



EFEITO DA NIACINA PROTEGIDA SOBRE A PEROXIDAÇÃO LIPÍDICA, VARIÁVEIS BIOQUÍMICAS E COMPORTAMENTAIS DE CORDEIROS CONFINADOS SUBMETIDOS A ESTRESSE TÉRMICO

Adelina Rodrigues Aires¹; Filippo Cogo Mendes²; Carolina Amaral²; João Batista Teixeira da Rocha³; Marta Lizandra do Rego Leal⁴

1. Aluna do Programa de Pós-Graduação em Medicina Veterinária da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria-Brasil (adelina_ravet@yahoo.com.br)
2. Graduando do Curso de Medicina Veterinária da UFSM, Santa Maria-Brasil.
3. Professor Associado do Departamento de Química da UFSM, Santa Maria-Brasil.
4. Professora Adjunta do Departamento de Clínica de Grandes Animais da UFSM, Santa Maria-Brasil.

Recebido em: 30/09/2014 – Aprovado em: 15/11/2014 – Publicado em: 01/12/2014

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da niacina no ganho de peso e no conforto de cordeiros sob estresse térmico. Foram utilizados quinze cordeiros divididos em dois grupos: 7 animais controle e 8 animais tratados com 1,2g de niacina protegida, por um período de 35 dias. Foram coletados parâmetros fisiológicos a cada três dias. Foram determinados semanalmente os teores de frutossamina, colesterol e produtos da peroxidação lipídica (TBARS). Peso e dados de comportamento também foram avaliados semanalmente. Os animais que receberam niacina apresentaram menores valores de TBARS em relação ao grupo controle no dia 21. O tratamento não afetou os teores de colesterol e frutossamina e os parâmetros fisiológicos. Animais que receberam niacina apresentaram maior frequência de ruminação em decúbito em relação ao grupo não tratado nos dias 14, 21 e 28 e menor comportamento de ócio em pé nos dias 14 e 28. Os cordeiros suplementados com niacina exibiram menor frequência de ruminação em pé nos dias 14 e 28. Os animais que receberam niacina apresentaram um ganho de peso 6% superior em relação ao grupo controle. A niacina foi capaz de melhorar o conforto e o ganho de peso em cordeiros submetidos a estresse térmico.

PALAVRAS-CHAVE: comportamento, estresse térmico, niacina protegida, ovinos.

EFFECT OF PROTECTED NIACIN ON LIPID PEROXIDATION, BIOCHEMICAL AND BEHAVIORAL VARIABLES OF LAMBS SUBJECTED TO HEAT STRESS

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of niacin on weight gain and comfort of lambs under heat stress. Fifteen lambs were divided into two groups: seven control animals and eight animals treated with 1.2 g of niacin protected, for a period of 35 days. Every three days physiological parameters were collected. Weekly the levels of fructosamine, cholesterol and lipid peroxidation products (TBARS) were

determined. Weight and behavioral data were also evaluated weekly. Animals receiving niacin had lower TBARS values compared to the control group on day 21. Treatment did not affect the levels of cholesterol and fructosamine and physiological parameters. Animals receiving niacin had greater frequency of rumination decubitus compared with the untreated group on days 14, 21 and 28 behavior and low idle standing on 14 and 28. Lambs supplemented with niacin showed lower frequency of rumination standing on 14 and 28. Animals receiving niacin had a weight gain of 6 % higher than the control group. Niacin was able to improve the comfort and weight gain in lambs subjected to heat stress.

KEYWORDS: lambs, heat stress, protected niacin, behavior.

INTRODUÇÃO

Ovinos são conhecidamente animais de grande resistência à adversidades climáticas, de tal forma que estão presentes nas mais diversas regiões do mundo. Segundo Nääs (NÄÄS, 1989) a zona de conforto para ovinos está relacionada com uma umidade relativa média de 75% e temperatura entre 4 a 30°C. No entanto, quando esse limiar é ultrapassado a produtividade dos ovinos é altamente prejudicada, principalmente pela redução da ingestão de matéria seca (NEIVA et al., 2004).

Segundo FUQUAY (1981), a temperatura de conforto depende do grau de aclimatação, nível de produção, estado fisiológico, movimento do ar e umidade relativa. A temperatura retal normal para muitas raças de ovinos varia entre 37,5° e 40,5°C, tendo como valor médio 39,5°C (HASSANIN et al., 1996).

Além dos efeitos negativos no bem-estar animal e na produtividade, o estresse térmico também já foi relacionado com a ocorrência de estresse oxidativo em bovinos (BERNABUCCI et al., 2002). O estresse oxidativo refere-se ao efeito deletério que moléculas instáveis denominadas radicais livres ou espécies reativas de oxigênio ou nitrogênio causam ao DNA, proteínas e lipídeos (HALLIWELL, 2007).

A niacina ou vitamina B3 apresenta inúmeras funções no organismo animal e sua suplementação para bovinos de alta produção tem efeitos positivos sobre redução dos teores de ácidos graxos não-esterificados (AGNE) (KARKOODI e TAMIZRAD 2009), redução de risco de cetose (YUAN et al., 2012) e aumento da produção de leite em vacas submetidas a estresse térmico (ZIMBELMAN et al., 2013). A niacina é essencial para o metabolismo, por fazer parte das coenzimas nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD) e nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADP) (NIEHOFF et al., 2009), que sofrem oxidação e redução em muitas reações metabólicas de transferência de elétrons tendo a função de conservar a energia livre produzida pela oxidação dos substratos. A niacina ou vitamina B3 também é um elemento que conhecidamente tem efeito na perda de calor por causar vasodilatação na pele e reduzir a temperatura interna (ZIMBELMAN et al., 2010). A niacina aumenta a produção de prostaglandina D pelas células de Langherhans epidérmicas (BENYO et al., 2006) e de receptores endoteliais para prostaglandina D2 (CHENG, 2006) aumentado, assim, a perda de calor através da superfície corporal.

