

Equilíbrio acidobásico, parâmetros urinários e sanguíneos de gatos induzidos ao estresse e suplementados com composto antioxidante

[*Acid-base balance, urinary and blood parameters of cats stress-induced cats and supplemented with antioxidant compound*]

R.C.S. Ogoshi¹, M.G. Zangeronimo¹, J.S. Reis¹, R.V. Sousa¹, T.M. Gonçalves¹, K.G. Lisenko¹, I.O. Alves¹, K.W. Silva¹, J. França², F.M.O.B. Saad^{1*}

¹Universidade Federal de Lavras – UFLA – Lavras, MG

²Faculdade de Medicina Veterinária – Universidade Federal de Uberlândia – UFU – Uberlândia, MG

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a suplementação do composto antioxidante comercial EconomasE (Alltech, Brasil – AOX) sobre o equilíbrio acidobásico, os parâmetros urinários, o hemograma completo e a fragilidade osmótica de eritrócitos (FOE) de gatos estressados. Foram utilizados 24 gatos adultos (3,49±0,87kg), distribuídos em delineamento inteiramente ao acaso, com quatro níveis (0, 250, 500, 750mg de AOX/kg de alimento na matéria seca) e seis repetições, durante o período de 80 dias. Os gatos foram induzidos ao estresse por meio da presença de cães próximo ao recinto experimental (agente estressor; AE), do 61º dia até o final do experimento. A pressão parcial de dióxido de carbono (pCO₂) e o bicarbonato (HCO₃⁻) aumentaram linearmente (P<0,05) conforme o aumento da ingestão de AOX. Os maiores valores de dióxido de carbono total (tCO₂) (P<0,05) foram observados nos gatos alimentados com 500 e 750mg de AOX/kg de dieta. As concentrações de hemoglobina foram maiores nos animais alimentados com 250 e 500mg de AOX/kg de dieta. Os parâmetros urinários e da FOE foram semelhantes nos gatos em todas as dietas. Esses dados indicam que a suplementação com AOX apresenta efeitos benéficos no equilíbrio acidobásico e na concentração de hemoglobina de gatos induzidos ao estresse.

Palavras-chave: farinha de algas, felinos, gases sanguíneos, selênio

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the supplementation of a commercial antioxidant EconomasE (Alltech, Brazil - AOX) on the acid-base balance, urinary parameters, red blood count (RBC) and erythrocyte osmotic fragility (EOF) of stressed cats. Twenty-four adult cats (3.49±0.87kg) were distributed in a completely randomized design with four levels (0, 250, 500, 750mg AOX/kg feed dry matter) and six replicates for a period of 80 days. Cats were induced to stress through the presence of dogs in the experimental environment (stressor agent; AE) from the 61th day to the end. Partial pressure of carbon dioxide (pCO₂) and bicarbonate (HCO₃⁻) increased linearly (P<0.05) with increased intake of AOX. The highest values of total carbon dioxide (tCO₂) (P<0.05) were observed in cats fed the 500 and 750mg AOX/kg diet. Hemoglobin concentration was higher (P<0.05) in animals fed the 250 and 500mg AOX/kg diet. The urinary parameters and EOF were similar among all diets. These data indicate that AOX supplementation has beneficial effects in acid-base balance and hemoglobin concentration of stress-induced cats.

Keywords: algae flour, blood gases, feline, selenium

Recebido em 6 de setembro de 2014

Aceito em 1 de março de 2016

*Autor para correspondência (*corresponding author*)

E-mail: borgesvet@dzo.ufla.br

INTRODUÇÃO

Os gatos são animais muito susceptíveis ao estresse (Griffin e Humme, 2006), o que pode resultar em importantes alterações fisiológicas (Carlstead *et al.*, 1993). Assim, muitas vezes torna-se necessário lançar mão de estratégias para conter os efeitos colaterais do estresse, e a suplementação com antioxidantes, nesse caso, pode ser um tratamento eficaz. Os antioxidantes atuam no combate das espécies reativas de oxigênio, produzidas excessivamente durante a situação de estresse, e contribuem na estabilização da condição saudável do animal (Zicker *et al.*, 2006).

