

Fontes suplementares de zinco para gatos adultos

Supplemental zinc sources for adult cats

FRANÇA, Janine¹; SAAD, Flávia Maria Oliveira Borges²; SILVA JUNIOR, José Walter da³;
NUMAJIRI, Lilian Naomi⁴; PINTO, Adriana Brasil Ferreira⁵; CHIZZOTTI, Ana Flávia⁶

¹Doutora, UFLA, Departamento de Zootecnia, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

²Professora Adjunta, UFLA, Departamento de Zootecnia, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

³Médico Veterinário, UFLA, Departamento de Zootecnia, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

⁴Zootecnista, UFLA, Departamento de Zootecnia, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

⁵Médica Veterinária, UFLA, Departamento de Zootecnia, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

⁶Graduanda em Medicina Veterinária, UFLA, Lavras, Minas Gerais, Brasil.

*Endereço para correspondência: gumerindo@nin.ufms.br

RESUMO

Conduziu-se um experimento com 24 gatos adultos, machos e fêmeas, sem raça definida, com peso médio de 3,56kg, num período de 56 dias. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições, com um total de 24 unidades experimentais para todos os parâmetros avaliados, à exceção da retenção de zinco das fontes, com 18 unidades experimentais, e da biópsia de pele, com 16 unidades experimentais. Para o zinco no plasma, utilizou-se a parcela subdividida no tempo. Os tratamentos experimentais consistiram em quatro: ração comercial, mais 30 mg de zinco (quelatado); ração comercial, mais 30 mg de zinco (sulfato de zinco); ração comercial, mais 30 mg de zinco (óxido de zinco); tratamento controle (ração comercial sem fonte suplementar). Quanto à excreção fecal de zinco, as fontes quelatadas e o óxido de zinco apresentaram menor excreção ($P<0,05$). O óxido de zinco apresentou menor excreção urinária e maior retenção no organismo em relação às outras fontes de zinco testadas ($P<0,05$). Quanto ao zinco na pele, a fonte quelatada foi superior aos outros tratamentos ($P<0,05$) e semelhante ao sulfato de zinco, quanto à concentração de zinco no pêlo, porém superior aos demais tratamentos ($P<0,05$). Para a histologia da pele, não houve diferença entre os tratamentos. As fontes quelatadas e inorgânicas possuem pontos diferentes de absorção e atendem a tecidos diferenciados no organismo.

Palavras-chave: absorção, excreção, fontes de zinco, retenção

SUMMARY

An 56-day experiment was conducted with 24 adult male and female cats, no defined breed and animals average weight of 3.56kilograms. The experimental design was entirely randomized, with four treatments and six repetitions, amounted to 24 experimental units for all the assessed parameters, except for zinc source retention, with 18 experimental units, and skin biopsy, with 16 experimental units. A split-plot arrangement was used for plasma zinc assessment. The experimental treatments were four: commercial ration plus 30 mg of chelated zinc; commercial ration plus 30 mg of zinc (zinc sulfate); commercial ration (feed) plus 30 mg of zinc (zinc oxide); control treatment (commercial feed with no supplemental source). The fecal excretion, the chelated zinc and the zinc oxide sources presented less excretion ($P<0,05$). Zinc oxide displayed lower urinary excretion and higher retention in the organism, in comparison to other zinc sources tested ($P<0,05$). As for zinc in skin, the chelated source was superior to other treatments ($P<0,05$) and similar to that of zinc sulfate, in relation to zinc concentration in the hair. As for skin histology, there was no difference among the treatments. The chelated and inorganic sources manifest different absorption points and assist different tissues in the organism.

Keywords: absorption, excretion, retention, zinc source

INTRODUÇÃO

Muitos estudos a respeito da funcionalidade do micromineral zinco, no metabolismo de diferentes espécies, tais como vegetal, animal, humana e até mesmo no campo microbiológico em estudos com fungos, verificaram a importância da suplementação de zinco em casos de deficiência desse. (SANDSTEAD, 1994).

