

Efeito da adição de soro de leite sobre a digestibilidade aparente e os parâmetros sanguíneos de vacas secas

[Effect of whey addition on apparent digestibility and blood parameters of dry cows]

F.M. David^{1,4}, E.A. Collao-Saenz², J.R.O. Pérez¹, A.L.A. Castro², H.R.A. Resende¹, A.V. Landim³

¹Universidade Federal de Lavras – Lavras, MG

²Universidade Federal de Goiás – Jataí, GO

³Universidade Estadual do Vale do Acaraú – Sobral, CE.

⁴Bolsista do CNPq

RESUMO

Avaliou-se o efeito da adição de soro de leite líquido à dieta sobre os parâmetros sanguíneos e sobre a digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB), da fibra em detergente neutro (DAFDN) e da fibra em detergente ácido (DAFDA) em 12 vacas Girolando, secas, que receberam feno de *coastcross* (*Cynodon dactylon*), suplementado com sal proteinado, e zero (controle), 15, 30 ou 45 litros de soro de leite/dia. A adição de soro na dieta afetou a DAMS e a DAPB ($P<0,01$) e não houve efeito sobre a DAFDN e a DAFDA. Quanto maior a quantidade de soro, maior o valor da DAMS e da DAPB. Os valores médios de glicose no plasma sanguíneo – 59,3; 64,0; 66,6 e 69,2mg/dL – variaram ($P<0,01$) entre os tratamentos, ajustando-se a regressões lineares positivas. A inclusão de soro afetou ($P<0,01$) a quantidade de ureia no sangue de maneira decrescente – 22,83; 20,17; 17,5 e 15,67. O soro de leite melhorou a eficiência de utilização de compostos nitrogenados no rúmen e pode ser utilizado para complementar suplementos proteicos com elevados teores de ureia.

Palavras-chave: bovino leiteiro, *Cynodon*, lactose, subproduto lácteo

ABSTRACT

The effect of liquid whey addition in the diet on blood parameters and on the apparent digestibility of dry matter (ADDM), crude protein (ADCP), neutral detergent fiber (ADNDF), and acid detergent fiber (ADADF) was evaluated in 12 dry Gir cows, receiving *coastcross* (*Cynodon dactylon*) hay supplemented with protein salt and zero (control), 15, 30, or 45 liters of whey per day. The inclusion of the whey in the diet affected the ADDM and ADCP ($P<0.01$) and had no effect on ADNDF and ADADF. As high the volume of whey inclusion, higher the ADDM and ADCP values. The average values of glucose in blood plasma – 59.3, 64.0, 66.6, and 69.2mg/dL – varied ($P<0.01$) among treatments, adjusting themselves to positive linear dL regressions. The whey inclusion diminished ($P<0.01$) blood urea values – 22.83, 20.17, 17.5, and 15.67. The whey improved the efficiency of utilization of nitrogen compounds in the rumen and can be used to complement protein supplements with high levels of urea.

Keywords: *Cynodon*, dairy cattle, lactose, milk byproduct

INTRODUÇÃO

Durante a época seca, as forragens tropicais apresentam redução na digestibilidade da matéria seca (MS) e nos teores de proteína bruta (PB).

Embora na literatura teores de PB acima de 10% sejam frequentemente relatados em gramíneas tropicais jovens, estas, em estádios avançados de maturidade ou durante o inverno, apresentam concentrações de proteína bruta, na maioria das

Recebido em 10 de abril de 2009

Aceito em 2 de agosto de 2010

*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: edgarcollao@gmail.com

Projeto financiado pelo CNPq

vezes, inferiores ao nível crítico de 7%, para a manutenção da função ruminal (Botrel et al., 2002). Nesse sentido, a suplementação proteica é alternativa eficiente para melhoria da produção animal.

O soro de leite líquido é um dos subprodutos mais poluentes da indústria de alimentos. Sua natureza perecível não permite a estocagem por períodos prolongados, sendo necessário encontrar destino para os consideráveis volumes produzidos diariamente. Até pouco tempo, as fábricas de queijo, mesmo nos Estados Unidos, despejavam o soro na rede de esgoto (Balagtas et al., 2003). Entretanto, devido ao considerável teor de nutrientes, especialmente proteínas com alto valor biológico, sua utilização na alimentação humana e animal permite, além da redução da liberação de resíduos poluentes no meio ambiente, aumento na margem de lucratividade da indústria (Fontes et al., 2006).

