



**FONTES SUPLEMENTARES DE SELÊNIO
PARA GATOS ADULTOS**

JOSÉ WALTER DA SILVA JÚNIOR

2007

JOSÉ WALTER DA SILVA JÚNIOR

**FONTES SUPLEMENTARES DE SELÊNIO PARA
GATOS ADULTOS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

Orientadora
Profa. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

**Ficha catalográfica preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Silva Jr., José Walter

Fontes suplementares de selênio para gatos adultos /José Walter da Silva
Júnior. – Lavras: UFLA, 2007

74 p.: il.

Orientadora: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad

Tese (Doutorado) – UFLA.

Bibliografia.

1.Selênio (Se). 2.Glutationa Peroxidase (GSH-Px) 3.Gatos adultos

I.Universidade Federal de Lavras. II.Título.

CDD– 633.2

- 633.....

JOSÉ WALTER DA SILVA JÚNIOR

FONTES SUPLEMENTARES DE SELÊNIO PARA GATOS ADULTOS

Tese apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Curso de Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Nutrição de Monogástricos, para a obtenção do título de “Doutor”.

APROVADA em 15 de fevereiro de 2007.

Dr. Carlos Eduardo do Prado Saad	UFLA
Dr. Márcio Gilberto Zangerônimo	UFLA
Profa. Dra. Priscila Vieira Rosa Logato	UFLA
Prof. Dr. Raimundo Vicente de Souza	UFLA

Profa.Dra. Flávia Maria de Oliveira Borges Saad
DZO/UFLA-MG
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2007

OFEREÇO

A três grandes mulheres:

A minha primeira e maior orientadora, MARIA ROSA que, com todo amor e carinho, desempenha de forma exemplar o papel de mãe.

À amiga FLÁVIA BORGES SAAD, pelos créditos e oportunidades na minha vida profissional e pessoal.

À LIDIA LIMA, amiga e amante, pelos melhores anos da minha vida.

Aos meus irmãos e ao meu pai,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Lavras, minha comunidade preferida, da qual tenho orgulho de fazer parte.

À Flávia Borges Saad, pela liberdade e também pelos “puxões de orelha”, deixando o testemunho de que sempre serei seu orientado.

Aos professores do programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos e, também, pelo crédito e liberdade de poder iniciar uma carreira profissional ainda concluindo estes estudos.

À Lídia Lima, pelo companheirismo e amizade, e também pelo enorme auxílio na análise dos tecidos; e a sua família, pelo amor e carinho.

Ao amigo Márcio Zangerônimo, pelo imenso auxílio na parte estatística e pela ajuda na compreensão da mesma.

Aos amigos Vinícius Cantarelli, Leonardo Lara (Google) e Márcio Zangerônimo, pelos devaneios, insertas, discussões, suposições, loucuras e idéias que tornaram ainda mais “insana” essa mente.

À empresa ALLTECH do BRASIL, em especial ao amigo Maurício Rocha, pelo apoio financeiro incondicional para a realização das pesquisas.

À empresa OURO FINO PET, em especial aos amigos Luis Cláudio Sinelli e Sérgio Correa, pela liberdade de me ausentar, sempre que necessário, para a conclusão deste estudo.

Ao Laboratório HIDROCEPE, em Belo Horizonte, MG, pelo subsídio e apoio nas análises.

Ao Hospital Veterinário da UFLA e seus funcionários, pelo auxílio na realização dos procedimentos cirúrgicos, em especial aos amigos Bruno Torres e Endrigo Gabellini, que coordenaram as equipes cirúrgicas.

Ao Setor de Patologia Veterinária do DMV-UFLA, pelo auxílio e apoio nas análises de tecidos.

Ao Laboratório de Sistemática e Ecologia de Fungos e Patologia Florestal do Departamento de Fitopatologia da UFLA, pela disponibilidade e orientação na realização das fotografias das lâminas histológicas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos aqueles, que de uma maneira ou outra, me ajudaram a chegar até aqui, e que, muitas vezes, não fui capaz de reconhecer ou mesmo perceber, meus sinceros agradecimentos.

E a DEUS, pelos raros dias tristes, que nos fazem lembrar da infinidade de dias felizes.

BIOGRAFIA

JOSÉ WALTER DA SILVA JÚNIOR, filho de José Walter da Silva e Maria Rosa Correia da Silva, nasceu no Rio de Janeiro, RJ, em 20 de maio de 1977.

Em março de 1996 ingressou na Universidade Federal de Lavras, onde, em dezembro de 2000, obteve o título de Médico Veterinário.

Iniciou, em março de 2001, no programa de Residência em Clínica Médica de Cães e Gatos, no Departamento de Medicina Veterinária da Universidade Federal de Lavras, concluído em abril de 2002.

Em fevereiro de 2003 ingressou na Pós-Graduação em Zootecnia na mesma universidade, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos e obtendo o título de “Mestre” em 20 de fevereiro de 2004.

Em março de 2004 iniciou o doutorado em Zootecnia, também na Universidade Federal de Lavras, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Monogástricos. Em 15 de fevereiro de 2007, submeteu-se à defesa de tese para a obtenção do título de “Doutor”.

SUMÁRIO

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
1 INTRODUÇÃO.....	6
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	8
2.1 Histórico	8
2.2 Propriedades físico-químicas do selênio.....	9
2.3 Funções biológicas do selênio.....	10
2.3.1 Glutaciona peroxidase (GSH-Px).....	11
2.3.2 Regulação da ação do hormônio da tireóide	13
2.3.3 Outras funções do selênio	14
2.4 Metabolismo do selênio.....	15
2.4.1 Formas dietéticas.....	16
2.4.2 Absorção	17
2.4.3 Distribuição e retenção tecidual	19
2.4.3.1 Selênio nos testículos.....	21
2.4.3.2 Selênio no pêlo	22
2.4.4 Biodisponibilidade.....	23
2.4.5 Excreção	24
2.5 Aspectos nutricionais.....	25
2.5.1 Relação do selênio com a vitamina E	26
2.5.2 Necessidades nutricionais diárias	27
2.5.3 Deficiência de selênio.....	29
2.5.4 Intoxicação por selênio	31
3 MATERIAL E MÉTODOS	33
3.1 Local do experimento.....	33
3.2 Animais, instalações e período experimental.....	33
3.3 Dieta e tratamentos experimentais	34
3.4 Procedimento experimental	36
3.4.1 Colheita de pêlo.....	37
3.4.2 Colheita de fezes e urina	37
3.4.3 Colheita de sangue para a avaliação de selênio.....	37
3.4.4 Colheita de sangue para avaliação de GSH-Px	38
3.4.5 Biópsia dos tecidos.....	38
3.5 Análises laboratoriais	38
3.5.1 Determinação de selênio.....	38

3.5.2 Preparados histológicos permanentes	39
3.6 Análises estatísticas	39
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
4.1 Consumo e digestibilidade das dietas	42
4.2 Absorção, excreção e biodisponibilidade de selênio	43
4.3 Avaliação dos níveis de Se plasmático	47
4.4 Avaliação da enzima glutathione peroxidase plasmática	52
4.5 Avaliação do Se nos tecidos	53
4.6 Histologia tecidual	56
4.6.1 Preparados histológicos do fígado	56
4.6.2 Preparados histológicos do testículo	37
4.6.3 Preparados histológicos do linfonodo	37
4.6.4 Preparados histológicos de pele	37
5 CONCLUSÃO	61
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61
7. ANEXOS	68

LISTA DE TABELAS

	Pág.
TABELA 1	Propriedades atômicas do elemento Selênio (Se)..... 10
TABELA 2	Necessidades nutricionais de selênio de algumas espécies.. 29
TABELA 3	Análise de Selênio no alimento comercial, água de bebida, leite (veículo da suplementação) e fontes de selênio para gatos adultos..... 34
TABELA 4	Níveis de garantia (composição química) da dieta padrão.. 35
TABELA 5	Composição das dietas experimentais..... 36
TABELA 6	Quantidade de selênio em cada tratamento..... 36
TABELA 7	Consumo de alimento médio diário, produção diária de fezes e coeficiente de digestibilidade das rações de gatos recebendo diferentes fontes e doses de selênio na dieta..... 42
TABELA 8	Consumo de selênio médio diário, excreção média diária de Se nas fezes e excreção média diária de Se na urina de gatos recebendo diferentes fontes desse elemento na dieta..... 44
TABELA 9	Porcentagem de selênio absorvido, selênio retido e selênio retido do absorvido por gatos recebendo diferentes fontes desse elemento na dieta..... 46
TABELA 10	Médias dos níveis de selênio plasmático às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas pós-prandial de gatos recebendo dietas com diferentes fontes e doses desse elemento na dieta..... 48
TABELA 11	Selênio plasmático às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas pós-prandial de gatos recebendo dietas com diferentes fontes e doses desse elemento na dieta..... 50
TABELA 12	Médias dos níveis de selênio plasmático às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas pós-prandial de gatos recebendo dietas com diferentes doses e fontes desse elemento na dieta..... 51

TABELA 13	Selênio plasmático às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas pós-prandial de gatos recebendo diferentes doses e fontes desse elemento na dieta.....	51
TABELA 14	Avaliação do “status” de Se plasmático de acordo com a área sob a curva de 0 a 12 horas pós-prandial dos gatos recebendo dietas com diferentes fontes e doses desse elemento.....	52
TABELA 15	Concentração de glutathione peroxidase (U/g Hb) no sangue de gatos recebendo diferentes fontes e doses de selênio na dieta.....	53
TABELA 16	Quantidade de selênio no pêlo de gatos recebendo diferentes fontes e doses de selênio na dieta.....	54
TABELA 17	Teor de selênio no pêlo, pele, fígado, testículos e linfonodo mesentérico de gatos recebendo rações contendo diferentes fontes e dose desse mineral na dieta....	55

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
FIGURA 1 Níveis de Se plasmático de 0 a 12 horas pós-prandial dos gatos recebendo dietas com diferentes fontes e doses desse elemento.....	49
FIGURA 2 Preparados histológicos do tecido hepático de gatos adultos.....	56
FIGURA 3 Preparados histológicos de tecido testicular de gatos adultos.....	57
FIGURA 4 Preparados histológicos de linfonodo de gatos adultos.....	58
FIGURA 5 Preparados histológicos de pele de gatos adultos.....	59

RESUMO

SILVA JÚNIOR, José Walter. **Fontes suplementares de selênio para gatos adultos**. 2007. 74p. Tese (Doutorado em Zootecnia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.*

Com o objetivo de avaliar diferentes fontes do elemento selênio, foi conduzido um experimento no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), utilizando 25 gatos adultos, machos e fêmeas, sem raça definida, com peso médio de $3,58 \pm 0,54$ kg kg. As variáveis avaliadas foram: consumo diário de ração e selênio, excreção fecal e urinária de selênio, concentração plasmática de glutathione peroxidase, selênio retido, selênio retido do absorvido, teor de selênio tecidual (pêlo, linfonodo, fígado e testículo) e histologia tecidual. Os tratamentos experimentais consistiram em T1: dieta padrão sem adição de Se (controle); T2: dieta padrão + 30 mcg de Se orgânico (Selplex[®]); T3: dieta padrão + 30 mcg de Se inorgânico (selenito de sódio); T4: dieta padrão + 60 mcg de Se orgânico (Selplex[®]) e T5: dieta padrão + 60 mcg de Se inorgânico (selenito de sódio). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 2x2 com um tratamento adicional, sendo cinco tratamentos com cinco repetições, totalizando 25 unidades experimentais, para todos os parâmetros avaliados, com exceção da biópsia tecidual (cinco tratamentos, três repetições; 15 unidades experimentais). Para as concentrações de selênio plasmático, seguiu-se o mesmo delineamento, porém, com a utilização de parcela subdividida no tempo. Houve diferença significativa na retenção das fontes de selênio estudadas, tendo a fonte orgânica apresentado maiores taxas de retenção desse mineral ($P < 0,05$) e absorção mais rápida que a fonte inorgânica ($P < 0,05$). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados para os níveis plasmáticos de glutathione peroxidase ($P > 0,05$). Quanto ao selênio tecidual, apenas o pêlo apresentou resposta significativa ($P < 0,05$), tendo os tratamentos com níveis mais altos de selênio apresentado maior retenção no pêlo, sem interferência da fonte. Nenhuma diferença foi observada na histologia tecidual.

* Comitê de Orientação: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad – UFLA/DZO (Orientadora); Priscila Vieira Rosa Logato – UFLA/DZO; Raimundo Vicente de Sousa – UFLA/DMV

ABSTRACT

SILVA JÚNIOR, José Walter. **Supplemental sources of selenium for adult cats.** 2007. 74p. Thesis (Doctorate in Animal Science) – Federal University of Lavras, Lavras.*

With the objective to evaluate different selenium's sources, It was made an experiment at University of Lavras (Animal Science Department) with 25 cats (adults, males, females, without a definite race, with medium weight of $3,58 \pm 0,54$ Kg). The evaluated variables were daily consumption of ration and selenium, fecal and urinary excretions of selenium, plasmatic concentration of 'Glutathione Peroxidase', retained selenium, retained selenium from absorbed, content from tissue selenium (fur, lymph node, liver and testicle) and tissue histology. The experimental treatments consisted in T1: standard diet without addition of Se (control), T2: standard diet + 30 mcg of organic Se (Selplex), T3: standard diet + 30 mcg of inorganic Se (Sodium Selenite), T4: standard diet + 60 mcg of organic Se (Selplex) and T5: standard diet + 60 mcg of inorganic Se (Sodium Selenite). The experimental delineation used was the casual blocks in factorial project 2x2 with an additional treatment, five treatments with five repetitions, for all evaluated parameters, except tissue biopsy (five treatments, three repetitions, 15 experimental units). For all concentrations of plasmatic selenium, It was followed the same delineation, however, with the utilization of subdivided fraction at the time. There was significant difference in the retention of the studied selenium sources, being the organic source showed the bigger rates of retention from this mineral ($P < 0, 05$). There weren't significant differences among the studied treatments to the Glutathione Peroxidase's plasmatic levels ($P > 0, 05$). About the tissue selenium, only the fur showed significant answer ($P < 0, 05$). The treatments with the highest levels of selenium showed the biggest retention in the furs, without the source's interference. No one difference was observed at the tissue histology.

*Guidance Committee: Flávia Maria de Oliveira Borges Saad – UFLA/DZO (Adviser); Priscila Vieira Rosa Logato– UFLA/DZO; Raimundo Vicente de Sousa – UFLA/DMV.

1 INTRODUÇÃO

Na maioria dos mamíferos, aves e répteis, apenas quatro elementos são responsáveis por 96% do peso corporal, a saber: carbono, hidrogênio, oxigênio e nitrogênio (elementos componentes da matéria orgânica). Cerca de 40 outros elementos completam os 4% restantes do peso corporal e, entre eles, os minerais.

Entretanto, apesar de representarem uma pequena parcela do peso vivo, e muitas vezes tendo suas necessidades nutricionais expressas em microgramas (mcg), os minerais e a nutrição mineral são importantes na manutenção dos processos metabólicos do organismo.

Para cães e gatos, as funções e o metabolismo de macrominerais, como o cálcio e o fósforo, já estão bem determinados, mas, para minerais traço, como o selênio, ainda faltam muitas informações, principalmente relacionadas ao seu metabolismo em felinos domésticos.

O selênio (Se) foi identificado como um novo elemento químico em 1818, por Berzélius, na Suécia. É um mineral amplamente distribuído pelos tecidos corporais, mesmo que em ínfimas quantidades em cada um dos órgãos ou tecidos, concentrando-se, principalmente, no fígado, nos rins e nos músculos. A concentração de selênio nos tecidos vegetais e, por consequência, nos tecidos animais, é diretamente proporcional às suas concentrações no solo; os organismos oriundos do mar também são ricos em selênio.

Uma das principais funções do selênio é ser constituinte da enzima glutathione peroxidase (GSH-Px) e, assim, juntamente com a vitamina E, está intimamente relacionado ao sistema antioxidante do organismo, protegendo-o da ação dos radicais livres e outros danos oxidativos. A vitamina E exerce ação na fase lipídica ou dentro da membrana celular e a GSH-Px na fase aquosa ou nos meios extra e intracelular. Esse mineral também faz parte das deiodinases,

enzimas responsáveis pela ativação dos hormônios da tireóide e outras metaloenzimas com funções ainda não esclarecidas.

Atualmente, é cada vez mais crescente o número de evidências de que o selênio possui funções anticarcinogênicas, sendo, por isso, muito estudado na prevenção do câncer (NRC, 1983).