Muitos são os estudos sobre o efeito da niacina em bovinos com resultados positivos sobre a produção, bem-estar e metabolismo de animais submetidos a estresse térmico (YUAN et al., 2011), (ZIMBELMAN et al., 2010), (NAI-DE, 2010), no entanto não existem dados na literatura sobre o efeito dessa vitamina em ovinos

submetidos a estresse térmico. Portanto o objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da niacina protegida sobre ganho de peso, parâmetros fisiológicos, comportamento e estresse oxidativo em ovinos em condições de estresse térmico.

MATERIAL E MÉTODOS

Para esse estudo foram utilizados 15 cordeiros, machos ou fêmeas, cruzada Texel x Corriedale, com idade entre 4 a 6 meses e peso médio inicial de 30Kg, mantidos em sistema de confinamento. Os animais foram alocados em quatro baias aleatoriamente (3 baias com 4 animais e uma baia com 3). O experimento foi realizado nas instalações da Clínica de Ruminantes da Universidade Federal de Santa Maria, estado do Rio Grande do sul.

Os animais foram submetidos a um período de 15 dias de adaptação à dieta e às instalações. A dieta foi à base de feno de alfafa *ad libitum*. Após esse período, oito cordeiros passaram a receber, diariamente, por via oral, 1,2g de niacina protegida diluída em 5 mL de óleo de soja, sendo este o grupo tratado (GN), enquanto os outros sete cordeiros receberam apenas 5 mL de óleo de soja, compondo, dessa forma o grupo controle (GC). O experimento foi realizado do dia 23 de janeiro a 27 de fevereiro de 2012, totalizando 35 dias de tratamento. Esse período corresponde ao verão no hemisfério sul. A temperatura máxima ambiental durante o experimento foi de 38°C, sendo que a média foi de 28,9°C, indicando que os animais foram submetidos a estresse térmico moderado.

Foram coletados dados ambientais como temperatura de bulbo seco (TBS) e temperatura de bulbo úmido (TBU) mediante uso de termômetro de globo negro (modelo TGD-200, INSTRUTHERM), instalado no centro geométrico da instalação. Os dados foram coletados todos os dias, durante o período experimental, a cada 3 horas, a partir das 8 horas da manhã até às 17 horas da tarde. Através dos dados ambientais obtidos foi calculado o Índice de Temperatura e Umidade (ITU) de cada mensuração (THOM, 1959): $TBS + 0,36TBU + 41,2$.

A coleta de dados fisiológicos: temperatura de superfície de pelame, temperatura de globo ocular, frequência respiratória (FR) e temperatura retal (TR) foi realizada duas vezes por semana, durante o período experimental, em dois horários, às 08:00 e 14:00 horas. A FR foi mensurada a partir da contagem dos movimentos respiratórios no flanco do animal por 15" e da multiplicação do resultado por quatro, para se obter o número de movimentos/minuto. A TR foi avaliada, em dois minutos, com o auxílio de termômetro para uso veterinário. A temperatura de superfície (TS) e de globo ocular foi mensurada mediante utilização de termômetro infravermelho (TI-890, INSTRUTHERM).

O comportamento ingestivo, de ruminação, de ingestão de água e de ócio foi observado, semanalmente, durante 24h. A frequência de ingestão, ruminação e ócio foram computados a cada 15 minutos, enquanto que a ingestão de água foi observada continuamente durante as 24h de observação, conforme descrito por (CAMARGO, 1988). Os animais foram identificados somente quanto ao grupo para realização da observação de comportamento. Para melhor avaliação estatística das variáveis comportamentais os dados obtidos foram agrupados em intervalos horários (12-18, 19-24, 01-06, 07-12 horas).

Coletas de sangue foram realizadas nos dias zero, 7, 14, 21, 28 e 36, mediante punção da veia jugular, pelo sistema Vacutainer. Foram coletados 10 mL de sangue em tubo sem anticoagulante para determinação da peroxidação lipídica e

dos valores séricos de frutossamina e colesterol. A peroxidação lipídica foi determinada através da mensuração das quantidades de malondialdeído no soro mediante técnica de detecção de espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) (OHKAWA et al., 1979). O colesterol e a frutossamina foram mensurados mediante utilização de kits comerciais (Labtest).

O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Experimentação Animal da UFSM (088/2011). Os dados foram submetidos à ANOVA (one-way), seguido pelo teste de comparação entre pares de média de Duncan. O nível de significância utilizado foi de 5%. Os resultados foram expressos em médias \pm desvios padrão. Os dados foram analisados por programa estatístico (versão 8.02, programa SAS, SAS Institute Inc., Cary, NC, EUA).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de cordeiros em sistema de criação intensiva é influenciada sobremaneira pelas condições ambientais. Temperaturas elevadas e umidade relativa do ar acima dos limites ideais acarretam inúmeras alterações tanto na fisiologia quanto na produção de pequenos ruminantes. Segundo BHATTACHARYA & HUSSAIN (1975), as elevadas temperaturas ambientais reduzem a digestibilidade da matéria seca em cordeiros confinados, mesmo sob diferentes regimes alimentares, o que prejudica o desempenho dos animais. Os parâmetros reprodutivos também são afetados negativamente pelas altas temperaturas (ROTH et al., 2002).