O soro de leite em pó é frequentemente utilizado em sucedâneos do leite para animais jovens, sendo a lactose o principal componente (aproximadamente 70% da MS). No entanto, para minimizar custos de processamento em evaporação e secagem, o soro líquido pode ser fornecido diretamente na dieta de bovinos adultos em fazendas relativamente próximas às fábricas de queijo (DeFrein et al., 2004; Eastridge, 2006).

As informações disponíveis na literatura sobre os efeitos do soro de leite no ambiente ruminal e na digestibilidade da MS são antigas e restritas a quantidades inferiores a 20% da MS total consumida por animal/dia. O soro deve ser introduzido gradativamente na dieta, para que

haja ajuste da microbiota do rúmen à nova fonte de energia, especialmente devido a seus elevados teores de lactose. De acordo com Oelker et al. (2009), excesso de carboidratos solúveis em relação à proteína degradável no rúmen (PDR) pode provocar redução da degradabilidade da fibra dietética. Segundo Heldt et al. (1999), a diminuição na digestibilidade da fibra é mais pronunciada em animais alimentados com dissacarídeos como a lactose do que com monossacarídeos.

O objetivo deste experimento foi avaliar a inclusão de diferentes níveis de soro líquido de leite sobre a digestibilidade aparente da MS, PB, FDN e fibra em detergente ácido (FDA) e sobre os parâmetros sanguíneos (glicose e ureia) de vacas secas, mestiças Girolando, alimentadas com feno de *Cynodon dactylon* (L.) Pers. cv. Coastcross-1 e sal proteinado.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 12 vacas multíparas, mestiças Girolando, não lactantes, com peso inicial variando de 291 a 425kg, distribuídas em três quadrados latinos (quatro tratamentos x quatro períodos), de acordo com o peso vivo no início do experimento. Os tratamentos testados foram zero (controle), 15, 30 e 45 litros de soro de leite/dia. A dieta foi constituída de feno de *coastcross*, fornecido quatro vezes ao dia, e sal proteinado à vontade. O ajuste da dieta permitiu 10% de sobra. Os animais foram mantidos em baias individuais de 30m², providas com comedouro, cocho de sal e cocho de água/soro. A composição média dos ingredientes da dieta está descrita na Tab. 1.

Tabela 1. Composição média do feno de *coastcross*, do sal proteinado e do soro de leite fornecidos a vacas secas

Componente	Soro de leite	Sal proteinado	Feno de <i>coastcross</i>
Matéria seca (%)	6,17	83,46	90,09
Proteína bruta (% MS)	13,14	49,31	6,59
Lactose (% MS)	70,0	----	----
Cinzas (% MS):	11,65	73,16	6,56
Cálcio (% MS)	0,43		ND
Fósforo (% MS)	0,86		ND
Sódio (% MS)	2,05		ND
Extrato etéreo (% MS)	4,86	ND	1,93
Fibra em detergente neutro (% MS)	----	29,90	79,31
Fibra em detergente ácido (% MS)	----	9,59	39,99

Fonte: Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da UFPA.

ND: não determinado.

Efeito da adição de soro...

O período experimental teve a duração de 15 dias, sendo 10 para adaptação ao tratamento (inclusão de soro) e cinco para a coleta de dados. O soro foi inicialmente oferecido na quantidade de 10 litros/vaca/dia, aumentado em cinco ou 10 litros/dia até alcançar a quantidade final de cada tratamento. Para assegurar o consumo total do soro, a água foi retirada no momento do fornecimento dos tratamentos e, após o consumo, recolocada em quantidade determinada para poder também avaliar seu consumo. A sobra de água de cada animal também foi medida diariamente.