Assim, este ensaio foi realizado com o objetivo de avaliar duas fontes de selênio, inorgânica (Selenito de sódio) e orgânica (Selplex ®), em diferentes níveis, quanto à absorção, metabolismo e deposição nos tecidos de gatos adultos em manutenção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Histórico

Em 1818, Berzelius, em Gripsholm, Suécia, identificou o selênio (Se) como um novo elemento químico. O elemento é dependente da notável suscetibilidade dos seus elétrons em se excitar pela luz, resultando na geração de uma corrente elétrica. Esse fato conduziu ao uso de Se em células fotoelétricas, medidores de luz, retificadores e máquinas de fotocópia. É também utilizado para descolorir o esverdeado em vidros, causado por impurezas do ferro (Fe), e em excesso, para criar o efeito vermelho-rubi visto nos sinais de advertência e nas faixas refletoras na traseira dos veículos (NRC, 1983).

O interesse primário pelo mineral selênio na nutrição ocorreu pela alta concentração desse elemento em alguns tipos de plantas, que causavam intoxicação nos animais que pastavam nos locais de sua existência. Os sinais da intoxicação incluíam queda de pêlo, laminite e tendinite. Os animais morriam ou por inanição, pois a dor os impedia de buscar alimento ou pela perda dos membros afetados. Em humanos, registros relacionados à intoxicação por selênio foram primeiramente feitos na Colômbia, em 1560, pelo padre Pedro Simon, que relatou perda de cabelo e de unhas, pelas pessoas afetadas (NRC, 1983).

A descoberta, em 1957, por Schwarz & Foltz, de que é um mineral essencial, nutricionalmente, modificou as pesquisas sobre o selênio. Em vez de preocuparem-se com seu efeito tóxico, pesquisadores começaram a concentrar-se no seu papel metabólico e nas conseqüências da sua deficiência (Rotruck et al., 1973).

Já em 1965, Klaus Schwarz havia observado que o selênio funcionava como um cofator essencial em locais específicos no metabolismo intermediário.

Em seguida, em 1973, foi observado, por Rotruck e colaboradores, que o selênio fazia parte da enzima antioxidante glutathiona peroxidase. Contudo, só recentemente foi descrita a produção de radicais livres durante o metabolismo fisiológico e a caracterização do sistema antioxidante responsável pela prevenção da peroxidação lipídica (McDowell, 1992).

Hoje, o selênio é um mineral de extrema importância na nutrição humana e animal. Os estudos do uso de selênio na medicina curativa e preventiva são bastante promissores. Entretanto, mais estudos são necessários, principalmente no que diz respeito aos níveis adequados de ingestão diária e aos limites máximos de segurança em cães e, principalmente, em gatos (NRC, 2006).

2.2 Propriedades físico-químicas do selênio

O selênio foi identificado como um elemento residual durante a oxidação do dióxido sulfúrico pelo cobre, na produção de ácido sulfúrico. Sua semelhança com o telúrio, que significa terra, *tellus* em latim, fez com que fosse batizado de lua, selene, em grego (NRC, 1983; McDowell, 1992).

É classificado como um semimetal ou metalóide e é muito similar ao enxofre em suas propriedades químicas (NRC, 1983; McDowell, 1992).

O selênio, normalmente, é encontrado na natureza com três valências diferentes, selenido (Se^{2+}), selenito (Se^{4+}) e selenato (Se^{6+}). O elemento ainda pode ser volatilizado sob condições ácidas, o que requer cuidado nas análises químicas. Seis formas naturalmente estáveis foram identificadas e sete formas instáveis podem ser produzidas por ativação de nêutrons. Entretanto, a forma mais indicada para a utilização em experimentação animal é ^{75}Se , que possui maior período de meia-vida, cerca de 120 dias (NRC, 1980; NRC, 1983; McDowell, 1992). As propriedades atômicas do Se são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1 Propriedades atômicas do elemento selênio (Se)

Peso atômico	78,96
Número atômico	34
Estados oxidativos comuns	-2, 0, +4, +6
Potencial de ionização	9,75 eV
Eletronegatividade	2,55

Fonte: Adaptado de NRC (1983).

Suas formas alotrópicas incluem um pó vermelho, cristais vermelhos, musgo marrom-escuro e uma forma cinza prateada produzida após aquecimento intensivo a 200°C-220°C. Está presente principalmente em rochas Cretáceas, material vulcânico e solos marinhos. O selênio existe no solo como selenito férrico [$\text{Fe}_2(\text{OH})\text{SeO}_3$], selenato de cálcio (CaSeO_4), íon e compostos orgânicos derivados de plantas e outros organismos (NRC, 1980; NRC, 1983).

É um elemento relativamente raro, porém, amplamente distribuído pelo mundo e sua concentração na crosta terrestre está por volta de 0,09 ppm. Na maioria dos solos que contêm selênio, está presente em concentrações entre 0,1 e 0,2 ppm. Em solos com alta concentração de selênio, as plantas podem ser tóxicas para homens e animais (McDowell, 1992).

2.3 Funções biológicas do selênio

As funções do selênio são executadas por intermédio e em associação com proteínas, denominadas selenoproteínas. Cerca de quarenta selenoproteínas já foram caracterizadas nos animais, em sua maioria metalo-enzimas (Stadtman, 1991). Assim, o selênio participa de uma série de reações importantes no metabolismo intermediário (McDowell, 1992; Nunes, 1998; Borges, 1998).

As funções mais importantes do selênio citadas na literatura são descritas nos tópicos a seguir.

2.3.1 Glutathione peroxidase (GSH-Px)

Provavelmente, a glutathione peroxidase é uma das enzimas dependentes de selênio mais estudadas em todo o mundo (Zachara, 1992).

Quatro selenoproteínas, denominadas glutathione peroxidase 1 a 4 (GSH-Px 1, GSH-Px 2, GSH-Px 3, GSH-Px 4), defendem o organismo contra o estresse oxidativo (Flohe, 1988). Selenoproteínas P e W foram postuladas e têm funções semelhantes (Burk et al., 1995; Arteel et al., 1998; Saito et al., 1999; Sun et al., 1999).

A glutathione peroxidase foi descoberta por Mills (1957), sendo essa enzima na forma reduzida protege os eritrócitos contra a oxidação da hemoglobina e hemólise induzidas por H_2O_2 e ascorbato.

O sítio ativo da glutathione-peroxidase contém selenocisteína; um aminoácido raro, no qual o átomo de enxofre da cisteína foi substituído pelo átomo do selênio (McDowell, 1992).

A maior atividade de glutathione peroxidase está presente no fígado e nos eritrócitos. Moderadas concentrações estão presentes no coração, rins, pulmões e glândulas adrenais, e pequena atividade é descrita no cérebro, testículos e cristalino. A distribuição da glutathione peroxidase varia de acordo com a espécie. Frangos possuem maior atividade hepática do que nos eritrócitos, enquanto que carneiros possuem alta atividade em eritrócitos e moderada atividade hepática (Lawrence et al., 1974).

Little & O'Brien (1968) descobriram que hidroperóxidos são substrato para a glutathione peroxidase, o que foi indício para a descoberta da função biológica dessa enzima e, assim, do selênio. A glutathione peroxidase desativa os peróxidos lipídicos formados durante a oxidação dos lipídeos integrantes da membrana celular. A inativação destes peróxidos pela glutathione peroxidase protege as membranas celulares de uma lesão oxidante adicional. A vitamina E protege os ácidos graxos poliinsaturados das membranas celulares da lesão

oxidativa, evitando, assim, a liberação de peróxidos lipídicos. Ao prevenir a oxidação dos ácidos graxos das membranas celulares e a formação dos peróxidos, a vitamina E poupa o selênio celular (Case et al., 1998; Nunes, 1998).

O efeito protetor da glutathione peroxidase depende da presença da glicose. Já o efeito protetor da vitamina E, o qual é semelhante, não depende da presença da glicose (Mills & Randall, 1958; Cohen & Hochstein, 1963; Cohen et al., 1985).

Os aminoácidos que contêm enxofre (metionina, cistina e cisteína) são de grande importância no metabolismo do selênio, pois eles são necessários para a formação da glutathione peroxidase (Nunes, 1998).

Cerca de 60% da glutathione peroxidase dos seres humanos está presente no citoplasma, 30% no interior das mitocôndrias e os 10% restantes no líquido extracelular (NRC, 2000).

Dezenas de artigos relatam que um maior aporte de selênio na dieta aumenta a concentração e a atividade de glutathione peroxidase nos tecidos e eritrócitos; o fígado e o plasma possuem a mais rápida reciclagem em relação às situações de baixo e alto selênio na dieta (NRC, 1983).

Tanto a glutathione peroxidase plasmática quanto a intracelular são muito utilizadas para avaliar o “status” de selênio no organismo. A glutathione peroxidase plasmática responde mais rapidamente às variações na ingestão de selênio do que a glutathione peroxidase intracelular (Cohen et al., 1985).

Levander (1985) afirma que a mensuração da glutathione peroxidase fornece uma correlação confiável com o “status” de selênio no organismo. Yu et al. (2002), trabalhando com gatos filhotes e dietas com baixo (0,02mg/kg) e médio teor de selênio (0,40 mg/kg), relataram que a principal variação observada foi uma redução da glutathione peroxidase plasmática nos gatos filhotes que consumiram a dieta com baixo teor de selênio.

Wedekind et al. (2004) não conseguiram encontrar diferenças na concentração plasmática de glutatona peroxidase em filhotes de cães Beagle, quando pesquisaram as necessidades mínimas de selênio utilizando dietas com diferentes teores de selenito de sódio, 0,04 a 0,40 mg/kg.

Rodvien et al. (1974) e Jensen & Clausen (1981) relatam que a atividade ou os níveis de glutatona peroxidase podem ser alterados de acordo com os teores de vitamina E, ferro e ácidos graxos essenciais. Mutanen & Mykkanen (1984), pesquisando o efeito de diferentes fontes de ácidos graxos em aves, encontraram que a glutatona peroxidase plasmática aumenta à medida que aumentam os teores de ácidos graxos poliinsaturados na dieta. Segundo os mesmos autores, a absorção do selenito de sódio e os níveis plasmáticos de selênio não foram alterados.

2.3.2 Regulação da ação do hormônio da tireóide

A tireóide é uma importante glândula do organismo que produz os hormônios tiroxina (T_4) e triiodotironina (T_3), os quais regulam várias funções fisiológicas. Alguns efeitos dos hormônios tiroideanos incluem o aumento do metabolismo dos carboidratos, lipídeos e proteínas, pela modulação da ação de hormônios, como insulina, glucagon, glicocorticóides e catecolaminas, e aumento no consumo de O_2 e calor, por estimular o metabolismo basal (Rang et al., 2001).

A tiroxina (T_4) pode ser considerada um pró-hormônio que, ao penetrar nas células, será convertido, a partir de uma deiodinação, no hormônio metabolicamente ativo 3,5,3'triiodotironina (T_3). O selênio tem um papel importante na regulação dos hormônios tiroideanos, pois faz parte das selenoenzimas iodotironina deiodinases (I, II e III) que convertem o T_4 em T_3 . Essa conversão ocorre, em sua maior parte, em tecidos periféricos, incluindo o

fígado e os rins, sendo uma importante fonte de T₃ plasmático (Barry & Larsen, 1992; Foster et al., 2000).

Yu et al. (2001), citados por NRC (2006), avaliaram a função tireoideana em gatos filhotes, utilizando dietas deficientes em Se comparada a uma dieta com 0,4 mg/kg de Se. Os autores observaram um aumento e um decréscimo nas concentrações plasmáticas de T₄ e T₃, respectivamente. No entanto, tais valores não tiveram uma variação além dos limites normais dos hormônios, levando os autores a concluir que a deficiência de Se não é o principal fator que desencadeia o hipotireoidismo em gatos.

2.3.3 Outras funções do selênio

Burk & Gregory (1982) relataram a existência de uma proteína ligada ao selênio com função desconhecida no plasma e no fígado de ratos, a qual difere em relação às propriedades da GSH-Px.

Outra selenoproteína específica dos espermatozoides foi identificada em bovinos e ratos, e funcionaria como uma proteína estrutural da mitocôndria ou como enzima (NRC, 2000).

O selênio tem, ainda, relação com a regulação do “status” ou potencial redox da Vitamina C e outras moléculas, em que três selenoproteínas, tioredoxinas redutases foram identificadas com funções de redução de pontes dissulfeto intramoleculares e regeneração do ácido ascórbico a partir de seus metabólicos oxidados (May et al., 1998; Sun et al., 1999).

Juntamente com a vitamina E, o selênio é necessário para o correto funcionamento do sistema imune do animal, além de ajudar a proteger o organismo contra a intoxicação por metais pesados, como cádmio (Cd), prata (Ag), chumbo (Pb) e mercúrio (Hg) (NRC, 1983).

Segundo NRC (1983) e Arthur (1993, 1997), outras funções do selênio são citadas na literatura, todas relacionadas a uma seloproteína. Porém, poucos

dados existem sobre tais funções e seus mecanismos de ação são, em sua maioria, desconhecidos, como, por exemplo:

- síntese de ubiquinona ou coenzima Q;
- evidências de um papel no RNA, uma vez que pode ser incorporado às bases purina e purimidinas no fígado de ratos;
- componente do citocromo C, proteína mitocondrial transportadora de elétrons;
- atua como cofator da aldolase, enzima que catalisa a clivagem da frutose 1,6-difosfato em duas trioses fosfatos: gliceraldeído 3-fosfato e diidroxiacetona fosfato. Este passo representa a última reação da primeira fase da glicólise;
- é necessário na formação de cistina a partir de metionina;
- pode ter um papel específico na síntese de prostaglandinas e no metabolismo dos ácidos graxos.

2.4 Metabolismo do selênio

Há muitos fatores que interferem no metabolismo do selênio. Dentre eles estão as formas químicas utilizadas, o aporte de enxofre, arsênico, metais, microrganismos, vitamina E e a própria ingestão prévia de selênio (NRC, 1983).

A maioria do selênio presente no organismo está na forma de selenometionina ou de selenocisteína. A selenometionina, que não pode ser sintetizada pelo homem, sendo então inicialmente sintetizada nas plantas, é incorporada ao acaso, no lugar da metionina, em uma variedade de proteínas obtidas de fontes vegetais e animais. O selênio está presente em quantidades variadas nessas proteínas, as quais são chamadas de selenoproteínas. Não é conhecida nenhuma função adicional da selenometionina em relação à metionina (NRC, 2000).

A selenocisteína está presente nas selenoproteínas animais (enzimas) que já foram caracterizadas e essa forma de selênio representa a atividade biológica do elemento. Ao contrário da selometionina, não há evidências de que a selenocisteína possa substituir a cisteína em humanos (NRC, 2000).

2.4.1 Formas dietéticas

Segundo Shrift (1969), citado por NRC (2000), os compostos contendo selênio derivados de plantas o apresentam na forma orgânica, como: selenocistina, selenocisteína, selênio-metilselenocisteína, selenohomocistina, selenometionina, selênio-metilselenometionina, selenometionina selenóxido, selenocistationina e dimetil disselenito. Há, ainda, algumas evidências da presença de selenito e selenato em plantas, entretanto, as formas orgânicas mais freqüentes de selênio seriam selenometionina, selênio-metilselenometionina, selenocisteína e selenocistina.

A quantidade de selênio nos vegetais varia de acordo com as quantidades de selênio no solo. Assim, pelo princípio da cadeia alimentar, a quantidade de selênio nos tecidos animais difere de região para região, obedecendo a uma relação com o selênio do solo. Essa constante não é verificada nos animais de produção, nos quais, além dos alimentos, fontes adicionais de microelementos (premix) são utilizadas para balancear a dieta (Combs Jr., 1997).

A forma orgânica de selênio mais presente nos alimentos é a selenometionina. A forma de administração de selênio na dieta influencia significativamente a absorção. O selênio vegetal apresenta maior disponibilidade biológica do que o encontrado nos tecidos animais (NRC, 1983).

Geralmente, o alimento completo extrusado seco (rações) para cães e gatos possui elevado nível de selênio. Uma vez que fontes de proteína animal de boa qualidade possuem elevados níveis não só de selênio, mas também de outros

micro e macrominerais, o alimento final será rico em minerais. No caso dos gatos, em que é utilizada muita fonte protéica de origem marinha, os níveis são ainda maiores e esses ingredientes podem conter de 6 a 10 ppm de selênio. Essa constatação leva alguns autores a questionarem sobre a real necessidade da suplementação de selênio em alimentos comerciais extrusados secos (Wedekind & Combs, 2000).

