

Efeito do balanço cátion-aniônico da dieta na produção de leite e nas respostas fisiológicas em vacas lactantes da raça Holandesa em ambiente quente

Orlando Rus Barbosa^{1*}, Lúcia Maria Zeoula¹, Claudete Regina Alcalde¹, Eduardo Shiguero Sakagushi¹, Geraldo Tadeu dos Santos¹, Newton Pöhl Ribas², Alexandre Santos Alves³ e Fernando José dos Santos Dias¹

¹Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.

²Departamento de Zootecnia, Universidade Federal de Curitiba, Paraná, Brasil. ³Secretaria de Agricultura do Paraná. *Autor para correspondência. e-mail: orbarbosa@uem.br

RESUMO. Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos do balanço cátion-aniônico da dieta BCAD nas respostas fisiológicas e produtivas em vacas da raça Holandesa, durante a época do verão. Nove vacas lactantes foram utilizadas de acordo com a idade e a produção de leite e distribuídas em um modelo de quadrado latino 3x3, com 3 períodos e 3 tratamentos. A dieta continha silagem de milho e ração concentrada na razão de 50:50 (base na MS) foi formulada para fornecer +32 mEq de $[(Na + K) - Cl]/100g$ de MS da dieta, em 3 tratamentos: 1) dieta controle + 1,57% de KCl da MS fornecida; 2) dieta controle + 1,22% de NaCl da MS fornecida; 3) dieta controle. Amostras de leite foram coletadas 1 dia por semana para análise de gordura, proteína, lactose e sólidos não-gordurosos. Os tratamentos não influenciaram a produção de leite, embora a adição de NaCl tenha contribuído para uma melhor produção total de 20,58kg contra 19,78kg para a adição de KCl, e na produção de leite pela manhã, de 13,77kg contra 13,1kg. Os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais não apresentaram alterações significativas em função da utilização de KCl e de NaCl na dieta. O melhor consumo de MS foi observado para os animais do tratamento NaCl (17,48kg) contra o tratamento controle (16,98kg), embora não tenha havido efeito significativo. Maiores valores de células somáticas foram encontrados para os animais do tratamento NaCl (813,48 x 1000 células/ml de leite), e o menor valor para o tratamento KCl (496,81 x 1000 células/ml de leite). A temperatura do ar da manhã foi a variável climática que apresentou efeito significativo na produção de leite e no consumo de alimento. Maior efeito foi verificado para as dietas KCl e controle ($b = -0,18$), seguida pela dieta NaCl ($b = 0,07$). A temperatura retal e a frequência respiratória não sofreram efeito do balanço cátion-aniônico; porém, maiores valores foram encontrados para o período da tarde. Os resultados indicam que um balanço cátion-aniônico dietético de +32 mEq/100g de MS da dieta não demonstrou efeitos positivos na produção e na qualidade do leite, mas permitiu manter o consumo e as respostas fisiológicas dos animais dentro dos parâmetros desejáveis.

Palavras-chave: balanço cátion-aniônico, frequência respiratória, produção de leite, temperatura retal.

ABSTRACT. Effect of dietary cation-anion balance, on milk production and physiological responses of lactating dairy Holstein cows in hot weather. The objective was to evaluate the response of lactating dairy cows to dietary Na, K, and Cl while holding cation-anion balance constant. Nine lactating Holstein cows, blocked according to age and previous milk yield, and assigned randomly to replicated 3x3 Latin squares with experimental period of 3 week, Diets contained corn silage and concentrate ration in a 50:50 rate (DM basis) and were formulated to provide + 32 mEq of $(Na + K) - Cl/100 g$ diet DM via one of three variations: 1) control treatment plus 1.57% of KCl in DM basis, 2) control treatment plus 1.22% of NaCl in DM basis, 3) control treatment. Samples of milk were collected a week one day for fat analysis, protein, lactose and non fatty solids. The treatments did not influence the production of milk, although the addition of NaCl has contributed to a better total production of 20.58kg against 19.78kg for the addition of KCl and in the production of milk for the morning of 13.77kg against 13.1kg. The fat, protein, lactose and total solids content, didn't present significant alterations in function of the use of KCl and NaCl in the diet. The best consumption of DM was observed for the animals receiving the treatment NaCl (17.48kg) against the treatment control (16.98kg), although it