Para determinar a digestibilidade aparente (DA) da MS, PB, FDN e FDA, foi utilizado óxido crômico (Cr_2O_3) como indicador externo, fornecido via oral durante sete dias consecutivos. Nos dois últimos dias do fornecimento do Cr_2O_3 , foram coletadas amostras de fezes diretamente no ducto retal de cada animal, de quatro em quatro horas, a partir da zero hora do primeiro dia. Após a coleta, as amostras foram pesadas e levadas à estufa de ventilação forçada com temperatura constante de 65°C . A quantificação de cromo nas fezes foi feita em espectrofotômetro de absorção atômica, segundo metodologia de Silva (1990). No quarto dia de coleta, amostras de sangue foram retiradas na veia jugular, utilizando-se Vacutainers® com anticoagulante (Glistab - Labtest). A primeira coleta ocorreu às sete horas (animais em jejum); a segunda, às nove horas (uma hora após o consumo do primeiro trato do dia) e a terceira às 12 horas (uma hora após o consumo do soro de leite). As amostras foram encaminhadas para

análises clínicas, para avaliação de glicose e ureia no plasma.

O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino, com quatro períodos experimentais e quatro tratamentos. Foram analisados os efeitos do quadrado latino, do animal dentro do quadrado latino, do período dentro do quadrado, do tratamento e da interação do quadrado com o tratamento. A análise estatística foi realizada utilizando-se o procedimento GLM, contido no programa computacional SAS/1995.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adição de soro de leite à dieta afetou ($P < 0,01$) a digestibilidade aparente (DA) da MS e a da PB. Quanto maior a inclusão de soro, maiores os valores de DA da MS (0,72, 0,73, 0,77 e 0,80) e da PB (0,69, 0,72, 0,77 e 0,80) (Fig. 1 e 2). Os nutrientes de alta digestibilidade presentes no soro de leite foram, provavelmente, responsáveis pelo aumento da digestibilidade da MS e da PB do feno. Os valores obtidos neste experimento para a DAMS foram próximos aos citados por Rogers et al. (1977), que verificaram aumento semelhante de 54,5% para 61,3%, quando 22,7 litros de soro de leite com digestibilidade aparente de 82,6% foram adicionados, duas vezes ao dia, à dieta basal de feno e farelo de soja para vacas secas e novilhos. Oelker et al. (2009), no entanto, não observaram efeito da inclusão de açúcares na dieta (2,6% de melaço) na digestibilidade da MS ou da PB. As digestibilidades aparentes médias de FDN e de FDA foram 0,62 e 0,68, respectivamente, e não foram afetadas pelos tratamentos.

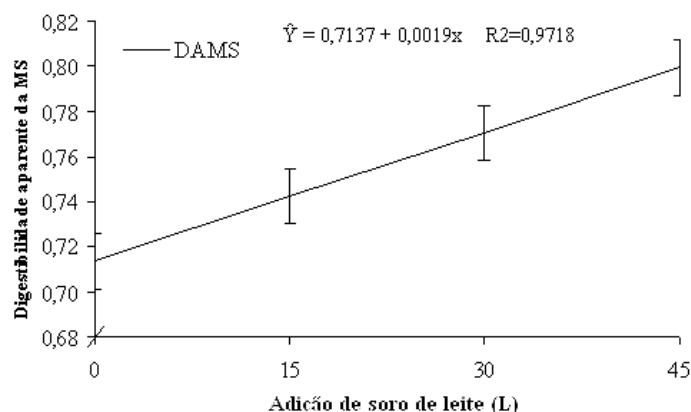


Figura 1. Digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), em função da adição de soro de leite à dieta de vacas secas.

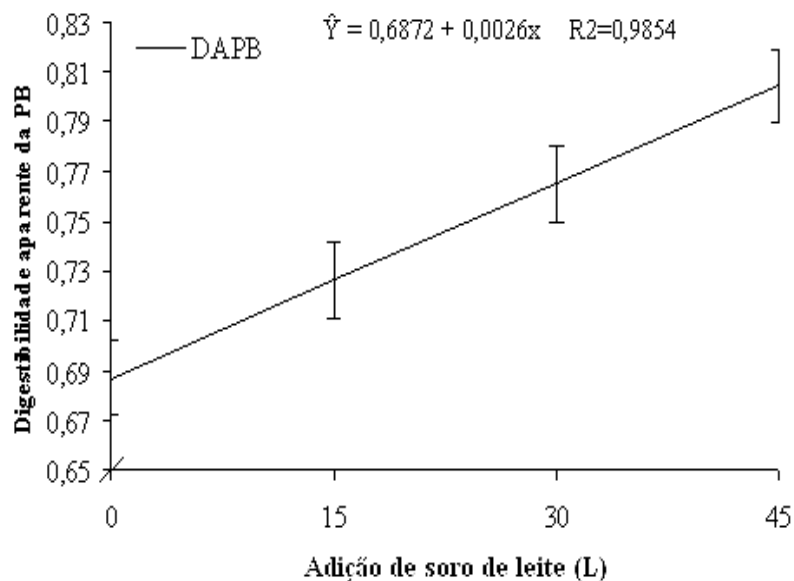


Figura 2. Digestibilidade aparente da proteína bruta (DAPB), em função da adição de soro de leite à dieta de vacas secas.