Segundo MARAI et al. (2007) o estresse térmico reduz o consumo de matéria seca e, por consequência, o ganho de peso de cordeiros. Além disso, o calor reduz a energia metabolizável disponível para manutenção e ganho de peso, reduzindo a produção por unidade de alimento consumido (HABEEB, 1992; MARAI; 1998). Não foi possível acompanhar o consumo de matéria seca, no entanto, sabe-se que índices de temperatura e umidade semelhantes ou até inferiores aos encontrados neste estudo estão associados à redução na ingestão de alimento e, conseqüentemente, no ganho de peso em animais de produção. Segundo SILANIKOVE et al. (2000) um ITU superior à 75 resulta em estresse térmico para ovinos. Durante o período experimental, o ITU permaneceu 75% acima desse valor nos momentos de mensuração, o que comprova a ocorrência de estresse térmico. O ITU médio do período foi de 78,22, sendo que o maior valor de ITU foi de 89 e o menor, de 63 (Figura 1).

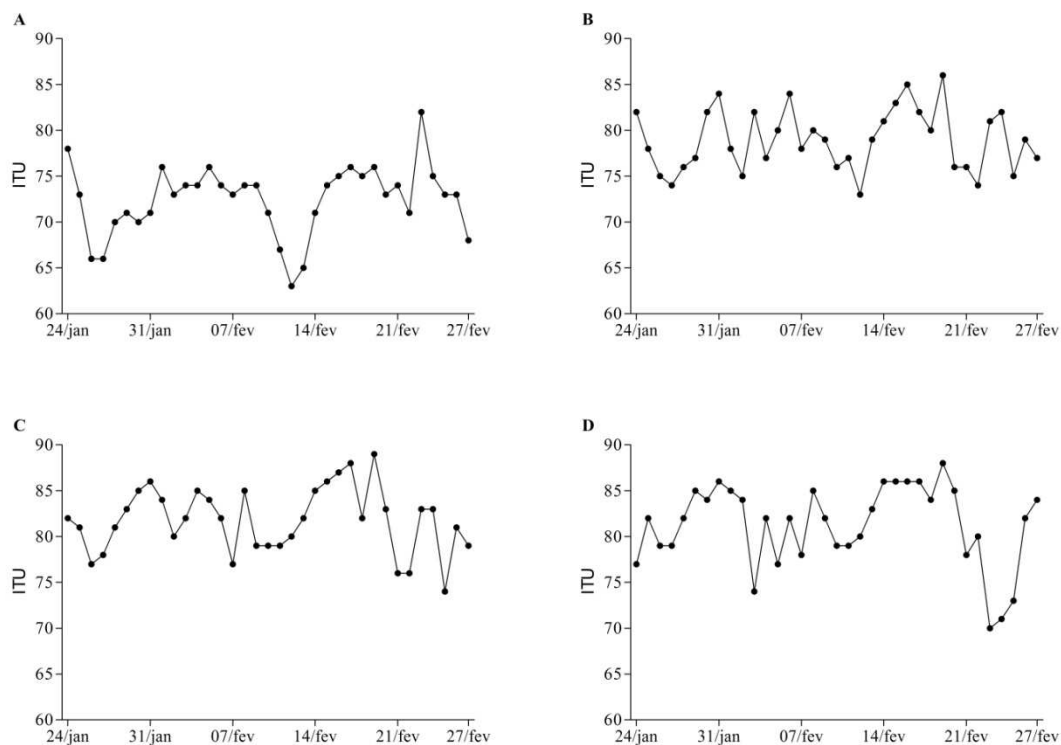


FIGURA 1 - Índice de temperatura e umidade (ITU) máximo, mínimo e médio do período experimental. O menor ITU do período, 63, foi observado pela manhã, enquanto o maior, 89, foi verificado às 14 horas. A média de ITU para o período foi de 78.

Não houve diferença entre os grupos tratados em nenhum dos momentos experimentais para a frequência respiratória, temperatura retal e temperatura de globo ocular (Tabela 1). As médias de temperatura retal (40,4°C) e frequência respiratória (157 movimentos/minuto) foram superiores às detectadas em ovinos por (AL-HAIDARY, 2004) (39,7°C e 80 movimentos/minuto), possivelmente em decorrência das maiores temperaturas ambientais observadas no presente estudo. De acordo com SILANIKOVE et al. (2000) taxas respiratórias superiores a 80 movimentos por minuto já estão relacionadas com alto índice de estresse térmico. Na maioria dos animais domésticos, o aumento de 1°C na temperatura retal, acima do fisiológico, já é suficiente para ocasionar redução considerável no desempenho produtivo desse animal (MCDOWELL et al., 1976). Levando-se em consideração que a temperatura retal fisiológica de um ovino encontra-se em torno de 39,1°C (REECE, 2004) e que detectamos uma média de valores de 40,4°C nos cordeiros podemos sugerir que o estresse térmico tenha interferido negativamente no desempenho produtivo dos animais.

TABELA 1. Efeito da suplementação com niacina nos parâmetros fisiológicos, frequência respiratória, temperatura ocular e retal, em cordeiros submetidos a estresse térmico.

