

Efeito de um suplemento mineral traço e vitaminas A e E injetáveis sobre a produção e composição de leite em vacas Holandesas

Effect of injectable trace mineral supplement and vitamins A and E on production and milk composition of Holstein cows

Silvana Giacomini Collet^{1*}, Mateus Alan Demeda², Gustavo Vinícius Taffarel¹, Letícia Taffarel¹, Lillian Kolling Girardini¹, Cristiano Nunes Nesi¹, Marlon Celso Hoff¹ e Marta Lizandra do Rego Leal¹

Submissão: 12/07/2016 / Aceite: 16/03/2017

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o uso de minerais traços (cobre, zinco, selênio e manganês) e vitaminas A e E, na forma injetável, sobre a produção e composição do leite de vacas holandesas no final do período de transição até os 60 dias de lactação. Foram utilizadas 31 fêmeas holandesas divididas em dois grupos experimentais: grupo tratado (n=15) que recebeu suplementação de minerais (10 mg de cobre, 40 mg de zinco, 5 mg de selênio e 10 mg de manganês) e de vitaminas (175 mg de vitamina A e 250 mg de vitamina E) injetável (5 mL da solução dos microminerais e 5 mL das vitaminas pela via subcutânea) aos 225 dias de gestação, aos 255 dias de gestação e no dia do parto; e o grupo controle (n=16), que recebeu injeções de solução fisiológica (na dose de 5 mL pela via subcutânea) nos mesmos dias do grupo tratado. Amostras de leite foram coletadas nos dias sete, 14 e 21 após o parto, onde avaliou-se a produção, a qualidade (colostro), e a composição (gordura, lactose, proteína, extrato seco desengordurado, sólidos totais, ureia e contagem de células somáticas (CCS)) do leite. Os valores iniciais e valores mínimos estimados pelo modelo não indicaram diferença na produção de leite e na CCS entre os grupos. Para o restante dos componentes do leite, somente a ureia apresentou diferença significativa entre os grupos tratados e não tratados (p= 0,002). Também não foi verificada diferença significativa para qualidade de colostro. Portanto, conclui-se que o uso de solução injetável contendo Cu, Zn, Se, Mn e vitaminas A e E tem efeito sobre a composição da ureia do leite, porém não se observou efeito sobre CCS e os demais componentes do leite e na sua produção, porém mais estudos devem ser realizados.

PALAVRAS-CHAVE: vitamina A, vitamina E, qualidade de leite, leite.

ABSTRACT

The purpose of this research was to evaluate the use of mineral traces (Copper, Zinc, Selenium, and Manganese), as well as vitamins A and E in injectable forms on the production and composition of Dutch cow milk at the end of the transitional period, until after 60 days of lactation. 31 females were divided into two experimental groups: the treated group (n= 15) that received mineral supplements (10 mg of Copper, 40 mg of Zinc, 5 mg of Selenium, and 10 mg of Manganese) and vitamins (175 mg of vitamin A and 250 mg of vitamin E) and injections (5 mL minerals trace solution and 5 mL vitamin solution subcutaneously). After 225 gestation days, 255 pregnancy days and the estimated day of delivery, the control group (n = 16) that received injections of the sterilizing solution (5 mL dosage from a subcutaneous via) on the same days as the treated group. Milk samples were collected on the 7th, 14th and 21st days after birth, which were used to evaluate the production, the quality (colostrum), and composition (fat, lactose, protein, nonfat dry extract, total solids, urea, and somatic cell count (SCC)). The initial and minimum values estimated by the model indicated that there was not a difference in milk production and SCC levels between the groups. Among the remaining milk components, only the urea showed significant differences between treated and untreated groups (p= 0.002). Also, there were no significant differences observed in the quality of the colostrum. This leads us to believe that the use of injectable solutions containing Cu, Zn, Se, Mn and vitamins A

¹Universidade do Oeste de Santa Catarina, Joaçaba, SC, Brasil.

²Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, Brasil.

*Autor para correspondência <silvana.collet@unoesc.edu.br>

and E have no effect on the composition of urea in the milk, and also showed no effect on SCC and other milk components, as well as in production. However, more studies should be performed.

KEYWORDS: vitamin A, vitamin E, milk quality, milk.

INTRODUÇÃO

O período de transição para as vacas leiteiras compreende as três semanas antes e três semanas depois do parto. O termo “transição” ressalta a importância das mudanças fisiológicas, metabólicas, nutricionais e hormonais que acontecem nesse período. Durante essa fase acontece uma mudança no ciclo produtivo, na qual uma das principais alterações decorrentes destas adaptações está relacionada com o aumento da demanda energética (ALVES et al. 2009, CONTRERAS & SORDILLO 2011) para suprir a glândula mamária com os nutrientes necessários para a síntese do leite (GOFF et al. 2002), bem como a diminuição da ingestão de matéria seca, o balanço energético negativo (ROCHE et al. 2009) e o estresse oxidativo (SORDILLO & AITKEN 2009). O papel do estresse oxidativo no desenvolvimento das afecções agudas e crônicas em várias espécies animais tem sido investigada exaustivamente. O estresse oxidativo está relacionado com várias síndromes e doenças, incluindo condições que são relevantes na produção animal e no bem-estar do indivíduo (AL-QUDAH & ISMAIL 2012).