A versatilidade das características físico-químicas do zinco constitui a base de sua extensa participação no metabolismo de proteínas, ácidos nucleicos, carboidratos, lipídios. Mais recentemente, tornou-se uma importante via de investigação na elucidação do processo de controle da expressão gênica e de outros mecanismos biológicos fundamentais. Sob essa perspectiva, mais de 300 tipos diferentes de enzimas identificadas em diversas espécies vivas necessitam da coordenação de um ou mais átomos de zinco (VALUE & FALCHUK, 1993).

O zinco dietético está presente no enterócito como constituinte de uma variedade de moléculas, que inclui peptídeos e nucleotídeos de afinidades de ligações diferentes. Existem tecidos que não respondem a quantidades de zinco dietético, como músculos, cérebro, pulmões e coração, havendo concentração de zinco relativamente estável. Em contrapartida, outros tecidos tendem a refletir o grau de ingestão de zinco, como ossos, testículos, sangue e pêlos. Fígado e medula possuem os maiores *pools* metabolicamente ativos (COUSINS & HEMPE, 1990).

Processos fisiológicos como crescimento normal do pêlo e queratinização da pele necessitam de altas quantidades de zinco, visto que esse mineral participa na síntese de proteínas e atua como cofator para a RNA e DNA polimerases. Portanto é de extrema importância na rápida proliferação

celular, também, da epiderme (WATSON, 1998). Além disso, é sabido que o zinco é componente integral de diversas metaloproteínas e funções na expressão do gene e é essencial para os tecidos epiteliais de crescimento rápido, tais como pele, pêlo e garras.

Os fatores dietéticos podem ter um papel na etiologia e na terapia de doença da pele em três áreas, deficiência nutricional ou desequilíbrio, suplemento nutritivo para o efeito terapêutico e sensibilidade dietética. O nutriente zinco é um regulador de muitos aspectos do metabolismo celular, como a manutenção do revestimento e de pele saudáveis (WATSON, 1998).

De acordo com Underwood (1977), o zinco é absorvido pelo trato gastrointestinal de acordo com a necessidade, e a primeira rota de excreção são as fezes. Adicionalmente à não absorção de zinco, pequenas quantidades de zinco fecal derivam da bile, secreção pancreática e descamação das células epiteliais. Pequenas quantidades são perdidas na urina, suor e nos tegumentos.

Existem confrontos a respeito do grau de disponibilidade de compostos orgânicos em relação a compostos inorgânicos de microminerais. A resposta depende do mineral, das condições dietéticas e do estado fisiológico do animal. Para alguns minerais (selênio, cromo ou ferro), está evidente uma eficiência de utilização melhor das fontes orgânicas do que das fontes inorgânicas (HALBERG & ROSSANDER-HULTHEN, 1993). Para outros, como o zinco ou cobre, essa eficiência de utilização não está clara, o que resulta em estudos que sugerem uma melhor ou pior biodisponibilidade para fontes orgânicas (WEDEKIND & LOWRY, 1998).

No entanto, pesquisas na nutrição animal, em particular, referentes a minerais, demonstram que a disponibilidade de microminerais pode ser melhorada, quando

unidos a ligantes orgânicos, geralmente uma mistura de aminoácidos ou de peptídeos pequenos, o que leva, assim, os microminerais a serem chamados de orgânicos (ACDA et al., 2002) ou minerais quelatados. O mineral quelatado é absorvido pelo organismo e nele se mantém intacto, ou seja, a sua ligação com o aminoácido permanece inalterada. Essa absorção é feita por um mecanismo de transporte passivo (WAPNIR & STIEL, 1986).

Atualmente, a pesquisa em torno do zinco se baseia na comparação entre fontes em que pode ser fornecido: orgânicas ou inorgânicas. O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar fontes suplementares de zinco em dose terapêutica, para gatos adultos, mediante parâmetros, como absorção de zinco das fontes, retenção do elemento, retenção das fontes no pêlo, na pele e histologia da pele.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), nas instalações do gatil experimental.

