

# *A importância das fontes de Selênio e seus efeitos sobre a nutrição e saúde de cães e gatos*

## *The importance of selenium sources and their effects in nutrition and healthy of dogs and cats*

*Segundo Lugar:*

**Thaila Cristina Putarov**

Autora

Mestranda

UNESP - Botucatu



**José Roberto Sartori**

Orientador

Professor Assistente Doutor

UNESP - Botucatu



**Resumo:** Sabe-se que o Selênio (Se) é um micro mineral essencial à saúde de seres humanos e animais, podendo melhorar a qualidade de vida e a longevidade, mas pouco se conhece sobre a suplementação de selênio em alimentos prontos para animais de companhia e seus efeitos sobre a saúde destes animais. O selênio pode derivar dos ingredientes (arroz, milho, trigo, etc.) utilizados nas formulações ou de fontes exclusivas de selênio, estas fontes podem ser inorgânicas ou orgânicas. As inorgânicas foram usadas por muitos anos como sendo a única fonte de selênio, porém muitos trabalhos discutem sua toxicidade, devido a isto muitos estudos com fontes orgânicas têm sido realizados avaliando seu nível de inclusão ideal e seus efeitos na saúde dos animais. A fonte de selênio comumente usada nas rações *PetFood* é a inorgânica, contudo outras fontes de selênio que possuem eficácia comprovada em animais de produção poderiam ser usadas nos alimentos *PetFood*. Uma vez que o selênio possui funções importantes no sistema antioxidante e imunológico do organismo, nas atividades das enzimas responsáveis pela ativação dos hormônios da tireóide e de outras metaloenzimas, e recentemente, por sua ação anticarcinogênica, se faz necessário mais informações sobre as fontes de selênio utilizadas nas rações de animais de companhia, podendo assim garantir uma melhor utilização do Se pelo animal e até mesmo pela indústria *PetFood*.

**Palavras chave:** Fontes de selênio, biodisponibilidade, cães, gatos, *PetFood*.

**Abstract:** It is known that Selenium (Se) is a micro mineral which is essential for the health of human beings and animals, being able to improve life quality and longevity, but little is known about selenium supplementation in pet food and its effects upon the health of these animals. Selenium may derive from ingredients (rice, corn, wheat, etc.) used in the formulations or from exclusive selenium sources, which can be either inorganic or organic. Inorganic sources have been used over the years as the only selenium source there was, even though a variety of studies regard its toxicity, due to this a great number of studies with organic sources have taken place in order to evaluate the ideal inclusion

level as well as its effects on animal health. The selenium source commonly used by *PetFood* provender is inorganic, however, different selenium sources that have had their efficacy proven in animal production could be used by *PetFood* provender instead. Since selenium has such important functions in the organism's antioxidant and immunological system, in enzyme activities responsible for the activation of thyroid hormones and other metaloenzymes, and recently for its anticarcinogenic action, it necessary to acquire more information about selenium sources used in pet food, ensuring a better selenium application not only by animals that feed on *PetFood* but by *PetFood* industry as well.

**Key words:** Selenium sources, bioavailability, dog, cat, *Pet Food*

### **Introdução**

Inúmeras pesquisas têm demonstrado a importância de microminerais na alimentação de seres humanos e animais. Até recentemente, os microminerais eram adicionados às dietas ou suplementados apenas para corrigir deficiências nutricionais. Hoje, são vistos como importantes ingredientes que além de atuarem na manutenção dos processos metabólicos, potencializam aspectos de saúde e produção.

Pouco se sabe sobre as funções, o metabolismo, a biodisponibilidade e a exigência de micro-minerais, como o selênio, para cães e gatos. No entanto, sabe-se que o selênio é um micromineral essencial, e sua ingestão dietética ideal esta relacionada com o aumento da longevidade e com a prevenção de doenças em animais e seres humanos (Todd et al., 2006).