Os minerais fazem parte da maioria das funções no metabolismo animal, como na performance reprodutiva, na manutenção do crescimento, no metabolismo energético, na função imune, entre outras tantas funções fisiológicas (LAMB et al. 2008), contudo, nem sempre são encontrados em quantidades desejáveis nos alimentos, havendo a necessidade de uma suplementação para suprir as necessidades (PEIXOTO et al. 2005).

As exigências de minerais estão relacionadas ao nível de produtividade animal. Maiores taxas de crescimento ou maior produção de leite exigem maiores quantidades de minerais (PEDREIRA & BERCHIELLI 2006). Segundo o NRC (2001) os cálculos de exigências nutricionais dos bovinos são baseados no desempenho ponderal e nas quantidades de um mineral específico, como forma de prevenir deficiências, assumindo que os minerais

possuem diferentes disponibilidades, que variam de acordo com o alimento (forragens e concentrados) e fontes (orgânicas ou inorgânicas). Esses fatores influenciam no coeficiente de absorção do mineral e, conseqüentemente, na sua exigência.

Os minerais traços desempenham papel importante na função imune (SHANKAR & PRASAD 1998), fertilidade (RABIEE et al. 2010) e no crescimento de vacas leiteiras (ENJALBERT et al. 2006). NOCKELS et al. (1993) afirmam que novilhas sob estresse reduzem a absorção de minerais traços. Como o período de transição é um momento estressante para a vaca leiteira, nessa fase pode haver redução da absorção dos minerais traços (XIN et al. 1993).

A utilização de minerais traços injetáveis apresenta-se como uma possibilidade de melhorar o desempenho dos animais. POGEE et al. (2012) relataram que o uso de soluções injetáveis levou ao aumento das concentrações de cobre (Cu) e selênio (Se) no fígado dos animais em um período de 15 dias, e aumentou o zinco (Zn) e o manganês (Mn) no plasma durante várias horas.

As vitaminas devem estar incluídas na dieta ou serem sintetizadas por microrganismos no sistema digestivo. Quando um animal absorve uma quantidade inadequada de uma determinada vitamina, várias respostas são observadas de acordo com a vitamina e o grau e duração da deficiência, tais como a redução da taxa de crescimento, da produção de leite e fertilidade, além de aumento da prevalência de doenças infecciosas (WEISS 2005). WEISS et al. (1997) verificaram significativa redução de infecções da glândula mamária com o uso de vitamina E, que assim como selênio são considerados potentes antioxidantes (NRC 2001).

Contudo, o efeito da suplementação injetável de minerais traços e vitaminas A e E sobre a composição do leite, produção e saúde do úbere no período de transição pós parto ainda é pouco conhecido. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de doses de um suplemento contendo Cu, Zn, Se e Mn e vitaminas A e E, administrados por via subcutânea, sobre a produção e qualidade do leite de vacas holandesas aos 225 dias de gestação, aos 255 dias de gestação e no dia do parto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em duas

propriedades comerciais com regime de manejo semi-intensivo para produção de leite nos municípios de Faxinal dos Guedes, SC e Xanxerê, SC. Foram utilizadas 31 fêmeas bovinas da raça Holandesa divididas em dois grupos, os 15 animais que receberam a suplementação estão no grupo “Tratadas”, já os 16 animais que serviram para controle estão no grupo “Não Tratadas”. Os animais foram avaliados do parto até os 60 dias de lactação e foram mantidos dentro da rotina das propriedades, recebendo uma alimentação baseada em concentrado e núcleo vitamínico mineral além de silagem de milho. As dietas atenderam as exigências do NRC (2001). O acesso à água foi *ad libitum*.

Amostras dos alimentos foram coletados para determinar a composição da dieta (Tabelas 1 e 2). A matéria pré seca foi obtida em estufa à 60 °C por 72 horas. Os teores de matéria seca (MS) foram determinados por secagem em estufa à 105 °C por 12 horas e a matéria orgânica após queima em mufla à 550 °C por quatro horas. Os teores de proteína bruta foram determinados pelo método de KJEDAHN (AOAC 1995; método nº 984.13), sendo a proteína bruta obtida pela multiplicação do N por 6,25. A fibra em detergente ácido (FDA), é a lignina solúvel em ácido sulfúrico 72%, foi quantificada conforme ROBERTSON & VAN SOEST (1981) e os teores de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com VAN SOEST et al. (1991), com o uso de sacos de poliéster conforme modificação descrita por KOMAREK (1993). Estas análises foram realizadas no Laboratório de Bromatologia da Universidade do Oeste do Estado de Santa Catarina. Os minerais traços foram mensurados na alimentação por espectrometria de absorção em chama, no Laboratório de Química da Universidade Federal de Santa Maria.