Parâmetro	Dia experimental	Manhã		Tarde	
		Niacina	Controle	Niacina	Controle
Frequência respiratória (movimentos/min)	Dia zero	135 ± 29 ^a	140 ± 37 ^a	166 ± 32 ^a	169 ± 24 ^a
	Dia 7	148 ± 28 ^a	154 ± 23 ^a	153 ± 13 ^a	154 ± 13 ^a
	Dia 9	158 ± 33 ^a	150 ± 36 ^a	178 ± 17 ^a	171 ± 19 ^a
	Dia 14	142 ± 14 ^a	146 ± 13 ^a	163 ± 23 ^a	165 ± 28 ^a
	Dia 16	133 ± 22 ^a	129 ± 20 ^a	183 ± 6 ^a	178 ± 5 ^a
	Dia 21	126 ± 28 ^a	130 ± 17 ^a	167 ± 32 ^a	184 ± 13 ^a
	Dia 23	132 ± 13 ^a	140 ± 13 ^a	191 ± 6 ^a	193 ± 9 ^a
	Dia 30	145 ± 19 ^a	152 ± 28 ^a	182 ± 4 ^a	187 ± 4 ^a
Temperatura ocular (°C)	Dia zero	41,0 ± 0,9 ^a	41,3 ± 0,2 ^a	39,2 ± 0,3 ^a	39,3 ± 0,3 ^a
	Dia 7	39,5 ± 0,4 ^a	40,1 ± 0,3 ^a	44,6 ± 0,1 ^a	45,1 ± 0,4 ^a
	Dia 9	38,2 ± 0,3 ^a	38,0 ± 0,4 ^a	42,3 ± 1,9 ^a	43,6 ± 0,2 ^a
	Dia 14	41,4 ± 0,2 ^a	43,0 ± 0,2 ^a	41,2 ± 0,3 ^a	41,7 ± 0,2 ^a
	Dia 16	40,5 ± 0,8 ^a	39,8 ± 0,9 ^a	44,0 ± 0,1 ^a	43,4 ± 0,2 ^a
	Dia 21	37,5 ± 0,4 ^a	37,6 ± 0,2 ^a	44,5 ± 0,4 ^a	44,2 ± 0,3 ^a
	Dia 23	38,5 ± 0,4 ^a	38,4 ± 0,4 ^a	45,0 ± 0,3 ^a	44,3 ± 0,4 ^a
	Dia 30	37,8 ± 0,3 ^a	37,8 ± 0,3 ^a	40,4 ± 0,6 ^a	40,7 ± 0,3 ^a
Temperatura retal (C°)	Dia zero	40,0 ± 0,9 ^a	40,7 ± 0,2 ^a	39,7 ± 0,3 ^a	39,9 ± 0,3 ^a
	Dia 7	40,0 ± 0,4 ^a	40,0 ± 0,3 ^a	40,0 ± 0,1 ^a	40,2 ± 0,4 ^a
	Dia 9	40,3 ± 0,3 ^a	40,3 ± 0,4 ^a	41,1 ± 1,8 ^a	40,5 ± 0,2 ^a
	Dia 14	40,2 ± 0,3 ^a	40,4 ± 0,2 ^a	40,7 ± 0,8 ^a	40,5 ± 0,2 ^a
	Dia 16	40,8 ± 0,8 ^a	40,9 ± 0,9 ^a	40,8 ± 0,1 ^a	40,7 ± 0,2 ^a
	Dia 21	38,9 ± 0,4 ^a	40,1 ± 0,2 ^a	40,2 ± 0,4 ^a	40,3 ± 0,3 ^a
	Dia 23	40,3 ± 0,4 ^a	40,4 ± 0,4 ^a	41,0 ± 0,3 ^a	40,9 ± 0,5 ^a
	Dia 30	40,1 ± 0,3 ^a	40,4 ± 0,3 ^a	40,6 ± 0,6 ^a	40,3 ± 0,3 ^a

^{a, b} Diferença entre grupos (P<0,05)

A suplementação com niacina aumentou a produção de leite em vacas sob temperaturas amenas, principalmente no início de lactação (DRACKLEY et al., 1998, KARKOODI & TAMIZRAD, 2009). A niacina é uma vitamina cujo efeito sobre a produção em bovinos sob estresse térmico foi amplamente estudado. Em cordeiros, estudos relacionados aos seus efeitos sobre o desempenho produtivo e comportamento são escassos, mesmo em condições térmicas não citadas.

Os animais tratados com niacina apresentaram um ganho de peso 6% superior em relação ao grupo controle (p=0,069). Em estudo realizado com cordeiros, HORTON (1992) observou um ganho de peso 6,5% maior em animais suplementados com niacina, porém não submetidos a estresse térmico. Esse mesmo autor também observou que a niacina foi capaz de aumentar a ingestão de matéria seca em animais em crescimento em até 8%. Em estudo utilizando cordeiros confinados a niacina tendeu a aumentar o ganho de peso e a ingestão de matéria seca (OWENS, 1976). Aumento de 6,2% na produção de leite foi evidenciado em vacas suplementadas com niacina (DRACKLEY et al., 1998). Já IVERS & VERUM (2012) observaram aumento no ganho de peso em suínos em crescimento suplementados com niacina, sob condições climáticas não citadas.

GUTIERREZ-AYALA (1988) observaram um ganho de peso 20,5% superior em bezerras lactentes suplementadas com 150 ppm de ácido nicotínico em comparação com bezerras não suplementadas, em um período de 38 dias. No entanto, em bovinos jovens (MAGLIOCCA & ARRIGONI, 1994) e em novilhas submetidas à estresse por superlotação (CHANG et al., 1995) a niacina não alterou o ganho de peso dos animais. A diferença em relação à ação da niacina no ganho de peso dos animais pode estar relacionada a fatores como tempo de suplementação, dose, espécie, condição animal, bem como presença de fatores estressores.

Quanto às variáveis bioquímicas não houve diferença nos teores de colesterol e de frutosamina entre os grupos experimentais (Tabela 2). Quanto aos teores de TBARS (Tabela 2), os animais do GN exibiram menores teores deste marcador de peroxidação lipídica, no dia 21, em comparação ao GC. Nos cordeiros tratados com niacina observaram-se maiores concentrações de frutosamina na terceira semana de suplementação. Segundo DICONSTANZO et al. (1997), os efeitos da niacina na glicemia estão relacionadas com o aumento da gliconeogênese estimulada pela redução da lipólise. Não existem trabalhos que determinam os teores de frutosamina em ovinos suplementados com niacina. Na literatura há apenas resultados sobre os efeitos dessa vitamina nos teores de glicose em animais em condições ambientais amenas.