O interesse primário pelo selênio na nutrição ocorreu devido a seus efeitos tóxicos. A descoberta, por Schwarz & Foltz (1957) de que é um mineral essencial, nutricionalmente, modificou as pesquisas sobre o selênio. Em vez de se preocuparem com seu efeito tóxico, pesquisadores começaram a concentrar-se no seu papel metabólico e nas conseqüências de sua deficiência (Rotruk et al., 1973).

O selênio é um mineral amplamente distribuído nos tecidos animais, ainda que presente em pequenas quantidades em alguns órgãos ou tecidos (NRC, 2006). Entretanto, altas concentrações de selênio na maioria das espécies são encontradas no fígado e nos rins, os órgãos com maior quantidade de selênio total são os músculos (Levander, 1986).

As quantidades de selênio nos ingredientes dos alimentos para cães e gatos podem variar muito, as concentrações deste mineral nos tecidos vegetais dependem da região geográfica da fonte e da concentração de Se no solo (NRC, 2006; Surai, 2002). Já nos tecidos animais sua concentração depende dos níveis de selênio da dieta (Todd & Hendriks, 2005).

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 gatos (NRC, 2006).

### **Deficiência, intoxicação e níveis adequados**

A falta de selênio resulta em diversas síndromes patológicas, e pode variar de acordo com a espécie e o status de vitamina E. Necrose de fígado em ratos, diátese exsudativa e fibrose pancreática em frangos, doença do músculo branco (distrofia muscular) em bezerros e cordeiros, e eventual morte em todas as espécies são exemplos destas síndromes (Henry & Ammerman, 1995).

A deficiência de selênio em cães e gatos não parece ser um grande problema, uma vez que a maioria desses animais é alimentada com rações comerciais que provavelmente contenham níveis adequados de selênio (Simcock et al., 2005). Porém, antigos estudos mostram como sintomas de deficiência em cães a degeneração dos músculos esqueléticos e cardíacos, fraqueza muscular, edema subcutâneo, anorexia, depressão, coma e mineralização renal (Van Vleet, 1975).

Os sinais de intoxicação por selênio em cães e gatos, também são improváveis de ocorrer naturalmente (Case et al., 1998). O maior risco de intoxicação por selênio em animais de companhia é o uso de tabletes suplementares de selênio destinados a humanos. Os sintomas de intoxicação incluem necrose do miocárdio, hepatite e nefrite tóxica. A intoxicação por selênio é caracterizada pelo odor de alho na respiração, queda de pêlo, excesso de salivagem, cegueira, paralisia e morte (Hill & Aldrich, 2003).

Dentre os fatores que afetam a toxicidade do selênio incluem a forma química administrada, o tempo de exposição ou administração, a quantidade de selênio ingerido, a natureza dos outros ingredientes da dieta e a susceptibilidade dentre as espécies (McDowell, 1992).

Níveis elevados de enxofre e proteínas na dieta podem diminuir a severidade da ingestão excessiva de selênio. O FDA (Food and Drug Administration) regula o uso de selênio na alimentação animal, sendo o limite máximo de 0,3 ppm na suplementação (Mateos et al., 2004), enquanto não há regulamentações específicas para PetFood admite-se este mesmo valor na nutrição de cães e gatos (Hill & Aldrich, 2003).

Os efeitos da toxicidade do selênio em humanos e em animais de produção geralmente ocorrem na faixa de 5 ppm (Koller & Exon, 1986, citado por Tood & Hendriks, 2005), no entanto alguns alimentos para cães e gatos contêm por volta de 6 ppm de selênio (Simcock et al., 2005), estudos mostram que cães e gatos toleram níveis de selênio bem maiores que os demais animais. Segundo o NRC, 1985 há uma faixa estreita entre a deficiência (0,03 ppm), o adequado (0,1-0,3 ppm) e os níveis tóxicos (5 ppm).

Não se sabe ao certo quais são os níveis adequados de exigência de selênio para cães e gatos, estes parecem tolerar doses bem mais altas de selênio do que as demais espécies, na tabela abaixo estão relatados os níveis de selênio indicados pelo NRC (2006) e AAFCO (2004).