A suplementação mineral foi realizada por via subcutânea, com 5 mL do produto contendo 10 mg de Cu, 40 mg de Zn, 5 mg de Se, 10 mg de Mn (Adaptador[®]min – Biogenesis Bago – Argentina). As vitaminas A e E foram administradas, por via subcutânea, com 5 mL do produto contendo 175 mg de vitamina A e 250 mg de vitamina E (Adaptador[®]vit – Biogenesis Bago). Os minerais e as vitaminas foram administrados em três momentos: aos 225 dias de gestação, aos 255 dias de gestação e no dia do parto. O grupo controle (n=16) recebeu injeções de solução fisiológica (na dose de 5 mL pela via subcutânea) nos mesmos dias que o grupo tratado (n=15).

As amostras de leite foram coletadas no dia do

parto, aos sete, 14, 21 e 60 dias depois do parto. No dia do parto foi analisado somente o colostro. Nos demais dias, após os procedimentos de higienização dos tetos e realização dos testes do fundo escuro e do *California Mastitis Test* (CMT), as amostras foram colhidas para a determinação dos teores de gordura, lactose, proteína, extrato seco desengordurado, sólidos totais, ureia e contagem de células somáticas (CCS). Para avaliar a produção de leite, as vacas foram ordenhadas duas vezes por dia e a produção foi mensurada por sistema automático de pesagem do leite.

Foi realizada a contagem de células somáticas por meio automático, sendo assim, as amostras de leite foram coletadas em um frasco plástico de 50 mL com o conservante bronopol. Essas amostras foram mantidas resfriadas, entre 1 a 7 °C por no máximo 72 horas (até a chegada no laboratório) e enviadas para análise no Laboratório da Universidade de Passo Fundo que é credenciado à Rede Brasileira de Laboratórios de Análise da Qualidade do Leite – RBQL. A análise foi realizada por infravermelho, sendo baseada nas ISO 13366-2:2006 (IDF 148-2:2006) para as análises de CCS, e ISO 9622:2013 (IDF 141:2013) para a determinação de gordura, proteína, lactose e sólidos totais.

Para avaliar os parâmetros de qualidade do leite como teor de lactose, gordura, proteína, ureia, sólidos totais e extrato seco desengordurado foi utilizado o mesmo método de coleta e conservação que as amostras de leite para a contagem de células somáticas, porém o método de análise foi por citometria de fluxo. Na avaliação do colostro foi utilizado o colostrômetro, feito imediatamente após o parto. Este método avalia a concentração de imunoglobulinas presentes no colostro. O colostro foi classificado como bom, intermediário ou ruim, por leitura da escala do colostrômetro, no qual vermelho é ruim com uma concentração de anticorpos < 22 mg/mL, amarelo é intermediário ou razoável com concentração de anticorpos entre 22 a 50 mg/mL, e verde é um colostro bom ou excelente com concentração de anticorpos > 50 mg/mL.

A correção da produção de leite para 4% de gordura foi realizada pela equação: Produção de leite x [0,4+(% de gordura x 0,15)] e a produção de leite corrigido para energia e proteína foi obtida pela equação ECM = (0,327*PL) + (12,95*%G*PL/100) + (7,65*%P*PL/100) (TYRRELL & REID 1965), onde PL = produção de leite em kg/dia, G = porcentagem

Tabela 1. Composição química da dieta total no período pré-parto e lactação da propriedade 1*.
 Table 1. Chemical composition of the total diet in the pre-partum period and lactation of the farm 1*.

	-60 ao -30 dias	-30 ao dia do parto	Lactação
MS (%)	19,3	32,2	36,3
PB (%)	14,5	11,1	13,5
FDN (%)	29,1	42,0	37,4
FDA (%)	61,3	26,1	20,9
NDT (%)	55,0	69,6	68,9
CNF (%)	17,5	49,0	39,7
Amido (%)	7,60	26,0	29,3
Lipídeo (%)	2,10	2,60	2,40
Cu (%)	0,80	0,21	0,19
Zn (%)	0,65	0,26	0,28
Se (%)	0,50	0,66	0,56
Mn (%)	0,88	0,63	0,51

*As dietas atenderam as exigências do NRC (2001).

Tabela 2. Composição química da dieta total no período pré-parto e lactação da propriedade 2*.
 Table 2. Chemical composition of the total diet in the pre-partum period and lactation of the farm 2*.