2.4.2 Absorção

A absorção de selênio em monogástricos é bem maior do que em ruminantes. Enquanto a retenção média do selenito via oral para os suínos é de 77%, em ovelhas esse valor é próximo de 29%. Pouca ou nenhuma absorção ocorre no estômago e na parte proximal dos intestinos. A maior absorção ocorre na parte final do intestino delgado, ceco e cólon (NRC, 1983)

Surrai (2000) e Oldfield (2002) não só afirmam que as fontes orgânicas de selênio são mais absorvidas do que as inorgânicas, mas chamam a atenção ao fato de que, em animais de produção, é importante suplementar a dieta com selênio orgânico, pois produtos, como carne, ovos e leite, serão mais ricos em selênio. Pehrson (1993) define que a maior vantagem em suplementar animais com selênio orgânico não está na maior absorção, pois as formas inorgânicas também são bem aproveitadas e suprem as deficiências. A maior vantagem está na melhoria do “status” antioxidante que, muitas vezes, não é atingido com a suplementação de selênio inorgânico.

Apesar de as informações sobre os mecanismos de absorção de formas inorgânicas de selênio serem bastante limitadas, sabe-se que a absorção de sais de selênio, como selenito e selenato, são quase tão eficientes quanto a das formas orgânicas de selênio ou selenoaminoácidos (Combs Jr. & Combs 1984). Em ratos, tanto a fonte inorgânica selenito de sódio quanto as fontes orgânicas selenometionina e selenocistina foram absorvidas acima de 90% (NRC, 2006).

Uma forma inorgânica de selênio, selenato (SeO_4^{2-}), é absorvida quase completamente, mas uma significativa quantidade desta é perdida pela urina antes de ser incorporada aos tecidos. Outra forma inorgânica de selênio, selenito (SeO_3^{2-}), possui absorção mais variada, provavelmente por interações com substâncias no lúmen intestinal. Mas, uma vez absorvida, é melhor retida do que o selenato (Thomson & Robinson, 1986).

O principal sítio de absorção do selenato (SO_4^{2-}) é o íleo, seguido, em ordem decrescente, pelo jejuno proximal e pelo intestino grosso (ceco e cólon). Além disso, o selenato é absorvido mais rapidamente no íleo do que o selenito (SO_3^{2-}), indicando que existe um mecanismo ativo de absorção contra o gradiente de concentração para o selenato na mucosa ileal, ao passo que o selenito é absorvido por simples difusão (Wolffram et al., 1985).

A absorção do selenito geralmente é maior do que 50%. Fontes, como selenito e selenato, são utilizadas como suplementos minerais para animais e humanos (Thomson & Robinson, 1986).

A maior absorção da selenometionina e do selenito ocorre no duodeno, seguido, em menor grau, pelo jejuno, e nenhuma absorção ocorre no estômago. A selenometionina é transportada contra o gradiente de concentração, já o selenito e a selenocisteína não são absorvidos contra o gradiente de concentração. A absorção da selenometionina é inibida pela metionina, enquanto o selenito e a selenocisteína não têm a absorção inibida por seus análogos sulfurados (NRC, 1983).

Estudos *in vivo* realizados por Reasbeck et al. (1985) em cães saudáveis demonstraram que, no jejuno, a selenometionina é a forma de selênio mais absorvida, seguida pela selenocisteína, ao passo que a forma menos absorvida é o selenito de sódio, provavelmente porque o processo é por difusão passiva. Em outro estudo com cães anestesiados, infundiu-se no jejuno selenometionina com selênio marcado (Se^{75}) e verificou-se que, à medida que o Se^{75} foi

desaparecendo no lúmen, ele aparecia no plasma numa proporção quantitativa de $75\pm 6\%$, ao passo que $24\pm 5\%$ deste Se^{75} foi incorporado no tecido intestinal. Esses dados sustentam a hipótese de que o selênio ligado à aminoácidos tem sua absorção acelerada pelos mecanismos específicos de transporte ativo desses aminoácidos na mucosa intestinal (Reasbeck et al., 1985).

A absorção de selênio é eficiente e não é regulada. Mais de 90% da selenometionina é absorvido pelo mesmo mecanismo da metionina. Embora pouco seja conhecido sobre a absorção da selenocisteína, evidências sugerem que a mesma seja tão eficiente quanto a selenometionina (Swanson et al., 1991).

Segundo McDowell (1992), as formas orgânicas e queladas de selênio são mais absorvidas que as formas inorgânicas.

2.4.3 Distribuição e retenção tecidual

O selênio é um mineral amplamente distribuído nos tecidos corporais, estando presente em pequenas quantidades em cada um deles (NRC, 2006). Depois de absorvido, o selênio é carregado no plasma, associado a proteínas, até os tecidos alvo. Nos tecidos é armazenado principalmente como selenocistina e selenometionina (McDowell, 1992).

A concentração do elemento nos diversos órgãos varia com o consumo. Em condições normais de ingestão de selênio, as maiores concentrações de selênio no organismo são encontradas nos rins, seguidos pelo fígado e outros tecidos como baço e pâncreas (McDowell, 1992). Segundo o NRC (2006), o órgão que contém a maior quantidade total de Se é o músculo. A lã e o pêlo contêm concentrações de selênio relativamente altas, porém, as concentrações no tecido nervoso são muito pequenas. Quando a ingestão de selênio é muito baixa, maiores concentrações são encontradas nos rins do que no fígado, porém, quando há alta ingestão de selênio, maiores concentrações são encontradas no fígado em relação aos rins (McDowell, 1992).

A retenção do selênio absorvido é influenciada tanto pela reserva de selênio do animal quanto pela forma química de selênio ingerida. Em geral, formas orgânicas de selênio são mais depositadas nos tecidos do que formas inorgânicas (McDowell, 1992).

Dois “pools” de reserva de selênio estão presentes nos animais. Um deles é o selênio presente na selenometionina, dependente da ingestão dietética de selenometionina (Waschulewski & Sunde, 1988). A quantidade de selênio dessa reserva, disponível para o organismo, está relacionada ao metabolismo da metionina e não das necessidades de selênio do organismo. O segundo “pool” de reserva é o selênio presente no fígado sob a forma de glutatona peroxidase (GSH-Px 1). Em ratos, 25% do selênio do organismo está presente na forma de GSH-Px 1 (Behne & Wolters, 1983). Como o selênio dietético é limitante para a síntese de outras selenoproteínas, o “pool” de GSH-PX 1 é reduzido pela redução da concentração da GSH-Px 1 RNAm, o que torna o selênio disponível para a síntese de outras selenoproteínas. Assim, a quantidade de glutatona peroxidase no fígado é dependente do selênio dietético ingerido (Cohen et. al., 1985; Sunde, 1994).

O selênio, em suas diferentes formas, pode ainda estar ligado, no sangue, a outras moléculas, como albumina, eritrócitos, alfa e beta globulinas, lipoproteínas, linfócitos, mioglobina, nucleoproteínas, miosinas e várias enzimas, que incluem o citocromo C e a aldolase. Tais descobertas, realizadas com a ingestão de ⁷⁵Se-selenito e outras formas de ⁷⁵Se, evidenciam diferenças entre espécies no transporte e no armazenamento do selênio no organismo. Assim, cada espécie animal, incluindo o homem, parece ter um metabolismo próprio e diferenciado de selênio, em que as fontes ou formas de selênio possuem absorção, excreção e retenção diferenciadas (NRC, 1983).

2.4.3.1 Selênio nos testículos

Estudos realizados relacionam a infertilidade em machos com o estresse oxidativo nas células testiculares. Os radicais de oxigênio reativos, tais como superóxido, peróxido de hidrogênio e radical hidroxil estão envolvidos nos danos peroxidativos causados em espermatozóides. Cita-se que, em humanos, a susceptibilidade dos espermatozóides à peroxidação deve-se ao fato de eles conterem alta concentração de ácidos graxos poliinsaturados e pouca capacidade de reparação de membranas (Kaur & Bansal, 2004).

A alta taxa de multiplicação celular, mitoses e meiose nas células da linhagem espermática expõem o cromossoma celular a potentes danos influenciados pelos radicais livres, necessitando, assim, de um efetivo sistema antioxidante. O selênio é, então, um importante componente do sistema testicular, atuando em conjunto com a enzima glutathione peroxidase como potente antioxidante (Kaur & Bansal, 2004).

Estudo realizado em ratos submetidos à dieta com três diferentes níveis de selênio, designados como deficiente, adequado e em excesso, demonstrou concentração tecidual testicular de selênio compatível com a dieta administrada. Uma menor atividade da enzima GSH-Px foi observada no grupo que recebeu dieta com selênio deficiente e atividade semelhante foi encontrada nos grupos que recebiam a dieta com selênio adequado e em excesso. Esse mesmo estudo demonstrou dados histopatológicos alterados no grupo de animais que receberam as dietas deficientes e em excesso. Ocorreu diminuição do número de espermátides e espermatozóides maduros no testículo dos animais que recebiam a dieta deficiente de selênio em relação à dieta adequada em selênio. Já a dieta com excesso do mineral levou a uma alteração da população de células germinativas, quando comparado ao grupo com dieta adequada. Essa possível toxicidade encontrada em ratos pode ser devido à habilidade dos compostos de selênio de gerar um estresse oxidativo por meio da produção de selenopersulfito

(um selenito) que, então, reage com a GSH para gerar superóxido dentro da célula (Kaur & Bansal, 2004).

2.4.3.2 Selênio no pêlo

Anormalidades do pêlo têm sido associadas tanto com a deficiência quanto com o excesso de selênio (Yu et al., 2006).

Há uma relação entre a presença de hormônios tireoideanos e a concentração de selênio sobre a taxa de crescimento do pêlo, textura e pigmentação da pele. A transformação da tiroxina (T4) para triiodotironina (T3), que é a forma biológica mais potente dos hormônios da tireóide, é dependente de uma selenoproteína denominada iodotironina 5' deiodinase tipo I. A subunidade da enzima que contém a molécula de selênio é essencial para a atividade da enzima (Behne et al., 1990).

Um estudo realizado por Yu et al. (2006) demonstrou que a concentração de selênio na dieta afeta o crescimento do pêlo em cães da raça Beagle, em que tanto as baixas quanto as altas concentrações de selênio reduziram a taxa de crescimento do pêlo. A concentração dietética ótima de selênio para o crescimento do pêlo em Beagles adultos saudáveis varia de 0,12 a 1,03 mg/kg (Yu et al., 2006).

As aferições da taxa de crescimento de pêlo em animais de companhia devem ser realizadas dependendo da região do corpo e da raça, pois ela apresenta grande variabilidade com relação a esses aspectos. A taxa de crescimento médio diário do pêlo para cães da raça Greyhound varia de 0,04–0,18 mm e, para cães da raça Beagle, de 0,34–0,40 (Yu et al., 2006).

2.4.4 Biodisponibilidade

A biodisponibilidade do selênio é afetada por vários fatores, podendo-se citar as formas (selenito, selenato, selenocisteína, selenometionina, etc.), a espécie animal e o tipo de alimento que contém o selênio (Yu et al., 2006).

Muitas publicações demonstram as diferenças na biodisponibilidade do selênio em diferentes matérias-primas. Além das diferenças entre as fontes de selênio, há, ainda, uma interação com determinados minerais e aminoácidos, como enxofre e metionina. Miller et al. (1972), citados pelo NRC (1983), relatam que o selênio na forma de selenometionina é mais retido do que outras fontes, como farinha de peixes e selenito de sódio. A farinha de peixe teve apenas 31% da retenção da selenometionina em pintinhos.

Gabrielsen & Opstvedt (1980), citados pelo NRC (1983), correlacionaram as fontes de selênio com a capacidade de restaurar a glutathione peroxidase sérica em pintinhos previamente restritos em selênio e glutathione peroxidase sérica. Em relação ao selenito de sódio (100%), a eficiência do selênio em farinha de peixe foi de 32% a 60%, do farelo de soja foi de 18% e da farinha de glúten de milho foi de 26%.

O NRC (1983) ainda cita muitos outros autores, os quais propõem que a retenção de selênio deve ser avaliada de uma forma mais ampla, considerando vários parâmetros, a saber: (1) mensuração do platô da glutathione peroxidase sérica, avaliando a biodisponibilidade a curto prazo; (2) estimativa do selênio plasmático, a médio prazo e (3) mensuração do platô da glutathione peroxidase a longo prazo, depois da retirada das fontes de suplementação, para avaliar a capacidade do organismo de utilizar o Se corporal retido e armazenado.

Existem poucas informações sobre a absorção e a biodisponibilidade de Se em dietas específicas para cães e gatos (NRC, 2006). Um estudo publicado por Wedekind & Combs (2000), realizado com cães e gatos, revelou muito mais dúvidas do que respostas sobre a biodisponibilidade de selênio em alimentos

“pet”. Os resultados apontam que as matérias-primas de origem animal possuem menor biodisponibilidade de selênio do que as de origem vegetal, principalmente em relação aos produtos marinhos, que possuem baixa biodisponibilidade. Esses autores demonstraram uma biodisponibilidade de 20% de ingredientes utilizados em *pet food* para a forma selenito de sódio. Entretanto, não há um consenso na literatura.

Wedekind & Combs (2000) relatam, ainda, que, apesar dos alimentos extrusados secos para cães apresentarem alto teor de selênio, possuem biodisponibilidade do elemento muito variável, provavelmente porque muitas indústrias não suplementam os alimentos com selênio, por saberem que as matérias-primas já são ricas. Mas, a importância está na biodisponibilidade que, em geral, é pequena. Os alimentos enlatados possuem menor biodisponibilidade de selênio do que os alimentos secos, sendo, respectivamente, de 30% e 53%. Ainda há outra divergência na literatura, a qual descreve que os produtos de origem animal destinados ao consumo humano possuem alta biodisponibilidade de selênio, enquanto que os subprodutos e produtos finais para consumo de cães e gatos possuem menor biodisponibilidade. Provavelmente, os diferentes tipos de processamento pelos quais passaram esses alimentos podem ter modificado a biodisponibilidade de selênio.

2.4.5 Excreção

Os mecanismos pelos quais são produzidos os metabólitos excretados de selênio não são bem elucidados, mas, a excreção é responsável pela manutenção da homeostase do selênio no animal. As rotas de excreção parecem diferir entre as espécies, formas de selênio utilizadas e vias de administração (NRC, 2000).

A excreção responde aos requerimentos tissulares. As perdas efetuam-se por meio dos pulmões (hálito com cheiro de alho), fezes e urina. As perdas fecais são constituídas do selênio que não é absorvido e do selênio excretado

através da bile, do suco pancreático e das células da mucosa intestinal (NRC 1983).

A rota primária de excreção em monogástricos é a urinária, indiferente de o selênio ser administrado por via oral ou injetado. Cerca de 43% a 86% do selênio é excretado na urina. A excreção urinária é tanto menor quanto os níveis de selênio no plasma, demonstrando que o organismo pode conservar o elemento. Não foram encontradas perdas pela respiração ou suor. Os picos de excreção ocorrem de quatro a cinco dias após a administração parenteral (NRC, 1983).

O pico de excreção urinária do selênio administrado por via parenteral em monogástricos é de 2 a 3 dias após a injeção. O principal metabólico encontrado na urina é o trimetil selenito. Quando administrado por via parenteral, mais de 70% é excretado inalterado nas primeiras 12 horas (NRC, 1980; NRC, 1983).

2.5 Aspectos nutricionais

O significado nutricional do selênio está bem estabelecido, mas um tanto quanto confundido por seus efeitos tóxicos. As necessidades alimentares de selênio parecem estar relacionadas às quantidades alimentares de vitamina E. Além dos valores de ingestão de vitamina E, o estado corporal de selênio e de vitamina E também são importantes na determinação das necessidades alimentares de selênio (NRC, 1983; Swenson & Reece, 1996; NRC, 2000).

Dentre os métodos de suplementação de selênio, o fornecimento das necessidades diárias, por via oral, por meio da inclusão desse elemento em “premix” que são empregados na formulação das rações, é o mais utilizado. Porém, injeções subcutâneas periódicas (trimestrais) do elemento (selenito de sódio) podem também ser eficientes.

As formas químicas mais freqüentemente utilizadas na suplementação oral são selenito de sódio, selenato de bário, selenato de cálcio e formas orgânicas, geralmente quelatos com metionina.

2.5.1 Relação do selênio com a vitamina E

Segundo Scott et al. (1982), citados por McDowell (1992), tanto a vitamina E pode poupar selênio, quanto o selênio pode poupar a vitamina E. O selênio poupa a vitamina E de três maneiras:

- preservando a integridade do pâncreas, responsável, por meio da lipase pancreática, pela absorção normal dos lipídios e dos tocoferóis no aparelho digestivo, permitindo uma digestão normal e adequada absorção de vitamina E;
- reduzindo a quantidade de vitamina E necessária para manter a integridade das membranas, via ação da glutathione peroxidase;
- auxiliando de forma desconhecida na retenção de vitamina E pelo plasma.