TABELA 2. Efeitos da suplementação com niacina nos parâmetros metabólicos, frutosamina, proteínas totais, albumina, colesterol e espécies reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS), e no ganho de peso em cordeiros submetidos a estresse térmico.

Parâmetro	Dia experimental	Niacina	Controle
Frutosamina ($\mu\text{mol/L}$)	Dia zero	233,3 \pm 22,5 ^a	221,04 \pm 36,8 ^a
	Dia 7	232,13 \pm 37,1 ^a	248,04 \pm 43,3 ^a
	Dia 14	259,24 \pm 44,6 ^a	230,6 \pm 39,8 ^a
	Dia 21	264,73 \pm 40,9 ^a	225,8 \pm 28,8 ^b
	Dia 28	293,23 \pm 64,5 ^a	268,96 \pm 45,1 ^a
	Dia 35	284,09 \pm 44,3 ^a	276,28 \pm 22,2 ^a
Colesterol (mg/dL)	Dia zero	83,9 \pm 29,7 ^a	94,5 \pm 17,4 ^a
	Dia 7	65,7 \pm 21,2 ^a	53,2 \pm 8,8 ^a
	Dia 14	133,1 \pm 30,8 ^a	102,9 \pm 29,0 ^a
	Dia 21	132,6 \pm 27,6 ^a	132,8 \pm 30,6 ^a
	Dia 28	95,8 \pm 17,6 ^a	85,2 \pm 20,6 ^a
	Dia 35	114,3 \pm 15,7 ^a	106,2 \pm 8,2 ^a
TBARS (nmol MDA/mL)	Dia zero	6,1 \pm 1,0 ^a	6,6 \pm 1,3 ^a
	Dia 7	9,1 \pm 1,6 ^a	9,2 \pm 1,4 ^a
	Dia 14	8,8 \pm 1,7 ^a	8,7 \pm 1,1 ^a
	Dia 21	7,9 \pm 0,9 ^b	10,2 \pm 2,0 ^a
	Dia 28	9,3 \pm 1,3 ^a	9,7 \pm 0,8 ^a
	Dia 35	8,8 \pm 1,7 ^a	8,7 \pm 1,4 ^a
Ganho de peso (Kg/dia)		0,082 \pm 0,03 ^a	0,117 \pm 0,06 ^a

^{a, b} Diferença entre grupos (P<0,05)

Em caprinos, o uso de niacina em dose única aumentou os teores de glicose (THORNTON & SCHULTZ, 1980). No entanto, a suplementação por um período de 120 dias com niacina não foi capaz de alterar os teores séricos de glicose em búfalos (KUMAR e DASS, 2006), assim como em ovinos suplementados por 56 dias (HORTON, 1992). A frutossamina é uma proteína glicosada, formada principalmente pela ligação da glicose com proteínas séricas, tais como a albumina e que por ser mais estável que a glicose livre reflete a glicemia de uma forma mais confiável (KANEKO, 2008), de tal forma que, segundo THRALL (2007), os valores de frutossamina refletem a glicemia de cerca de uma a três semanas anteriores ao momento da coleta.

Em búfalos, humanos e vacas leiteiras, não submetidas a estresse térmico, suplementados com niacina, houve uma redução nos teores de colesterol (KUMAR & DASS, 2006), (GAUT et al., 1971; GAO et al., 2008), no entanto, em vacas leiteiras submetidas a estresse térmico não houveram alterações nas concentrações desse metabólito (JASTER e WARD, 1990), (BELIBASAKIS & TSIRGOGIANNI, 1996). Neste estudo também não houve efeito da niacina nos teores de colesterol. A niacina é um agente antilipogênico conhecido (WATERMAN et al., 1972), no entanto seu efeito sobre os teores de colesterol em ovinos ainda não foi estudado. É possível que a niacina, na dose utilizada, em ovinos sob estresse térmico, não interfira nos teores de colesterol.

Altas temperaturas podem ocasionar aumento na produção das espécies reativas ao oxigênio ou ao nitrogênio, muitas vezes superior à capacidade antioxidante, levando à ocorrência de estresse oxidativo, com consequente peroxidação lipídica nas membranas de algumas células (FREEMAN & CRAPO, 1982). Vacas em lactação submetidas à altas temperaturas tem uma redução na atividade das enzimas antioxidantes no plasma, com consequente aumento da peroxidação lipídica (HARMON, 1997). No dia 21 a niacina foi capaz de reduzir os teores de TBARS, o que sugere que nesse período a niacina atenuou os efeitos agressivos do calor no organismo dos animais. Em ratos, a niacina associada ao cromo foi capaz de reduzir a peroxidação lipídica nos animais com hiperlipidemia (INCELI et al., 2007). Esses autores justificam o efeito antioxidante da niacina a sua ação em melhorar o perfil metabólico de animais desafiados com altas taxas de triglicérides sanguíneos. Já PEARL & RAFFIN (1983) observaram que a suplementação com niacina reduziu a toxicidade do oxigênio em macrófagos alveolares no pulmão de ratos. De acordo com estes autores a niacina atua como precursor de NAD favorecendo a via normal de utilização do oxigênio nas células e reduzindo a produção de radicais livres.

No 14º dia experimental, da 01 às 06 e das 13 às 18 horas, o grupo controle demonstrou maior frequência de ócio em pé em relação ao grupo tratado com niacina (Tabela 3). Não houve diferença quanto às frequências de ócio deitado, de ingestão de água e de ingestão alimentos.