**Tabela 1: Níveis de Se recomendado pela AAFCO (2004) e NRC (2006)**

Referência	Unidade na MS (= 4000 kcal)	Crescimento (mínimo)	Adultos manut. (mínimo)	Reprodução (mínimo)	Máximo
AAFCO	mg/kg	0,11	0,11	0,11	2,00
NRC (2006)	µg/kg	210	*	*	*

\*Não há dados a respeito, apenas recomendam um valor adequado de 350 µg/kg MS para crescimento, adultos em manutenção e reprodução (NRC, 2006).

**Importância do Selênio na nutrição de cães e gatos:**

Em células de mamíferos, a primeira linha de defesa antioxidante é o sistema de enzimas superóxido desmutase (SOD), glutathione peroxidase (GSH-Px) e a catalase. A importância da enzima dependente de selênio, a GSH-Px, tem recebido muita atenção, e recentemente, o papel do selênio neste e em outros aspectos da nutrição tem atraído consideráveis pesquisas (Mahan, 1999). O Selênio é um componente essencial da enzima GSH-Px (Rotruck et al., 1973) e o nível de atividade desta enzima no fígado ou sangue total são indicativos do suprimento de selênio do organismo. A GSH-Px protege as membranas celulares dos radicais livres e outros danos oxidativos, desativando a formação de peróxidos durante a oxidação dos lipídeos da membrana

celular. Por causa, desta função, o selênio trabalha em uma íntima associação com a vitamina E para proteger a integridade da membrana celular contra a ação tóxica dos peróxidos lipídicos, suas interações se exemplificam pelos casos em que a vitamina E reduz a necessidade de selênio e vice-versa (NRC, 2006; Hill & Aldrich, 2003). O sítio ativo da GSH-Px contém selenocisteína; um aminoácido raro no qual o átomo de enxofre da cisteína foi substituído pelo átomo de selênio (McDowell, 1992). De fato, o selênio é o único micromineral a ser especificado no código genético como Se-cisteína e é agora reconhecido como o 21º aminoácido (Rayman, 2002, citado por Mateos, 2004).

Outra função importante do selênio é na produção e regulação do nível de atividade dos hormônios da tireóide. O selênio, na forma de selenocisteína, é componente das iodotironina-deiodinases, enzimas responsáveis pela ativação dos hormônios da tireóide (NRC, 2006). Estas deiodinases convertem a tiroxina (T4) em triiodotironina (T3), a forma ativa do hormônio tireoideano, esta conversão ocorre, em sua maior parte, nos tecidos periféricos, incluindo o fígado e rins (Surai, 2002).

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 concentração de selênio na dieta afeta o crescimento do pêlo em cães da raça Beagle, em que tanto as baixas concentrações 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).

O selênio atua ainda em diversas outras selenoproteínas de mamíferos, algumas com atividades enzimáticas (redox) e outras com propriedades estruturais e de transporte (Mckenzie et al., 2002, citado por Mateos et al., 2004). Algumas destas selenoproteínas estão descritas na Tabela 2.

Juntamente com a vitamina E, o selênio é necessário para o correto funcionamento do sistema imune do animal. O efeito imuno-modulatório do selênio ocorre por três mecanismos: 1) efeitos antiinflamatórios; 2) sistema antioxidante; e 3) propriedades citostáticas e anticancerígenas. Doses suplementares de selênio melhoram a resposta imunológica e protegem contra certas infecções virais conferindo adicionais benefícios à saúde (Mckenzie et al., 2002 citado por Mateos et al., 2004). A deficiência de selênio pode afetar tanto a imunidade natural quanto a imunidade adquirida (Surai, 2003).