	-60 ao -30 dias	-30 ao dia do parto	Lactação
MS (%)	18,4	32,4	32,8
PB (%)	17,7	15,4	14,3
FDN (%)	67,2	53,5	46,0
FDA (%)	37,0	27,0	24,8
NDT (%)	58,5	66,7	69,3
CNF (%)	10,7	25,9	34,3
Amido (%)	3,90	18,0	25,0
Lipídeo (%)	1,80	2,10	2,30
Cu (%)	0,39	0,12	0,13
Zn (%)	0,34	0,61	0,68
Se (%)	0,56	0,69	0,51
Mn (%)	0,78	0,31	0,27

*As dietas atenderam as exigências do NRC (2001).

de gordura e P= porcentagem de proteína.

Os dados foram submetidos à análise de variância como delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x4 (dois tratamentos e quatro momentos de observação) sendo previamente testada a normalidade dos resíduos. Para CCS, proteína, gordura, sólidos totais (ST) e ureia, quando efeito de momento foi significativo, ajustou-se um modelo de regressão não linear, sendo o modelo $y=VM+(VI-VM).exp(-exp(t).x)$, em que y é a variável resposta, VM é o valor mínimo estimado pelo modelo, VI é o valor inicial estimado pelo modelo (corresponde à variável resposta no dia do parto), t é um parâmetro sem interpretação e x é um número de dias após o parto. O modelo ($y= b_1*(1-exp(\log(1-0.99)*((x-b_3)/(b_2-b_3))))$), foi ajustado para Lactose, sendo que, b_1 é o valor máximo, b_2 é o dia após o parto para se obter o valor máximo e o b_3 é um parâmetro sem interpretação, y é lactose e x é o número de dias após o parto. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa R (R CORE TEAM 2013) com as funções “aov” para análise de variância e “nls” para ajustes dos modelos de regressão não linear, sempre a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os gráficos apresentados na Figura 1 representam os valores iniciais e mínimos dos parâmetros CCS, proteína, sólidos totais, gordura e ureia e apresenta a curva de aumento de lactose. As médias de produção de leite em litros (PLL), leite corrigido para energia (LCE) e leite corrigido para gordura (GOR4) estão descritas na Tabela 4. Os efeitos da suplementação de minerais traços e vitaminas A e E, por via subcutânea, para contagem de células somáticas (CCS), proteína (PROT), gordura (GOR), sólidos totais (ST) e ureia (URE) estão descritos na Tabela 3.

Os valores iniciais e valores mínimos da CCS, estimados pelo modelo, indicaram que não houve diferença (P=0,85) entre os grupos. Estes resultados são semelhantes aos de PASCHOAL et al. (2006), que não observaram diferenças quanto à suplementação de Se e vitamina E, nem foi verificada interação entre eles, realizadas no pré-parto em função do nível de CCS até a décima segunda semana de lactação (p>0,05).

VIERO et al. (2010), ao trabalharem com a suplementação de Selênio em diferentes concentrações e de diferentes fontes, não observaram influência nas características físico-químicas e CCS do leite. WEISS

et al. (1990) avaliaram a suplementação de Selênio e vitamina E em vacas no periparto e também não encontraram diferença na produção de leite. Bem como JUKOLA et al. (1996) nos estudos das relações entre a CCS e as vitaminas A e E. Por outro lado, MACHADO et al. (2013) verificaram decréscimo nos níveis de CCS em vacas suplementadas com minerais traços e vitaminas injetáveis.

Os níveis de proteína (P=0,29) não diferiram entre os tratamentos, e para os dois grupos, houve uma tendência de queda até aos 21 dias após o parto e em seguida se manteve em queda até aos 60 dias após o parto (Figura 1).

Os teores de gordura do leite também não apresentaram diferença (P=0,94) entre os grupos tratados e não tratados. WEISS et al. (1990) não observaram diferenças na gordura do leite 21 dias após o parto, possivelmente devido ao fato de se distanciar do período de suplementação. Os níveis de sólidos totais também apresentaram diferença significativa (P=0,75).

Por outro lado, a ureia do leite apresentou diferença significativa (P=0,002) entre os animais tratados e não tratados. A partir de sete dias após o parto o teor de ureia do leite dos animais tratados apresentou queda maior que os animais não tratados, e depois dos 21 dias após o parto, o nível de ureia do leite manteve-se na mesma concentração.

Os resultados corroboram os obtidos por MACHADO et al. (2013) que não encontraram efeito na produção leiteira de vacas suplementadas ou não com minerais traços (Cu, Zn, Se e Mn). GIERUS et al. (2007) também evidenciam que a produção de leite medida aos 21 dias pós-parto, não foi afetada pela suplementação com Se no período seco. HEARD et al. (2007) não observaram diferença na produção de leite suplementando vacas com selênio orgânico. Entretanto LACETERA et al. (1996) apresentaram resultados de acréscimos expressivos na produção leiteira em vacas suplementadas com 5 mg de selenito de sódio /100 kg de peso vivo.