O NRC (Nutrient..., 2001) assume digestibilidade de 100% para o soro de leite. Segundo Valadares Filho (1985), o coeficiente de digestibilidade aparente total de carboidratos não fibrosos é acima de 90% e o de carboidratos fibrosos, próximo de 50%, o que reflete na maior digestão da MS das dietas com menor teor de carboidratos fibrosos. Mahgoub et al. (2000), ao trabalharem com dietas com níveis de FDN de 24%, 34% e 44%, relataram DAMS de 73,9, 68,7 e 66,9%, respectivamente. No presente experimento, observou-se que o tratamento com 45 litros de soro de leite/dia apresentou maior DAMS, provavelmente por conter maior percentual de compostos potencialmente degradáveis.

De modo geral, a digestibilidade aumenta com o incremento da proporção de energia na dieta. Contudo, quando há inclusão de elevada quantidade de energia na dieta de ruminantes, ocorre aumento na taxa de passagem da fase sólida pelo rúmen, que resulta em menor tempo de colonização e diminuição da digestibilidade da fibra em decorrência do aumento da proporção dos carboidratos prontamente disponíveis e fermentáveis (Orskov, 2000; Valadares Filho, 2000; Mertens, 2001).

De acordo com Oelker et al. (2009), os carboidratos solúveis, apesar de estimularem o crescimento microbiano no rúmen, em dietas deficientes em PDR, podem ter efeito negativo sobre a atividade celulolítica, inibindo a digestão da fibra, principalmente pela redução do pH ruminal. Este efeito não foi observado neste experimento e, embora tenha sido fornecida grande quantidade de carboidrato solúvel, não foi verificado decréscimo na DAFDN e nem na DAFDA ($P > 0,01$). Susmel et al. (1995) também não observaram diferença significativa na digestibilidade da FDN quando o soro foi fornecido para os animais. Entretanto, Alves et al. (2002), ao trabalharem com diferentes níveis de energia metabolizável (EM) – 2,42; 2,66; e 2,83 Mcal/kg de MS –, observaram decréscimo linear na DAFDN à medida que se elevou o nível de energia da dieta. Os valores médios de glicose no plasma sanguíneo encontram-se na Tab. 2.

Os resultados indicam que a inclusão de soro de leite na dieta afetou ($P < 0,01$) o nível de glicose plasmática nas medidas de sete e nove horas e não houve efeito dos tratamentos após uma hora do consumo total do soro.

Efeito da adição de soro...

Tabela 2. Teor de glicose no plasma sanguíneo (mg/dL), em cada horário de medida, de acordo com a adição de soro à dieta de vacas secas

Adição de soro (litros)	Horário de medida		
	7	9	12
0	59,92 (±1,13)	58,75 (±1,10)	65,42 (±2,02)
15	63,92 (±1,13)	64,17 (±1,10)	64,17 (±2,02)
30	67,25 (±1,13)	65,92 (±1,10)	62,83 (±2,02)
45	69,33 (±1,13)	69,00 (±1,10)	63,75 (±2,02)

Estes resultados demonstram que, ao se aumentar a quantidade de soro de leite na dieta das vacas secas, o nível de glicose plasmática dos animais em jejum (sete horas) e após uma hora do consumo de feno (nove horas) aumentou de forma linear (Fig. 3). A não diferença entre tratamentos após uma hora do consumo total do soro de leite (12 horas) sugere que, provavelmente, a lactose foi bem utilizada pelos

microrganismos ruminais ou, devido ao tempo de passagem do líquido, não foi possível observar a absorção desse carboidrato. Para verificar o efeito do consumo do soro de leite no metabolismo ruminal, seriam necessárias coletas subsequentes, mas o estresse que tal procedimento acarretaria aos animais impossibilitou sua execução.

