos tratamentos, grupo-controle (CO): apenas a dieta-padrão; grupo SIO,3: dieta-padrão + 0,3mg de Se provenientes do selenito de sódio/kg de concentrado ou 1,8mg/dia de Se; grupo SO0,3: dieta-padrão + 0,3mg de seleniomietionina/kg de concentrado ou 1,8mg/dia de Se e grupo SO0,6: dieta-padrão + 0,6mg de seleniomietionina/kg de concentrado ou 3,6mg/dia de Se. Foi utilizada a seleniomietionina proveniente de levedura, Selplex®. As quantidades totais de Se das dietas foram, respectivamente, 2,38; 4,18; 4,18 e 5,98mg/dia para os tratamentos controle, SIO,3, SO0,3 e SO0,6.

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia, manhã e tarde, aos animais presos em canzais, para receber o concentrado de forma individualizada. Não houve sobras de concentrado. Posteriormente, o volumoso foi fornecido de forma coletiva para os animais do mesmo grupo. A água foi ofertada *ad libitum*. Semanalmente, foram coletadas no cocho, antes do fornecimento, amostras do concentrado, do feno e da silagem. As amostras eram misturadas formando amostras compostas de cada tratamento, as quais eram analisadas quanto à sua composição bromatológica.

Os animais passaram por um período pré-experimental de 21 dias para se adaptarem às dietas e às condições experimentais, quando lhes foi fornecida apenas a dieta-padrão sem suplementação de Se. Após o período experimental de 42 dias, foram feitas pesagens, avaliação da condição corporal e da produção; as coletas de leite e sangue foram realizadas nos dias 0, 14, 28 e 42.

As amostras de leite foram obtidas nas ordenhas da manhã e tarde, utilizando-se coletor automático instalado em cada conjunto de ordenha, que possibilitou a mensuração da produção de leite por animal e a coleta de amostras representativas de leite de toda a ordenha. As amostras foram misturadas para

compor uma amostra de leite por animal em cada dia de avaliação. Essas amostras foram analisadas quanto à densidade, acidez titulável, precipitação no teste da fervura e precipitação no teste do álcool com as concentrações de etanol na mistura alcoólica entre 68 e 80% v/v com intervalos de duas unidades percentuais. Além disso, foram determinados os percentuais de sólidos totais, proteína, gordura, lactose e contagem de células somáticas (CCS), no Laboratório de Qualidade do Leite da Embrapa, por método espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS). A determinação de ureia foi realizada no Laboratório da Clínica do Leite da ESALQ-USP, Piracicaba, SP, pelo método enzimático-colorimétrico. As amostras para análise de selênio no leite foram enviadas congeladas, e as de sangue refrigeradas para o laboratório Biomina Análises Químicas Ltda. em São Paulo, onde foi utilizado método de espectrofotometria de absorção atômica com forno de grafite (Csuros e Csuros, 2002). O sangue foi coletado com auxílio de tubo "vacutainer" (5ml) com anti-coagulante, na veia coccígea, imediatamente após a ordenha da tarde. Além do teor de Se sanguíneo (sangue total), foram analisados os teores de glicose, triglicérides, proteína total, albumina e colesterol.

As variáveis foram submetidas à análise de variância, segundo o delineamento completamente ao acaso. As medidas foram feitas nos dias 0, 14, 28 e 42 dias após o início da suplementação com selênio, contudo, para fins do estudo do efeito da suplementação com Se, foram usados apenas os valores do dia 42, final do experimento, e os valores mensurados no dia 0, os quais, além do número de dias em lactação, foram usados como covariáveis para ajustar o efeito de tratamento. Os valores da CCS, transformados em logaritmos, foram analisados como as variáveis acima. A verificação da evolução dos teores de Se no leite e no sangue durante o experimento e a correspondência entre a concentração do Se no leite e no sangue foram realizadas por análise de regressão. Utilizou-se o programa estatístico SAS/2001, procedimentos GLM, REG, CORR. A comparação das médias foi feita por contrastes, verificando-se as diferenças entre controle e suplemento com Se, entre fonte de Se orgânica 0,3ppm e fonte inorgânica 0,3ppm, e entre as fontes orgânicas –

avaliou-se o efeito da dose 0,3 vs 0,6ppm de Se. Adotou-se o nível de 0,05 como a probabilidade máxima do erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferenças entre as dietas quanto à produção de leite, peso corporal, ECC, atributos físicos e químicos do leite, CCS e teor de nitrogênio ureico sanguíneo, com exceção do teor de Se no sangue (Tab. 1).