Foram utilizados 24 gatos adultos, machos e fêmeas, sem raça definida, com peso médio de $3,56 \pm 0,58$ kg, alojados em gaiolas metabólicas durante todo o período experimental, com fornecimento de água e alimentação por meio de bebedouros e comedouros automáticos, respectivamente, devidamente identificados e distribuídos inteiramente ao acaso em quatro tratamentos e seis repetições, com um total de 24 unidades experimentais. O experimento foi realizado em um período total de 56 dias, dividido em uma fase de adaptação à ração comercial, com duração de 14 dias e uma fase experimental aos tratamentos, com duração de 42 dias, quando foram realizadas as coletas de amostras.

Os tratamentos foram constituídos de uma ração comercial e três fontes de zinco testadas, que foram administradas aos animais em dose terapêutica de 30mg de Zn/animal, uma única vez ao dia. Além da ração comercial, sem adição suplementar de zinco, as fontes de zinco testadas eram oferecidas separadamente aos animais, veiculadas a 20 mL de leite em dose única diária, num total de quatro tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1. Tratamentos experimentais e dose de zinco utilizada das fontes testadas do mineral

Tratamentos	Dietas experimentais
1	Ração comercial + 30 mg de Zn adicional – quelato zinco-aminoácido (ZnQ) (17,4% Zn)
2	Ração comercial + 30 mg de Zn adicional – sulfato de zinco (ZnSO ₄) (33% Zn)
3	Ração comercial + 30 mg de Zn adicional – óxido de zinco (p.a)(ZnO) (78% Zn)
4	Ração comercial sem adição suplementar de zinco (controle)

Para a obtenção da dose terapêutica suplementar de 30 mg de Zn/animal das fontes de zinco testadas, utilizaram-se 4,545g de sulfato de zinco, 2,055g de óxido de zinco e 8,550g de quelato zinco-aminoácido, sendo cada uma das quantidades adicionadas a um litro de leite para cada fonte. Foram utilizados 20mL de leite de cada tratamento e administrados diariamente, via oral, aos animais.

O cálculo da quantidade da ração fornecida de acordo com a fórmula de consumo energético (60 kcal x PV), segundo o NRC (1986).

Para a determinação do consumo de zinco da ração controle, consumo total de zinco, zinco retido das dietas experimentais, zinco retido das fontes suplementares, utilizou-se a metodologia de cálculo transcrita abaixo:

Consumo de zinco da ração controle (mg/animal/dia) = Consumo de ração (kg) x mg de Zn por kg da ração.

Consumo total de zinco (mg/animal/dia) = Consumo de ração (kg) x mg de Zn por kg da ração (kg) + consumo de Zn das fontes.

Zinco retido das dietas experimentais (mg/animal/dia) = Consumo total de Zn (mg) - [Excreção de Zn nas fezes (mg) + Excreção de Zn na urina (mg)].

Zinco retido das dietas experimentais (% de retenção) = {Consumo total de Zn (mg) - [Excreção de Zn nas fezes (mg) + Excreção de Zn na urina (mg)]} x 100 / Consumo total de Zn (mg/dia).

Zinco retido das fontes suplementares (% de retenção) = [Zn da dieta total (mg) - Zn retido somente da dieta controle (mg)] x 100 / Zn suplementado pelas fontes.

No primeiro dia experimental, após o período de adaptação, uma área de seis cm² de pêlo foi tosada rente à pele, no flanco esquerdo de todos os animais. Ao final do experimento (42 dias após a primeira tosa), foi feita outra tosa no flanco esquerdo de todos os animais para a colheita de pêlos destinados à análise de zinco. Os pêlos da

primeira tosa foram descartados, usando-se apenas os pêlos da segunda coleta de maneira uniforme para todos os tratamentos.