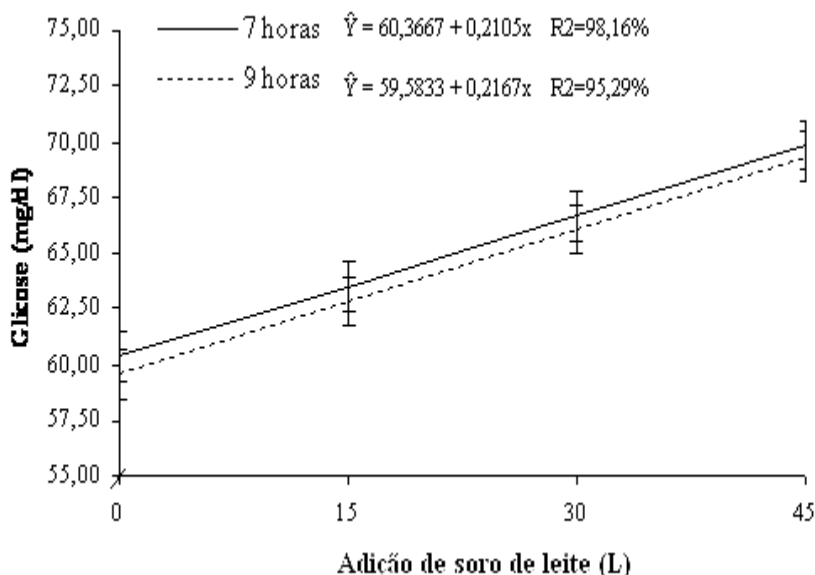


Figura 3. Teor de glicose no plasma sanguíneo (mg/dL), coletado às sete e nove horas, em função da adição de soro à dieta de vacas secas.

Devido à fermentação dos carboidratos no rúmen, a absorção intestinal de glicose é limitada e a produção hepática de glicose torna-se particularmente importante (Lemosquet e Faverdin, 2001). A maior parte da glicose requerida pelo ruminante é suprida pela gliconeogênese hepática a partir do propionato absorvido através da parede ruminal e convertido em glicose no fígado. Aminoácidos gliconeogênicos e glicerol contribuem com, aproximadamente, 30 e 10% da glicose remanescente produzida no fígado dos

ruminantes, respectivamente. Estas quantidades podem variar e dependem da dieta e do status metabólico do animal (Petitclerc et al., 2000).

A insulina é o principal regulador da homeostase da glicose. Em ruminantes, Petitclerc et al. (2000) observaram que o aumento da concentração de insulina no plasma incrementa a utilização da glicose pelos tecidos periféricos, com exceção da glândula mamária. Ao testarem a inclusão de diferentes fontes de carboidratos (melaço e sorgo) na dieta de novilhas, Peiris et

al. (1998) não verificaram diferença significativa na concentração de glicose no sangue. Os valores encontrados, 53, 57, 55 e 58mg/dL, foram menores que os deste estudo.

Como resultado da fermentação microbiana no rúmen, pouca glicose deriva diretamente do trato gastrointestinal dos ruminantes (Lemosquet e Faverdin, 2001). Os resultados encontrados neste trabalho diferem dos relatados por Peris et al. (1998), pois, ao aumentar a quantidade de

carboidrato não fibroso na dieta das vacas, observou-se aumento na concentração de glicose no sangue, de 59 para 69mg/dL (Tab. 2, Fig. 3).

A adição de soro de leite à dieta das vacas secas não afetou a quantidade de ureia presente no plasma sanguíneo dos animais em jejum (sete horas) ou uma hora após o consumo de feno de *coastcross* (nove horas). Porém, na coleta das 12 horas, a quantidade de uréia no sangue foi influenciada pelos tratamentos ($P<0,01$) (Tab. 3).