Já a vitamina E poupa selênio de duas maneiras:

- mantendo o selênio corporal na sua forma ativa, prevenindo perdas corpóreas de selênio;
- prevenindo a destruição das membranas e a produção de hidroperóxidos, e reduzindo a necessidade de selênio para formar glutathione peroxidase, necessária, por sua vez, para destruir os peróxidos formados.

Entretanto, um não tem o poder de substituir o outro. Em uma deficiência grave de selênio, a vitamina E não previne ou cura a diatese exsudativa, enquanto apenas 0,05 ppm previnem completamente essa doença (McDowell, 1992).

2.5.2 Necessidades nutricionais diárias

As recomendações do *Food and Drug Administration* (FDA), para suplementação de selênio em animais de produção, são de 0,1 ppm para vacas, cabras, ovelhas, suínos, frangos e patos e de 0,2 ppm para perus. Suínos em fase de crescimento e recria devem receber suplementação de 0,3 ppm de selênio (NRC, 1983).

As necessidades dietéticas diárias de selênio para cães nunca foram estudadas em detalhes. Trabalhos citam sinais de deficiência em dietas purificadas sem selênio à base de torula fermentada (*Torula yeast-based diet*) e que esses sinais não acontecem quando os cães são alimentados com dietas contendo 30 UI/kg de vitamina E ou 0,5 e 1,0 ppm de selênio. Com base nesses estudos convencionou-se que 0,03mg de selênio para cada 1.000 kcal de energia metabolizável com níveis adequados de vitamina E seriam as necessidades alimentares diárias para cães (NRC, 1985). Como uma ração padrão para um cão possui cerca de 3.500 kcal/kg, a necessidade de selênio ficaria próximo a 0,105 ppm, semelhante à de outros animais de produção.

Ainda segundo o NRC (1985), uma dieta contendo 0,5 ppm de selênio pode ser apropriada se as concentrações de vitamina E são limitadas. Mas, de maneira prática, cães consumindo alimentos extrusados secos não terão deficiência de selênio, pois as matérias-primas utilizadas são ricas em minerais. De acordo com Lewis et al. (1987) para um alimento com 4.000 kcal/kg, 0,1 ppm de selênio é adequado para cães.

Para a determinação da necessidade de Se em cães, Van Vleet (1975) avaliou dietas deficientes em Vitamina E e Se. O autor observou que as dietas que continham ao menos 0,5 mg de Se/kg preveniam os sinais clínicos da deficiência desse mineral. No entanto, como a deficiência concomitante de vitamina E pode afetar as necessidades de Se, os pesquisadores chegaram a um

valor de necessidade mínima de 0,21 mg de Se/kg de dieta e a quantidade recomendada de 0,35 mg de Se/kg de dieta.

Baseando-se no requerimento de selênio de outras espécies animais, a recomendação para gatos adultos, segundo o NRC (1986), é de 0,1 ppm (ou mg/kg), tanto para o crescimento quanto para a manutenção. Já Kronfeld (1989) sugere valores mais altos de 0,2 ppm ou 200 ppb, com um limite máximo de 0,8 ppm ou 800 ppb.

Atualmente, a necessidade nutricional de selênio fornecida pelo NRC (2006) se baseia nos estudos realizados por Wedekind & Combs (2000) e Wedekind et al. (2004), em gatos filhotes com 10 semanas de idade. Os autores recomendam necessidade mínima de 0,12 mg de Se/kg de dieta e quantidade de 0,3 mg/kg de dieta para gatos filhotes. Devido à ausência de estudos em gatos adultos, gestantes e lactantes, a ingestão adequada e recomendada de Se é a mesma sugerida para filhotes, 0,3 mg de Se/kg de dieta. Ainda não há dados, na literatura, para predizer o limite superior de utilização de Se em gatos (NRC, 2006).

Um resumo das necessidades nutricionais diárias de algumas espécies de animais domésticos estão descritas na Tabela 2, em mg de selênio por kg de ração, com, aproximadamente, 90% de matéria seca, de acordo com o preconizado pelo (NRC, 2000).

TABELA 2 Necessidades nutricionais de selênio de algumas espécies

Espécies	Necessidades de selênio (mg/kg em 90% MS)	Fonte
Galinhas	0,10 – 0,15	NRC (1984b)
Bovinos de corte	0,20	NRC (1984a)
Bovinos leiteiros	0,30	NRC (1989a)
Caprinos	-	NRC (1981b)
Ovinos	0,10 – 0,20	NRC (1985b)
Equinos	0,10	NRC (1989b)
Suínos	0,10 – 0,30	NRC (1988)
Gatos	0,3	NRC (2006)
Cães	0,11	NRC (1985)
Cães	0,11 – 2,0 (1,3)	AAFCO (1999)

Fonte: (NRC, 2000; NRC, 2006)

2.5.3 Deficiência de selênio

Segundo o NRC (1986), nunca foram observados, em gatos, sinais de deficiência de selênio, mas há de se esperar que exista uma necessidade dietética diária. Grande parte das matérias-primas utilizadas na fabricação de alimentos para gatos possui selênio na forma de selenometionina, a qual possui boa biodisponibilidade de selênio, exceto em casos de deficiência de metionina.

A deficiência de selênio resulta em várias disfunções nos tecidos devido às lesões na membrana plasmática de órgãos, levando à necrose e à perda da função. Ela pode ainda ser parcialmente explicada pela falta da GSH-Px, mas isso não elimina a necessidade de selênio para outras funções no organismo (Hoekstra, 1975).

A deficiência de selênio resulta em uma distrofia muscular denominada de doença dos músculos brancos. Essa doença caracteriza-se por uma miopatia

que afeta tanto o coração como os músculos esqueléticos, freqüentemente acompanhados por calcificação anormal. Na distrofia muscular nutricional (degeneração de Zenker), o músculo cardíaco e, às vezes, o fígado apresentam uma aparência esbranquiçada. A necrose hepática, igualmente à distrofia muscular, é mais freqüente em animais jovens. A morte súbita pode resultar do comprometimento desses dois importantes órgãos.

A deficiência de selênio também interfere no processo de crescimento normal de ovinos e bovinos e no desempenho reprodutivo, afetando a ovulação, a fertilização e a capacitação espermática, resultando na maior incidência de morte embrionária. A maior incidência de retenção placentária, resultando em maiores intervalos entre partos, também é atribuída à deficiência de selênio em ruminantes (Swenson & Reece, 1996; Borges, 1998). A interrupção no fornecimento de selenoproteínas é letal para a síntese dos embriões. Em contraste com os animais, os microrganismos geralmente crescem e se reproduzem na ausência de selênio. A ausência de enzimas contendo selênio, nesses organismos, parece ser o único sinal de deficiência (Bosl et al., 1997).

Em suínos, a deficiência de selênio resulta em necrose hepática, a qual predispõe a alta mortalidade. Antigamente se correlacionava a doença do coração em amora com a deficiência de selênio, mas, trabalhos descrevem outros fatores complicadores (Swenson & Reece, 1996). Também são sinais de deficiência a diminuição na eficiência reprodutiva, no sistema locomotor, a necrose muscular e hepática e a distrofia muscular nutricional (NRC, 1983).

Em aves, a deficiência de selênio causa diátese exsudativa, distrofia muscular nutricional, e distrofia pancreática. A diátese exsudativa e a distrofia pancreática podem ser completamente prevenidas pelo correto aporte de selênio, mas a distrofia muscular nutricional precisa ainda de níveis adequados de vitamina E e aminoácido sulfurados (NRC, 1983).

O primeiro relato de que a deficiência de selênio estaria associada à miopatia em cães foi publicada por Manktelow, em 1963. Foi descrita uma miocardite fatal em filhotes e uma miodegeneração da musculatura esquelética em cães adultos. Mineralização renal também já foi observada. Em outro experimento realizado por Van Vleet, em 1975, com fornecimento de uma dieta basal deficiente em vitamina E e Se (0,01 mg/kg) para cães filhotes, verificou-se anorexia, dispnéia, depressão, fraqueza muscular generalizada evoluindo para o coma e, ainda, edema subcutâneo (NRC, 1983; NRC, 2006). Não há estudos de deficiência de selênio em gatos, e, na nutrição de cães e gatos, é improvável que ocorra (Case, 1999, 2003; NRC, 2006).

É muito difícil diferenciar os sintomas típicos de uma deficiência em selênio dos sintomas de deficiência em vitamina E. Em geral, a vitamina E parece ter a capacidade de prevenir todos os sintomas de carência do selênio.

Em áreas geográficas nas quais o solo é rico em selênio, a doença dos músculos brancos e outros sintomas da deficiência de selênio não constituem problemas sérios para nenhum animal (Swenson & Reece, 1996).

2.5.4 Intoxicação por selênio

Dentre os fatores que afetam a toxicidade de selênio se incluem a forma química administrada, o tempo de exposição ou administração, a quantidade de Se ingerido e a natureza dos outros elementos da dieta. Além disso, há diferença entre a susceptibilidade dentre as espécies (McDowell, 1992).

Os níveis tóxicos de selênio nos alimentos estão entre 5,0 e 8,0 ppm do elemento. Algumas espécies de plantas crescem em solos contendo altos níveis de selênio (0,5 a 40 ppm) e são potencialmente tóxicas para os animais, principalmente cavalos e ruminantes. O selênio é incorporado às plantas primariamente pela substituição do enxofre nos aminoácidos metionina e cistina. Os níveis tóxicos nas plantas resultam em cegueira noturna (tontura e vagoio),

como se olhos estivessem vendados) nos cavalos e a descamação dos pêlos e cascos de eqüinos e bovinos. Os animais claudicam muito (mancam) e a morte, em tais casos, deve-se, principalmente, à inanição resultante da deficiência de locomoção (Swenson & Reece, 1996).

A intoxicação crônica por selênio pode causar apatia, emaciação progressiva, pelos ásperos, enrijecimento das articulações, claudicação, etc. A intoxicação aguda por selênio pode causar cegueira, dor abdominal, salivação excessiva, ranger de dentes, algum grau de paralisia, colapso respiratório e morte (Borges, 1998).

Poucas evidências existem sobre o consumo excessivo de Se dietético em cães e gatos. Estudos antigos relatam a ocorrência de anemia hipocrômica microcítica e danos hepáticos, como necrose e cirrose, em cães alimentados com dietas contendo 5,0 mg/kg de Se (NRC, 2006). Dietas contendo 5ppm de selênio são tóxicas para a maioria dos animais. Entretanto, os gatos não apresentam sinais de toxicidade com dietas contendo 5,0 ppm de selênio (NRC, 1986). De acordo com Case et al. (1998), Case (1999; 2003), os sinais de intoxicação por selênio em cães e gatos são improváveis de ocorrer naturalmente.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi conduzido, entre os meses de julho a novembro de 2004, nas instalações do Centro de Estudos em Nutrição de Animais de Companhia (CENAC) no Departamento de Zootecnia (DZO) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

O município de Lavras está localizado na região sul do estado de Minas Gerais, nas coordenadas latitude 21°14'30''(S), longitude 45°00'10''(O) e 910 metros de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é mesotérmico, com verões brandos e chuvosos. As temperaturas médias anuais situam-se em torno de 19,4°C, com máximas de 27,8°C e mínimas de 13,5°C. A precipitação média é de 1.411 mm, estando 65% a 70 % desse total concentrado nos meses de dezembro a março. Nos meses mais frios (junho e julho), o volume de chuva é muito reduzido, chegando a ser nulo em alguns anos (Silva, 2006).

3.2 Animais, instalações e período experimental

Foram utilizados 25 gatos adultos, machos, sem raça definida, com peso médio de $3,58 \pm 0,54$ kg. Os animais foram distribuídos em um delineamento em blocos ao acaso, em que a variável “peso” foi isolada.

Os felinos foram alojados individualmente em gaiolas metabólicas (parcela experimental) que permitiram a coleta de fezes e urina separadamente, com comedouros e bebedouros semi-automáticos (Figura 1). As gaiolas permaneceram em sala fechada de 18 m² (6 x 3m), em área de sombra, na qual a temperatura mínima observada foi de $14,2 \pm 3,1$ °C e a máxima de $26,4 \pm 3,6$ °C.

Antes do alojamento dos animais, a sala foi devidamente limpa e desinfetada com cloreto de benzalcônio (Herbalvet®), na diluição de 10 ml de produto para 5 litros de água.

3.3 Dieta e tratamentos experimentais

Para a constituição dos tratamentos, 12 alimentos completos secos para felinos disponíveis no mercado da região tiveram seus teores de selênio avaliados, apresentando teor médio de $0,54 \pm 0,17$ mg/kg. Foi definido como dieta padrão o alimento completo seco que apresentou teor de selênio igual a 0,42 mg/kg de selênio (Tabela 3), por apresentar o menor teor desse mineral em relação ao teor de proteína bruta.

TABELA 3 Análise de selênio no alimento comercial, água de bebida, leite (veículo da suplementação) e fontes de selênio para gatos adultos.

Fonte	Quantidade de selênio ¹
Selplex [®]	1047 ppm
Selenito de sódio	45,55%
Ração comercial	420 ppb
Água	4 ppb
Leite	780 ppb

¹ Análises conduzidas no laboratório HIDROCEPE[®] (Belo Horizonte, MG)

Todos os 25 animais receberam somente a dieta padrão, durante 15 dias, antes do início do experimento. Os níveis de garantia, composição básica e o enriquecimento por quilograma dessa dieta são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4 Níveis de garantia (composição química) da dieta padrão¹

Composição química	Valores/kg de alimento ²
Proteína bruta (mín.)	30%
Extrato etéreo (mín.)	10%
Matéria fibrosa (máx.)	3,0%
Matéria mineral (máx.)	10%
Cálcio (máx.)	1,8%
Fósforo (mín.)	0,8%
Umidade (máx.)	12%
Vitamina A	10800 UI
Vitamina E	60 mg
Vitamina B1	8 mg
Vitamina B6	6 mg
Ácido pantotênico	12 mg
Ácido fólico	0,8 mg
Manganês	7,5 mg
Ferro	35 mg
Cobalto	10 mg
Selênio	0,36 mg
Vitamina D3	960UI
Vitamina K3	4,5mg
Vitamina B2	6mg
Niacina	60mg
Biotina	84mcg
Zinco	100mg
Cobre	7mg
Iodo	1,5mg
Taurina	200mg

¹ Arroz integral, farinha de carne e ossos de bovinos, hidrolisado de frango, glúten de milho, milho integral moído, gérmen de milho, farinha de peixe, extrato de carne, extrato de fígado, farelo de trigo, levedura seca de cervejaria, linhaça integral moída, gordura animal estabilizada, óleo vegetal, premix vitamínico mineral, taurina, extrato de Yucca Schidigera, cloreto de sódio (sal comum), corante, antioxidante

² Valores fornecidos pela empresa

Os tratamentos experimentais estão descritos na Tabela 5, enquanto a quantidade de selênio nos tratamentos é descrita na Tabela 6.

TABELA 5 Composição das dietas experimentais

Tratamento	Descrição
1	Dieta padrão sem adição de selênio (controle)
2	Dieta padrão e suplementação 30 mcg de Se/gato/dia (quelatado)
3	Dieta padrão e suplementação 30 mcg de Se /gato/dia (selenito de sódio)
4	Dieta padrão e suplementação 60 mcg de Se/gato/dia (quelatado)
5	Dieta padrão e suplementação 60 mcg de Se /gato/dia (selenito de sódio)

TABELA 6 Quantidade de selênio em cada tratamento

Unidade de medida	Quantidade de selênio por tratamento		
	mg/gato/dia	mg/1000kcal¹	mg/4000kcal¹
Tratamento 1	0,0336	0,126	0,503
Tratamento 2	0,0636	0,238	0,953
Tratamento 3	0,0636	0,238	0,953
Tratamento 4	0,0936	0,351	1,402
Tratamento 5	0,0936	0,351	1,402

¹ Cálculos realizados considerando o teor de energia metabolizável da dieta, segundo NRC (2006)

3.4 Procedimento experimental

Durante a fase experimental, com duração de 45 dias, 5 animais continuaram a receber somente a dieta padrão (TRAT-1), constituindo um tratamento controle. Os gatos distribuídos nos demais tratamentos receberam, diariamente, além da dieta padrão, as fontes de selênio a serem testadas, vinculadas a 10 mL de leite, oferecidos separadamente da dieta, todos em dose

única diária. No momento em que esses animais foram suplementados com selênio, os cinco animais controle receberam apenas os 10 ml de leite, sem adição de nenhuma forma desse mineral.

3.4.1 Colheita de pêlo

No primeiro dia experimental, após o período de adaptação, uma área de 36 cm² (6 x 6 cm) de pêlo foi tosada rente à pele, no flanco de todos os gatos. Ao final do período experimental, foi feita uma segunda tosa para a colheita de material para análise.