has not had significant effect. Larger values of somatic cells were found for the animals receiving the treatment NaCl (813.48×1000 células/mL of milk), and the smallest value for the treatment KCl (496.81×1000 células/mL of milk). The air temperature of the morning went to climatic variable that presented significant effect in the milk production and in the food consumption. Larger effect was verified for the treatments KCl and control ($b = -0.18$) proceeded by the treatment NaCl ($b = 0.07$). Rectal temperature and respiratory rate did not suffer effect of the cation-anion balance, but larger values were found for the period of the afternoon. The balance dietary cation-anion of $+32$ mEq/100 g of DM of the diet, did not demonstrate positive effect in the production and in the quality of the milk, even so it allowed to maintain the consumption and the physiologic answers of the animals inside of the desirable parameters.

Key words: cation-anion balance, respiratory rate, milk production, rectal temperature.

Introdução

Temperatura ambiente, umidade relativa e energia radiante elevadas comprometem a habilidade de vacas lactantes em dissipar calor, acarretando estresse por calor. Esses fatores ambientais, associados ao calor metabólico, criam dificuldades em manter o balanço térmico, resultando em aumento da temperatura retal, e o início dos mecanismos adaptativos e compensatórios para restabelecer a homeotermia e homeostasia (West, 1999).

Em ambiente quente, o declínio na ingestão de matéria seca relacionado a uma elevada produção de leite requer maior concentração de minerais na dieta. Entretanto, alterações no metabolismo mineral também afetam o estado eletrolítico da vaca em ambiente quente (West, 1999). O principal cátion no suor bovino é o K, e sua rápida secreção ocorre nas condições climáticas quentes (Jenskison e Mabon, 1973). Segundo Kume *et al.* (1987), a absorção de macrominerais, entre eles o Ca, P e K, é menor durante o clima quente.

Eletrólitos são os elementos-chave do balanço cátion-aniônico, e sua suplementação durante o estresse por calor pode ser crítica para os mecanismos homeostáticos do animal.

Em regiões tropicais, a temperatura do ar frequentemente excede a temperatura corporal, e a termólise por convecção e por radiação é prejudicada. Se a região for úmida, elevados níveis de pressão de vapor do ar podem dificultar seriamente a evaporação cutânea e a respiratória, causando severo estresse de calor (Silva, 1999).

Sob estresse pelo calor, as alterações fisiológicas que se seguem objetivam diminuir a produção de calor (taxa metabólica) e aumentar a eficiência de perda deste para o ambiente. Em razão da produção de leite demandar geração de grande quantidade de calor, as vacas leiteiras tendem a reduzir consideravelmente sua produção, diminuindo o consumo de matéria seca (MS). A sensibilidade dos animais ao estresse pelo calor é diretamente proporcional ao nível de produção (Damasceno *et al.*, 1998).

Em vacas de leite, sob condições de estresse calórico, o consumo de alimento inicia seu declínio

em temperatura ambiente de 25°C a 27°C, e uma queda drástica ocorre acima de 30°C. O consumo de alimento de vacas a 40°C pode ser reduzido em 20% a 40%, comparado àquelas em ambiente de conforto térmico. O consumo reduzido afeta as funções digestivas, assim como a quantidade de minerais consumidos, se a concentração na dieta não for corrigida (Sanchez *et al.*, 1994).

Os elementos inorgânicos, apesar de constituírem somente 4% do peso corporal de um animal, têm papel fundamental no metabolismo do mesmo, sendo essenciais tanto na utilização de proteína e de energia como na síntese de compostos essenciais ao organismo (Signoretti *et al.*, 1999).

Schneider *et al.* (1988), estudando vacas de leite submetidas ao estresse calórico com uma dieta com alta concentração de potássio e de cloreto de sódio, obtiveram similar consumo de MS e produção de leite.