Do trigésimo ao trigésimo sexto dia experimental, foram realizadas as colheitas de fezes e urina, num período de sete dias, diariamente, em intervalos de 12 horas (7:00 e 18:00 horas). As amostras de sangue para a avaliação do zinco plasmático foram colhidas diretamente da veia jugular, no último dia de experimento (quadragésimo segundo dia da fase experimental), imediatamente antes da suplementação e, subsequentemente, de duas em duas horas, até doze horas, após o oferecimento dos tratamentos experimentais. Para facilitar o manejo nas colheitas de sangue, os animais receberam, via oral, 0,2mg/kg de acepromozina 1,0% (tranquilizante). Esse procedimento foi adotado para diminuir o grau de estresse provocado pela intensa manipulação, o que poderia interferir nos resultados do estudo. Para a colheita de sangue, foram utilizadas agulhas e seringas descartáveis de 5mL e tubos Vacutainer® com heparina sódica. As amostras foram centrifugadas imediatamente para separação do plasma, acondicionadas em tubos e congeladas para análises.

As biopsias de pele foram realizadas no último dia experimental, em quatro animais de cada tratamento. Foi retirado um cm² de pele da região lombar, para a preparação de cortes histológicos e análise de zinco.

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição do Instituto Mineiro de Agropecuária (IMA), localizado na cidade de Belo Horizonte, MG. O zinco foi determinado em espectrofotômetro de absorção atômica, com chama redutora de ar-acetileno, observando-se os procedimentos recomendados em Cantle (1982). Foram realizadas as seguintes análises por espectrofotômetro de absorção atômica: zinco no plasma, zinco nas fezes,

na urina, no pêlo e na pele e zinco no suplemento (fontes de zinco), na ração comercial, na água e no leite.

Os dados foram submetidos à análise de variância através do PROC GLM (General Linear Models), do pacote computacional SAS (1995). Foi feita comparação das médias dos resultados obtidos para os coeficientes de absorção e excreção de zinco (das fontes e das dietas testadas), o teor de zinco no pêlo e pele e a concentração plasmática, pelo teste de Tukey, com significância a 5% de probabilidade, para a observação de todos os efeitos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença estatisticamente significativa ($P>0,05$) no consumo de ração

em gramas por dia, com base na matéria seca, sendo apresentados valores médios de 66,14; 69,54; 70,31; 70,49, respectivamente, para os tratamentos que continham as fontes suplementares de zinco quelato de zinco, sulfato de zinco, óxido de zinco e tratamento controle sem fonte suplementar. Quanto aos valores de zinco retido no organismo, em % do zinco consumido, os tratamentos que continham as fontes suplementares na forma de óxido de zinco e quelato de zinco apresentaram os maiores valores de retenção no organismo ($P<0,05$), respectivamente, entretanto, os animais que receberam tratamentos controle sem fonte suplementar e os que receberam o tratamento com fonte suplementar sulfato de zinco, que foram estatisticamente semelhantes entre si ($P>0,05$), apresentaram o mais baixo valor de retenção do mineral no organismo (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios e seus respectivos erros-padrão de zinco excretado nas fezes, zinco excretado na urina e zinco retido no organismo, em % do zinco consumido, o que resulta no balanço diário de zinco consumido das dietas experimentais, em porcentagem (%)

Balanço Diário de Zinco ¹ (%)			
Tratamentos	Excretado nas fezes	Excretado na urina	Retido no organismo
Quelato de zinco	39,26 (3,09) ^a	8,45 (1,09) ^a	52,29 (2,95) ^b
Sulfato de zinco	60,23 (3,09) ^b	9,38 (1,09) ^a	30,39 (2,95) ^c
Óxido de zinco	30,87 (3,38) ^a	2,85 (1,20) ^b	66,28 (3,23) ^a
Controle	60,09 (3,38) ^b	6,63 (1,20) ^{a,b}	33,28 (3,23) ^c
CV(%)	15,82	38,13	16

¹Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a um nível nominal de significância de 5%.