Por outro lado, o equilíbrio acidobásico é um processo fisiológico complexo, regulado tanto por tampões intracelulares e extracelulares quanto pelos sistemas urinário e respiratório (Meyer *et al.*, 1995). É passível de ser influenciado por uma série de fatores internos e externos, incluindo os inerentes ao metabolismo, à dieta e às condições ambientais (Olanrewaju *et al.*, 2007, muito embora o organismo sadio consiga compensar, em curto ou em longo prazo, as possíveis alterações ocorridas.

Tem sido relatado em animais de diversas espécies que as respostas ao estresse estão envolvidas com o balanço acidobásico (Aguilera-Tejero *et al.*, 2000; Parker *et al.*, 2003; Wojtas *et al.*, 2013), bem como com o aumento da demanda de oxigênio (Garcia *et al.*, 2012). Nesse sentido, Sivakumar *et al.* (2010) observaram que a suplementação com antioxidantes (vitamina C, vitamina E e selênio) pode resultar em melhora no equilíbrio acidobásico.

Há relatos de que o antioxidante comercial (AOX), composto por um *pool* de antioxidantes não enzimáticos, proporciona aprimoramento da capacidade antioxidante quando suplementado em dietas de aves (Pierce *et al.*, 2009; Xião *et al.*, 2011). Entretanto, o AOX não foi estudado em gatos, e, sobretudo, ainda não se conhecem as possíveis interferências no *status* acidobásico e nos demais parâmetros fisiológicos desses animais.

Este trabalho tem por objetivo avaliar os efeitos de um suplemento antioxidante em gatos submetidos ao estresse nos parâmetros hematológicos, urinários e no equilíbrio acidobásico.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, no Centro de Estudo em Nutrição de Animais de Companhia (Cenac), e foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais (Comissões/Permanentes/PRP– UFLA – Protocolo nº 036/11). A temperatura média foi de $20,50 \pm 2,48^\circ\text{C}$, e a umidade relativa de $75,60 \pm 8,64\%$, no período experimental de 80 dias.

Foram utilizados 24 gatos saudáveis, com idade de 3,5 anos, sem raça definida, machos e fêmeas, peso médio de $3,49 \pm 0,87\text{kg}$, alojados individualmente em gaiolas suspensas com dimensões de $0,8 \times 0,8 \times 1\text{m}$ (altura x profundidade x largura).

Durante todo o período experimental, os animais receberam água *ad libitum* e um alimento comercial completo, extrusado e seco para gatos adultos (dieta padrão) (Tab. 1). A quantidade de alimento foi calculada segundo a equação de predição energética de manutenção do National Research Council (Nutrient, 2006), dada por $100\text{kcal} \times (\text{PC em kg})^{0,67}$.

O AOX (EconomasE®, Alltech, Araucária, Brasil) contém em sua composição farinha de algas marinhas (*Schizochytrium* sp.), levedura enriquecida com selênio (1.500mg de selênio/kg de produto), ácido ascórbico e produto de fermentação de *Aspergillus niger*. O aditivo foi fornecido nas seguintes proporções: 0, 250, 500 e 750mg/kg da dieta padrão na matéria seca (MS). Para cada nível, foram utilizados seis gatos, sendo o animal considerado uma parcela experimental. Os animais receberam os diferentes níveis de AOX veiculados a 2mL de leite, exceto para o nível 0mg/kg de MS, que recebeu apenas o leite, como forma de padronizar o procedimento adotado.