Setti *et al.* (1998), trabalhando com o balanço cátion-aniônico da dieta no desempenho de vacas da raça Holandesa, concluíram que o simples fornecimento de concentrado aniônico não garante o balanço cátion-aniônico da dieta BCAD negativo, uma vez que vai depender basicamente do volumoso utilizado, do concentrado utilizado e do seu nível de ingestão.

Tucker e Hogue (1990) obtiveram resultados indicando que no BCAD o sódio, o potássio e o cloro determinam maior impacto com $+32$ mEq/100g MS na dieta.

Segundo Sanches e Beede (1996), muitos nutricionistas acham importante haver uma diferença entre cátion e ânion da dieta para vacas de leite de alta produção, que deve estar entre $+25$ e $+50$ mEq/100g MS, o que poderia ser monitorado em rações para vacas em produção.

Vacas da raça Holandesa em lactação, quando estressadas pelo calor, respondem diferentemente na produção em função das mudanças na fisiologia ácido-básico relacionadas à nutrição de elementos minerais (Sanchez *et al.*, 1994).

O entendimento dos mecanismos pelos quais o balanço cátion-aniônico influi no equilíbrio ácido-básico pode ser útil para identificar e regular fatores

específicos que influenciam nas respostas fisiológicas sob as condições de estresse calórico.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de leite e as respostas fisiológicas de vacas Holandesas lactantes, recebendo dietas contendo similar BCAD (+ 32 mEq/100g MS), submetidas ao estresse por calor.

Material e métodos

Local, desenho experimental e animais utilizados.

O experimento foi conduzido nas instalações da Fazenda Experimental de Iguatemi, da Universidade Estadual de Maringá, Estado do Paraná, de janeiro a março de 2002.

Foram utilizadas nove vacas lactantes da raça Holandesa, com aproximadamente 150 dias pós-parto, produzindo em média 23kg de leite/dia, as quais permaneceram em sistema confinado, recebendo silagem de milho e ração concentrada 2 vezes ao dia. As vacas foram distribuídas em 3 grupos de 3 animais, identificadas com brincos e avaliadas quanto ao estado sanitário e ao escore corporal. Esses 3 grupos foram tratados em modelo de quadrado latino 3x3, sendo a primeira semana de cada período considerada como de adaptação, e as duas semanas posteriores de cada período como de coleta de dados.

Tratamentos. A dieta continha silagem de milho e ração concentrada na razão de 50:50 (base na MS) e foi formulada para fornecer um balanço cátion-aniónico da dieta BCAD de +32 mEq/100g de MS via 3 tratamentos: 1) dieta controle + 1,57% de KCl da MS fornecida; 2) dieta controle + 1,22% de NaCl da MS fornecida; 3) dieta controle.

A dieta total (Tabela 1) foi formulada para manter estabelecidas as exigências de nutrientes de vacas leiteiras lactantes (NRC, 2001).

As dietas foram amostradas semanalmente, para posterior análise de nutrientes. A composição da matéria seca (MS) da silagem de milho foi determinada semanalmente e utilizada para manter constante a proporção de ingredientes na dieta, tendo como base a MS. A quantidade de alimento ingerido diariamente foi anotada, e semanalmente calculada a ingestão de MS.

Tabela 1. Ingredientes e composição percentual da dieta com base na MS¹.

Itens	Dieta		
	KCl ²	NaCl ³	Controle
Ingredientes			
Silagem de milho	50,03	50,03	50,03
Milho moído	24,54	24,54	24,54
Farelo de soja	17,54	17,54	17,54
Farelo de trigo	5,00	5,00	5,00
Fosfato bicálcico	0,53	0,53	0,53
Calcário	1,06	1,06	1,06
Sal comum	0,35	0,35	0,35
Bicarbonato de sódio	0,59	0,59	0,59
Premix mineral/vitaminico ⁴	0,35	0,35	0,35
Total	100,00	100,00	100,00
Nutrientes			

MS (%)	46,0	46,0	46,0
PB (%)	15,4	15,4	15,4
FDN (%)	33,0	33,0	33,0
EM (Mcal/kg)	2,63	2,63	2,63
Ca (%)	0,72	0,72	0,72
P (%)	0,49	0,49	0,49
Mg (%)	0,24	0,24	0,24
Na (%)	0,32	0,67	0,32
Cl (%)	1,05	0,85	0,32
K (%)	1,93	1,15	1,15
S (%)	0,18	0,18	0,18
BCAD (mEq/100 g de MS) ⁵	32,00	31,38	31,62