KELLOGG et al. (2004) observaram em sua revisão que o complexo zinco-metionina melhorou (p<0,01) a produção de leite, leite corrigido para energia, leite corrigido para gordura e a CCS. Essa redução foi notada quando a quantidade de Zn fornecida diariamente foi igual ou superior a 360 mg/cabeça/dia.

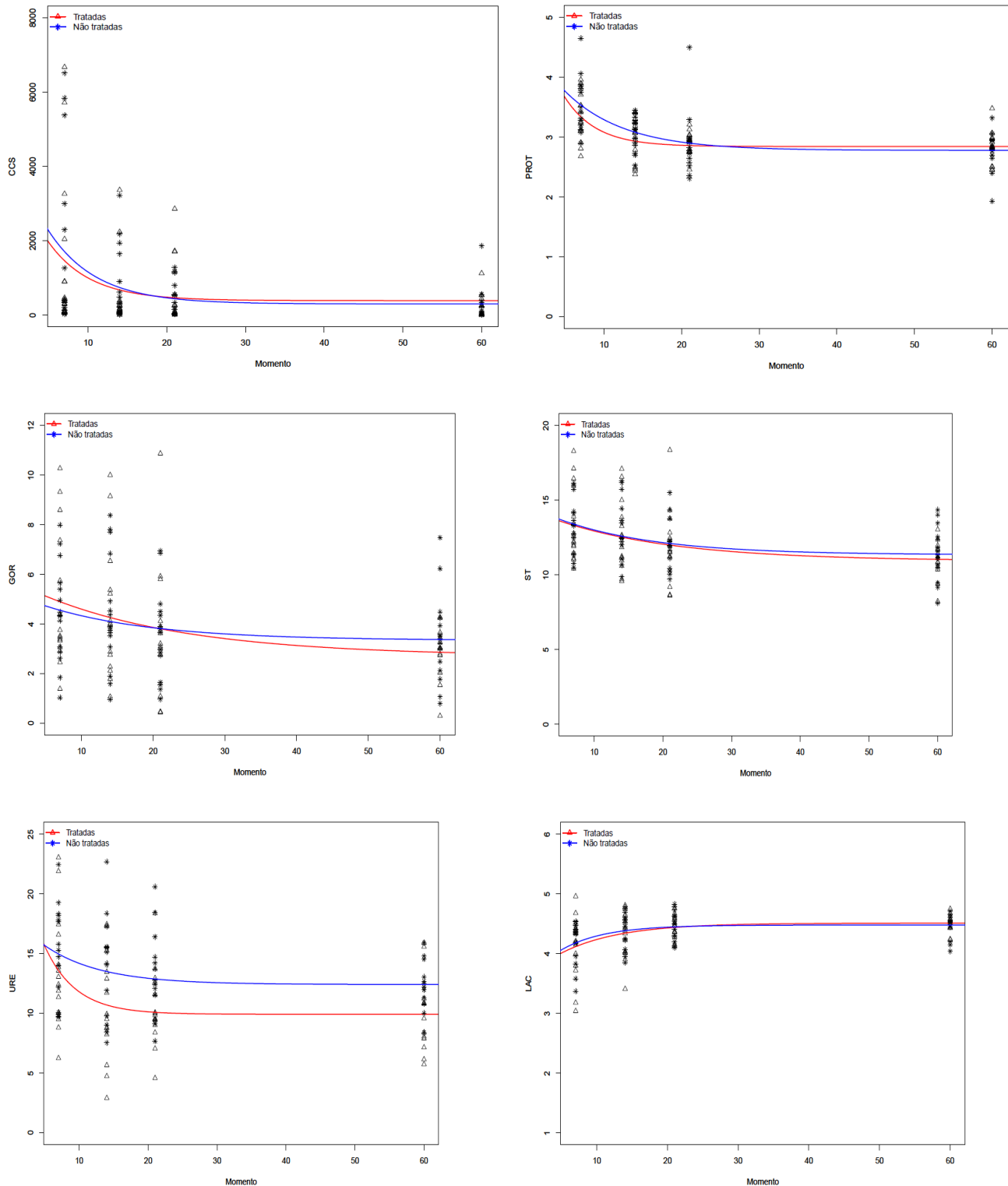


Figura 1. Contagem de células somáticas (CCS), proteína, sólidos totais, gordura, ureia e lactose em vacas tratadas com suplementação de minerais (10 mg de cobre, 40 mg de zinco, 5 mg de selênio e 10 mg de manganês) e de vitaminas (175 mg de vitamina A e 250 mg de vitamina E) e não tratadas.

Figure 1. Somatic cell counts (CCS), protein, total solids, fat, urea and lactose in cows treated with mineral supplementation (10 mg of copper, 40 mg of zinc, 5 mg of selenium and 10 mg of manganese) and vitamins 175 mg of vitamin A and 250 mg of vitamin E) and untreated.

Tabela 3. Valores iniciais e valores mínimos para CCS, Proteína, Sólidos Totais, Gordura e Ureia.
 Table 3. Initial values and minimum values for CCS, Protein, Total Solids, Fat and Urea.