Tabela 1. Composição nutricional da dieta padrão¹

Níveis nutricionais	Ração seca (MN%) ²	Ração seca (MS%) ²
Umidade	5,39	-
Proteína bruta	26,91	28,44
Extrato etéreo	11,06	11,69
Matéria fibrosa	2,83	2,99
Matéria mineral	9,48	11,69
Extratativo não nitrogenado	44,32	46,85
EM (kcal/kg) ³	3329	3519

¹Composição básica: farinha de carne e ossos, farinha de vísceras, hidrolisado de frango, gordura animal estabilizada, farelo de trigo, milho integral moído, espinafre em pó (min. 0,5% -equivalente a 5% espinafre fresco), sementes de linhaça, cloreto de sódio (sal comum), taurina, ácido fosfórico (min. 0,04%), antioxidantes, corantes e premix vitamínico mineral. Eventuais substitutivos: farelo de arroz desengordurado, glúten de milho 60, arroz quebrado e farelo de soja.

²Análise realizada no Laboratório de Pesquisa Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil.

³EM: energia metabolizável, calculada com base nos níveis nutricionais, por meio da equação proposta por Nutrient (2006).

O desafio (agente estressor; AE) foi promovido do 61º ao 80º dia experimental, por meio da inclusão, próximo à sala de experimentação, de seis cães da raça Labrador, que permaneceram até o final do experimento.

No dia zero e no 80º dia experimental, foram realizadas coletas de sangue para gasometria e hemograma completo. Para a gasometria, em cada dia houve uma coleta de 1,0mL/animal em jejum (às oito horas) e outra após seis horas da alimentação. As avaliações foram realizadas por meio de um analisador de pH e de gases sanguíneos (Modelo AGS22; Drake Ltda.; São Jose do Rio Preto, Brasil). As variáveis mensuradas foram pH, pressão parcial de dióxido de carbono (p_{CO_2}), concentração de bicarbonato (HCO_3^-), total de dióxido de carbono (tCO_2) e excesso de bases (EB). Para o resultado do hemograma completo, foi utilizado 1,0mL de sangue de cada animal em jejum em cada dia de observação, utilizando-se o EDTA como anticoagulante e os reagentes hematológicos Dialyse – 3CF, Diascatter Pak, Diaton 3 e Diaclenz (Diagon, Belo Horizonte, Brasil).

Para a avaliação da FOE, foi coletado, no 80º dia experimental, 1,0mL de sangue dos gatos em jejum, com heparina sódica como anticoagulante. A metodologia utilizada foi a descrita por Maede e Hata (1975); desse modo adicionou-se 0,05mL de sangue a 5,0mL de solução de NaCl com concentrações de 0,1 a 0,9%. O conteúdo de hemoglobina sobrenadante foi determinado por espectrofotometria a 540nm (Bel SPECTRO

S05, Bel Engineering®, Monza, Itália), e a solução contida no tubo de 0,9% foi considerada como branco ou acerto do zero. A porcentagem de hemólise foi calculada com a solução de 0,1% NaCl assumindo 100% de hemólise.

A densidade e o pH urinário foram avaliados nos três últimos dias do experimento, seguindo o protocolo proposto por Carciofi (2007). O pH urinário foi mensurado usando-se um pHmetro digital (Modelo DM22; Digimed, São Paulo, Brasil) e a densidade foi determinada por meio de um refratômetro portátil (Modelo RTP-20ATC; Instrutherm, São Paulo, Brasil).

Todas as análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa Statistical Analysis System (SAS, 2004). Os dados foram submetidos à análise de covariância, sendo as medidas no tempo zero as covariáveis e, em seguida, à análise de regressão. Entretanto, quando não houve ajuste, as médias foram comparadas pelo teste de SNK a 5%. Na análise de FOE, para encontrar as concentrações (valores derivativos) em que ocorreram as porcentagens de hemólise de 5, 50 e 95%, foi realizada a análise de Probit, por meio do procedimento PROC PROBIT do SAS (2004). Os valores derivativos foram comparados pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ingestão das dietas não influenciou ($P>0,05$) nos valores de pH sanguíneo e no excesso de bases (EB) dos gatos, independentemente do

período de avaliação: jejum ou pós-prandial (Tab. 2). Para o $t\text{CO}_2$, as maiores concentrações ($P < 0,05$) foram obtidas nos níveis de 500 e 750mg de AOX/kg de dieta na matéria seca (MS). As variáveis pressão parcial de dióxido de

carbono ($p\text{CO}_2$) e bicarbonato (HCO_3^-) apresentaram aumento linear nas concentrações ($P < 0,05$) conforme a ingestão de AOX, porém somente do período de jejum.