Coeficiente de variação (CV) em porcentagem

Os animais que receberam a fonte suplementar óxido de zinco tiveram uma retenção do mineral no organismo superior estatisticamente ($P < 0,05$) aos demais tratamentos (aproximadamente 14% superior), seguidos dos animais que receberam, como fonte suplementar, o zinco quelatado. Uma vez que as excreções fecais foram semelhantes para os tratamentos contendo zinco de fonte quelatada e óxido de zinco, é possível que o diferencial entre as retenções de zinco dessas duas fontes esteja na excreção renal. Sendo assim, o óxido de zinco apresentou

uma menor excreção renal ($P < 0,05$) em relação à fonte suplementar quelatada.

Quanto aos valores de zinco excretado via urina, foram inferiores aos valores de excreção de zinco via fezes, o que comprova que a principal rota de excreção desse mineral são as fezes, sendo pequenas as quantidades perdidas na urina (UNDERWOOD, 1977). Os valores de zinco provenientes da ração comercial foram descontados por meio de cálculos matemáticos para a obtenção dos reais valores de retenção de zinco provenientes somente das fontes suplementares testadas (Tabela 3).

Tabela 3. Valores médios e seus respectivos erros-padrão de zinco retido das fontes, em porcentagem e em miligramas, em função das fontes suplementares de zinco testadas

Tratamentos	Médias	
	Retido Fonte (%)	Retido Fonte (mg)
Quelato zinco	59,72 (4,16) ^b	17,77 (1,23) ^b
Sulfato de zinco	29,32 (4,16) ^c	8,49 (1,23) ^c
Óxido de zinco	79,32 (4,56) ^a	25,39 (1,35) ^a
CV (%)	18,63	17,97

^{a,b,c}Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a um nível nominal de significância de 5%.

Todos os tratamentos foram estatisticamente diferentes entre si ($P < 0,05$) quanto à retenção de zinco das fontes suplementares testadas. O óxido de zinco apresentou uma maior retenção de zinco, com 79,32%, em relação às demais fontes. O tratamento com fonte suplementar de zinco quelatado apresentou uma retenção do mineral no organismo de 59,72%, semelhante aos valores de retenção encontrados por Borges et al.(2004), com média de 59,96%, e superior ($P < 0,05$) à retenção do zinco do

sulfato de zinco, também em conformidade com os resultados obtidos pelos referidos autores.

Esse valor de retenção superior da fonte inorgânica de zinco em relação à fonte orgânica sugere que, com o aumento na idade do animal, pode haver perdas significativas nos benefícios da utilização de fontes orgânicas em alimentos para animais adultos, de acordo com Wedeking & Lowry (1998). As concentrações de zinco na pele e pêlo são descritas na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios e seus respectivos erros-padrão da concentração de zinco na pele e no pêlo, em ppm, em função dos tratamentos estudados

Tratamentos	Zinco (ppm)	
	Pele	Pêlo
Quelato de zinco	47,06 (2,28) ^a	278,5 (20,4) ^a
Sulfato de zinco	37,46 (2,28) ^b	213,3 (20,4) ^{a b}
Óxido de zinco	46,07 (2,28) ^{a b}	187,0 (22,4) ^b
Controle	40,11 (2,28) ^b	186,8 (20,4) ^b
CV (%)	10,71	22,98

^{a,b}Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a um nível nominal de significância de 5%.

Os animais que receberam o tratamento com fonte suplementar de zinco quelatada apresentaram maior concentração de zinco na pele ($P < 0,05$), de 47,06ppm, em relação aos que receberam a fonte suplementar sulfato de zinco, que apresentaram a menor concentração de zinco na pele, 37,46 ppm. Porém, a fonte quelatada foi estatisticamente semelhante ($P > 0,05$) aos outros dois tratamentos com fonte suplementar óxido de zinco e ao tratamento controle sem fonte suplementar de zinco.