Variáveis	TRATADAS		NÃO TRATADAS		P
	Valor Inicial	Valor mínimo	Valor Inicial	Valor mínimo	
CCS ($\times 10^3$)	4416,95	390,68	4786,03	300,59	0,85
PROT (%)	5,62	2,84	4,67	2,78	0,29
GOR (%)	5,80	2,70	5,28	3,34	0,94
ST (%)	14,50	10,93	14,72	11,34	0,75
URE (mg/dl)	27,22a	9,92B	18,43b	12,42A	0,002

CCS: contagem de células somáticas; PROT: proteína; GOR: gordura; ST: sólidos totais; URE: uréia. Para CCS, PROT, ST e GOR, ajustou-se o modelo $y=VM+(VI-VM).exp(-exp(t).x)$, em que y é a variável resposta, VM é o valor mínimo estimado pelo modelo, VI é o valor inicial estimado pelo modelo (corresponde à variável resposta no dia do parto) e t é um parâmetro sem interpretação e x é um número de dias após o parto. Valores seguidos por letras distintas indicam diferença significativa entre tratamentos ($p<0,005$).

Tabela 4. Gordura 4%, leite corrigido para energia e produção de leite para vacas tratadas com suplementação de minerais (10 mg de cobre, 40 mg de zinco, 5 mg de selênio e 10 mg de manganês) e de vitaminas (175 mg de vitamina A e 250 mg de vitamina E) e não tratadas.

Table 4. Fat 4%, milk corrected for energy and milk production for cows treated with mineral supplementation (10 mg copper, 40 mg zinc, 5 mg selenium and 10 mg manganese) and vitamins (175 mg vitamin A and 250 mg vitamin E) and untreated.

Variáveis	TRATADAS		NÃO TRATADAS		P
	Média	Média	Média	P	
Gordura 4%	27,39	27,46	27,46	0,05	
Leite Corrigido para Energia	29,49	29,74	29,74	0,05	
Produção de Leite	27,63	28,01	28,01	0,05	

($p<0,005$).

Tabela 5. Valor inicial e valor mínimo para lactose de vacas tratadas com suplementação de minerais (10 mg de cobre, 40 mg de zinco, 5 mg de selênio e 10 mg de manganês) e de vitaminas (175 mg de vitamina A e 250 mg de vitamina E) injetável e não tratadas.

Table 5. Initial value and minimum value for lactose of cows treated with mineral supplementation (10 mg of copper, 40 mg of zinc, 5 mg of selenium and 10 mg of manganese) and of vitamins (175 mg of vitamin A and 250 mg of vitamin E) injectable and untreated.

Variáveis	TRATADAS		NÃO TRATADAS		P
	DPP*	Valor máximo	DPP	Valor máximo	
Lactose	24,96	4,51	18,52	4,48	0,66

DPP: dias após o parto; ($y= b1*(1-exp(\log(1-0.99)*((x-b3)/(b2-b3))))$), b1 é o valor máximo, b2 é o dia após o parto para se obter o valor máximo e o b3 é um parâmetro sem interpretação, y é lactose e x é o número de dias após o parto ($p<0,005$).