**Tabela 2: Selenoproteínas de Mamíferos**

Glutathione peroxidase	Selenofosfato sintetase-2
GSH-Px (citossólica, cGSH-Px)	<b>Funções não determinadas</b> Selenoproteína P Selenoproteína P12 Selenoproteína W Selenoproteína R Selenoproteína T Selenoproteína X Selenoproteína N
GSH-Px (gastrointestinal, GI-GSH-Px)	
GSH-Px (extracelular ou plasma, pGSH-Px)	
GSH-Px (phospholipid hydroperoxide, PHGSH-Px)	15-kDa selenoproteína das células
<b>Iodotironina deiodinases</b>	T
Tipo I (fígado, rins, tireóide)	
Tipo II (cérebro)	
Tipo III (inativada)	
<b>Tioredoxina redutases</b>	
Tioredoxina redutase (TrX)	
Tioredoxina redutase Mitocondrial	

Fonte: Köhrle et al. (2000) citado por Jacques (2001) – adaptado

O selênio também atua na manutenção normal do sistema reprodutivo, estudos mostram que a infertilidade em machos esta associada com o estresse oxidativo. O sistema antioxidante é muito importante para manter a integridade da membrana espermática e suas propriedades fisiológicas necessárias para o sucesso da fertilização e motilidade dos espermatozoides. Os espermatozoides possuem membranas ricas em ácidos poliinsaturados, que as tornam fluidas e flexíveis, mais uma vez faz-se presente a GSH-Px, que atua também nos testículos fornecendo a defesa antioxidante e o suporte estrutural específico. O selênio orgânico é

mais eficiente em melhorar a morfologia do sêmen do que as fontes inorgânicas (Surai, 2002; Surai, 2003).

O selênio também protege o organismo contra a intoxicação por metais pesados, como cádmio, prata, chumbo e mercúrio, e tem recebido muita atenção, pois possui propriedades anticancerígenas, atuando na prevenção do câncer. O aumento de quantidades de selênio pode ser indicado em rações para cães idosos, já que o câncer é uma das primeiras causas de morte nessa faixa etária. (Hill & Aldrich, 2003).

#### **Metabolismo do Selênio:**

A importância e o papel do selênio em manter o funcionamento metabólico normal são bem reconhecidos, e a ingestão dietética ótima promove a longevidade e a prevenção de doenças tanto em humanos como em animais. No entanto pouco se sabe sobre os caminhos metabólicos e os requerimentos de selênio em cães e gatos.

As formas de selênio ingeridas pelos animais dividem-se em duas categorias: inorgânicas e orgânicas. As formas inorgânicas são os sais de selênio: selenido ( $\text{Se}^{2-}$ ), selenito ( $\text{Se}^{4-}$ ) e selenato ( $\text{Se}^{6-}$ ). As plantas absorvem o selênio inorgânico do solo e os convertem em selênio orgânico na forma de selenoaminoácidos, como a selenometionina e selenocisteína, que serão incorporadas em proteínas (Simcock, 2002). A selenometionina é a principal forma de selênio encontrada em plantas, seguida da selenocisteína e do selenito, os animais não podem sintetizá-la sendo obtida obrigatoriamente da dieta. Os animais obtêm o selênio dos cereais e grãos, ou de tecidos de outros animais, dependendo de seu hábito alimentar (Todd & Hendriks, 2005).

A absorção do selênio não é regulada metabolicamente, no entanto, as quantidades de selênio absorvidas são dependentes de sua forma química, de sua concentração nas fontes da dieta, do processamento sofrido pelo alimento, da interação com outros nutrientes, da digestibilidade das fontes e outros fatores que podem afetar a biodisponibilidade do selênio (Jacques, 2001).

O mecanismo pelo qual o selênio é absorvido determina sua taxa de absorção, as fontes orgânicas e inorgânicas não são absorvidas pelo mesmo mecanismo. A maior parte do selenito é absorvida no duodeno por difusão passiva, enquanto o selenato é ativamente absorvido no íleo por co-transporte com íons de sódio. O selênio oriundo da selenometionina também é absorvido no intestino delgado, com maior taxa de absorção no duodeno. Sua absorção ocorre pelo sistema sódio dependente, e divide o mesmo mecanismo com a metionina, assim como a selenocisteína que compete com a cisteína, lisina e arginina (Jacques, 2001).

Uma vez absorvido, o selênio da dieta de origem orgânica ou inorgânica possui diferentes destinos, resultando no estoque, síntese de selenoproteínas, ou excreção. Todas as formas de selênio são convertidas em uma única forma de selênio, o selenido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{Se}$ ), e depois são encaminhadas à seus possíveis destinos (Simcock, 2002).