Tabela 3. Teor de ureia no plasma sanguíneo (mg/dL), em cada horário de medida, de acordo com a adição de soro à dieta de vacas secas

Adição de soro (litros)	Horário de medida		
	7	9	12
0	18,83 ($\pm 1,13$)	20,25 ($\pm 0,96$)	22,83 ($\pm 1,40$)
15	17,92 ($\pm 1,13$)	19,67 ($\pm 0,96$)	20,17 ($\pm 1,40$)
30	16,67 ($\pm 1,13$)	17,67 ($\pm 0,96$)	17,50 ($\pm 1,40$)
45	15,50 ($\pm 1,13$)	16,67 ($\pm 0,96$)	15,67 ($\pm 1,40$)

Embora Susmel et al. (1995) tenham observado que pode ocorrer diminuição nos teores de amônia ruminal e nitrogênio no leite pela inclusão de soro na dieta, no presente estudo não era esperada diferença significativa entre tratamentos sobre a concentração de ureia no plasma sanguíneo, pois todos os animais consumiram o mesmo sal proteinado e feno. Além disso, o consumo do proteinado pelos animais não foi significativamente diferente. Provavelmente a redução na concentração de ureia plasmática se deve à eficiente utilização do nitrogênio pelos microrganismos ruminais, combinada à crescente quantidade de carboidrato solúvel na dieta, respectivamente, 648, 1296 e

1944 g/dia de lactose nos tratamentos 15, 30 e 45 litros de soro/dia.

Mesmo contendo quantidades crescentes de proteína solúvel na dieta (zero, 121, 243 e 365g de proteína/dia, respectivamente, para os tratamentos com zero, 15, 30 e 45 litros de soro), a dosagem de ureia no plasma sanguíneo diminuiu significativamente, indicando eficiente utilização do nitrogênio total da dieta. O nitrogênio é um dos componentes mais caros na alimentação de ruminantes, portanto, ao diminuir a quantidade de ureia circulante, há menor perda via urina e, conseqüentemente, menor perda econômica.

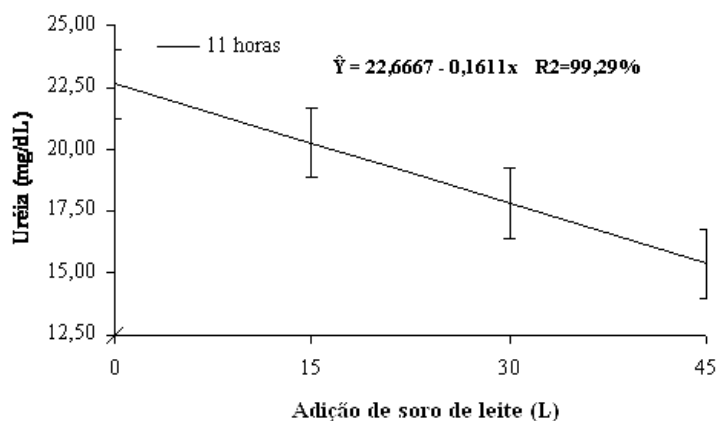


Figura 4. Teor de ureia no plasma sanguíneo (mg/dL), coletado às 11 horas, em função da adição de soro à dieta de vacas secas.

Efeito da adição de soro...

Os açúcares solúveis desempenham importante contribuição no período inicial de fermentação ruminal, sendo utilizados diretamente pelos microrganismos para a formação de biomassa microbiana (Van Soest, 1994). As bactérias são capazes de capturar parte da amônia liberada no rúmen a partir da desaminação de aminoácidos e hidrólise do nitrogênio não proteico.

Segundo Charbonneau et al. (2006), a inclusão de diversos suplementos ricos em açúcares rapidamente degradáveis, incluído soro de leite em pó, diminuiu a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen como provável consequência do aumento na utilização de nitrogênio para crescimento bacteriano. Contudo, se a taxa de fermentação de carboidratos excede a taxa de degradação da proteína, a produção de proteína microbiana é reduzida. Essa não sincronização na liberação de amônia e energia no rúmen resulta em ineficiente utilização dos substratos fermentáveis e redução na síntese de proteína microbiana.

Belibasakis e Tsirgogianni (1996), ao testarem o efeito da polpa cítrica na dieta de vacas leiteiras sobre a produção de leite e os metabólitos sanguíneos, encontraram valores médios para a concentração de ureia no sangue de 22,5mg/100mL, para a dieta controle, e 23,4mg/100mL, para a dieta com polpa cítrica. Ambos os valores foram mais altos que os encontrados neste estudo, em que a maior concentração, de todos os horários de coleta, foi de 22,83mg/dL.