A ausência de efeito sobre a composição química do leite e diversos aspectos físicos pode ser explicada pela semelhança das dietas experimentais, exceto em relação ao Se fornecido, além da moderada CCS. Os principais fatores capazes de alterar as características físico-químicas do leite são: elevada CCS, quantidade de nutrientes digestíveis fornecidos, diferenças quanto aos ingredientes usados e manejo inadequado no fornecimento da dieta. Esses fatores foram iguais entre os tratamentos. Por outro lado, a semelhança da composição nutricional das dietas também explica a ausência de diferenças quanto aos atributos medidos no sangue.

Estes resultados corroboram os obtidos por Juniper et al. (2006) que, ao trabalharem com diferentes fontes e concentrações de Se na dieta, não encontraram diferenças significativas nos percentuais de gordura, proteína, lactose, ureia e produção de leite. Gierus et al. (2002) também não verificaram diferenças quanto à produção e composição de leite entre vacas suplementadas com selenito de sódio e aquelas não suplementadas. Weiss e Hogan (2005) e Heard et al. (2007) não verificaram diferenças na composição e produção leiteira de vacas suplementadas ou não com Se.

A concentração de Se no leite não foi estatisticamente diferente pela análise de variância, contudo, pelo contraste entre a dieta-controle e as dietas suplementadas com Se, verificou-se a tendência ($P=0,0626$) de maior concentração de Se no leite de vacas suplementadas do que no leite das não suplementadas. Os valores de Se no leite e no sangue estão em acordo com os de vários trabalhos como o de Heard et al. (2007).

Tabela 1. Valores médios do peso, escore de condição corporal, produção de leite, das características físico-químicas, CCS e características do sangue de vacas Jersey com ou sem suplementação com selênio