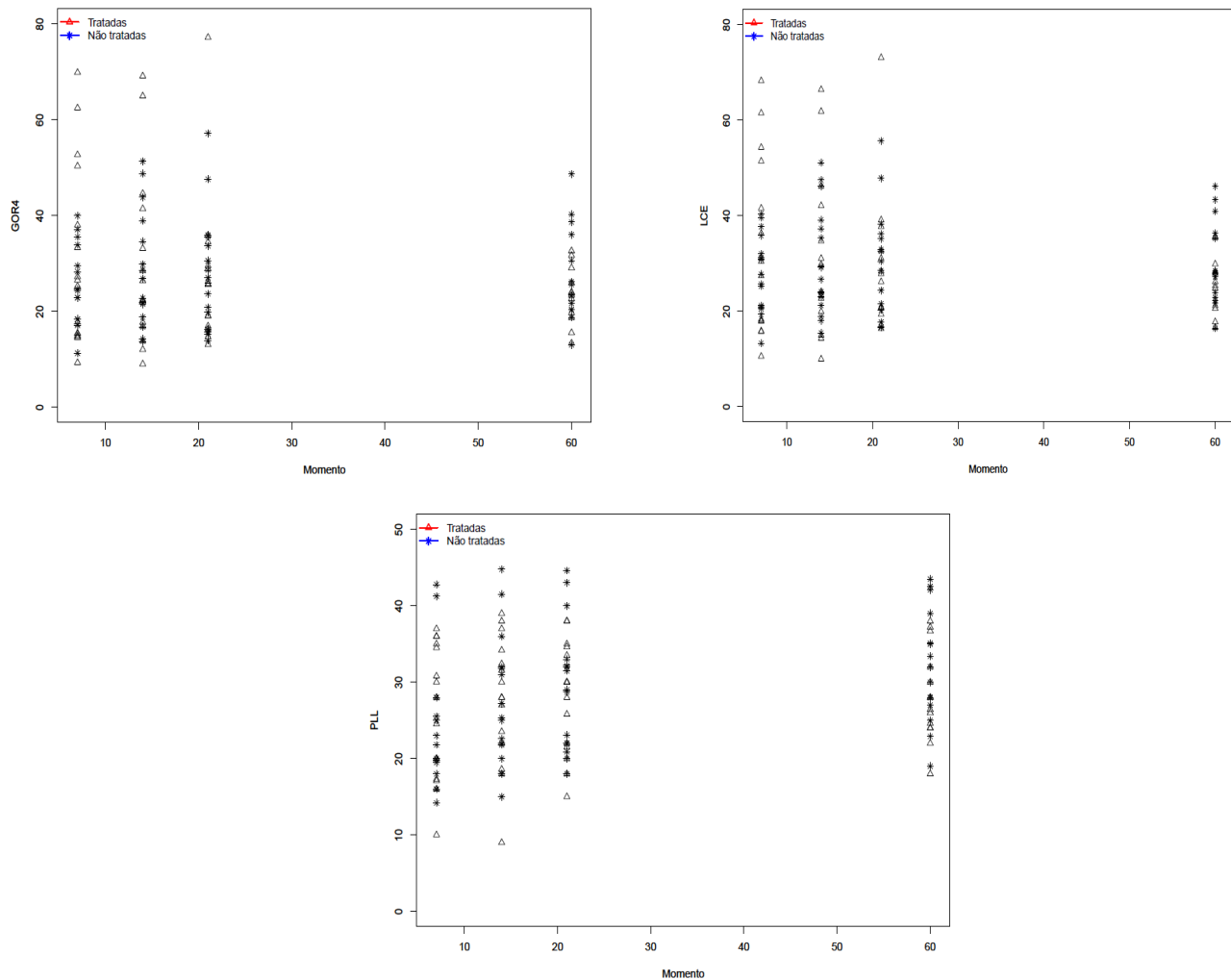


Figura 2. Leite corrigido para gordura (GOR), leite corrigido para energia (LCE) e produção de leite em litros (PLL).

Figure 2. Milk corrected for fat (GOR), milk corrected for energy (LCE) and milk production in liters (PLL).

Também não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos sobre a qualidade do colostro, semelhante aos resultados obtidos por BATISTA et al. (2012) após a utilização de complexos minerais para vacas no pré-parto, no qual não houve alteração na qualidade do colostro.

A lactose (Tabela 5) também não apresentou diferença entre o grupo suplementado com minerais e vitaminas e o grupo não suplementado. Entretanto vale ser ressaltado que nos animais tratados, a lactose demorou mais tempo para atingir um valor máximo estimado pelo modelo, que os animais que não foram tratados. HEARD et al. (2006) observaram um pequeno aumento na concentração de lactose em animais suplementados com selênio orgânico, porém, esse aumento não foi significativo.

Os gráficos da Figura 2 apresentam os valores de produção de leite em litros, leite corrigido para gordura a 4% e leite corrigido para energia.

CONCLUSÃO

A administração de minerais traços e vitaminas A e E, por via subcutânea, em vacas holandesas não promoveu diferença significativa para qualidade do colostro, CCS e composição do leite, porém, promoveu diferença significativa para ureia.

REFERÊNCIAS

AL-QUDAH KM & ISMAIL ZB. 2012. The relationship between serum biotin and oxidant/antioxidant activities in