TABELA 3. Efeito da suplementação com niacina nos parâmetros comportamentais de cordeiros submetidos à estresse térmico.

		Dia zero		Dia 14		Dia 21	
		N	C	N	C	N	C
Ingestão água	1-6h	0,3±0,5 ^a	0,7±1 ^a	0,2±0,4 ^a	0,5±0,5 ^a	0,7±0,8 ^a	0,3±0,5 ^a
	7-12h	3,5±5,8 ^a	3,8±5,3 ^a	9,8±10,1 ^a	7,7±6,4 ^a	10,7±10 ^a	10,5±11,7 ^a
	13-18h	8,2±15,7 ^a	9,3±13,3 ^a	5,7±10 ^a	8,8±11,5 ^a	7,5±8,9 ^a	5,8±9,1 ^a
	19-24h	3,8±5,7 ^a	7,3±11,7 ^a	0,8±0,8 ^a	1±1,1 ^a	1,8±1,5 ^a	1,2±1 ^a
Ingestão alimento	1-6h	0,5±0,5 ^a	1,7±1 ^b	0,5±0,8 ^a	0,3±0,5 ^a	0,5±0,5 ^a	0,3±0,5 ^a
	7-12h	11,3±9,5 ^a	10±8,5 ^a	11,5±10,5 ^a	10,5±9,8 ^a	15±14,9 ^a	16±14,6 ^a
	13-18h	10,3±12 ^a	11,3±11,9 ^a	8,5±10,3 ^a	8,5±10,6 ^a	8,7±12 ^a	10,3±13,2 ^a
	19-24h	6,2±7,3 ^a	7±6,4 ^a	3,0±2,2 ^a	2,8±3,1 ^a	4,5±5,9 ^a	5,2±5,7 ^a
Ruminação em pé	1-6h	0,5±0,5 ^a	1±1,1 ^a	0,5±0,5 ^a	1,8±1,2 ^b	0,5±0,5 ^a	2,8±1,2 ^b
	7-12h	2,2±3,3 ^a	1,5±1,9 ^a	0,7±1 ^a	0,5±1,2 ^a	0,6±1,6 ^a	1±2 ^a
	13-18h	1,2±1,2 ^a	1,5±2,3 ^a	0,8±1,6 ^a	0,7±1 ^a	1±1,1 ^a	1±1,1 ^a
	19-24h	1,2±1 ^a	0,8±0,8 ^a	0,8±1,3 ^a	0,3±0,5 ^a	1,7±1,6 ^a	2,2±1,7 ^a
Ruminação deitado	1-6h	12,5±4,6 ^a	10,3±4 ^a	8,5±3,6 ^a	6,5±3,9 ^a	15,7±4,8 ^a	10±1,8 ^b
	7-12h	6,5±6,4 ^a	5,2±4,5 ^a	4,2±3,6 ^a	2,3±2,1 ^a	4,5±5,2 ^a	4,2±5 ^a
	13-18h	10,2±7,2 ^a	6,3±4,3 ^a	5±5 ^a	2,3±2,6 ^a	5,2±4,4 ^a	3,8±3 ^a
	19-24h	5±3,5 ^a	6±4,9 ^a	5,3±4,2 ^a	4,7±2 ^a	4,2±3,3 ^a	2,8±2,6 ^a
Ócio em pé	1-6h	1±1,3 ^a	3,2±2,1 ^a	2,8±2,1 ^a	6,5±2,9 ^b	2,7±2,1 ^a	5±1,9 ^a
	7-12h	4,8±2,2 ^a	6,7±2,7 ^a	5±4 ^a	8,5±4,6 ^a	3,8±4,1 ^a	5,2±4,3 ^a
	13-18h	2,2±2,5 ^a	1,5±1 ^a	4,8±2,1 ^a	8,3±1,8 ^b	6,3±4,8 ^a	6,3±3,8 ^a
	19-24h	5,5±3,6 ^a	6,7±4,2 ^a	8±6,1 ^a	10±3,8 ^a	6,8±4,4 ^a	9,5±1,6 ^a
Ócio deitado	1-6h	17,5±4,5 ^a	16±4,2 ^a	19,3±3,6 ^a	16,7±5 ^a	12,7±2,7 ^a	13,7±1,5 ^a
	7-12h	6,8±6,1 ^a	7,8±6,7 ^a	10,2±7,7 ^a	10±8,4 ^a	6,7±7,1 ^a	5,5±6 ^a
	13-18h	8,3±7,7 ^a	10,8±9,3 ^a	12,3±8,5 ^a	11,8±7,1 ^a	10,5±7,8 ^a	10±7,3 ^a
	19-24h	14±6,8 ^a	11,3±5,9 ^a	14,8±3,9 ^a	13,7±3 ^a	13,8±6,7 ^a	11,8±4,4 ^a

^{a, b} Diferença entre grupos (P<0,05)

Em vacas leiteiras, a niacina foi capaz de aumentar o tempo de ruminação (NAI-DE et al., 2010), comportamento semelhante foi observado nos cordeiros tratados com niacina e submetidos ao estresse térmico. O tratamento com niacina não interferiu no comportamento de ingestão de água e de descanso, assim como observado em estudo com vacas de leite suplementadas com niacina protegida e em estresse térmico (NAI-DE et al., 2010). O tratamento com niacina reduziu o tempo de permanência dos cordeiros em estação (Tabela 3). Segundo BANKS (1982), o comportamento animal é determinado por fatores ambientais e genéticos, podendo ser visto como processo dinâmico e sensível às variações físicas do meio e a estímulos sociais. Durante o estresse térmico, as alterações comportamentais são muito intensas e apenas a retomada da condição fisiológica ou a minimização dos efeitos causados pelas variações físicas são capazes de normalizar os aspectos comportamentais. Dessa forma, o uso da niacina no presente estudo foi capaz de minimizar os efeitos deletérios do calor, fornecendo mais conforto aos animais.