Item	Tratamento				P>F	Contrastes (P>t)		
	Controle	SO0,3	SO0,6	SI0,3		0 vs Se	O vs I	0,3 vs 0,6
PL (kg/vaca/dia)	15,01 (0,69)	14,57 (0,75)	13,30 (0,73)	14,78 (0,73)	0,3602	0,3398	0,8511	0,2318
PL corrigida a 4% de gordura	18,07 (1,16)	17,19 (1,27)	16,68 (1,22)	17,54 (1,22)	0,8706	0,5082	0,8477	0,7733
PC (kg)	421,72 (4,23)	423,61 (4,53)	430,46 (4,26)	418,75 (4,58)	0,3027	0,6120	0,4525	0,2883
ECC (1 a 5)	2,80 (0,04)	2,85 (0,04)	2,86 (0,05)	2,88 (0,05)	0,6513	0,2269	0,7012	0,9107
Proteína bruta do leite	3,68 (0,04)	3,73 (0,07)	3,62 (0,06)	3,63 (0,07)	0,6982	0,8421	0,3358	0,2142
Gordura do leite (%)	5,66 (0,39)	5,25 (0,42)	5,80 (0,39)	5,24 (0,42)	0,8050	0,7758	0,6498	0,3483
Lactose (%)	4,43 (0,04)	4,44 (0,05)	4,45 (0,04)	4,41 (0,05)	0,9023	0,9123	0,6524	0,8042
Sólidos totais do leite	15,03 (0,43)	14,59 (0,46)	15,15 (0,43)	14,78 (0,46)	0,8162	0,7125	0,7795	0,3876
Nitrogênio ureico do leite	14,82 (0,88)	15,09 (0,82)	14,25 (0,76)	15,35 (0,88)	0,7950	0,9416	0,8292	0,4643
Selênio/leite (µg/L)	18,20 (4,43)	30,58 (4,35)	27,77 (4,06)	26,31 (4,32)	0,2605	0,0626	0,4931	0,6403
ALC ¹³	75,19 (1,35)	77,38 (1,45)	76,65 (1,36)	76,24 (1,45)	0,7359	0,3325	0,5854	0,7165
Acidez titulável (D°)	17,79 (0,46)	18,84 (0,49)	16,94 (0,46)	17,75 (0,48)	0,0678	0,9278	0,1246	0,0089
CCSc (Log ₁₀ /mL)	4,26 (0,25)	4,22 (0,27)	4,26 (0,25)	4,34 (0,27)	0,9917	0,9657	0,7609	0,9175
CCS (mL)	216.430 (93.360)	121.700 (100.220)	50.920 (93.260)	264.460 (99.800)	-	-	-	-
Proteína total do sangue (g/L)	76,70 (3,37)	79,90 (3,45)	75,70 (3,20)	76,20 (3,50)	0,8099	0,9047	0,4266	0,3855
Albumina no sangue (g/L)	28,39 (1,06)	30,32 (1,06)	28,66 (1,01)	29,88 (1,08)	0,5080	0,3418	0,7718	0,2706
Ureia sanguínea (mg/dL)	36,98 (2,88)	32,57 (3,09)	33,34 (2,88)	39,93 (3,08)	0,3087	0,6182	0,1043	0,8550
Selênio no sangue	89,62b (7,02)	134,87a (7,60)	151,61a (7,19)	140,01a (7,51)	0,0001	0,0001	0,6333	0,1284
Triglicérides (mg/dL)	62,23 (5,72)	64,35 (6,11)	57,99 (5,86)	48,40 (6,04)	0,2757	0,4352	0,0760	0,4468
Colesterol (mg/dL)	207,31 (14,42)	195,98 (16,81)	201,58 (15,05)	200,72 (15,54)	0,9636	0,6442	0,8418	0,8163
Cálcio sanguíneo (mg/dL)	8,53 (0,32)	8,61 (0,34)	8,61 (0,32)	8,54 (0,35)	0,9970	0,8876	0,8813	0,9923
Magnésio sanguíneo (mg/dL)	2,67 (0,13)	2,42 (0,14)	2,49 (0,13)	2,56 (0,15)	0,6899	0,2798	0,5137	0,7199
Fósforo sanguíneo (mg/dL)	6,95 (0,39)	6,82 (0,44)	6,19 (0,39)	6,66 (0,42)	0,5565	0,3972	0,8016	0,2996
Glicose (mg/dL)	35,83 (3,14)	42,82 (3,26)	32,17 (3,01)	33,61 (3,25)	0,1151	0,9229	0,05 49	0,0246

Os valores do erro-padrão da média estão entre parênteses.

Tratamentos: controle= sem adição de Se; SO0,3= adição de selplex 0,3ppm/kg concentrado; SO0,6= adição de selplex 0,6ppm/kg concentrado; SI0,3= adição de selenito de sódio 0,3ppm/kg concentrado.

Contrastes: 0 vs Se= controle vs média da suplementação com Se; O vs I= SO0,3 vs SI0,3; 0,3 vs 0,6= SO0,3 vs SO0,6.

Valores do selênio sanguíneo seguidos por letras distintas indicam diferença significativa entre tratamentos.

Efeito da suplementação com diferentes...

Entretanto, houve diferença quanto à concentração sanguínea de Se, as vacas suplementadas apresentaram 59% mais Se que as não suplementadas, mas não houve diferença entre as fontes, orgânica e inorgânica, ou entre níveis, 0,3 x 0,6ppm/kg concentrado. Observou-se correlação positiva entre as concentrações de Se no leite e no sangue ($r=0,46$, $P=0,0124$) e aumento do teor de Se no leite em função daquele sanguíneo: $SE \text{ leite } (\mu\text{g/L}) = 2,83 + 0,17 Se (\mu\text{g/L})$ ($P=0,0124$, $R^2=0,21$).