¹ Ingestão média da MS correspondeu a 17kg de MS, relativo a 3,1% do PV; ² Cloreto de potássio (1,57% da MS fornecida); ³ Cloreto de sódio (1,22% da MS fornecida); ⁴ Premix mineral/vitaminico: manganês - 56g, ferro - 64,5g, zinco - 74,5g, cobre - 17,0g, cobalto - 1,25g, iodo - 1,50g, veículo q.s.p. - 1000g; vitamina A - 4.800.000 UI, vitamina D3 - 480.000 UI, vitamina E - 24.000 UI, ácido nicotínico - 80.00mg, selênio - 240.000mg e veículo q.s.p. - 1000g; ⁵BCAD = [(Na + K) - Cl] (Mogin, 1980).

Amostras de Leite. Foram coletadas e acondicionadas em frascos especiais com capacidade para 60ml, contendo conservantes para leite (dicromato de potássio na concentração de 155mg, em pastilhas). As amostras foram coletadas uma vez por semana, durante as ordenhas da manhã e da tarde, para a análise de gordura, de proteína, de lactose, de sólidos não-gordurosos e para a contagem de células somáticas (CCS), que foram realizadas no Laboratório do Programa de Análise do Leite, da Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH), em Curitiba, Estado do Paraná. Os componentes totais do leite foram calculados como média do peso de acordo com a média da produção de leite das ordenhas da manhã e da tarde, na semana.

Foram calculados o consumo diário de MS, a produção de leite e a composição, das últimas duas semanas de cada período.

Variáveis Ambientais. No período experimental, foram feitas medidas da temperatura e da umidade relativa do ar, da temperatura do globotermômetro, da velocidade do vento, da precipitação pluviométrica, e determinados a carga térmica radiante e os índices de temperatura e de umidade (ITU).

Todas as medidas das variáveis climáticas foram efetuadas duas vezes por semana, às terças e às quintas-feiras, nos períodos da manhã (9h) e da tarde (14h).

A velocidade do vento foi obtida com auxílio de um termomanômetro, modelo Kestrel®300.

As temperaturas e a umidade do ar foram obtidas por meio de um psicrômetro não ventilado de bulbo úmido.

Para a obtenção do calor radiante, foram utilizados um globotermômetro de 15cm de diâmetro exposto ao sol e um à sombra, instalados a 1,70m do solo na parte central da área coberta do estábulo.

A partir dos dados de temperatura e de umidade, foram calculados os índices de temperatura e de umidade (ITU), segundo Thom (1958):

$$ITU = t_a + 0,36t_{p_o} + 41,5$$

onde

t_a = temperatura do ar, °C;

t_{po} = temperatura do ponto de orvalho, °C.

Variáveis Fisiológicas. Foram efetuadas também as medidas das variáveis fisiológicas, como a temperatura retal e a frequência respiratória, nos mesmos dias das coletas das variáveis climáticas.

A temperatura retal (TR) individual foi medida utilizando-se um termômetro clínico digital, inserido no reto do animal, a uma profundidade de 10cm aproximadamente, durante 3 minutos.

A frequência respiratória (FR) individual foi obtida por meio da contagem dos movimentos do flanco, com o auxílio de um cronômetro, por um período de 15 segundos, sendo o resultado multiplicado por quatro para a obtenção em minutos.

Análise Estatística. Os dados foram analisados conforme o modelo matemático a seguir, utilizando-se o procedimento GLM do analisador estatístico SAS (2001):

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + T_k + e_{ijkl}$$

onde

μ é a média geral;

A_i é o efeito do animal i ;

P_j é o efeito do período j ;

T_k é o efeito do tratamento k ;

e_{ijkl} é o erro aleatório associado a cada observação.