Quanto à concentração de zinco no pêlo, nos animais que receberam o tratamento com fonte suplementar de zinco quelatada, foi estatisticamente diferente ($P < 0,05$), com uma maior concentração de zinco no pêlo (278,5ppm), em comparação àqueles que receberam os tratamentos com fonte suplementar óxido de zinco (187,0ppm) e ao controle (186,8ppm) sem suplementação de zinco. De acordo com Premier Pet (1999), o uso de minerais ligados a aminoácidos decorre do fato de existir uma necessidade específica, por parte de certos tecidos e sistemas enzimáticos do organismo, de determinados tipos de aminoácidos, e o zinco de fontes orgânicas é o que se deposita em maior quantidade no pêlo.

Esses resultados também estão de acordo com Spears (1996), quando afirma que determinados quelatos de microminerais ou os complexos podem estimular determinados processos biológicos ou, ainda, o mineral presente na forma orgânica pode entrar em *pools* diferentes dentro do corpo, sob formas inorgânicas. Dados compatíveis com o deste experimento também foram encontrados por Lowe et al. (1994b), que verificou uma maior deposição de zinco e maior taxa de crescimento do pêlo de cães suplementados com fonte de zinco aminoácido, se comparadas ao óxido de zinco. Da mesma forma, resultados obtidos por Kuhlman & Rompolá (1998), em estudo comparando formulários orgânicos e inorgânicos de zinco, sob a condição de folículo piloso em cadelas, sugerem que o zinco quelatado proporciona um crescimento adequado de pêlo, pois níveis ótimos do mineral traço são fornecidos aos folículos pilosos, devido a uma absorção mineral mais eficiente ou à captação mais eficiente pelo tecido. Na Tabela 5, encontram-se os valores das concentrações de zinco no plasma dos animais experimentais.

Tabela 5. Valores médios e seus respectivos erros-padrão da concentração de zinco no plasma (mg/L), em função dos tratamentos e dos tempos após a suplementação das fontes de zinco (h) estudados para gatos adultos

Tempos (horas)	Tratamentos			
	Quelato de Zinco	Sulfato de Zinco	Óxido de Zinco	Controle
0	2,79 (0,38) ^b	2,30 (0,41) ^b	4,60(0,41) ^a	1,92(0,38) ^b
2	4,50 (0,38) ^{ab}	3,57 (0,41) ^b	5,21(0,41) ^a	2,31(0,38) ^c
4	4,53 (0,38) ^a	4,55 (0,41) ^a	4,08(0,41) ^a	1,70(0,38) ^b
6	5,06 (0,38) ^a	3,35 (0,41) ^b	3,78(0,41) ^b	1,98(0,38) ^c
8	3,36 (0,38)	3,42 (0,41)	3,09(0,41)	2,73(0,38)
10	2,89 (0,38) ^b	2,95 (0,41) ^{ab}	4,02(0,41) ^a	2,27(0,38) ^b
12	2,55 (0,38)	2,90 (0,41)	2,76(0,41)	2,59(0,38)

^{a,b}Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a um nível nominal de significância de 5%.

Houve interação significativa ($P < 0,05$) do tempo em relação ao tratamento. Para a zero hora após a suplementação, o tratamento com óxido de zinco foi estatisticamente superior a todos os outros tratamentos ($P < 0,05$), com uma concentração plasmática de zinco de 4,60mg/L, contra uma menor concentração plasmática de zinco de 1,92mg/L dos animais do tratamento controle sem suplementação. A alta concentração de zinco do tratamento com óxido de zinco na hora zero, provavelmente, se deve a mecanismos homeostáticos de reciclagem do zinco ingerido nos dias anteriores ou à excreção do zinco armazenado nos tecidos. Como esse tratamento apresentou altas taxas de retenção, é de se supor que as taxas de reciclagem e de excreção sejam igualmente altas.

Segundo Krebs (2000), as mudanças na excreção endógena parecem responder rapidamente a variações na ingestão, tanto de concentrações um pouco acima quanto daquelas um pouco abaixo dos valores recomendados de zinco. Já, a absorção de zinco responde mais lentamente, sendo o

organismo capaz de lidar com flutuações maiores na concentração do metal.