Segundo Gierus (2007), a concentração de Se no sangue reflete a concentração total do mineral no organismo, sem fazer distinção entre formas orgânicas e inorgânicas na dieta. Em outro estudo, os teores de Se no plasma de vacas em lactação aumentaram lenta e constantemente com o aumento do consumo de Se, atingindo um platô na sétima semana, entretanto os níveis plasmáticos não aumentaram proporcionalmente ao consumo, sugerindo que a concentração de Se no plasma não seja um indicador do consumo (Maus et al., 1980).

A ausência de diferenças nas médias finais das concentrações de Se no leite e no sangue entre as formas orgânicas e inorgânicas ou entre as doses não está de acordo com diversos trabalhos. Segundo Gierus (2007), há estudos que mostram maior eficiência de formas orgânicas de Se em aumentar a concentração deste no sangue e no leite, se comparadas às formas inorgânicas. Weiss e Hogan (2005) observaram maior concentração de Se no sangue e leite de vacas suplementadas com 0,3ppm/kg MS da dieta com levedura em relação ao selenato de sódio. Weiss (2003) apresentou resultados de oito experimentos com bovinos, sendo que em quatro a concentração de Se no sangue de animais suplementados com a forma orgânica foi significativamente maior que a de animais que receberam a inorgânica. Maus et al. (1980) verificaram aumento no teor de Se no leite quando o consumo de Se aumentou de 0,1mg/kg até 0,25-0,3mg/kg de alimento. Knowles et al. (1999) também verificaram maior eficiência da forma orgânica (levedura enriquecida com Se), em relação ao selenato de sódio, em aumentar a concentração de Se no sangue e no leite.

Conrad e Moxon (1979) observaram que as concentrações de Se no sangue e no leite foram

relacionadas à quantidade ingerida, mas essa resposta não foi linear. As maiores quantidades de Se foram transferidas dos alimentos ao leite em dietas deficientes, porém, em dietas adequadas, as quantidades transferidas foram muito pequenas.

Embora o teor de Se sanguíneo tenha sido menor que o recomendado de 180 $\mu\text{g/L}$ para reduzir infecções por *S. aureus* e casos de mastite clínica (Jukola et al., 1996), os valores encontrados estavam acima de 80 $\mu\text{g/L}$ ou 100 $\mu\text{g/L}$, reportados, respectivamente, por Weiss et al. (1990) e Jukola et al. (1996), para promover o aumento da resistência da glândula mamária. Mesmo os animais que receberam a dieta-controlada apresentaram valor intermediário de 89,6 $\mu\text{g/L}$. Além disso, a moderada CCS durante o experimento e a concentração estimada de Se na dieta basal acima do mínimo para provocar deficiência (0,15ppm) podem ter impedido a detecção de diferenças entre os tratamentos quanto à CCS.

Segundo Gierus (2007), concentrações de Se na dieta inferiores a 0,1ppm são consideradas deficientes. Observou-se que 91% das avaliações de CCS apresentaram valores abaixo de 250.000 células/mL e apenas 5,5% das avaliações valores iguais ou superiores a 750.000 células/mL, indicando o bom estado sanitário da glândula mamária da maioria dos animais. Nessas condições, não seria esperado o efeito marcante da suplementação com Se.

Weiss et al. (1990) observaram que altos valores séricos de Se estão associados à redução nos índices de mastite e na CCS. Weiss (2005), Weiss e Hogan (2005), Paschoal et al. (2006) não encontraram efeito da suplementação de Se sobre a contagem de células somáticas ou resposta imunológica. Juniper et al. (2006) atribuíram o não efeito da suplementação de Se sobre a CCS ao fato de os valores desta estarem baixos, entre 138.000 a 166.000/mL.

Outro fator levantado por Paschoal et al. (2006) foi a dose de Se usada. Esses autores creditam a ausência de efeito da suplementação com Se sobre a CCS à dose de 2,5mg Se/dia, próxima às de 1,8 e 3,6mg de Se utilizadas no presente estudo. Os mesmos autores (Paschoal et al., 2003), ao usarem a dose de 5,0mg de Se/dia, obtiveram redução da CCS.