Tabela 2. Valores médios dos parâmetros de gasometria de gatos adultos aos 80 dias após suplementação com antioxidante comercial (AOX)

Parâmetro	Níveis de AOX (mg/kg de MS)				CV	P*	L	Q
	0	250	500	750				
pH j	7,26	7,23	7,21	7,25	0,57	0,23	-	-
pH pp	7,13	7,25	7,25	7,30	0,70	0,14	-	-
$p\text{CO}_2$ (mmHg) j	24,81	25,13	29,57	28,15	10,86	0,04	0,01	0,50
$p\text{CO}_2$ (mmHg) pp	21,15	22,77	22,85	21,65	10,46	0,52	-	-
HCO_3^- (mmol/L) j	11,23	10,67	11,83	12,48	9,23	0,04	0,02	0,18
HCO_3^- (mmol/L) pp	10,73	10,25	10,30	10,85	9,03	0,64	-	-
$t\text{CO}_2$ (mmol/L) j	12,00 ^b	11,47 ^b	12,75 ^a	13,35 ^a	16,22	0,04 ¹	NS	NS
$t\text{CO}_2$ (mmol/L) pp	11,37	10,98	11,03	11,48	11,21	0,78	-	-
EB (mEq/L) j	-13,63	-14,90	-14,60	-12,87	11,80	0,36	-	-
EB (mEq/L) pp	-12,58	-14,41	-14,47	-12,68	14,06	0,20	-	-

*Regressão polinomial ($P < 0,05$).

pH: potencial de hidrogênio; j: jejum; pp: pós-prandial; $p\text{CO}_2$: pressão parcial de dióxido de carbono; HCO_3^- : bicarbonato; $t\text{CO}_2$: dióxido de carbono total; EB: excesso de bases; CV: coeficiente de variação; L: linear; Q: quadrático.

¹Valores em uma mesma linha, seguidos por letras minúsculas idênticas, não diferem entre si ao nível de 5% pelo teste de SNK.

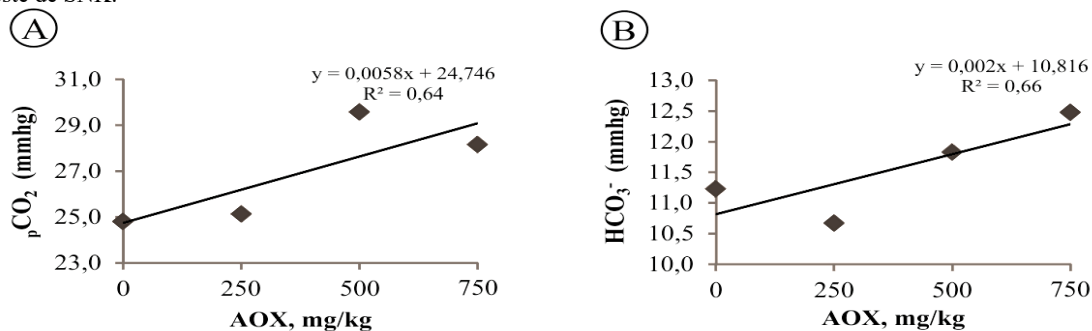


Figura 1. Alterações nas concentrações da pressão parcial de dióxido de carbono (A) e bicarbonato (B) no plasma de gatos em jejum aos 80 dias de suplementação com antioxidante comercial (AOX) mg/kg de matéria seca da dieta.

Embora a hemogasometria em gatos venha sendo estudada em ambos os períodos, jejum e pós-prandial (Jeremias *et al.*, 2013; Pires *et al.*, 2013), sabe-se que a metabolização de carboidratos, proteínas e lipídeos resulta em compostos que interferem no equilíbrio acidobásico. Desse modo, a ausência dos resultados das avaliações hemogasométricas pós-prandial pode ter sido influenciada pela composição da dieta controle, a qual impediu uma melhor visualização dos efeitos do AOX apenas nesse período. Entretanto, no período em jejum, foram observadas diferenças em alguns

parâmetros, demonstrando efeito em longo prazo da ingestão do AOX.