- bovine lameness. *Research in Veterinary Science* 92: 138-141.
- ALVES NG et al. 2009. Nutrição e reprodução em vacas leiteiras. *Revista Brasileira de Reprodução Animal* 6: 118-124.
- AOAC – Association of Official Analytical Chemists. 1995. *Official methods of analysis of the association of the official analysis chemists*. 16.ed. Arlington: AOAC.
- BATISTA CG. et al. 2012. Utilização de minerais iônicos ou complexos orgânicos de minerais no pré parto de vacas Holandesas. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 64: 1232-1238.
- CONTRERAS GA & SORDILLO LM. 2011. Lipid mobilization and inflammatory responses during the transition period of dairy cows. *Comparative Immunology, Microbiology & Infectious Diseases* 34: 281-289.
- ENJALBERT F et al. 2006. Effects of copper, zinc and selenium status on performance and health in commercial dairy and beef herds: Retrospective study. *Journal of Animal Physiological and Animal Nutrition* 90: 459-466.
- GIERUS M. 2007. Fontes orgânicas e inorgânicas de selênio na nutrição de vacas leiteiras: digestão, absorção, metabolismo e exigências. *Ciência Rural* 37: 1212-1220.
- GOFF JP et al. 2002. Effect of mastectomy on milk fever, energy, and vitamins A, E, and beta-carotene status at parturition. *Journal of Dairy Science* 85:1427-1436.
- HEARD JW et al. 2007. Increasing selenium concentration in milk: Effects of amount of selenium from yeast and cereal grain supplements. *Journal of Dairy Science* 90: 4117-4127.
- ISO 13366-2:2006 - IDF 148-2:2006. 2006. Milk — Enumeration of somatic cells — Part 2: Guidance on the operation of fluoro-opto-electronic counters.
- ISO 9622:2013- IDF 141:2013. 2013. Milk and liquid milk products — Guidelines for the application of midinfrared spectrometry.
- JUKOLA E et al. 1996. Blood selenium, vitamin E, vitamin A, and β -Carotene concentrations and udder health, fertility treatments, and fertility. *Journal of Dairy Science* 79: 838-845.
- KELLOGG DW et al. 2004. Review: Effects of Zinc Methionine Complex on milk production and somatic cell count of dairy cows: Twelve-trial summary. *The Professional Animal Scientist* 20: 295-301.
- KOMAREK AR. 1993. A filter bag procedure for improved efficiency of fiber analysis. *Journal of Dairy Science* 76: 250.
- LACETERA N et al. 1996. Effects of selenium and vitamin E administration during a late stage of pregnancy on colostrum and milk production in dairy cows, and on passive immunity and growth of their offspring. *American Journal of Veterinary Research* 57: 1776-1780.
- LAMB GC et al. 2008. Effect of organic or inorganic trace mineral supplementation on follicular response, ovulation, and embryo production in superovulated Angus heifers. *Animal Reproduction Science* 106: 221-231.
- MACHADO VS et al. 2013. The effect of injectable trace minerals (selenium, copper, zinco and manganese) on peripheral blood leukocyte activity and serum superoxide dismutase activity of lactating Holstein cows. *The Veterinary Journal* 200: 299-304.
- NOCKELS CF et al. 1993. Stress induction affects copper and zinc balance in calves fed organic and inorganic copper and zinc sources. *Journal of Animal Science* 71: 2539-2545.
- NRC - National Research Council. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 7.ed. Washinton, D.C.: National Academic Press. 381p.
- PASCHOAL JJ et al. 2006. Contagem de células somáticas no leite de vacas suplementadas no pré-parto com selênio e vitamina E. *Ciência Rural* 36: 1462-1466.
- PEDREIRA MS & BERCHIELLI TT. 2006. Minerais. In: BERCHIELLI TT et al. (Eds.). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Funep. p.333-353.
- PEIXOTO PV et al. 2005. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. *Pesquisa Veterinária Brasileira* 25: 195-200.
- POGGE DJ et al. 2012. Mineral concentrations of plasma and liver after injection with a trace mineral complex differ among Angus and Simmental cattle. *Journal of Animal Science* 90: 2692-2698.
- R CORE TEAM. 2013. *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- RABIEE AR et al. 2010. Effects of feeding organic trace minerals on milk production and reproductive performance in lactating dairy cows: A meta-analysis. *Journal of Dairy Science* 93: 4239-4251.
- ROBERTSON JB & VAN SOEST PJ. 1981. The detergent system of analysis. In: JAMES WPT & THEANDER O. (Eds.). *The Analysis of Dietary Fibre in Food*. New York: Marcel Dekker. p. 123-158.
- ROCHE JR et al. 2009. Invited review: Body condition score and its association with dairy cow productivity, health, and welfare. *Journal of Dairy Science* 92: 5769-5801.
- SCHANKAR AH & PRASAD AS. 1998. Zinc and immune function: The biological basis of altered resistance to infection. *The American Journal of Clinical Nutrition* 68: 447-463.
- SORDILLO LM & AITKEN SL. 2009. Impact of oxidative stress on the health and immune function of dairy cattle. *Veterinary Immunology and Immunopathology* 128: 104-109.
- TYRRELL HF & REID JT. 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. *Journal of Dairy Science* 48: 1215-1223.
- VAN SOEST PJ et al. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74: 3583-3597.

VIERO V et al. 2010. 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. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia* 62: 282-390.

WEISS WP et al. 1990. Effect of duration of supplementation of selenium and vitamin E on periparturient dairy cows. *Journal of Dairy Science* 73: 3187-3194.

WEISS WP et al. 1997. Effect of vitamin E supplementation in diets with a low concentration of selenium on mammary gland health of dairy cows. *Journal of Dairy Science* 80: 1728-1737.

WEISS WP. 2005. Antioxidants nutrients, cow health and milk quality. In: *Dairy Cattle Nutrition Workshop*, Department of Dairy and Animal Sciences, Pennsylvania State University. p. 11-18.

XIN Z et al. 1993. Copper status and requirement during the dry period and early lactation in multiparous Holstein cows. *Journal of Dairy Science* 76: 2711-2716.