Os resultados apresentados por Givens et al. (2004), Weiss (2005), Weiss e Hogan (2005) e Juniper et al. (2006) mostraram que fontes orgânicas de Se proporcionam maiores incrementos da concentração desse mineral no leite. Juniper et al. (2006), atribuíram esse aumento à maior biodisponibilidade do Se na forma orgânica, à presença de aminoácidos nas proteínas lácteas com Se no lugar do enxofre e à maior absorção intestinal. Os mesmos autores constataram aumento linear na concentração de Se no leite, 27,8, 40,3 e 53,7 µg/L, com o aumento dos níveis de Se orgânico na dieta, 0,27, 0,33 e 0,4 mg Se/kg de MS, respectivamente. As diferenças encontradas entre o presente trabalho e esses resultados provavelmente são parcialmente devido à maior quantidade de Se suplementada.

Heard et al. (2007) não verificaram diferenças no teor de Se no leite de vacas que consumiam Se

de diferentes fontes (grãos e de levedura), mas observaram aumento no teor do mineral no leite em função da dose.

A concentração do Se no leite também pode variar em função do estágio lactacional e da produção de leite. Heard et al. (2007) verificaram maior concentração de Se no leite de vacas ao início da lactação em relação às mesmas vacas avaliadas no final da lactação e atribuíram o resultado à maior produção leiteira inicial.

Houve variação nos teores de Se no leite conforme transcorreu o experimento (Fig. 1). Considerando todos os tratamentos, a variação do Se durante 42 dias de experimento foi estimada pela equação: Se leite (µg Se/L) = 15,01 + 0,18x, em que x = dias do experimento (P=0,0014, R²=0,08).

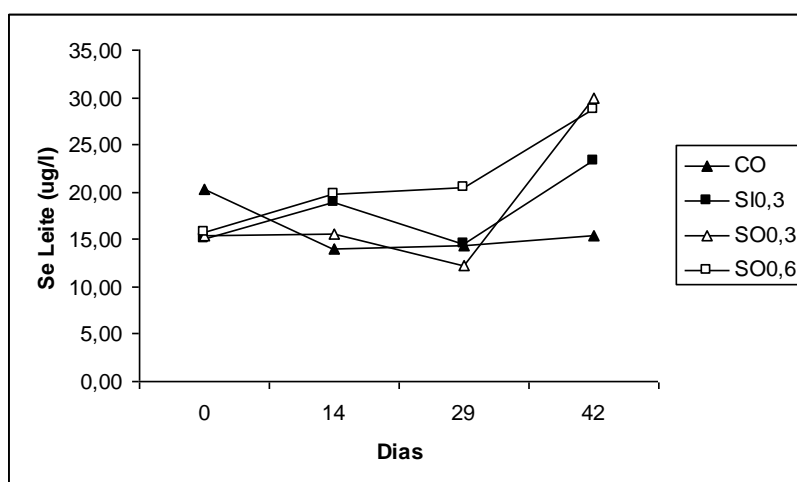


Figura 1. Concentração média de selênio no leite nos grupos controle (CO), selênio inorgânico (SI0,3), selênio orgânico 0,3 (SO0,3) e selênio orgânico 0,6 (SO0,6), no período do experimento.

A evolução do teor de Se variou conforme o tratamento, estimado pelas seguintes equações: para o controle: Se leite (µg Se/L) = 17,80 (P=0,5043); para o SO0,3: Se leite (µg Se/L) = 12,23 + 0,29x (P=0,0074, R²=0,32), para o SO0,6: Se leite (µg Se/L) = 15,54 + 0,30 x (P=0,0057, R²=0,23) e para o SI0,3: Se leite (µg Se/L) = 14,29 (P=0,1475). Desta forma, observou-se que apenas a suplementação com Se orgânico aumentou a concentração do mineral no leite no transcorrer do experimento, embora não tenha havido diferenças entre as fontes ao final

do experimento.