As formas inorgânicas quando não usadas na síntese de selenoproteínas sofrerão o processo de metilação e serão excretadas pelo pulmão ou pelos rins, ao contrário das formas orgânicas que serão estocadas no corpo das proteínas. Selenometionina e selenocisteína podem ser incorporadas no corpo das proteínas como, por exemplo, em músculos, no lugar da metionina e da cisteína (Todd & Hendriks, 2005).

As formas orgânicas e quelatadas de selênio são mais absorvidas que as formas inorgânicas (McDowell, 1992). Pehrson (1993) define que a maior vantagem em se suplementar animais com selênio orgânico não esta 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. Em ratos, tanto a fonte inorgânica de selenito de sódio quanto as fontes orgânicas selenometionina e selenocisteína foram absorvidas acima de 90% (NRC, 2006).

O selênio é carregado no plasma, associado às proteínas, até os tecidos alvos. O selênio esta associado à proteínas no organismo, sendo

primeiramente encontrado nos músculos e tecidos ricos em proteínas, e pouco encontrado no tecido adiposo. Nos tecidos é armazenado principalmente como selenocisteína e selenometionina. A concentração de selênio nos diversos órgãos varia com o consumo. Os níveis de selênio sanguíneo respondem as mudanças nas concentrações das dietas (Hill & Aldrich, 2003).

A forma orgânica é melhor incorporada nos tecidos do que a forma inorgânica, e isto se torna mais evidente quando aumenta-se os níveis de selênio presentes na dieta. Whanger & Butler (1988) encontraram diferença significativa de selênio acumulado no tecido entre os dois tipos de fontes quando adicionados de 1,0 a 4,0 mg/kg de selênio, porém com níveis mais baixos (0,2 mg/kg de selênio) não houve diferença. Parece que certas formas de selênio, como, por exemplo, a selenometionina, possui ação mais eficaz evitando e reparando danos nos tecidos do que o selenito (Surai, 2003).

A principal via de excreção do selênio é pela urina, mas também podem ocorrer perdas pelo pulmão e fezes. As perdas fecais são constituídas do selênio não absorvido e excretado.

#### **Biodisponibilidade do Selênio**

O selênio é encontrado em muitos ingredientes usados em alimentos para cães, especialmente em grãos de cereais (0,3 mg de Se/kg, em média), carne bovina, peixes (2,0 mg de Se/kg, em média) e aves, que possuem quantidades apreciáveis de selênio (Hill & Aldrich, 2003; NRC, 2006). Devido a esta grande variabilidade da concentração de selênio nos ingredientes, os alimentos para cães e gatos são frequentemente suplementados, as fontes mais comumente usadas estão na Tabela 03.

**Tabela 3: Principais fontes de selênio utilizadas na indústria PetFood**

Fontes de Se	% de	Referência
Selenito de Sódio ( $\text{Se}^{4-}$ )	45,6	NRC, 2006; Hill & Aldrich,
Selenato de Sódio	21,4	NRC, 2006
Selenometionina	43	Hill & Aldrich, 2003)
Selênio quelatado		Hill & Aldrich, 2003)

Há certas dificuldades para se estabelecer a biodisponibilidade do Se de ingredientes dos alimentos, pois não há um critério universal que quantifique esta variável. Acredita-se que o selenito de sódio de produtos de origem animal tenha menor biodisponibilidade (10-25%) do que os de origem vegetal (80%) (Mateos et al., 2004). Porém, outros estudos indicam que o selenito de sódio de produtos de origem animal apresenta 60-90% de biodisponibilidade contra 25% de origem vegetal (Henry & Ammerman, 1995).