3.4.2 Colheita de fezes e urina

Nos dias 19 a 25 do experimento, foi realizada a colheita total de fezes e urina (sete dias de colheita), diariamente, em intervalos de 12 horas (7 e 19 horas). As fezes colhidas foram pesadas e armazenadas em sacos plásticos e a urina em garrafas plásticas. Todo material foi mantido em freezer, à temperatura de -20°C, até o dia das análises.

3.4.3 Colheita de sangue para a avaliação de selênio

As amostras de sangue para a avaliação do selênio plasmático foram colhidas nos dias 25 a 29 do experimento, imediatamente antes do recebimento diário da suplementação e, subsequentemente, de duas em duas horas, até doze horas após o oferecimento das dietas, perfazendo um total de sete coletas por gato. Neste dia, a oferta do alimento comercial foi suspensa, para evitar interferência nos parâmetros sanguíneos.

Para a colheita, foram utilizadas agulhas e seringas descartáveis e tubos Vacutainer® com heparina sódica. As amostras foram centrifugadas imediatamente para separação do plasma, acondicionadas em tubos de ensaio e congeladas para análises posteriores.

3.4.4 Colheita de sangue para avaliação de GSH-Px

As amostras de sangue para avaliação da enzima GSH-Px plasmática foram colhidas nos dias 0 e 45 do experimento. Para a colheita foram utilizadas agulhas e seringas descartáveis e tubos Vacutainer®.

3.4.5 Biópsia dos tecidos

No último dia do experimento, foram realizadas as biópsias, para colheita de tecidos, em três gatos de cada tratamento. Os animais passaram por procedimento cirúrgico para extração de fragmentos de pele, fígado, testículo e linfonodo mesentérico.

3.5 Análises laboratoriais

3.5.1 Determinação de selênio

O selênio pode ser detectado por vários métodos de análises químicas. Entretanto, na nutrição animal e na medicina veterinária, as quantidades de selênio mensuradas são mínimas, muitas vezes até 0,001 ppm. Assim, as quantidades de métodos laboratoriais disponíveis para esses tipos de análise se tornam menores e diminuem ainda mais quando feitos em tecidos orgânicos (NRC, 1983).

As análises de selênio foram realizadas pelo Laboratório HIDROCEPE®, em Belo Horizonte, MG. A abertura de todas as amostras foi feita em forno de microondas, com posterior pré-redução com ácido clorídrico a 0,1 N e determinada por espectrofotometria de absorção atômica, por metodologia de geração de hidretos, segundo Boyer (1984).

As análises de glutathiona peroxidase foram realizadas pelo laboratório clínico HERMES PARDINI®, em Belo Horizonte, MG, por método enzimático.

3.5.2 Preparados histológicos permanentes

Os tecidos coletados por biópsia foram, em parte, destinados à confecção de lâminas histológicas. A preparação das lâminas foi realizada no Setor de Patologia do Departamento de Medicina Veterinária da UFLA.

Os tecidos passaram por processo de fixação em formol, objetivando a manutenção da integridade celular, a desidratação com banhos sucessivos em álcoois de teor crescente, a diafanização com o uso de xilol, um solvente de parafina, a impregnação por parafina fundida em estufa a 60 °C e posterior inclusão dessa parafina por secagem em temperatura ambiente. Após esses procedimentos, foi feita microtomia com cortes de 5µm e coloração com corante hematoxilina e eosina.

3.6 Análises estatísticas

Para a avaliação do consumo diário de ração, produção diária de fezes, coeficiente de digestibilidade das rações, consumo diário de selênio, excreção de selênio nas fezes, excreção de selênio na urina, selênio absorvido, teor de selênio no pêlo e concentração de glutathione peroxidase, foi adotado um delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 2 x 2 (duas fontes – selplex® e selenito – e duas doses – 30 e 60 mcg Se) mais um tratamento adicional (sem suplementação com selênio), perfazendo cinco tratamentos e cinco repetições. Para a variável glutathione peroxidase, os níveis iniciais dessa enzima foram utilizados como covariável na análise dos dados.

Inicialmente, foi realizada uma análise de variância global, com todos os tratamentos, para o cálculo do quadrado médio do resíduo global e, em seguida, uma análise de variância com os tratamentos do fatorial. Para as variáveis selênio nas fezes, selênio na urina, teor de selênio no pêlo e concentração de glutathione peroxidase no sangue, foi utilizada a opção de transformação $\log_{10} X$, uma vez que os dados originais não atingiram a normalidade dos dados. A

comparação entre a dieta controle e os demais tratamentos foi feita pelo teste Dunnett, a 5%. O critério para a formação dos blocos foi o peso vivo do animal. Os dados foram analisados pelo PROC GLM do programa estatístico SAS (1996).

O modelo estatístico usado para a análise dos dados foi:

$$Y_{ijk} = \mu + F_i + D_j + FD_{ij} + B_k + e_{ijk}$$

em que:

- Y_{ijk} = observação referente ao animal submetido à fonte i na dose j na repetição k ;
- μ = média geral;
- F_i = o efeito da fonte i , com $i = 1$ e 2 ;
- D_j = o efeito da dose j , com $j = 1$ e 2 ;
- FD_{ij} = o efeito da interação entre a fonte i e a dose j ;
- B_k = o efeito do bloco k , com $k = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;
- e_{ijk} = o erro experimental associado a Y , independente, que, por hipótese, tem distribuição normal com média 0 e variância σ^2

Para teor de selênio no plasma, a área abaixo da curva estabelecida pelo gráfico nos diferentes tempos após a refeição foi analisada utilizando-se um delineamento em blocos ao acaso com parcela subdividida dos tempos, em esquema fatorial 2×2 (duas fontes – selplex[®] e selenito – e duas doses – 30 e 60 mcg Se) mais um tratamento adicional (sem suplementação com selênio), perfazendo cinco tratamentos e cinco repetições. O procedimento de análise foi o mesmo descrito para as variáveis anteriores.

O modelo estatístico usado para a análise dos dados foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + F_i + D_j + DF_{ij} + B_k + e_{ijk} + T_1 + TD_{i1} + TF_{j1} + TDF_{ij1} + e_{ijkl}$$

Em que:

- Y_{ijkl} = observação referente ao animal submetido à fonte i , na dose j no tempo l na repetição k ;
- μ = média geral;
- F_i = o efeito da fonte i , com $i = 1$ e 2 ;
- D_j = o efeito da dose j , com $j = 1$ e 2 ;
- FD_{ij} = o efeito da interação entre a fonte i e a dose j ;
- B_k = o efeito do bloco k , com $k = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;
- e_{ijk} = o erro experimental associado às parcelas que, por hipótese, tem distribuição normal de média 0 e variância σ_a^2 ;
- T_l = efeito do tempo l , sendo $l = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ e 7 ;
- TD_{il} = efeito da interação do tempo l com a fonte i ;
- TF_{jl} = efeito da interação do tempo l com a dose j ;
- TDF_{ijl} = efeito da interação do tempo l com a fonte i e a dose j ;
- e_{ijkl} = erro experimental associado às subparcelas que, por hipótese, tem distribuição normal de média 0 e variância σ^2 .

As variáveis selênio retido, selênio retido do absorvido, teor de selênio na pele, no fígado, no testículo e no linfonodo mesentérico foram submetidas à análise não paramétrica e os dados comparados pelo teste Kruskal-Wallis, a 5%. Os dados foram analisados pelo PROC NPAR1WAY, do programa estatístico SAS (1996).

Os valores de correlação entre a variável glutathiona peroxidase no sangue e as variáveis selênio consumido, selênio absorvido e selênio retido foram determinados pelo programa estatístico SAEG. Universidade Federal de Viçosa (1993).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Consumo e digestibilidade das dietas

Os resultados para consumo médio de alimento diário, produção diária de fezes e coeficiente de digestibilidade dos alimentos encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7 Consumo médio de alimento diário, produção diária de fezes e coeficiente de digestibilidade das rações de gatos recebendo diferentes fontes e doses de selênio na dieta¹

CONSUMO DE RAÇÃO MÉDIO DIÁRIO (g/dia)			
Fonte	Dose utilizada de Se (mcg/gato/dia)		MÉDIA
	30	60	
Selplex [®]	78,4	76,5	77,4
Selenito	74,8	76,2	75,5
MÉDIA	76,6	76,3	
Controle [†]	79,8		
CV (%)	5,67		
PRODUÇÃO DIÁRIA DE FEZES (g/dia)			
Fonte	Dose utilizada de Se (mcg/gato/dia)		MÉDIA
	30	60	
Selplex [®]	21,7	20,5	21,1
Selenito	19,9	22,2	21,1
MÉDIA	20,8	21,3	
Controle [†]	21,0		
CV (%)	8,44		
COEFICIENTE DE DIGESTIBILIDADE DA MATÉRIA SECA DOS ALIMENTOS (%)			
Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		MÉDIA
	30	60	
Selplex [®]	72,3	73,2 A	72,8
Selenito	73,4 a	70,9 Bb *	72,1
MÉDIA	72,9	72,1	
Controle [†]	73,7		
CV (%)	2,27		

[†] Controle – ração não suplementada com selênio

¹ Médias seguidas de diferentes letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem pelo teste F

* Médias diferentes do tratamento controle pelo teste Dunnett (P<0,05)

Não houve diferenças significativas ($P>0,05$) com relação ao consumo de alimento médio diário e produção diária de fezes. Por outro lado, houve efeito significativo ($P<0,05$) entre os diferentes tipos de suplementação com selênio na dieta sobre o coeficiente de digestibilidade da matéria seca dos alimentos.

Observou-se que o aumento da dose de 30 para 60 mcg de selênio orgânico/gato/dia não afetou a digestibilidade dos alimentos ($P>0,05$); no entanto, quando se utilizou a fonte inorgânica desse mineral, houve redução em 3,4% na digestibilidade de matéria seca do alimento ($P<0,05$). Além disso, o incremento da dose dessa última fonte prejudicou a digestibilidade também com relação ao tratamento controle ($P<0,05$). Com essa maior dose utilizada, a fonte orgânica foi a que apresentou melhor resultado. Essa correlação entre o aumento da dose de Se inorgânico e a diminuição da digestibilidade não está descrita na literatura (NRC 1983; NRC 1986, NRC, 2000; NRC 2006).

4.2 Absorção, excreção e biodisponibilidade de selênio

Os resultados para consumo diário de selênio, excreção de selênio nas fezes e excreção de selênio na urina estão apresentados na Tabela 8.

Com relação ao consumo diário de selênio, todos os grupos de animais que receberam dietas suplementadas, independentemente da fonte, apresentaram maior consumo ($P<0,01$) desse mineral em relação ao tratamento sem suplementação (controle), da mesma forma que o aumento da dose de cada fonte também representou aumento no consumo ($P<0,05$). Com relação ao tipo de fonte, não houve diferença ($P>0,05$) entre a quantidade de selênio ingerido, ou seja, esses resultados mostraram que as fontes apresentaram a mesma quantidade desse mineral quando utilizadas na mesma dosagem na dieta.

TABELA 8 Consumo de selênio médio diário, excreção média diária de Se nas fezes e excreção média diária de Se na urina de gatos recebendo diferentes fontes desse elemento na dieta.

CONSUMO DIÁRIO DE SELÊNIO (mcg/gato/dia)			
Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		Média
	30	60	
Selplex®	62,9*	92,1*	77,5
Selenito	61,4*	92,0*	76,7
Média	62,2 b	92,1 a	
Controle†	33,5		
CV (%)	2,67		

EXCREÇÃO DE SELÊNIO NAS FEZES (mcg/gato/dia)²			
Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		Média
	30	60	
Selplex®	13,3	14,0	13,6
Selenito	12,5	22,0*	17,3
Média	12,9	18,0	
Controle†	9,6		
CV (%)	15,01		

EXCREÇÃO DE SELÊNIO NA URINA (mcg/gato/dia)²			
Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		Média
	30	60	
Selplex®	35,5*	55,9*	45,7
Selenito	45,8*	61,4*	53,6
Média	40,6 b	58,6 a	
Controle†	22,3		
CV (%)	6,09		

† Controle – ração não suplementada com selênio

* Diferem do tratamento controle, pelo teste Dunnett (P<0,05)

¹ Médias seguidas de letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

² Opção de transformação: log₁₀ X

Com relação à quantidade de selênio nas fezes, houve diferença (P<0,05) apenas quando se comparou a fonte inorgânica na maior dose com o tratamento controle que, por sua vez, foi semelhante aos demais tratamentos. Isso sugere que a digestibilidade do selênio não foi afetada quando se utilizou a

fonte orgânica e a inorgânica na dose de 30 mcg/gato/dia, mas que, quando se aumenta esta dose para 60 mcg/gato/dia, apenas a fonte orgânica pode melhorar a disponibilidade desse mineral. Em vários trabalhos (McDowell, 1992; Surai, 2000; NRC, 1983; Schrauzer, 2004) cita-se que a fonte orgânica de selênio apresenta maior disponibilidade para o metabolismo animal, explicando a maior excreção de selênio nas fezes do grupo de animais que receberam a dieta suplementada com selenito na maior dose de selênio.

Com relação ao selênio excretado na urina, todas as dietas suplementadas com selênio apresentaram maior excreção diária desse mineral ($P < 0,05$). Apesar da quantidade de selênio nas fezes ter sido semelhante em todos os tratamentos, exceto quando se utilizou a fonte inorgânica na maior dosagem, esses resultados sugerem que houve maior absorção desse mineral no trato gastrointestinal dos animais. Além disso, o aumento da quantidade de selênio ingerido também aumentou a excreção desse mineral na urina ($P < 0,05$), independentemente da fonte utilizada. Com relação ao tipo de suplementação (orgânica ou inorgânica), não houve diferenças ($P < 0,05$) para essa variável.

Os resultados para porcentagem de selênio absorvido, porcentagem de selênio retido e porcentagem de selênio retido do absorvido estão apresentados na Tabela 9. Para porcentagem de selênio absorvido, não houve diferenças entre os tratamentos ($P > 0,05$).

TABELA 9 Porcentagem de selênio absorvido, retido e retido do absorvido por gatos recebendo diferentes fontes desse elemento na dieta.

SELÊNIO ABSORVIDO (%)			
Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		Média
	30	60	
Selplex®	78,9	84,8	82,5
Selenito	79,6	76,1	77,4
Média	79,3	80,5	
Controle [†]	71,3		
CV (%)	11,70		

SELÊNIO RETIDO (%)			
Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		Média
	30	60	
Selplex®	22,4 *	24,1 *	23,5 a
Selenito	5,0	9,3	7,6 b
Média	14,0	16,8	
Controle [†]	4,8		
(P =) ²	0,0057		

SELENIO RETIDO / ABSORVIDO (%)			
Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		Média
	30	60	
Selplex®	28,4 *	28,4 *	28,5 a
Selenito	6,3	12,3	9,8 b
Média	17,6	20,9	
Controle [†]	6,7		
(P =) ²	0,0107		

[†] Controle – ração não suplementada com selênio

* Diferem do tratamento controle pelo teste de Kruskal-Wallis (P<0,05)

¹ Médias seguidas de letras diferentes na coluna diferem pelo teste de Kruskal-Wallis (P<0,05)

² Probabilidade de qui-quadrado

Com relação à porcentagem de selênio retido e porcentagem de selênio retido do absorvido, apenas a fonte orgânica apresentou melhores resultados (P<0,05), independentemente da dose utilizada. Resultados semelhantes foram obtidos por NRC (1983), NRC (2000), Surai, (2000), Schrauzer (2004) e NRC (2006). De acordo com esses autores, o selênio, quando suplementado na sua

forma orgânica, apresenta melhor biodisponibilidade, quando comparado com a fonte inorgânica de suplementação. Além disso, o aumento desse mineral em sua forma orgânica resultou em uma maior retenção em relação à dieta sem suplementação ($P < 0,05$), o que não foi observado quando se utilizou a fonte inorgânica, independente da dose utilizada.

4.3 Avaliação dos níveis de Se plasmático

Nas Tabelas 10, 11, 12 e 13 são mostrados os teores de Se plasmático de 0 a 12 horas pós-prandial de gatos recebendo diferentes fontes e doses desse elemento. O comportamento dos níveis desse mineral no sangue, durante esse período, está ilustrado na Figura 1.

Com relação aos níveis de selênio no sangue, observou-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) nos diferentes tempos pós-prandiais. Os resultados mostram que, no momento zero, representando o estado de jejum dos animais, os níveis de Se plasmáticos foram os mais elevados, independentemente da fonte ou da dose utilizada (Tabela 10). Os maiores valores ocorreram no grupo de animais tratados com a fonte orgânica (Tabela 11).