Quando se consideraram todos os tratamentos, não houve variação do teor de Se sanguíneo durante o experimento, estimado pela equação: Se sangue (µg Se/L) = 122,91 (P=0,5841) (Fig. 2). Porém, ao se analisar cada tratamento, verificou-se redução dos teores de Se sanguíneo nas vacas sem suplementação: Se sangue (µg Se/L) = 121,66 - 1,01x (P=0,0006, R²=0,34), e tendência de aumento para as vacas que receberam SO0,6: 123,15 + 0,89x (P=0,0808, R²=0,10). Entretanto, não se observou variação

Efeito da suplementação com diferentes...

no transcorrer do experimento quanto ao teor de Se sanguíneo para as vacas suplementadas com SO0,3: Se sangue ($\mu\text{g Se/L}$) =128,11 ($P=0,7746$) e com SI0,3: 120,27 ($P=0,2096$). O estudo

mostrou a diferença entre o início e o final do experimento (Tab. 1) mas, provavelmente, o platô foi atingido ainda antes da primeira avaliação, para a dose de 0,3ppm.

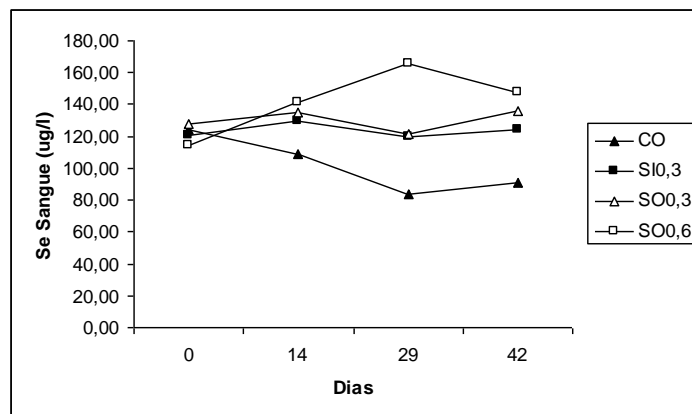


Figura 2. Concentração média de selênio no sangue nos grupos controle (CO), selênio inorgânico (SI0,3), selênio orgânico 0,3 (SO0,3) e selênio orgânico 0,6 (SO0,6), no período do experimento.

O aumento da concentração sanguínea do Se relacionado ao aumento da dosagem foi registrado por Gierus (2007), e diferenças entre as fontes orgânicas e inorgânicas foram relatadas por Ortman e Pehrson (1999), Weiss (2003), Givens et al. (2004) e Gierus (2007). Embora Juniper et al. (2006) tenham verificado aumento nos níveis de Se sanguíneo com o aumento dos níveis de consumo de Se orgânico na dieta, não verificaram diferenças entre as fontes de suplemento quanto à concentração de Se no sangue. Weiss (2003) não observou diferença entre fontes orgânica e inorgânica de Se em quatro de oito experimentos com bovinos.

CONCLUSÕES

A suplementação aumentou o teor de Se no sangue, mas não houve diferença entre as doses e fontes usadas. A suplementação com Se não influenciou as demais características físico-químicas e CCS do leite nem os atributos sanguíneos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONRAD, H.R.; MOXON, A.L. Transfer of dietary selenium to milk. *J. Dairy Sci.*, v.62, p.404-411, 1979.

CSUROS, M.; CSUROS, C. *Environmental sampling and analysis for metals*. Boca Raton: Lewis Publisher, 2002. p.297-298.

FDA. Food additives permitted in feed and drinking water of animals: selenium yeast. *Federal Register*, v.68, p.52339-52340, 2003.

GIERUS, M.; SCHWARZ, F.J.; KIRCHGESSNER, M. Selenium supplementation and selenium status of dairy cows fed diets based on grass silage or maize silage. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.*, v.86, p.74-82, 2002.

GIERUS, M. Fontes orgânicas e inorgânicas de selênio na nutrição de vacas leiteiras: digestão, absorção, metabolismo e exigências, *Ciênc. Rural*, v.37, p.1212-1220, 2007.

GIVENS, D.I.; ALLISON, R.; COTTRILL, B.R. et al. Enhancing the selenium content of bovine milk through alteration of the form and concentration of selenium in the diet of the dairy cow. *J. Sci. Food Agric.*, v.84, p.811-817, 2004.

HOGAN, J.S.; WEISS, W.P.; SMITH, K.L. Role of vitamin E and selenium in host defense against mastitis. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.2795-2803, 1993.