Após a análise normal, procederam-se as análises de seleção das variáveis climáticas, utilizando o procedimento de regressão “Stepwise”, segundo Draper e Smith (1981), para verificar os efeitos das interações sobre a produção. Em seguida, avaliaram-se as variáveis selecionadas, determinando-se seus efeitos sobre as variáveis animais, utilizando-se a análise identidade de modelos, para comparar os efeitos das variáveis ambientais nos diferentes tratamentos.

Resultados e discussão

Observações climáticas

As condições climáticas durante o experimento estão presentes da Tabela 2. Os valores obtidos demonstram que os animais estavam expostos a condições estressantes durante o experimento, visto que, segundo Hahn (1985), um valor de ITU igual ou menor do que 70 indica condições normais não estressantes, e um valor acima de 83 já constitui uma situação de emergência.

Tabela 2. Valores médios, máximos e mínimos das variáveis meteorológicas durante o período experimental.

Variáveis meteorológicas		Média	Máxima	Mínima
Temperatura do ar (°C)	Manhã	23,1	29,5	17,0
	Tarde	28,5	35,0	20,0
Umidade relativa do ar (%)	Manhã	78,8	100,0	57,8
	Tarde	49,8	81,2	30,7
Velocidade do vento (m.s ⁻¹)	Manhã	0,8	2,7	0,1
	Tarde	1,5	4,9	0,4

Temperatura do globo negro (°C)	Manhã	Sol	30,7	42,0	17,0
		Sombra	25,6	38,6	18,5
	Tarde	Sol	38,0	48,0	20,0
		Sombra	32,6	43,0	21,0
Índice de temperatura e umidade (ITU)	Manhã		71,6	79,1	46,0
	Tarde		76,7	84,7	46,0

Consumo de MS, produção de leite e composição

Não foram observadas diferenças entre as dietas ($p>0,05$) na produção e na qualidade do leite, bem como na contagem de células somáticas (CCS).

Observa-se, porém, na Tabela 3, que a produção total e as produções da manhã e da tarde tenderam a ser maiores para as vacas que receberam o tratamento NaCl (20,58kg, 13,77kg e 6,81kg, respectivamente), sendo menores as produções total, da manhã e da tarde para o tratamento KCl (19,78kg, 13,1kg e 6,68kg, respectivamente).

Tabela 3. Médias dos valores de produção de leite total, da manhã e da tarde, da composição e do consumo de matéria seca nos diferentes tratamentos e os erros-padrão.

Variáveis	Tratamentos				
	KCl	NaCl	Controle	EP	CV(%)
PLtt (kg)	19,78	20,58	20,10	0,41	6,13
PLm (kg)	13,10	13,77	13,33	0,31	7,09
PLt (kg)	6,68	6,81	6,76	0,14	6,30
Gordura (%)	3,77	3,67	3,80	0,16	12,80
Proteína (%)	3,22	3,25	3,20	0,02	2,42
Lactose (%)	4,42	4,54	4,55	0,03	2,40
Sólidos Totais (%)	12,13	12,39	12,49	0,14	3,48
CCS (x 1000 células/mL de leite)	496,81	813,48	622,59	199,80	93,03
Consumo MS (kg)	17,14	17,48	16,98	1,74	3,33

EP = erros-padrão; CV = coeficiente de variação; PLtt = produção de leite total; PLm = produção de leite de manhã; PLt = produção de leite à tarde; CCS = contagem de células somáticas; Consumo MS = Consumo de Matéria Seca.

Nenhuma diferença foi observada quando da análise da composição do leite, ou seja, os teores de gordura, de proteína, de lactose e de sólidos totais, nos diferentes tratamentos oferecidos.

Delaquis e Block (1995) também não encontraram variação na produção de gordura pelo BCAD oferecido; porém, o teor de proteína foi significativamente maior quando o BCAD era de 258,1 mEq/kg, 372,7 mEq/kg e 374,6 mEq/kg, respectivamente, no início, no meio e no final da lactação, devido à concentração de proteína ser mantida.

Em relação à CCS, as vacas do tratamento NaCl na dieta foram as que apresentaram maior valor (813,48) contra 622,59 para o tratamento controle, e 496,81x1000 células/mL de leite para o tratamento KCl, embora essas diferenças não tenham sido significativas.