Até o momento, não foram encontrados trabalhos que avaliassem valores hemogasométricos de gatos em situações de estresse quando suplementados com antioxidantes. No entanto, os resultados do presente estudo corroboram os dados encontrados por Sivakumar *et al.* (2010), que observaram maiores valores de HCO_3^- e $p\text{CO}_2$ em cabras estressadas recebendo suplemento antioxidante quando comparadas àquelas estressadas e não suplementadas. Os

autores consideraram esse efeito como uma melhora no equilíbrio acidobásico.

Além disso, há relatos na literatura (West, 1999; Olanrewaju *et al.*, 2007) de que situações estressantes podem resultar em mudanças na frequência e na profundidade respiratória com consequente expiração excessiva de CO₂, resultando na diminuição da pCO₂. Portanto, acredita-se que a inclusão de AOX nos maiores níveis atenuou o estresse nos gatos.

Houve diferenças apenas para os níveis de hemoglobina (P<0,05) (Tab. 3) conforme a ingestão de AOX, em que os maiores valores foram observados nos animais suplementados com os níveis de 250 e 500mg de AOX/kg de matéria seca, e houve tendência (P=0,05) para hematócrito e contagem de eritrócitos. As demais variáveis dos parâmetros hematológicos, assim como as médias de pH e densidade urinária, não apresentaram diferenças significativas (P>0,05) conforme a suplementação de AOX.

Tabela 3. Valores médios dos parâmetros hematológicos e dos parâmetros urinários de gatos adultos após suplementação com antioxidante comercial (AOX)

Variável	AOX, mg/kg de MS				CV (%)	P
	0	250	500	750		
Eritrócitos (milhões/dL)	8,29	9,53	9,12	8,47	8,52	0,05
Hematócrito (%)	36,63	42,18	40,63	37,91	6,26	0,05
Hemoglobina (g/dL)	11,98 ^b	13,77 ^a	13,53 ^a	12,40 ^b	8,16	<0,01
V.C.M. (fL)	44,10	44,18	44,57	44,75	2,88	0,80
C.H.C.M (%)	32,73	32,72	33,27	32,67	2,15	0,63
H.C.M (pg)	14,43	14,45	14,82	14,62	3,16	0,46
LT (mil/mm ³)	15,60	14,33	16,62	13,92	22,69	0,90
Plaquetas (mil/mm ³)	580,17	552,17	689,33	567,83	21,90	0,32
pH urina	7,90	7,40	7,70	7,40	6,99	0,24
Densidade urina	1025	1027	1028	1021	0,84	0,54

VCM: volume celular médio dos eritrócitos; CHCM: concentração hemoglobínica corpuscular média; LT: leucócitos totais; CV: coeficiente de variação.

Os eritrócitos são importantes indicadores de estresse oxidativo (Machado *et al.*, 2009), e em animais de companhia, o principal alvo da lesão oxidativa é a hemoglobina (Caldin *et al.*, 2005). As maiores concentrações da hemoglobina nos gatos suplementados com 250 e 500mg de AOX/kg de MS estão de acordo com Sivakumar *et al.* (2010) e Yousef *et al.* (2003), que também encontraram o mesmo resultado em caprinos e coelhos estressados suplementados com antioxidantes.

A elevação da hemoglobina sugere algumas hipóteses fisiológicas, e uma delas pode ser devido ao fato de que a hemoglobina corresponde a mais de 80% da capacidade tampão não bicarbonato presente no sangue (Dibartola, 2006) e pode estar reduzida em situações de desequilíbrio acidobásico (West, 1999). Outra hipótese pode ser em razão de uma redução de eritrócitos e, consequentemente, da hemoglobina já ter sido associada à exaustão na capacidade de eritropoiese ocasionada pelo

estresse (Garcia *et al.*, 2012). Alguma dessas hipóteses pode ter ocorrido nos animais não suplementados com AOX e, de maneira inesperada, nos que ingeriram 750mg de AOX/kg de MS, o que sugere um possível excesso do produto, no entanto um estudo mais amplo dessas respostas deve ser feito para a confirmação.