HEARD, J.W.; STOCKDALE, C.R.; WALKER, G.P. et al. Increasing selenium concentration in milk: effect of amount of selenium from yeast and cereal grain supplements. *J. Dairy Sci.*, v.9, p.4117-4127, 2007.

JUKOLA, E.; HAKKARAINEN, J.; SALONIEMI, H. et al. Blood selenium, vitamin E, vitamin A, and β -carotene concentrations and udder health, fertility treatments, and fertility. *J. Dairy Sci.*, v.79, p.838-845, 1996.

- JUNIPER, D.T.; PHIPPS, R.H.; JONES, A.K. et al. Selenium supplementation of lactating dairy cows: effects on selenium concentration in blood, milk, urine, and feces. *J. Dairy Sci.*, v.89, p.3544-3551, 2006.
- KNOWLES, S.O.; GRACE, N.D.; WURMS, K. et al. Significance of amount and form of dietary selenium in blood, milk, casein selenium concentration in grazing cows. *J. Dairy Sci.*, v.82, p.429-437, 1999.
- LUCCI, C.S.; MOXON, A.L.; ZANETTI, M.A. et al. Selênio em bovinos leiteiros do Estado de São Paulo. I. Níveis de selênio em soros sanguíneos. *Rev. Fac. Med. Vet. Zootec. USP*, v.21, p.65-70, 1984.
- MAUS, R.W.; MARTZ, F.A.; BELYEA, R.L. et al. Relationship of dietary selenium to selenium in plasma and milk from dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.63, p.532-537, 1980.
- McDOWELL, L.R.; VALLE, G.; CRISTALDI, L.A. et al. Mineral supplementation for ruminants in tropical regions emphasizing organic selenium. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 18., 2002, Lexington. *Proceedings...* Lexington, 2002.
- MILLER, J. K.; BRZEZINSKA-SLEBODZINSKA, E. Oxidative stress, antioxidants, and animal function. *J. Dairy Sci.*, v.76, p.2812-2823, 1993.
- MORAES, S.S.; TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J. Microelement deficient and imbalances in cattle and sheep in some regions of Brasil. *Pesq. Vet. Bras.*, v.19, p.19-33, 1999.
- NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington: National Academy, 2001. 381p.
- ORTMAN, K.; PEHRSON, B. Effect of selenate as a feed supplement to dairy cows in comparison to selenite and selenium yeast. *J. Anim. Sci.*, v.77, p.3365-3370, 1999.
- PASCHOAL, J.J.; ZANETTI, M.A.; CUNHA, J.A. Efeito da suplementação de selênio e vitamina E sobre a contagem de células somáticas no leite de vacas da raça Holandesa. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.2032-2039, 2003.
- PASCHOAL, J.J.; ZANETTI, M.A.; CUNHA, J.A. Contagem de células somáticas no leite de vacas suplementadas no pré-parto com selênio e vitamina E. *Cienc. Rural*, v.36, p.1462-1466, 2006.
- STAGSTED, J.; HOAT, C.; ÅKESSON, B. et al. Dietary supplementation with organic selenium (Sel-Plex[®]) alters oxidation in raw and pasteurized milk. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 21., 2005, Nottingham. *Proceedings...* Nottingham, 2005.
- WEISS, W.P.; HOGAN, J.S.; SMITH, K.L. et al. Relationships among selenium, vitamin E, and mammary gland health in commercial dairy herds. *J. Dairy Sci.*, v.73, p.381-390, 1990.
- WEISS, W.P. Selenium nutrition of dairy cows: comparing responses to organic and inorganic selenium forms. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 19., 2003, Nottingham. *Proceedings...* Nottingham, 2003.
- WEISS, W.P. Selenium sources for dairy cattle. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 2005, Fort Wayne. *Proceedings...*Columbus: Ohio University, 2005. p.61-72.
- WEISS, W.P.; HOGAN, J.S. Effect of selenium source on selenium status, neutrophil function, and response to intramammary endotoxin challenge of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.88, p.4366-4374, 2005.
- WILDMAN, E.E.; JONES, G.M.; WAGNER, P.E. et al. A dairy condition scoring system and its relationship to selected production characteristics. *J. Dairy Sci.*, v.65, p.495-501, 1982.