De acordo com a International Dairy Federation (1981), estabeleceu-se um valor de 500.000 células/mL de leite como limite máximo para leite normal de um teto. Entretanto, altas CCS nem sempre estão associadas a infecções, uma vez que vários fatores podem influenciar no seu valor. Dessa forma, decisões de manejo devem ser tomadas após

observações de amostras consecutivas, a partir de controle da CCS e do histórico animal (Ribas, 1999).

Sendo a CCS no leite constituída por células de defesa ou epiteliais, sua presença caracteriza que está havendo produção delas com o objetivo de defesa do órgão, o úbere. Dentre os fatores que influenciam a CCS, podem-se citar a idade da vaca, as estações do ano, o estresse, o estágio de lactação, entre outros (Voltolini *et al.*, 2001).

Embora as vacas tenham permanecido confinadas, e as condições de verão tenham mostrado estar sempre fora da zona de conforto para vacas em produção, além da idade apresentada e do estágio de lactação, os tratamentos com KCl e NaCl não resultaram em melhora nessa condição, quando comparados ao tratamento controle.

A suplementação não alterou ($p>0,05$) a ingestão de MS, embora vacas alimentadas com dieta à base de NaCl (17,48kg) mostraram melhor consumo em relação às vacas alimentadas com as dietas KCl e controle (17,14kg e 16,98kg, respectivamente). Os dados estão de acordo com os de LaManna *et al.* (1999), que também não encontraram efeito do balanço cátion-aniônico na ingestão de MS, porém, observaram que nas novilhas alimentadas com dieta NH_4Cl (7,9kg) tal efeito tendeu a ser menor para as alimentadas com dietas NaCl (8,99kg) e Na_2SO_4 (8,51kg).

Quando da comparação do ambiente e seus efeitos na ingestão de MS, foi observado, por meio da análise de identidade de modelo aplicado, que a temperatura do ar da manhã foi a que mais influenciou dentre as demais variáveis do ambiente. Os animais que receberam o tratamento KCl e o tratamento controle apresentaram uma menor redução no consumo ($b = -0,4094$) em relação ao tratamento NaCl ($b = -0,1596$).

Variáveis fisiológicas

Nenhum efeito foi observado pelo fornecimento dos tratamentos com KCl e com NaCl, em relação ao tratamento controle, na frequência respiratória (FR) e na temperatura retal (TR) dos animais (Tabela 4). Por outro lado, os dados demonstram que os animais que receberam o tratamento NaCl apresentaram uma menor FR em ambos os períodos: manhã (53,1 resp./min.) e tarde (71,38 resp./min.) ($p<0,05$), sendo a maior FR observada para os animais no tratamento controle para o período da tarde (73,35 resp./min.) e na dieta KCl para o período da manhã (54,08 resp./min.). Para a variável TR, o comportamento das vacas foi semelhante nos períodos da manhã e da tarde, independente do tratamento oferecido, demonstrando o uso eficiente dos mecanismos termorreguladores.

Tabela 4. Médias dos valores da frequência respiratória e da temperatura retal, no período da manhã e da tarde, e os erros-

padrão.

Variáveis fisiológicas	Tratamento				CV(%)
	KCl	NaCl	Controle	EP	
Frequência respiratória (manhã)	54,08	53,10	53,86	0,69	3,87
Temperatura retal (manhã)	38,50	38,56	38,43	0,06	0,49
Frequência respiratória (tarde)	72,25	71,38	73,35	1,20	4,98
Temperatura retal (tarde)	39,27	39,34	39,22	0,07	0,60

EP = erros-padrão; CV = coeficiente de variação.

Conclusão

Os resultados deste estudo indicam que o balanço cátion-aniônico da dieta de +32 mEq/100g MS não resultou efeitos significativos que justifiquem sua utilização.