CONCLUSÃO

A niacina foi capaz de incrementar o ganho de peso dos cordeiros. A suplementação com niacina melhorou o conforto animal através da redução do tempo de ócio em pé e aumento do tempo de comportamento de ruminação em

decúbito. Sugere-se que, em longo prazo, esse efeito poderá resultar em melhora de parâmetros produtivos.

REFERÊNCIAS

AL-HAIDARY, A. A. Physiological Responses of Naimey Sheep to Heat Stress Challenge under Semi-Arid Environments. **INTERNATIONAL JOURNAL OF AGRICULTURE & BIOLOGY** v. 06, p. 307–309, 2004.

BANKS, E. M. Behavioral research to answer questions about animal welfare. **Journal of Animal Science** v. 54, p. 434-446, 1982.

BELIBASAKIS, N. G. & TSIRGOGIANNI, D. Effects of niacin on milk yield, milk composition, and blood components of dairy cows in hot weather. **Animal Feed Science and Technology** v. 64, p. 53-59, 1996.

BENYO, Z., GILLE, A., BENNETT, C. L., CLAUSEN, B. E. & OFFERMANN, S. Nicotinic acid-induced flushing is mediated by activation of epidermal langerhans cells. **Mol Pharmacol** v. 70, p. 1844-1849, 2006.

BERNABUCCI, U., RONCHI, B., LACETERA, N. & NARDONE, A. Markers of Oxidative Status in Plasma and Erythrocytes of Transition Dairy Cows During Hot Season. **Journal of Dairy Science** v. 85, p. 2173-2179, 2002.

BHATTACHARYA, A. N. & UWAYJAN, M. Effect of High Ambient-Temperature and Low Humidity on Nutrient Utilization and on Some Physiological-Responses in Awasi Sheep Fed Different Levels of Roughage. **Journal of Animal Science** v. 40, p. 320-328, 1975.

CAMARGO, A. C. **Comportamento de vacas da raça Holandesa em confinamento do tipo free-stall, no Brasil Central**. Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. p 146, 1988.

CHANG, X., MOWAT, D. N. & MALLARD, B. A. Supplemental chromium and niacin for stressed feeder calves. **Canadian Journal of Animal Science** v. 75, p. 351-358, 1995.

CHENG, K. W., T.; WU, K.K.; STURINO, C.; METTERS, K.; GOTTESDIENER, K.; WRIGHT, K. S.; WANG, Z.; LAI, G.O.E.; WATERS, M.G. Antagonism of the prostaglandin D2 receptor 1 suppresses nicotinic acid-induced vasodilation in mice and humans. **National Academy of Science of the USA** v. 103, p. 6682–6687, 2006.

DICOSTANZO, A., SPAIN, J. N. & SPIERS, D. E. Supplementation of nicotinic acid for lactating Holstein cows under heat stress conditions. **Journal of Dairy Science** v. 80, p. 1200-1206, 1997.

DRACKLEY, J. K., LACOUNT, D. W., ELLIOTT, J. P., KLUSMEYER, T. H., OVERTON, T. R., CLARK, J. H. & BLUM, S. A. Supplemental fat and nicotinic acid for

Holstein cows during an entire lactation. **Journal of Dairy Science** v. 81, p. 201-214, 1998.

FREEMAN, B. A. & CRAPO, J. D. Biology of disease: free radicals and tissue injury. **Laboratory investigation; a journal of technical methods and pathology** v. 47, p. 412-426, 1982.

FUQUAY, J. W. Heat stress as it affects animal production. **Journal of Animal Science** v. 52, p. 164-174, 1981.

GAO, Y., LI, J., JIA, W., LI, Q. & CAO, Y. Response of lactating cows to supplemental rumen protected methionine and Niacin. **Frontiers of Agriculture in China** v. 2, p. 121-124, 2008.

GAUT, Z. N., POCELINK, R., SOLOMON, H. M. & THOMAS, G. B. Oral Glucose Tolerance, Plasma Insulin, and Uric Acid Excretion in Man during Chronic Administration of Nicotinic Acid. **Metabolism-Clinical and Experimental** v. 20, p. 1031-&, 1971.

GUTIERREZ-AYALA, J. E. Effect of nicotinic acid as a growth promoter for suckling confined heifer calves. **Veterinaria-Mexico**. v. 19, p. 369, 1988.

HABEEB, A. A., MARAI, I.F.M., KAMAL, T.H., (1992) **Heat stress**. In Farm Animals and the Environment. C.A.B. International. Ed C. PHILIPS, PIGGENS, D. . pp 27-47., 1992.

HALLIWELL, B. G., J.M.C. **Free Radical in Biology and Medicine**2007.

HARMON, R. J., LU, M., TRAMMEL, D. S., SMITH, B. A. Influence of heat stress and calving on antioxidant activity in bovine blood. **Journal of Dairy Science** v. 80, p. 264, 1997.

HASSANIN, S. H., ABDALLA, E. B., KOTBY, E. A., ABD-ELAZIZ, A. M. S. & EL-FOULY, M. A. Efficiency of asbestos shading for growth of Barki rams during hot summer. **Small Ruminant Research** v. 20, p. 199-203, 1996.

HORTON, G. M. J. Niacin supplementation in diets for growing lambs. **Small Ruminant Research** v. 7, p. 29-34, 1992.

INCELI, M. S., BOLKENT, S., DOGER, M. M. & YANARDAG, R. The effects of combined treatment with niacin and chromium on the renal tissues of hyperlipidemic rats. **Mol Cell Biochem** v. 294, p. 37-44, 2007.