CONCLUSÕES

A utilização do soro de leite líquido na dieta de vacas secas pode ser considerada uma forma de suplementação de baixo custo com potencial de otimizar a eficiência de suplementos proteinados com altos teores de ureia, especialmente na época da seca, ou quando os animais são criados exclusivamente em pastagens com baixo teor proteico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, S.K.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, A.S.C. et al. Efeito dos níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. *Anais...* Recife: SBZ, 2002.

BALAGTAS, J.V.; HUTCHINSON, F.M.; KROCHTA, J.M. et al. Anticipating market effects of new uses for whey and evaluating returns to research and development. *J. Dairy Sci.*, v.86, p.1662-1672, 2003.

BELIBASAKIS, N.G.; TSIRGOGIANNI, D. Effects of dry citrus pulp on milk composition and blood components of dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.60, p.87-92, 1996.

BOTREL, M.A.; ALVIM, M.J.; FERREIRA, R.P. et al. Potencial forrageiro de gramíneas em condições de baixas temperaturas e altitude elevada. *Pesq. Agropec. Bras.*, v.37, p.393-398, 2002.

CHARBONNEAU, E.; CHOUINARD, P.Y.; ALLARD, G. et al. Milk from forage as affected by carbohydrate source and degradability with alfalfa silage-based diets. *J. Dairy Sci.*, v.89, p.283-293, 2006.

DeFRAIN, J.M.; HIPPEN, A.R.; KALSCHEUR, K.F. et al. Feeding lactose increases ruminal butyrate and plasma β -hydroxybutyrate in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.87, p.2486-2494, 2004.

EASTRIDGE, M.L. Major advances in applied dairy cattle nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.89, p.1311-1323, 2006.

FONTES, F.A.P.V.; COELHO, S.G.; LANA, A.M.Q. et al. Desempenho de bezerras alimentadas com dietas líquidas à base de leite integral ou soro de leite. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.58, p.212-219, 2006.

HELDT, J.S.; COCHRAN, R.C.; STOKKA, G.L. et al. Effects of different supplemental sugars and starch fed in combination with degradable intake protein on low-quality forage use by beef steers. *J. Anim. Sci.*, v.77, p.2793-2802, 1999.

LEMOQUET, S.; FAVERDIN, P. A dynamic model to analyse intravenous glucose and insulin tolerance tests performed on dairy cows. *Br. J. Nutr.*, v.86, p.359-369, 2001.

MAHGOUB, O.; LU, C.D.; EARLY, R.J. Effects of dietary energy density on feed intake, body weight gain and carcass chemical composition of Omani growing lambs. *Small Rum. Res.*, v.37, p.35-42, 2000.

MERTENS, D.R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2., 2001, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p.25-36.

NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, DC: NRC, 2001. 381p.

OELKER, E.R.; REVENEAU, C.E. FIRKINS J.L. Interaction of molasses and monensin in alfalfa hay- or corn silage-based diets on rumen fermentation, total tract digestibility, and milk production by Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, v.92, p.270-285, 2009

ORSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. *Asian Aust. J. Anim. Sci.*, v.13, suppl., p.128-136, 2000.

PEIRIS, H.; ELLIOTT, R.; NORTON, B.W. Supplementary grain and sodium propionate increase the live weight gain and glucose entry rates of steers given molasses diet. *J. Agric. Sci.*, v.130, p.205-211, 1998.

PETITCLERC, D.; LACASSE, P.; GIRARD, C.L. et al. Genetic, nutritional, and endocrine support of milk synthesis in dairy cows. *J. Anim. Sci.*, v.78, suppl., p.59-77, 2000.

ROGERS, G.F.; WELCH, J.G.; NILSON, K.M. et al. Digestibility of liquid whey by steers and cows. *J. Dairy Sci.*, v.60, p.1559-1562, 1977.

SILVA, D.J. *Análise de alimentos – métodos químicos e biológicos*. 2.ed. Viçosa: UFV, 1990. 165p.

SUSMEL, P.; SPANGHERO, M.; MILLS, C.R. et al. Rumen fermentation characteristics and digestibility of cattle diets containing different whey:maize rations. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.53, p.81-89, 1995.

VALADARES FILHO, S.C. *Digestão total e parcial da matéria seca e carboidratos em bovinos e bubalinos*. 1985. 148f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.