Quanto aos parâmetros urinários, o pH urinário pode se tornar alcalino ou ácido a partir da compensação devido às alterações do pH sanguíneo (Dibartola, 2006). No presente trabalho, no entanto, observou-se que o AOX não interfere nesses parâmetros. Não foram encontradas pesquisas que permitissem uma discussão mais ampla dos resultados aqui achados.

As curvas acumulativas (médias) da FOE obtidas após 80 dias de suplementação com AOX de gatos foram semelhantes para todos os níveis (Fig. 2).

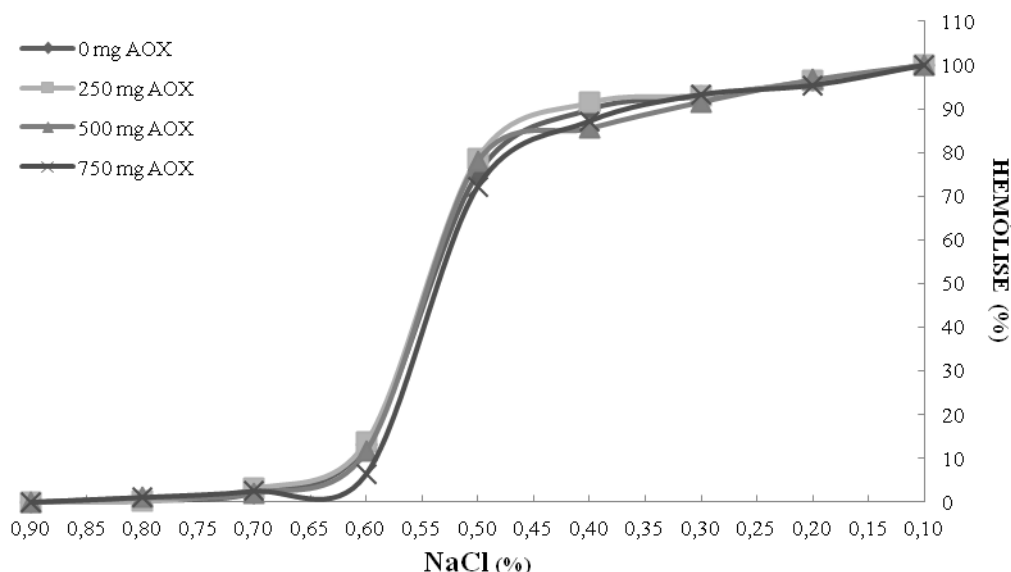


Figura 2. Curvas acumulativas (médias) da fragilidade osmótica eritrocitária de gatos após 80 dias da suplementação com antioxidante comercial (AOX) mg/kg de matéria seca da dieta/kg de MS na dieta.

Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) na FOE quando avaliados os valores derivativos médios das concentrações de solução salina tamponada que corresponderam a 5, 50 e 95% de hemólise (Tab. 4). A FOE consiste numa técnica ainda pouco empregada e, portanto, com

precárias referências para gatos em circunstâncias diversas. Contudo, os valores das concentrações de solução salina (% NaCl), em que se observou 50% de hemólise, apresentaram-se semelhantes ao valor médio de 0,54 para gatos saudáveis, obtido por Jain (1973).

Tabela 4. Valores médios (derivativos) das concentrações de solução salina (% NaCl) correspondentes a 5, 50 e 95% de hemólise em gatos adultos após 80 dias de suplementação com antioxidante comercial (AOX) mg/kg de MS

Hemólise	AOX				CV	P
	0	250	500	750		
5%	0,87	0,88	0,89	0,89	7,36	0,66
50%	0,51	0,53	0,52	0,52	5,74	0,64
95%	0,32	0,33	0,30	0,30	14,85	0,68

*Não significativo pelo teste de Kruskal-Wallis ao nível de 5%; CV: coeficiente de variação.