Duas horas após a suplementação, os tratamentos com fonte suplementar quelatada (4,50mg/L) e óxido de zinco (5,21mg/L) apresentaram as maiores concentrações plasmáticas de zinco ($P < 0,05$). Entretanto, às quatro horas foram semelhantes ao sulfato de zinco (4,55 mg/L) ($P > 0,05$), porém ainda superiores ao tratamento que recebeu ração comercial sem suplementação (1,70mg/L). Já, às seis horas após suplementação, os animais que receberam o tratamento com fonte suplementar quelatada apresentaram maior concentração plasmática de zinco (5,06mg/L), em detrimento dos demais tratamentos ($P < 0,05$).

Para os tempos oito e doze horas, após a suplementação com as fontes de zinco, não houve diferença estatisticamente significativa entre os animais de todos os tratamentos quanto à concentração de zinco no plasma ($P > 0,05$). E, às dez horas após suplementação, os animais suplementados com o óxido de zinco apresentaram maior concentração plasmática de zinco em relação aos

animais suplementados com zinco quelatado e aos do tratamento controle, sem suplementação. Porém, todos os tratamentos foram semelhantes ao do sulfato de zinco, com concentrações plasmáticas sem diferenças significativas ($P>0,05$).

Esses dados não estão de acordo com dados obtidos por Lowe et al. (1994a) e Brinkhaus et al. (1998), que encontraram maior concentração plasmática de zinco da fonte suplementar quelatada em diferentes tempos de suplementação para cães em relação à fonte inorgânica. As demandas do zinco dos animais de estimação variam pela raça, pela genética, pelo estágio da vida, pelo estado fisiológico, pelo estado nutricional e pelo estresse ambiental. É também mais provável que a fonte orgânica de zinco satisfaça variações na demanda, especialmente, quando a demanda é maior (BRINKHAUS et al., 1998; HOUSE, 1999). Ou seja, em condições em que o animal se encontra em maior necessidade de zinco, em processos fisiológicos que requerem esse micromineral em maior intensidade, como por exemplo, processos de cicatrização da pele, reprodução, síntese protéica, entre outros, as fontes consideradas orgânicas são mais eficazes em atender essa maior demanda. Ainda, em dietas que contenham nutrientes como o fitato e o cálcio em altas quantidades, há efeito negativo sobre a disponibilidade do zinco proveniente de fontes inorgânicas.

Da mesma forma, Casey et al. (1981) e Valberg et al. (1985) afirmam que os fatores, como fonte de zinco e nível de suplementação, afetam o controle do transporte do mineral do lúmen intestinal para a circulação ou a subsequente incorporação celular, comparando valores de pico de zinco plasmático de cada fonte do mineral e seu tempo de ocorrência.

Não houve diferença entre os tratamentos quanto à histologia da pele dos animais experimentais.

A dose terapêutica de 30mg, por animal, da fonte suplementar quelatada propicia benefícios quanto à concentração do mineral na pele, em relação à fonte inorgânica sulfato de zinco. Além disso, proporciona uma maior deposição de zinco no pêlo, quando comparada com a fonte inorgânica óxido de zinco. No entanto, o óxido de zinco apresentou maior retenção no organismo em relação às demais fontes, com um pico de absorção mais rápido, o que sugere pontos de absorção diferentes ao longo do intestino, a depender da fonte suplementar de zinco testada, de acordo com o tempo após suplementação.

AGRADECIMENTOS

À Empresa Alltech do Brasil Agroindustrial Ltda, pelo fornecimento das fontes suplementares de zinco testadas neste estudo.

REFERÊNCIAS

ACDA, S.P.; CHAE, B.J.A. Review on the applications of organic trace minerals in pig nutrition. **Journal of Nutrition**, v.131, n.1, p.25-30, 2002. Supplement.

BORGES, F. M. O.; OLIVEIRA, R. V.; LOWE, J. A.; RODRIGUES, P. B.; ROCHA, M.; SILVA JÚNIOR, J. W. Zinc bioavailability from two dietary sources in cat. In: SYMPOSIUM ON NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, 20., 2004, Lexington. **Anais...** Lexington, 2004. p. 28-28.