IVERS, D. J. & VEUM, T. L. Effect of graded levels of niacin supplementation of a semipurified diet on energy and nitrogen balance, growth performance, diarrhea occurrence, and niacin metabolite excretion by growing swine. **Journal of Animal Science** v. 90, p. 282-288, 2012.

JASTER, E. H. & WARD, N. E. Supplemental Nicotinic-Acid or Nicotinamide for Lactating Dairy-Cows. **Journal of Dairy Science** v. 73, p. 2880-2887, 1990.

KANEKO, J. J. **Veterinary clinica biochemistry of domestic animals**. 2008.

KARKOODI, K. & TAMIZRAD, K. Effect of niacin supplementation on performance and blood parameters of Holstein cows. **South African Journal of Animal Science** v. 39, p. 349-354, 2009.

KUMAR, R. & DASS, R. S. Effect of niacin supplementation on growth, nutrient utilization and blood biochemical profile in male buffalo calves. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences** v. 19, p. 1422-1428, 2006.

MAGLIOCCA, F. C. S., A. C.; FURLAN, L. R.; & ARRIGONI, M. B. C., C. The effect of niacin and monensin on the performance of young bulls at feed lot. **Pesquisa Veterinária Brasileira** v. 29, p. 983-988, 1994.

MARAI, I. F. M., EL-DARAWANY, A. A., FADIEL, A. & ABDEL-HAFEZ, M. A. M. Physiological traits as affected by heat stress in sheep - A review. **Small Ruminant Research** v. 71, p. 1-12, 2007.

MARAI, I. F. M., HABEEB, A.A.M. Adaptation of *Bos taurus* cattle under hot climate conditions. **Annual Arid Zone** v. 37 p. 253–281, 1998.

MCDOWELL, R. E., HOOVEN, N. W. & CAMOENS, J. K. Effect of Climate on Performance of Holsteins in First Lactation. **Journal of Dairy Science** v. 59, p. 965-971, 1976.

NÄÄS, I. A. **Princípios de conforto térmico na produção animal**, 1989.

NAI-DE, Y. Z.-H., G.; XIAO-LIANG, H.; FU-QUAN, Y. Influence of supplemental niacin on performance and ion chroma of serum for dairy cows in the condition of heat-stressed. **China Animal Husbandry & Veterinary Medicine** v. 37, p. 21-23, 2010.

NEIVA, J. N. M., TEIXEIRA, M., TURCO, H. N., OLIVEIRA, S. M. P. D. & MOURA, A. D. A. A. N. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia** v. 33, p. 668-678, 2004.

NIEHOFF, I. D., HUTHER, L. & LEBZIEN, P. Niacin for dairy cattle: a review. **British Journal of Nutrition** v. 101, p. 5-19, 2009.

OHKAWA, H., OHISHI, N. & YAGI, K. Assay for lipid peroxides in animal tissues by thiobarbituric acid reaction. **Anal Biochem** v. 95, p. 351-358, 1979.

OWENS, F. N. M. K. L. S., B. J. Niacin for Growing Sheep and Steers **Animal Science Research** v., p. 83-87, 1976.

PEARL, R. G. & RAFFIN, T. A. Niacin Reduces Oxygen-Toxicity in Mouse Alveolar Macrophages. **Pharmacology** v. 27, p. 219-222, 1983.

REECE, W. O. **Dukes' Physiology of Domestic Animals**, Cornell University Press, 2004.

ROTH, Z., ARAV, A., BRAW-TAL, R., BOR, A. & WOLFENSON, D. Effect of treatment with follicle-stimulating hormone or bovine somatotropin on the quality of oocytes aspirated in the autumn from previously heat-stressed cows. **Journal of Dairy Science** v. 85, p. 1398-1405, 2002.

SILANIKOVE, N. Effects of heat stress on the welfare of extensively managed domestic ruminants. **Livestock Production Science** v. 67, p. 1-18, 2000.

THOM, E. C. The discomfort index. **Weatherwise** v. 12, p. 57-59, 1959.

THORNTON, J. H. & SCHULTZ, L. H. Effects of administration of nicotinic acid on glucose, insulin, and glucose tolerance in ruminants. **Journal of Dairy Science** v. 63, p. 262-268, 1980.

THRALL, M. A. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**, 2007.

WATERMAN, R., SCHWALM, J. W. & SCHULTZ, L. H. Nicotinic Acid Treatment of Bovine Ketosis I. Effects on Circulatory Metabolites and Interrelationships¹. **Journal of Dairy Science** v. 55, p. 1447-1453, 1972.

YUAN, K., SHAVER, R. D., BERTICS, S. J., ESPINEIRA, M. & GRUMMER, R. R. Effect of rumen-protected niacin on lipid metabolism, oxidative stress, and performance of transition dairy cows. **Journal of Dairy Science** v. 95, p. 2673-2679, 2012.

YUAN, K., SHAVER, R. D., ESPINEIRA, M. & BERTICS, S. J. Effect of a rumen-protected niacin product on lactation performance by dairy cows during summer in Wisconsin. **The Professional Animal Scientist** v. 27, p. 190-194, 2011.

ZIMBELMAN, R. B., BAUMGARD, L. H. & COLLIER, R. J. Effects of encapsulated niacin on evaporative heat loss and body temperature in moderately heat-stressed lactating Holstein cows. **Journal of Dairy Science** v. 93, p. 2387-2394, 2010.

ZIMBELMAN, R. B., COLLIER, R. J. & BILBY, T. R. Effects of utilizing rumen protected niacin on core body temperature as well as milk production and composition in lactating dairy cows during heat stress. **Animal Feed Science and Technology** v. 180, p. 26-33, 2013.