O aumento da FOE pode ocorrer em situações de estresse devido ao aumento da peroxidação lipídica, a qual atrapalha a organização dos fosfolípidos (fosfatidilserina e da fosfatidiletanolamina) da membrana plasmática (Jain, 1984) e, conseqüentemente, reduz a fluidez celular (Hebbel, 1986). Sabe-se que o antioxidante ácido gálico protegeu a integridade da membrana dos eritrócitos de ratos diabéticos, apresentando menor porcentagem de hemólise (Ramkumar *et al.*, 2014). Há relato de que a suplementação com vitamina E, outro potente antioxidante, reduziu a FOE em ratos induzidos ao estresse oxidativo (Ambali *et al.*, 2010). Foram atribuídos ao composto antioxidante AOX

efeitos fisiológicos redundantes à vitamina E em aves (Xião *et al.*, 2011). Apesar disso, contrariando esses resultados, o atual trabalho demonstra que a inclusão do AOX pode não ter sido suficiente para alterar a FOE de gatos induzidos ao estresse.

CONCLUSÕES

A suplementação de AOX em dietas apresenta efeitos benéficos para os parâmetros relacionados ao equilíbrio acidobásico e na concentração de hemoglobina de gatos induzidos ao estresse, sendo recomendada, nas condições estudadas, uma suplementação de até 500mg de

AOX/kg de matéria seca. Por se tratar de um experimento pioneiro, tornam-se necessários mais estudos para compreensão dos mecanismos de ação do AOX, sobretudo com outros agentes estressores para gatos.

AGRADECIMENTOS

À empresa Alltech, pelo financiamento do projeto; ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos e à Fapemig pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- AGUILERA-TEJERO, E.; ESTEPA, J.C.; LÓPEZ, I. *et al.* Quantitative analysis of acid-base balance in show jumpers before and after exercise. *Res. Vet. Sci.*, v.68, p.103-108, 2000.
- AMBALI, S.F.; AYO, J.O.; OJO, S.A.; ESIEVO, K.A. Vitamin E protects rats from chlorpyrifos-induced increased erythrocyte osmotic fragility in Wistar rats. *Food Chem. Toxicol.*, v.48, p.3477-3480, 2010.
- CALDIN, M.; CARLI, E.; FURLANELLO, T. *et al.* A retrospective study of 60 cases of eccentrocytosis in the dog. *Vet. Clin. Pathol.*, v.34, p.224-231, 2005.
- CARCIOFI, C. Métodos para estudo das respostas metabólicas de cães e gatos a diferentes alimentos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, Supl. Esp., p.235-249, 2007.
- CARLSTEAD, K.; BROWN, J.L.; STRAWN, W. Behavior and physiological correlates of stress in laboratory cats. *Appl. Anim. Behav. Sci.*, v.38, p.143-158, 1993.
- DIBARTOLA, S.P. (Ed.). *Fluid, electrolyte and acid-base disorders in small animal practice*. 3.ed. Missouri: Elsevier, 2006. 250p.
- GARCIA, F.; SCHALCH, S.H.C.; ONAKA, E.M. *et al.* Hematologia de tilápia-do-nilo alimentada com suplemento a base de algas frente a desafios de estresse agudo e crônico. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.64, p.198-204, 2012.
- GRIFFIN, B.; HUME, K.R. Recognitions and management of stress in housed cats. In: AUGUST, J.R. (Ed.). *Consultation in feline internal medicine*. St. Louis: Elsevier, 2006. p. 717-727.
- HEBBEL, R.P. Erythrocyte antioxidants and membrane vulnerability. *J. Lab. Clin. Med.*, v.107, p.401-404, 1986.
- JAIN, N.C. Osmotic fragility of erythrocytes of dogs and cats in health and in certain hematologic disorders. *Cornell Vet.*, v.63, p.411-423, 1973.
- JAIN, S.K. The accumulation of malonyldialdehyde, a product of fatty acid peroxidation, can disturb aminophospholipid organization in the membrane bilayer of human erythrocytes. *J. Biol. Chem.*, v.259, p.3391-3394, 1984.
- JEREMIAS, J.T.; NOGUEIRA, S.P.; BRUNETTO, M.A. Predictive formulas for food base excess and urine pH estimations of cats. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.182, p.82-92, 2013.
- MACHADO, L.P.; KOHAYAGAWA, A.; SAITO, M.E. *et al.* Lesão oxidativa eritrocitária e mecanismos antioxidantes de interesse na medicina veterinária. *Rev. Cienc. Agrovet.*, v.8, p.84-94, 2009.
- MAEDE, Y.; HATA, R. Studies on feline haemobartonellosis II. The mechanism of anemia produced by infection with *Haemobartonella felis*. *J. Vet. Med. Sci.*, v.37, p.49-54, 1975.
- MEYER, D.J.; COLES, E.H.; RICH, L.J. *Medicina de laboratório veterinário: interpretação e diagnóstico*. São Paulo: Roca, 1995. 308p.
- NUTRIENT requirements of dogs and cats. Washington: National Academy of Science, 2006. 398p.
- OLANREWaju, H.A.; THAXTON, J.P.; DOZIER, W.A.; BRANTON, S.L. Electrolyte diets, stress, and acid-base balance in broiler chickens. *Poult. Sci.*, v.86, p.1363-1371, 2007.
- PARKER, A.J.; HAMLIN, G.P.; COLEMAN, C.J.; FITZPATRICK, L.A. Quantitative analysis of acid-base balance in *Bos indicus* steers subjected to transportation of long duration. *J. Anim. Sci.*, v.81, p.1434-1439, 2003.
- PIERCE, J.L.; AO, T.; POWER, R.F. *et al.* Investigation of replacing vitamin E with EconomasE® in broiler diet. *Poult. Sci.*, v.88, Suppl. 1, p.97, 2009.