Entre seis e oito horas após a refeição, observou-se queda brusca e momentânea dos níveis de selênio no sangue, seguida por elevação até as 10 horas, atingindo níveis semelhantes aos encontrados nos períodos anteriores à esta queda, independentemente da dose e da fonte ($P < 0,05$). Essa depressão nos níveis de selênio, observada nesse intervalo, pode representar o seqüestro do selênio pelos tecidos do organismo. Entretanto, não há, na literatura, estudos com selênio em mamíferos com resultados semelhantes.

Os dados das Tabelas 12 e 13 mostram que as doses influenciam o teor de selênio no sangue ($P < 0,05$) apenas nos tempos quatro e seis horas do período pós-prandial, sendo maiores as taxas de absorção de selênio no grupo de animais

que consumiram as maiores doses desse mineral. Resultados semelhantes foram obtidos por Cohen et al. (1985), Levander (1985) e Yu et al. (2002).

Pode-se observar que, antes do suposto seqüestro tecidual de selênio, que ocorreu no momento 6 horas, os níveis de selênio plasmático eram maiores nos tratamentos com fontes orgânicas, ao passo que, após a depressão, os níveis de selênio plasmático dos tratamentos com fontes inorgânicas foram superiores ao controle e de fontes orgânicas, sugerindo uma absorção tardia desse mineral, em comparação ao grupo de animais que receberam a fonte orgânica. Esses dados estão de acordo com os obtidos na literatura (Levander, 1985; Cohen et al., 1985; NRC, 2000; Surai, 2000; Yu et al., 2002; NRC, 1983; Schrauzer 2004; NRC, 2006).

TABELA 10 Médias dos níveis de selênio plasmático às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas pós-prandial de gatos recebendo dietas com diferentes fontes e doses desse elemento na dieta.

Fonte (dose ¹)	Tempo (horas)							Média
	0	2	4	6	8	10	12	
Selplex® (30)	1884	1333	1146	1304	649	1431	1264	1287
(60)	1799	1414	1397	1491	637	1296	1169	1315
Média	1842 a	1374 b	1272 b	1398 b	643 c	1364 b	1217 b	
Selenito (30)	1754	1155	1192	1149	667	1426	1417	1251
(60)	1448	1190	1281	1500	648	1462	1344	1268
Média	1601 a	1173 d	1237 cd	1325 bcd	658 e	1444 ab	1381 bc	
Controle [†]	1588 a	1292 b	1251 b	1225 b	667 c	1289 b	1056 b	1219
CV (%)	11,96							

¹ dose em mcg/kg de dieta

² Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

[†] Controle – ração não suplementada com selênio

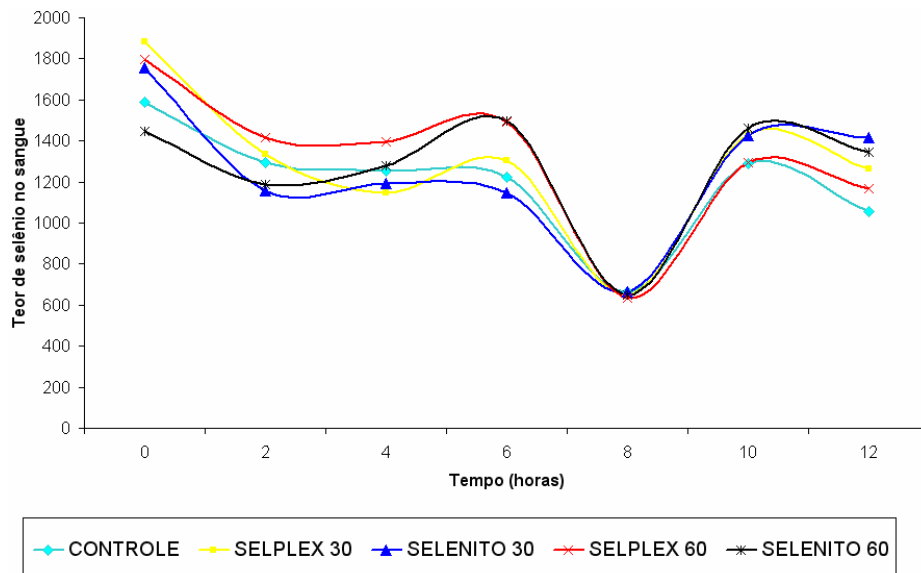


FIGURA 1 Níveis de Se plasmático de 0 a 12 horas pós-prandial dos gatos recebendo dietas com diferentes fontes e doses desse elemento.

Após este período, os níveis de selênio no sangue dos animais foram similares entre os tratamentos até 12 horas após a alimentação, quando a fonte inorgânica propiciou maior teor de selênio plasmático em relação a todos os tratamentos (Tabela 11).

Observando-se os dados (Tabelas 10, 11, 12 e 13, e a Figura 1) infere-se que existe um mecanismo de “feedback” ou retroalimentação que modera os níveis plasmáticos de selênio. Também, sugere-se que esse mecanismo não tenha relação com as refeições, uma vez que nenhum animal foi alimentado com o alimento comercial padrão, no dia da colheita de sangue para a confecção da curva dos níveis plasmáticos de selênio, e todos os tratamentos apresentaram comportamentos semelhantes ao da curva do tratamento controle, que consistia de apenas 10 mililitros de leite, sem adição de selênio.

Por outro lado, observa-se que existe diferença entre os níveis de selênio nos momentos zero e 12 horas, em todos os tratamentos, independente de dose

ou fonte de selênio. Mas, na realidade, o momento 12 horas após uma refeição é o momento zero hora da próxima refeição, em um manejo de duas refeições diárias. Dessa forma, o mecanismo de retroalimentação parece estar mais relacionado ao ciclo circadiano dos felinos do que às refeições. Mesmo porque, naturalmente, em liberdade, gatos domésticos fazem mais de 20 refeições diárias.

TABELA 11 Selênio plasmático às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas pós-prandial de gatos recebendo dietas com diferentes fontes e doses desse elemento na dieta¹

Tempo (h)	Selplex [®]		Selenito		Controle [†]
	30 mcg	60 mcg	30 mcg	60mcg	
0	1884 *	1799	1754	1448	1588
Média	1841 a		1601 b		
2	1333	1414	1155	1190	1292
Média	1374 a		1173 b		
4	1146	1397	1192	1281	1251
Média	1271		1237		
6	1304	1491 *	1149	1500 *	1225
Média	1398		1324		
8	649	637	667	648	667
Média	643		657		
10	1431	1296	1426	1462	1289
Média	1364		1444		
12	1264	1169	1417 *	1344 *	1056
Média	1217 b		1380 a		
CV (%)	11,96				

¹ Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem pelo teste F

*Diferem do tratamento controle pelo teste Dunnett (P<0,05)

[†] Controle – ração não suplementada com selênio

TABELA 12 Médias dos níveis de selênio plasmático às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas pós-prandial de gatos recebendo dietas com diferentes doses e fontes desse elemento na dieta

Dose ¹ (Fonte)	Tempo (horas)							Média
	0	2	4	6	8	10	12	
(30) Selplex [®]	1884	1333	1146	1304	649	1431	1264	1287
Selenito	1754	1155	1192	1149	667	1426	1417	1315
Média ²	1819 a	1244 bc	1169 c	1227 bc	658 d	1429 b	1341 bc	
(60) Selplex [®]	1799	1414	1397	1491	637	1296	1169	1251
Selenito	1448	1190	1281	1500	648	1462	1344	1268
Média ²	1705 a	1251 bc	1260 bc	1342 ab	653 d	1403 bc	1318 c	
Controle [†]	1588 a	1292 b	1251 b	1225 b	667 c	1289 b	1056	

¹ Dose, em mcg/kg de dieta

² Médias seguidas por letras diferentes na linha diferem pelo teste Tukey (P<0,05)

[†] Controle – ração não suplementada com selênio

TABELA 13 Selênio plasmático às 0, 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas pós-prandial de gatos recebendo diferentes doses e fontes desse elemento na dieta¹

Tempo (h)	30 (mcg/gato/dia)		60 (mcg/gato/dia)		Controle [†]
	Selplex [®]	Selenito	Selplex [®]	Selenito	
0	1884*	1754	1799	1448	1588
Média	1819 a		1623 b		
2	1333	1155	1414	1190	1292
Média	1244		1302		
4	1146	1192	1397	1281	1252
Média	1169 b		1339 a		
6	1304	1149	1491*	1500*	1225
Média	1226 b		1495 a		
8	649	667	637	648	667
Média	658		642		
10	1431	1426	1296	1462	1289
Média	1429		1379		
12	1264	1417*	1169	1344*	1056
Média	1340		1257		
CV (%)	11,96				

¹ Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem pelo teste F

* Médias diferentes do tratamento controle, pelo teste Dunnett (P<0,05)

[†] Controle – ração não suplementada com selênio

De forma geral, a fonte orgânica apresentou ($P < 0,10$) maiores níveis de selênio plasmático durante as 12 horas do período pós-prandial em relação à fonte inorgânica (Tabela 14), da mesma forma que a dose de 60 mcg/gato/dia propiciou maiores níveis desse elemento no sangue. Em relação à dieta controle, apenas a fonte orgânica, em sua maior dose (60 mcg/gato/dia), apresentou maiores níveis de selênio plasmático, durante todo o período pós-prandial avaliado.

TABELA 14 Avaliação do “status” de Se plasmático de acordo com a área sob a curva de 0 a 12 horas pós-prandial dos gatos recebendo dietas com diferentes fontes e doses desse elemento¹

Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		Média
	30 mcg/gato/dia	60 mcg/gato/dia	
Selplex®	7003	7915 *	7459 A
Selenito	6702	7026	6918 B
Média	6853 b	6901 a	
Controle [†]	6724		
CV (%)	10,51		

[†] Controle – ração não suplementada com selênio

¹ Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha e maiúsculas na coluna diferem pelo teste F ($P < 0,10$)

* Diferem do tratamento testemunha pelo teste Dunnet ($P < 0,10$)

4.4 Avaliação da enzima glutathiona peroxidase plasmática

Os valores obtidos para a concentração de glutathiona peroxidase no plasma estão apresentados na Tabela 15. Não houve diferenças significativas entre os tratamentos estudados ($P > 0,05$). A mudança das fontes de selênio e as diferentes doses estudadas não foram suficientes para alterar a atividade da glutathiona peroxidase, assim como descrito por Wedekind et al. (2004). Entretanto, muitos autores (NRC, 1983; Cohen et al., 1985; Levander, 1985;

NRC, 2000; Yu et al., 2002; NRC, 2006) citam que existe boa correlação entre os níveis plasmáticos de glutatona peroxidase e de selênio no organismo, o que não foi verificado nesse experimento. Por outro lado, Mutanen & Mykkanen (1984) citam que, apesar da glutatona peroxidase poder ser um bom indicador biológico da presença de selênio no organismo, pode não haver uma relação entre os níveis de glutatona peroxidase e os níveis de Se plasmáticos.

TABELA 15 Concentração de glutatona peroxidase (U/g Hb) no sangue de gatos recebendo diferentes fontes e doses de selênio na dieta^{1,2}

Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		MÉDIA
	30 mcg/gato/dia	60 mcg/gato/dia	
Selplex®	380,4	394,0	387,2
Selenito	447,2	338,8	393,0
MÉDIA	413,8	366,4	
Controle [†]	309,8		
CV (%)	3,55		

¹ Opção de transformação Log₁₀ X

² Não houve diferenças ao teste F e ao teste Dunnett (P>0,05)

[†] Controle – ração não suplementada com selênio

Segundo Rodvien et al. (1974) e Jensen & Clausen (1981), a glutatona peroxidase pode ainda interagir com outros fatores da dieta como vitamina E, ferro e ácidos graxos essenciais, o que pode dificultar a utilização dessa enzima como indicadora da atividade do selênio no organismo.

4.5 Avaliação do Se nos tecidos

Segundo Yu et al. (2006), existe estreita relação entre a ingestão de selênio e sua concentração no plasma com o crescimento de pêlo, pele e anexos. Entretanto, essa relação está diretamente ligada à transformação do

hormônio da tireóide T4 (Tiroxina) em T3 (Triiodotironina), que é estimulada por uma enzima (iodotironina 5'-deidodinase) dependente de selênio.

Neste trabalho, em que foram utilizados gatos SRD, não foi possível mensurar o crescimento do pêlo devido à grande diversidade na forma e na intensidade do crescimento. Outro fator limitante foi o intervalo de tempo entre as tricotomias que, posteriormente, se mostraram insuficientes, pois alguns dos animais tiveram uma pequena produção de pêlo na área tricotomizada.

Com relação à quantidade de selênio no pêlo, os resultados estão apresentados na Tabela 16.

TABELA 16 Quantidade de selênio no pêlo de gatos que receberam diferentes fontes e doses de selênio na dieta^{1,2}

Fonte	Dose utilizada (mcg/gato/dia)		MÉDIA
	30 mcg/gato/dia	60 mcg/gato/dia	
Selplex®	418,3	635,9 *	527,1
Selenito	482,8	611,7 *	547,2
MÉDIA	450,5 b	623,8 a	
Controle†	272,2		
CV (%)	4,81		

¹ Opção de transformação Log₁₀ X

² Médias seguidas de diferentes letras minúsculas na linha diferem pelo teste F

* Médias diferentes do tratamento controle pelo teste Dunnett (P<0,05)

† Controle – ração não suplementada com selênio

O aumento da dose, de 30 para 60 mcg de selênio/gato/dia, aumentou a quantidade de selênio no pêlo (P<0,05). Em relação ao tratamento controle, apenas os tratamentos que tiveram a maior dose utilizada apresentaram maiores valores (P<0,05). Isso significa que a adição de 30 mcg/gato/dia não foi suficiente para alterar significativamente a quantidade desse mineral neste tecido, em ambas as fontes.

Estes resultados coincidem com os achados descritos por Salbe & Levander (1990), em experimentos realizados com ratos. Esses autores afirmam que, apesar de existir uma relação entre o selênio ingerido e sua concentração no pêlo, esse dado não é um bom indicador do metabolismo do mesmo. Isso se deve às diferenças de absorção por este tecido de acordo com a forma de selênio ingerida, o teor de metionina na dieta e também as próprias diferenças na coloração dos mesmos.

Com relação ao teor de selênio nos demais tecidos, os resultados estão apresentados na Tabela 17.

TABELA 17 Teor de selênio no pêlo, na pele, no fígado, nos testículos e no linfonodo mesentérico de gatos que receberam rações contendo diferentes fontes e dose desse mineral na dieta.

Tratamentos	Concentração de Se (ppb) ¹			
	Pele	Fígado	Testículo	Linfonodo
T1 = dieta controle	383	572	1465	2417
T2 = controle + 30 mcg de Selplex [®]	382	490	3649	4235
T3 = controle + 30 mcg Selenito	312	645	2219	2048
T4 = controle + 60 mcg de Selplex [®]	177	871	1265	1272
T5 = controle + 60 mcg Selenito	230	437	1762	2909
P =	0,1450	0,9438	0,2547	0,6687

P = Probabilidade de qui-quadrado

Ao contrário do que foi observado com a deposição de selênio no pêlo, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos diferentes programas de suplementação na deposição desse mineral nos tecidos estudados, nem mesmo quando comparados ao tratamento controle.

Esses resultados não eram esperados. De acordo com McDowell (1992), a concentração do elemento nos diversos órgãos varia com o consumo e as formas orgânicas são mais facilmente depositadas em tecidos como fígado, músculos e pêlo.

4.6 Histologia tecidual

As lâminas histológicas dos tecidos coletados por biópsia, fígado, testículo, linfonodo e pele, foram avaliadas em microscopia óptica com objetiva de 10 e 20X, resultando em um aumento de 1.000 e 2.000 vezes.

4.6.1 Preparados histológicos do fígado

As lâminas histológicas de tecido hepático dos tratamentos controle, 30 mcg/gato/dia de Selplex®, 30 mcg/gato/dia de selenito de sódio, 60 mcg/gato/dia de Selplex® e 60 mcg/gato/dia de selenito de sódio estão ilustradas na Figura 2 e designadas como A1, B1, C1, D1 e E1, respectivamente.