BRINKHAUS, F.; MANN, J.; ZORICH, C.; GREAVES, J. A. Bioavailability of zinc propionate in dogs. **Journal of Nutrition**, v.128, n.12, p.2596-2597, 1998. Supplement.

CANTLE, J. E. **Atomic absorption spectrometry**. New York: Elsevier Scientific, 1982. v.5, p.448.

CASEY, C. E.; WALRAVENS, P. A.; HAMBIDGE, K. M. Zinc absorption and plasma response. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.34, n.7, p.1443-1444, 1981.

COUSINS, R.J.; HEMPE, J.M. Zinc. In: BROWN, M.L. **Present knowledge in nutrition**. 6.ed. Washington: International Life Science Institute, 1990. 532p.

HALBERG, L; ROSSANDER, L. Factors influencing the bioavailability of dietary iron in man. In: SCHLEMMER, U (Ed). **Bioavailability'93**: nutritional chemical and food processing implications of nutrient availability Karlsruhe, Germany, 1993. p.23-32.

HOUSE, W. A. Trace element bioavailability as exemplified by iron and zinc. **Field Crops Research**, v.60, n.1/2, p.15-141, 1999.

KREBS, N. F. Overview of zinc absorption and excretion in the human gastrointestinal tract. **Journal Nutrition**, v.130, n.5, p.1374-1377, 2000. Supplement.

KUHLMAN, G.; ROMPALA, R. E. The influence of dietary sources of zinc, copper and manganese on canine reproductive performance and hair mineral content. **Journal Nutrition**, v.128, n.12, p.2603-2605, 1998. Supplement.

LOWE, J. A.; WISEMAN, J.; COLE, D. J. A. Absorption and retention of zinc when administered as an amino-acid chelate in the dog. **Journal Nutrition**, v.124, n.12, p.2572-2574, 1994a. Supplement.

LOWE, J. A.; WISEMAN, J.; COLE, D. J. A. Zinc source influences zinc retention in hair growth in the dog. **Journal Nutrition**, v.124, n.12, p.2575-2576, 1994b. Supplement.

NACIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutriente Requirements of Cats**. Washington: National Academy Press, 1986.

PREMIER PET. As vantagens dos minerais quelatados para cães e gatos. **Boletim Informativo**, n.3, 1999. Disponível em: <<http://www.premierpet.com.br>>. Acesso em: 02 jun. 2003.

SANDSTEAD, H. H. Understanding zinc: recent observations and interpretations. **Journal of Laboratory and Clinical Medicine**, v.124, n.3, p.322-327, 1994.

SAS INSTITUTE. **User's guide**: statistics. Cary, 1995. p. 956.

SPEARS, J. W. Organic trace minerals in ruminant nutrition. **Animal Feed Science Technology**, v.58, p.151-116, 1996.

UNDERWOOD, E. J. **Trace elements in human and animal nutrition**. 4. ed. New York: Academic Press, 1977. 545p.

VALBERG, L. S.; FLANAGAN, P. R.; BRENNAN, J.; CHAMBERLAIN, M. J. Does the oral zinc tolerance test measure zinc absorption? **American Journal of Clinical Nutrition**, v.41, n.1, p.37-42, 1985.

VALUE, B. L.; FALCHUK, K. H. The biochemical basis of zinc physiology. **Physiological Reviews**, v.73, n.1, p.79-111, 1993.

WAPNIR, R. A.; STIEL, L. Zinc intestinal absorption in rats: specificity of amino acids as ligands. **Journal of Nutrition**, v.116, n.11, p.2171-2179, 1986.

WATSON, T. D. G. Diet and skin disease in dogs and cats. **Journal of Nutrition**, v.128, n.12, p.2783- 2789, 1998.

WEDEKIND, K. J.; LOWRY, S. R. Are organic sources efficacious in puppies? **Journal Nutrition**, v.128, n.12, p.2593-2595, 1998. Supplement.

Data de recebimento: 09/12/2007

Data de aprovação: 15/07/2008