- PIRES, C.P.; SAAD, F.M.O.B.; OGOSHI, R.C.S. *et al.* Urinary acidifier in diet with high excess base for adult cats. *Cienc. Agrotec.*, v.37, p.359-368, 2013.
- RAMKUMAR, K.M.; VIJAYAKUMAR, R.S.; VANITHA, P. *et al.* Protective effect of gallic acid on alloxan-induced oxidative stress and osmotic fragility in rats. *Hum. Exp. Toxicol.*, v.33, p.638-649, 2014.
- SAS user's guide, version 9.00, 4.ed. Cary: SAS, 2004. 200p.
- SIVAKUMAR, A.V.N.; SING, G.; VARSHNEY, V.P. Antioxidants supplementation on acid base balance during heat stress in goats. *J. Anim. Sci.*, v.23, p.1462-1468, 2010.
- WEST, J.W. Nutritional strategies for managing the heat stressed dairy cow. *J. Anim. Sci.*, v.77, suppl. 2, p.21-35, 1999.
- WOJTAS, K.; CWYNAR, P.; KOLACZ, R.; *et al.* Effect of heat stress on acid base balance in Polish Merino sheep. *Arch. Tierz.*, v.56, p.917-923, 2013.
- XIÃO, R.; POWER, R.F.; MALLONEE, D. *et al.* comparative transcriptomic study of vitamin E and an algae-based antioxidant as antioxidative agents: investigation of replacing vitamin E with the algae-based antioxidant in broiler diets. *Poult. Sci.*, v.90, p.136-146, 2011.
- YOUSEF, M.I.; SALEM, M.H.; KAMEL, K.I. *et al.* Influence of ascorbic acid supplementation on the hematological and clinical biochemistry parameters of male rabbit exposed to aflatoxin B. *J. Environ. Sci. Health B.*, v.38, p.193-209, 2003.
- ZICKER, S.C.; WEDEKIND, K.J.; JEWELL, D.E. Antioxidants in veterinary nutrition. *Vet. Clin. North Am. Small Anim. Pract.*, v.36, p.1183-1198, 2006.