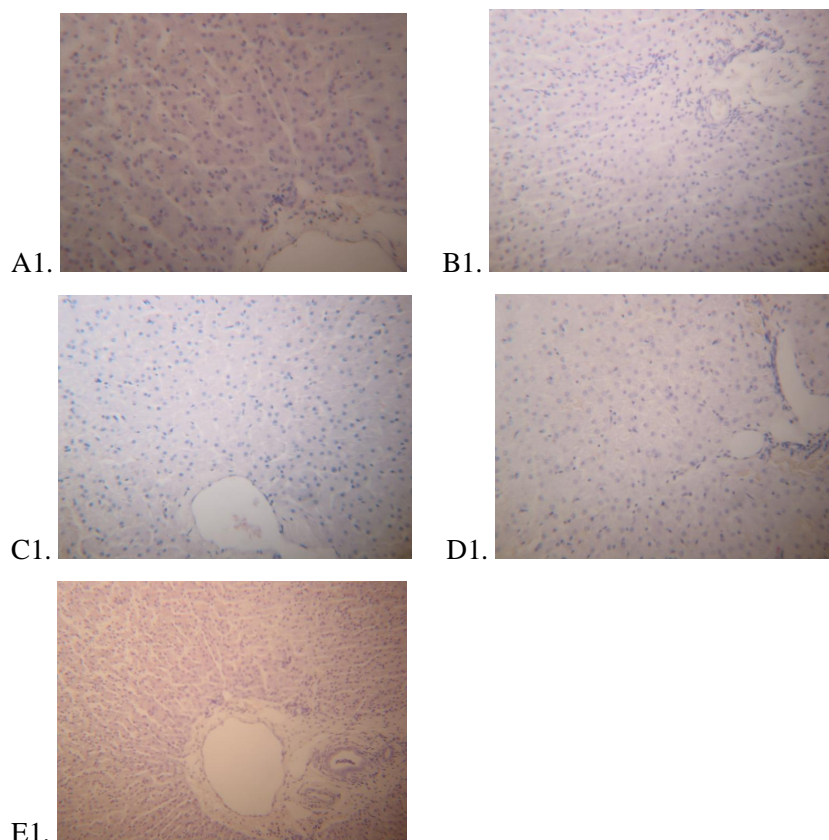


FIGURA 2 Preparados histológicos do tecido hepático de gatos adultos

4.6.2. Preparados histológicos do testículo

As lâminas histológicas de tecido testicular dos tratamentos controle, 30 mcg/gato/dia de Selplex®, 30 mcg/gato/dia de selenito de sódio, 60 mcg/gato/dia de Selplex® e 60 mcg/gato/dia de selenito de sódio estão ilustradas na Figura 3 e designadas como A2, B2, C2, D2 e E2, respectivamente.

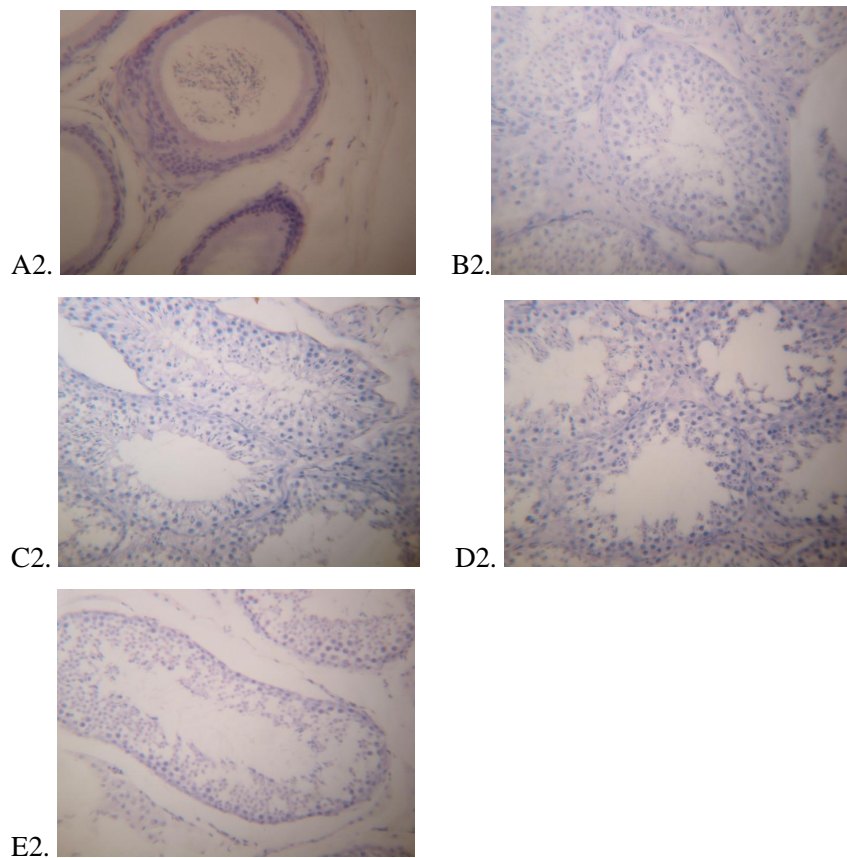


FIGURA 3 Preparados histológicos de tecido testicular de gatos adultos

4.6.3 Preparados histológicos de linfonodo

As lâminas histológicas dos linfonodos dos tratamentos controle, 30 mcg/gato/dia de Selplex®, 30 mcg/gato/dia de selenito de sódio, 60 mcg/gato/dia de Selplex® e 60 mcg/gato/dia de selenito de sódio estão ilustradas na Figura 4 e designadas como A3, B3, C3, D3 e E3, respectivamente.

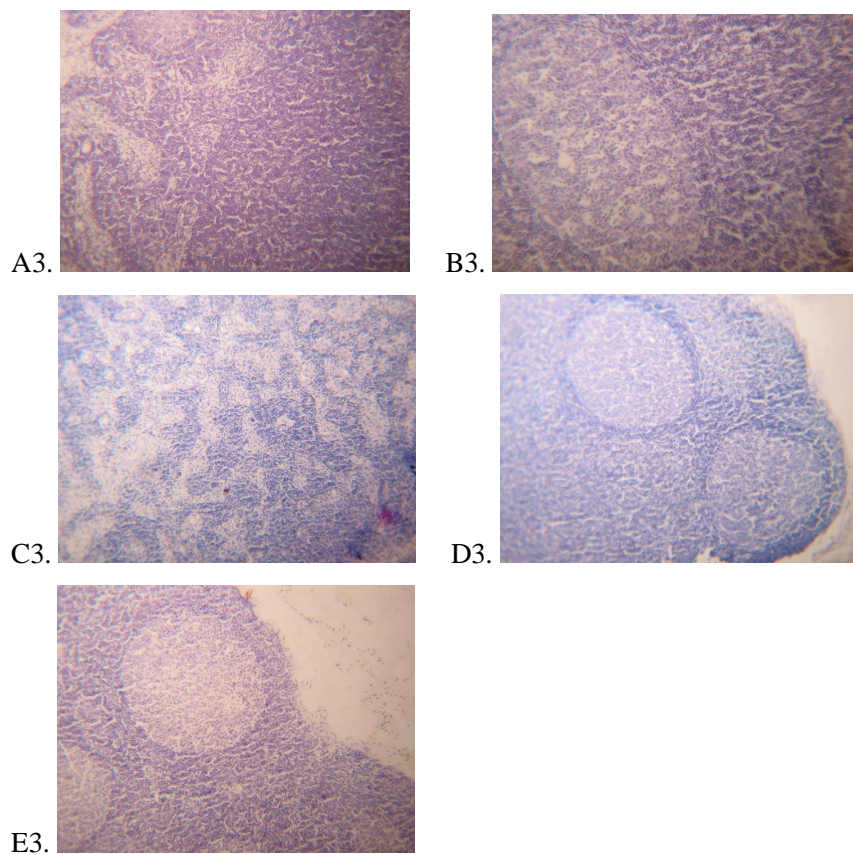


FIGURA 4 Preparados histológicos de linfonodo de gatos adultos

4.6.4 Preparados histológicos de pele

As lâminas histológicas da pele dos tratamentos controle, 30 mcg/gato/dia de Selplex®, 30 mcg/gato/dia de selenito de sódio, 60 mcg/gato/dia de Selplex® e 60 mcg/gato/dia de selenito de sódio estão ilustradas na Figura 5 e designadas como A4, B4, C4, D4 e E4, respectivamente.

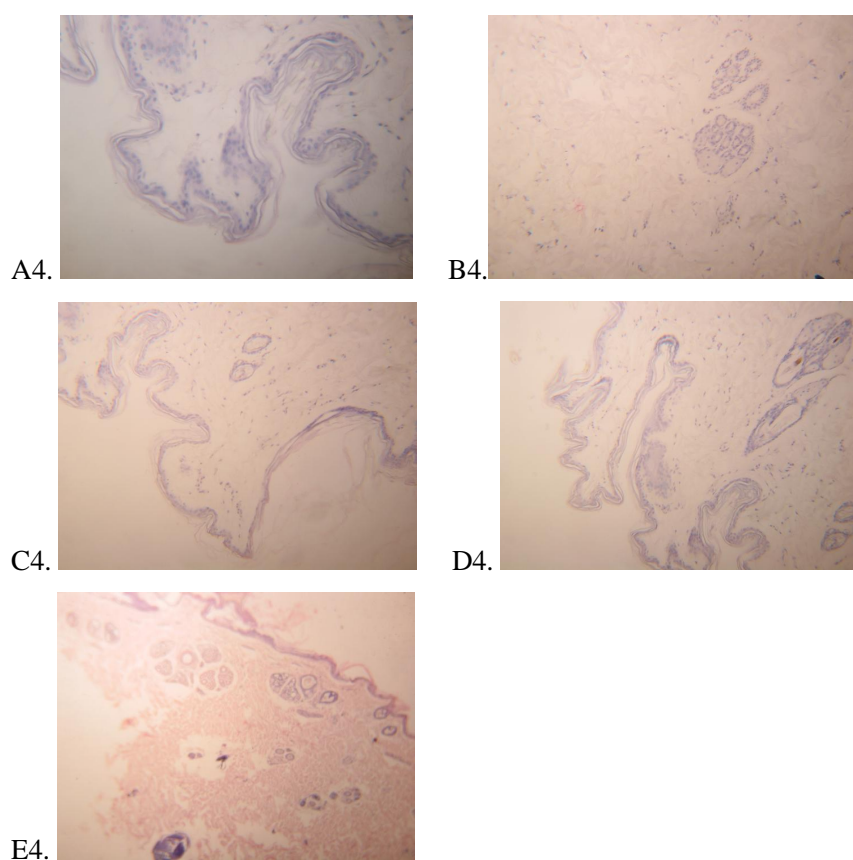


FIGURA 5 Preparados histológicos de pele de gatos adultos

As observações histológicas não demonstraram diferenças na morfologia entre os tratamentos utilizados. O contrário foi observado por Kaur & Bansal (2004) que, avaliando a função testicular de camundongos,

observaram diferenças morfológicas deletérias em sua histologia testicular quando os animais foram submetidos à dieta deficiente e com excesso de selênio.

De acordo com os dados avaliados neste experimento, pelo fato de não ter sido utilizada uma dieta com selênio abaixo do nível mínimo recomendado, nenhuma alteração característica da deficiência do elemento foi encontrada. Pode-se ainda avaliar que o nível máximo de selênio utilizado (1,402 mg/4.000kcal) não foi suficiente para causar uma toxidez por esse mineral, observada apenas pelas características morfológicas teciduais avaliadas neste estudo em gatos adultos. No entanto, outros tecidos, como os rins, que estão entre os órgãos mais predispostos à toxidez por selênio, não foram avaliados neste estudo.

5 CONCLUSÃO

De acordo com o trabalho realizado, existe diferença na retenção das fontes de selênio testadas, tendo os tratamentos com fontes orgânicas (Selplex®) apresentado as maiores taxas de retenção orgânica, tanto como porcentagem do consumido quanto como porcentagem do absorvido.

A absorção de selênio orgânico é mais precoce, ou seja, acontece antes da absorção de selênio inorgânico e o maior nível de selênio orgânico apresentou maior disponibilidade no plasma em relação aos demais.

A glutathiona peroxidase plasmática não se mostrou um bom indicador do “status” de selênio corporal neste experimento.

Em relação ao selênio nos tecidos, os tratamentos com os níveis mais altos de selênio (60 mcg) apresentaram maiores retenções no pêlo. Entretanto, não foi observada nenhuma diferença na quantidade de selênio e na histologia de tecidos, como pele, fígado, linfonodos e testículos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARTEEL, G. E.; MOSTERT, V.; OUBREHIM, H.; BRIVIBA, K.; ABEL, J.; SIES, H. Protection by selenoprotein P in human plasma against peroxynitrite-mediated oxidation and nitration. **Biology Chemistry**, v. 379, p. 201-205, 1998.
- ARTHUR, J. R. The biochemical functions of selenium: relationships to thyroid metabolism and antioxidant systems. The Rowett Research Institute – Annual report, 1993.
- ARTHUR, J. R. Selenium biochemistry and function. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TRACE ELEMENTS IN MAN AND ANIMALS, 9., 1997, Ottawa. **Proceedings...** Ottawa, Canada: NRC Research, 1997. p.1–5.
- BARRY, M. J.; LARSEN, P. R. The role of selenium in thyroid hormone action. **Endocr. Rev.**, v.13, p.207-219, 1992.
- BEHNE, D.; KYRIAKOPOULOS, A.; MEINHOLD, H.; KOHRLE, J. Identification of type I iodothyronine 5'-deiodinase as a selenoenzyme. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.173, p.1143-1149, 1990.
- BEHNE, D.; WOLTERS, W. Distribution of selenium and glutathione peroxidase in the rat. **Journal of Nutrition**, v.113, p.456-461, 1983.
- BORGES, F.M.O. Nutrição e manejo alimentar de cães na saúde e na doença. **Cadernos Técnicos da Escola de Veterinária da UFMG**, Belo Horizonte, v.20, p.1-103, 1998.
- BOSL, M. R.; TAKAKU, K.; OSHIMA, M.; NISHIMURA, S.; TAKETO, M. M. Early embryonic lethality caused by targeted disruption of the mouse selenocysteine tRNA gene (Trsp). **Proc. Natl Academic Science USA**, v.94, p.5531-5534, 1997.
- BOYER, K. W. Metals and other elements at trace levels in foods. In: AOAC **Official Methods of Analysis**. 1984.
- BURK, R. F.; GREGORY, P. E. Some characteristics of ⁷⁵Se-P, a selenoprotein found in rat liver and plasma, and comparison of it with seleno-glutathione peroxidase. **Arch. Biochem. Biophys**, v.213, p.73–80, 1982.

BURK, R. F.; HILL, K.E.; AWAD, J. A.; MORROW, J. D.; KATO, T.; COCKELL, K. A. LYONS, P. R. Pathogenesis of diquat-induced liver necrosis in selenium-deficient rats. Assessment of the roles of lipid peroxidation and selenoprotein P. **Hepatology**, v.21, p.561-569, 1995.

CASE, L. P. **The dog: its behavior, nutrition, and health**. Ames: Iowa State, 1999. 383p.

CASE, L. P. **The cat: its behavior, nutrition, and health**. Ames: Iowa State, 2003. 392p. 2003.

CASE, L. P.; CAREY, D. P.; HIRAKAWA, D. A. **Nutrição canina e felina: manual para profissionais**. Madrid: Harcourt Brace, 1998. 424p.

COHEN, H.J.; CHOVANIEC, M.E.; MISTRETTA, D.; BAKER, S.S. Selenium repletion and glutathione peroxidase - Differential effects on plasma and red blood cell enzyme activity. **American Journal Clinical Nutrition**, v. 41, p. 735-47, 1985.

COHEN, G.; HOCHSTEIN, P. Glutathione peroxidase: the primary agent for the elimination of hydrogen peroxide in erythrocytes. **Biochemistry**, v.2, p.1420-8, 1963.

COMBS JR., G. F. Selenium and câncer prevention. In: GAREWAL, H. **Antioxidants and disease prevention**. New York: CRC, 1997. p.97.

COMBS JR., G. F.; COMBS, S. B. The nutritional biochemistry of selenium. **Annual Review of Nutrition**, v.4, p.257-280, 1984.

FLOHE, L. Glutathione peroxidase. **Basic Life Science**, v.49, p.663-668, 1998.

FOSTER, D. J.; THODAY, K. L.; BECKETT, G. J. Thyroid hormone deiodination in the domestic cat. **Journal of Molecular Endocrinology**, v.24, p. 119-126, 2000.

HOEKSTRA, W.G. Biochemical function of selenium and its relation to vitamin E. **Fed. Proc**, v.34, p.2083, 1975.

JENSEN, G.E.; CLAUSEN, J. Glutathione peroxidase activity in vitamin E and essential fatty acid – deficient rats. **Annals of Nutrition & Metabolism**, v.25, p.27-37, 1981.

KAUR, P.; BANSAL, M. P. Influence of selenium induced oxidative stress on spermatogenesis and lactate dehydrogenase-X in mice testis. **Asian Journal Androl.**, v.6, p.227-232, 2004.