Referências

- DAMASCENO, J. C. *et al.* Respostas fisiológicas e produtivas de vacas Holandesas com acesso à sombra constante ou limitada. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.27, n.3, p.595-602, 1998.
- DELAQUIS, A. M.; BLOCK, E. Dietary cation-anion difference, acid-base status, mineral metabolism, renal function, and milk production of lactating cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.78, p.2259-2284, 1995.
- DRAPER, N. R.; SMITH, H. *Applied regression analysis*. 2. ed. New York: John Wiley & Sons, 1981.
- HAHN, G. L. Management and housing of farm animals in hot environments. In: *Stress physiology in livestock*, vol II. In: YOUSEF, M.K. Boca Raton: CRC Press, 1985. p. 151-174.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION - IDF. The IDF group of experts on mastitis. Laboratory methods for use in mastitis word. v.132, p.3-27, 1981.
- JENKINSON, D.; MABON, R. M. The effects of temperature and humidity on skin surface pH and the ionic composition of skin secretions in Ayrshire cattle. *Br. Vet. J.*, London, v.129, p.282-295, 1973.
- KUME, S. *et al.* Effect of hot environment temperature on major mineral balance in lactating cows. *Jpn. J. Zootech. Sci.*, Tokio, v. 57, p.687-693, 1987.
- LAMANNA, A. F. *et al.* Impact of dietary cation anion balance on water intake and physiological measurements of feedlot cattle. *Animal Sc. Research Report*, Oklahoma, 1-9, 1999. Disponível em: C:/http://www.ansi.okstate.edu/research/1999rr/27.htm.
- MOGIN, P. Role of sodium, potassium and chloride in eggshell quality. p. 213-223. In: *Proceedings of Nutrition Conference of Florida*. Florida. 1980.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient requirements of dairy cattle*. 6.ed. Washington, DC: 2001.
- RIBAS, N. P. Importância da contagem de células somáticas (CCS) para a saúde da glândula mamária e qualidade do leite. In: WORKSHOP SOBRE PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE, 1, 1999, Maringá. *Anais...* Maringá-PR: UEM, 1999, p. 13-19.
- SANCHEZ, W. K.; BEEDE, D. K. Is there an optimal cation-anion difference for lactation diets?. *Anim. Feed Sci.Tech.*, Amsterdam, v. 59, p.3, 1996.
- SANCHEZ, W. K. *et al.* Macromineral nutrition by heat-stress interactions in dairy-cattle-review original research.

- J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 77, n.7, p.2051-2079, 1994.
- SAS. *SAS User's Guide*. SAS Institute, Inc., Cary, NC.: SAS, 2001
- SCHNEIDER, P. L. *et al.* Effects of supplemental potassium and sodium chloride salts on ruminal turnover rates, acid-base and mineral status of lactating dairy cows during heat stress. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v. 66, p.126-135, 1988.
- SETTI, M. C. *et al.* Estudo do balanço cátion-aniónico da dieta no desempenho de vacas holandesas. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.27, n.6, p.1241-1247, 1998.
- SIGNORETTI, R. D. *et al.* Composição corporal e exigências líquidas e dietéticas de macroelementos inorgânicos (Ca, P, Mg, K e Na) de bezerros da raça holandesa alimentados com dietas contendo diferentes níveis de volumoso. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.28, n.1, p.205-213, 1999.
- SILVA, R. G. Estimativa do balanço térmico por radiação em vacas holandesas expostas ao sol e à sombra em ambiente tropical. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.28, n.6, p.1403-1411, 1999.
- THOM, E. C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. *Trans. Amer. Soc. Heatg. Refrig. Air-Cond. Engrs.* v.55, p.65-72, 1958.
- TUCKER, W. B.; HOGUE, J. F. Influence of sodium chloride or potassium chloride on systemic acid-base status, milk yield, and mineral metabolism in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.73, p.3485-3493, 1990.
- VOLTOLINI, T. V. *et al.* Influência dos estádios de lactação sobre a contagem de células somáticas do leite de vacas da raça holandesa e identificação de patógenos causadores de mastite no rebanho. *Acta Scientiarum*, Maringá, v.23, n.4, p.961-966, 2001.
- WEST, J. W. Nutritional strategies for managing the heat-stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.*, Savoy, v.77, p.21-35 suppl.2, 1999.

Received on July 01, 2003.

Accepted on January 29, 2004.