LAWRENCE, R. A.; SUNDE, R. A.; SCHWARTZ, G. L.; HOEKSTRA, W. G. Glutathione peroxidase activity in rat lens and other tissues in relation to dietary selenium intake. **Exp. Eye Res**, v.18, p.563–569, 1974.

LEVANDER, O. A. Consideration on the assessment of selenium status **Federation Proceedings**, v.44, p.2579-2583, 1985.

LEWIS, L. D.; MORRIS, M. L.; HAND, M. S. **Small animal clinical nutrition**. 3.ed. Topeca: Mark Morris Institute, 1987.

MAY, J. M.; COBB, C.E.; MENDIRATTA, S.; HILL, K.E.; BURK, R.F. Reduction of the ascorbyl free radical to ascorbate by thioredoxin reductase. **Journal Biology Chemistry**, v.273, p.23039-23045, 1998.

McDOWELL, L.R. **Minerals in animal and human nutrition**. London: Academic, 1992. 524p.

MILLS, G. C.; RANDALL, H. P. Hemoglobin catabolism. II. The protection of hemoglobin from oxidative breakdown in the intact erythrocyte. **Jornal Biology Chemistry**, v. 232, p.589–598, 1958.

MUTANEN, M. L.; MYKKANEN, H. M. Effect of dietary fat on plasma glutathione peroxidase levels and intestinal absorption of ⁷⁵Se-labeled sodium selenite in chicks. **Journal of Nutrition** v.114, p.829-834, 1984.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Dietary reference intakes for Vitamina C, Vitamina E, selenium and carotenóids**. Washington: National Academy, 2000. 379p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mineral tolerance of domestic animals**. Washington: National Academy, 1980. 484p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of cats**. Washington: National Academy, 1986. 79p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dogs**. Washington: National Academy, 1985. 81p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dogs and cats**. Washington: National Academy, 2006. 398p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Selenium in nutrition**. Washington: National Academy, 1983. 174p.

NUNES, I. J. **Nutrição animal básica**. 2.ed. Belo Horizonte: FEP-MVZ, 1998. 388p.

OLDFIELD, J. E. Selenium levels should be in forefront of planning. **Feedstuffs**, v.74, n.9, p.1-2, 2002.

PEHRSON, B. G. Countering selenium deficiency. **Feed International**, 1993.

RANG, H. P.; DALE, M. M.; RITTER, J. M. **Farmacologia**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. 703p.

REASBECK, P. G.; BARBEZAT, G. O.; WEBER, F. L. JR.; ROBINSON, M. F.; THOMSON, C. D. Selenium absorption by canine jejunum. **Digestive Diseases and Sciences**, v.30, p.489-494, 1985.

RODVEIN, R.; GILLUM, A.; WEINTRAUB, L.R. Decrease in erythrocyte GHS-Px in animals fed a diet deficient in iron. **Blood.**, v.43, p.281-285, 1974.

ROTRUCK, J. T.; POPE, A. L.; GANTHER, H. E.; SWANSON, A. B.; HAFEMAN, D. G.; HOEKSTRA, W. G. Selenium: biochemical role as a component of glutathione peroxidase. **Science**, v.179, p.588, 1973.

SAS INSTITUTE. **SAS/STAT user's guide**. Version 6. 4.nded. Cary, 1994. v.2, 1686p.

SAITO, Y.; HAYASHI, T.; TANAKA, A.; WATANABE, Y.; SUZUKI, M.; SAITO, E.; TAKAHASHI, K. Selenoprotein P human plasma as an extracellular phospholipid hydroperoxide glutathione peroxidase. Isolation and enzymatic characterization of human selenoprotein P. **Journal Biology Chemistry**, v.274, p.2866-2871, 1999.

SALBE, A. D.; LEVANDER, O. A. Effects of various dietary factors on the deposition of selenium in the hair and nails of rats. **Journal Nutrition**, v.120, p.200-2006, 1990.

SCHRAUZER, G. **Selenium**: the essential mineral. 2004. 4p. (Folheto Técnico).

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA. **Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas** – SAEG. Viçosa, MG: UFV/CPD, 1993. Software.

STADTMAN, T. C. Biosynthesis and function of selenocysteine-containing enzymes. **Journal Biology Chemistry**, v.266, p.16257-16260, 1991.

SUN, Q. A.; WU, Y.; ZAPPACOSTA, F.; JEANG, K. T.; LEE, B.J.; HAFFIELD, D. L.; GLADYSHEV, V. N. Redox regulation of cell signaling by selenocysteine in mammalian thioredoxin reductases. **Journal Biology Chemistry**, v.274, p.24522-24530, 1999.

SUNDE, R. A. Intracellular glutathione peroxidases – Structure, regulation and function. In: BURK, R. F. (Ed.). **Selenium in biology and human health**. New York: Springer Verlag, 1994. p.45-78.

SURRAY, P. F. **Organic selenium**: benefits to animals and humans, a biochemist's view. Scotland, UK: Department of Biochemistry and Nutrition, 2000. 56p.

SWANSON, C. A.; PATTERSON, B. H.; LEVANDER, O. A.; VEILLON, C.; TAYLOR, P. R.; HELZLSOUER, K.; MCADAM, P. A.; ZECH, L. A. Human [⁷⁴Se] selenomethionine metabolism: a kinetic model. **American Journal Clinical Nutrition**, v.54, p.917-926, 1991.

SWENSON, M. J.; REECE, W. O. N. **Dukes**: fisiologia dos animais domésticos. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Kogan, 1996. 856p.

THOMSON, C. D.; ROBINSON, M. F. Urinary and fecal excretions and absorption of a large supplement of selenium: Superiority of selenate over selenite. **American Journal Clinical Nutrition**, v.44, p.659-663, 1986.

VAN VLEET, J. Experimentally induced vitamin E selenium deficiency in the growing dog. *J. Am. Vet. Med. Assn.* 166:769-774, 1975.

WASCHULEWSKI, I. H.; SUNDE, R. A. Effect of dietary methionine on tissue selenium and glutathione peroxidase (EC 1.11.1.9) activity rats given selenomethionine. **Br. Journal Nutrition**, v.60, p.57-68, 1988.

WEDEKIND, K. J.; COMBS JR., G. F. Selenium in pet foods: is bioavailability an issue? **Compendium of Continuing Education for the Practicing Veterinarian**, v.22, n.9A, 2000.

WEDEKIND, K. J.; YU, S.; COMBS, G. F. The selenium requirement of the puppy. **Journal of Animal Physiology and Nutrition**, v.88, p.340-347, 2004.

WOLFFRAM, S.; ARDUSER, F.; SCHARRER, E. In vivo intestinal absorption of selenate and selenite by rats. **Journal Nutrition**, v.115, p.454-459, 1985.

YU, S.; HOWARD, K. A.; WEDEKIND, J. G.; MORRIS, J. G.; ROGERS, Q. R. A low selenium diet increases thyroxine and decreases 3,5,3'-triiodothyronine in the plasma of kittens. **Journal Animal Physiology Animal Nutrition**, v.86, p.36-41, 2002.

YU, S.; WEDEKIND, K. J.; KIRK, C. A.; NACHREINER, R. F. Primary hair growth in dogs depends on dietary selenium concentration. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.90, p.146-151, 2006.

ZACHARA, B. A. Mammalian selenoproteins. **Journal of Trace elements and electrolytes in health and Disease**, v.6, p.137-151, 1992.

7. ANEXOS

	Pág.
TABELA 1A. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração de gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses de selênio na dieta.....	79
TABELA 2A. Análise de variância e coeficiente de variação para fezes produzidas por gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses de selênio na dieta.....	79
TABELA 3A. Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de digestibilidade da matéria seca da ração de gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses de selênio na dieta.....	80
TABELA 4A. Análise de variância e coeficiente de variação para consumo diário de selênio por gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.....	80
TABELA 5A. Análise de variância e coeficiente de variação para excreção diária de selênio nas fezes de gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.....	81
TABELA 6A. Análise de variância e coeficiente de variação para selênio na urina de gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.....	81
TABELA 7A. Análise de variância e coeficiente de variação para selênio absorvido por gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.....	81
TABELA 8A. Análise de variância e coeficiente de variação para selênio plasmático de gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.....	83
TABELA 9A. Análise de variância e coeficiente de variação para área abaixo da curva dos níveis de selênio plasmático de gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.....	83

TABELA 10 A. Análise de co-variância e coeficiente de variação para níveis de glutatona peroxidase no sangue de gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses de selênio na dieta.....	83
TABELA 11 A. Análise de variância e coeficiente de variação para selênio no pêlo de gatos recebendo diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.....	83

TABELA 1A - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo de ração de gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses de selênio na dieta.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	67,613600	16,9034	0,9	0,4899
Fonte	1	18,240500	18,2405	1,0	0,3405
Dose	1	0,312500	0,3125	0,0	0,8993
Fonte*Dose	1	13,612500	13,6125	0,7	0,4085
Adicional	1	12,2547	12,2547	0,6	0,4325
erro	16	302,3464	18,89665		
CV (%)	5,67				

TABELA 2A - Análise de variância e coeficiente de variação para fezes produzidas por gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses de selênio na dieta.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	19,7416	4,9354	1,6	0,2319
Fonte	1	0,0045	0,0045	0,0	0,9703
Dose	1	1,4045	1,4045	0,4	0,5142
Fonte*Dose	1	10,3125	10,3125	3,3	0,0895
Adicional	1	7,921	7,921	2,5	0,1327
erro	16	50,5024	3,1564		
CV (%)	8,44				

TABELA 3A - Análise de variância e coeficiente de variação para coeficiente de digestibilidade da matéria seca da ração de gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses de selênio na dieta.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	16,4984	4,1246	1,5	0,2456
Fonte	1	1,922	1,922	0,7	0,4136
Dose	1	3,362	3,362	1,2	0,2833
Fonte*Dose	1	14,112	14,112	5,2	0,0370
Fonte (dose 30)	1	2,809	2,809	1,0	0,3253
Fonte (dose 60)	1	13,225	13,225	4,8	0,0427
Dose (Selplex)	1	1,849	1,849	0,7	0,4224
Dose (Selenito)	1	15,625	15,625	5,7	0,0293
Adicional	1	6,1504	6,1504	2,3	0,1526
erro	16	43,633600	2,727100		
CV (%)	2,27				

TABELA 4A - Análise de variância e coeficiente de variação para consumo diário de selênio por gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	12,1856	3,0464	0,9	0,4802
Fonte	1	3,36200	3,362	1,0	0,3305
Dose	1	4464,072	4464,072	1337,5	0,0000
Fonte*Dose	1	2,45000	2,45	0,7	0,4042
Adicional	1	7610,817	7610,8176	2280,3	0,0000
Erro	16	53,4024	3,33765		
CV (%)	2,67				

TABELA 5A - Análise de variância e coeficiente de variação para excreção diária de selênio nas fezes de gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta¹.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	0,52874456	0,13218614	0,9	0,4902
Fonte	1	0,16006848	0,16006848	1,1	0,3136
Dose	1	0,42129364	0,42129364	2,8	0,1108
Fonte*Dose	1	0,32962957	0,32962957	2,2	0,1549
Adicional	1	0,87211878	0,87211878	5,9	0,0273
Erro	16	2,36602205	0,14787638		
CV (%)	15,01				

¹ Opção de transformação – Log₁₀ X

TABELA 6A - Análise de variância e coeficiente de variação para selênio na urina de gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta¹.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	0,11041413	0,02760353	0,5	0,7087
Fonte	1	0,15981952	0,15981952	3,1	0,0961
Dose	1	0,73310991	0,73310991	14,3	0,0016
Fonte*Dose	1	0,04171757	0,04171757	0,8	0,3797
Adicional	1	2,38958838	2,38958838	46,7	0,0000
Erro	16	0,8179818	0,05112386		
CV (%)	6,09				

¹ Opção de transformação – Log₁₀ X

TABELA 7A - Análise de variância e coeficiente de variação para selênio absorvido por gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	254,9144	63,7286	0,8	0,5655
Fonte	1	81,2045	81,2045	1,0	0,3393
Dose	1	5,5125	5,5125	0,1	0,8007
Fonte*Dose	1	117,6125	117,6125	1,4	0,2532
Adicional	1	290,0209	290,0209	3,5	0,0812
Erro	16	1339,2216	83,70135		
CV (%)	11,70				

TABELA 8A Análise de variância e coeficiente de variação para selênio plasmático de gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	233548,43	58387,10	1,06	0,4093
Fonte	1	60361,778	60361,77	1,09	0,3113
Dose	1	16698,86	16698,86	0,30	0,5900
Fonte*Dose	1	1114,462	1114,464	0,02	0,8888
Adicional	1	200840,64	200840,64	3,64	0,0746
Erro A	16	883613,31	55225,83		
Tempo	6	12282282,2	2047047,0	89,61	0,0000
Tempo*Fonte	6	631552,07	105258,67	4,61	0,0003
<i>Tempo (selplex)</i>	6	7512053,43	1252008,92	54,8	0,0000
<i>Tempo (selenito)</i>	6	5401780,71	900296,795	39,4	0,0000
<i>FONTE (tempo 0)</i>	1	288480,2	288480,2	12,6	0,0005
<i>FONTE (tempo 2)</i>	1	202608,5	202608,5	8,9	0,0035
<i>FONTE (tempo 4)</i>	1	6055,2	6055,2	0,3	0,6076
<i>FONTE (tempo 6)</i>	1	26937,8	26937,8	1,2	0,2797
<i>FONTE (tempo 8)</i>	1	1036,8	1036,8	0,0	0,8317
<i>FONTE (tempo 10)</i>	1	32643,2	32643,2	1,4	0,2343
<i>FONTE (tempo 12)</i>	1	134152,2	134152,2	5,9	0,0169
Tempo*Dose	6	747230,77	124538,4	5,45	0,0001
<i>Tempo (dose 30)</i>	6	7186831,06	1197805,18	52,4	0,0000
<i>Tempo (dose 60)</i>	6	5842681,93	973780,324	42,6	0,0000
<i>DOSE (tempo 0)</i>	1	191296,8	191296,8	8,4	0,0045
<i>DOSE (tempo 2)</i>	1	16646,45	16646,45	0,7	0,3950
<i>DOSE (tempo 4)</i>	1	145180,8	145180,8	6,4	0,0130
<i>DOSE (tempo 6)</i>	1	362343,2	362343,2	15,9	0,0001
<i>DOSE (tempo 8)</i>	1	1216,8	1216,8	0,1	0,8179
<i>DOSE (tempo 10)</i>	1	12300,8	12300,8	0,5	0,4645
<i>DOSE (tempo 12)</i>	1	34944,8	34944,8	1,5	0,2186
Tempo*Fonte*Dose	6	165688,3	27614,73	1,21	0,3064
Tempo*Adicional	6	234641,4	39106,91	1,71	0,1239
Erro B	120	2741149,0	22842,90		
CV 1 (%)	18,06				
CV 2 (%)	11,96				

TABELA 9A Análise de variância e coeficiente de variação para área abaixo da curva dos níveis de selênio plasmático de gatos que receberam recebendo diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	2146492,8	536623,2	0,964	0,4541
Fonte	1	1886208,2	1886208,2	3,387	0,0843
Dose	1	1794005	1794005	3,222	0,0916
Fonte*Dose	1	90048,2	90048,2	0,162	0,6929
Adicional	1	2064969	2064969	3,708	0,0721
erro	16	8909644,8	556852,8		
CV (%)	10,51				

TABELA 10A Análise de co-variância e coeficiente de variação para níveis de glutaciona peroxidase no sangue de gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses de selênio na dieta¹.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	0,003820	0,000955	0,115	0,9750
Glutaciona	1	0,006079	0,006079	0,704	0,4049
Fonte	1	0,000212	0,000212	0,026	0,8748
Dose	1	0,012175	0,012175	1,471	0,2439
Fonte*Dose	1	0,020101	0,020101	2,429	0,1400
Adicional	1	0,002545	0,002545	0,308	0,5874
Erro	15	0,124144	0,008276		
CV (%)	3,55				

¹ Opção de transformação – Log₁₀ X

TABELA 11A Análise de variância e coeficiente de variação para selênio no pêlo de gatos que receberam diferentes fontes em diferentes doses desse mineral na dieta¹.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Bloco	4	0,092288	0,023072	0,5	0,7344
Fonte	1	0,010395	0,010395	0,2	0,6406
Dose	1	0,294147	0,294147	6,4	0,0222
Fonte*Dose	1	0,039299	0,039299	0,9	0,3686
Adicional	1	0,259207	0,259207	5,6	0,0303
Erro	16	0,734532	0,045908		
CV (%)	7,97				

¹ Opção de transformação – Log₁₀ X