A biodisponibilidade de selênio dos ingredientes *PetFood* suplementados com selenito de sódio, em estudos com frangos, foi em média de 20% (Wedekind et al., 1997). Em estudo subsequente Wedekind et al. (1998) encontrou que a biodisponibilidade de Se foi de 27% para produtos de origem animal, 47% para produtos de origem vegetal, 30% para rações enlatadas e 53% para rações extrusadas. Estes valores são menores do que aqueles encontrados por When et al. (1995), usando ratos como modelos para fontes de origem animal (NRC, 2006).

As fontes orgânicas possuem maior biodisponibilidade de selênio, pois podem ser estocadas no organismo (Todd & Hendriks, 2005). Wang & Lovell (1997) encontraram valores de biodisponibilidade muito altos para fontes orgânicas, sendo a biodisponibilidade destas fontes 2 a 3 vezes maiores do que a do selenito de sódio. A concentração de selênio nos tecidos, principalmente músculos é maior quando os animais são alimentados com fontes orgânicas do que quando alimentados com fontes inorgânicas, porém, a atividade da GSH-Px parece não se alterar quando se compara os dois tipos de fontes (Whanger & Butler, 1988).

A biodisponibilidade do selênio é afetada por vários fatores, podendo-se citar as formas (selenito, selenometionina, selenocisteína, etc), a espécie

animal e o tipo de alimento que contém o selênio (Yu et al., 2006). Outros fatores que afetam a biodisponibilidade são o estado fisiológico, a nutrição prévia, o critério utilizado para avaliação, e a solubilidade da fonte testada (Mateos et al., 2004).

Além das diferenças entre as fontes de selênio, há ainda, a interação com determinados minerais e aminoácidos, como enxofre e metionina, os diferentes processamentos pelos quais passam as matérias-primas, e o processamento (extrusão) do alimento final podem modificar a biodisponibilidade deste mineral (Todd et al., 2006).

Interações metabólicas ocorrem entre o selênio e íons metálicos, como o ferro, cobre, zinco, cádmio, mercúrio, prata, arsênico, e outros. O selênio pode ser usado para diminuir os efeitos tóxicos de íons metálicos, são poucas as informações sobre a interferência desses minerais na biodisponibilidade do selênio, porém, sabe-se que o cobre diminui a atividade da GSH-Px no sangue, fígado, rins e testículos (Henry & Ammerman, 1995).

#### **Suplementação de Selênio nos alimentos para cães:**

A forma mais antiga de suplementação de selênio é através das formas inorgânicas, onde há riscos muito grandes de intoxicação, interações negativas, efeitos pró-oxidantes e baixa eficiência de transferência para os tecidos. Em contraste, as formas orgânicas contribuem para o sistema antioxidante, tem baixa toxicidade e alta biodisponibilidade com a habilidade de aumentar as reservas de selênio nos tecidos comparado às fontes inorgânicas (Surai, 2002).

O conhecimento do valor nutritivo dos alimentos associado ao conhecimento das necessidades nutricionais são indispensáveis para a formulação de rações balanceadas e são fundamentais para os estudos de nutrição animal. Conhecimentos básicos sobre aproveitamento e biodisponibilidade são necessários para que nutricionistas possam ter em mãos informações precisas a respeito dos ingredientes em uso. Entretanto, poucas informações existem a respeito da biodisponibilidade de ingredientes para cães e gatos, grande parte dos trabalhos científicos avaliam o efeito do ingrediente na dieta, não considerando a digestibilidade do ingrediente em si, de modo que informações primordiais à formulação adequada de dietas para animais de estimação não vem sendo estudadas.

Uma vez que o selênio possui tantas funções que melhoram a saúde e longevidade dos animais de estimação, torna-se necessário conhecer e entender sobre as fontes de selênio que são usadas na formulação de rações *Pet* e seus efeitos no organismo, podendo talvez alcançar um aproveitamento ótimo deste mineral, tanto pelo animal quanto pela indústria.

#### **Referência bibliográfica**

ASSOCIATION OF AMERICAN FEED CONTROL OFFICIAL. *Dog and cat food substantiation methods*, Ottawa, 2004. 444p.

ASSOCIATION OF THE OFFICIAL ANALITICAL CHEMISTS. *Official and tentative methods of analysis*. 16.ed. Arlington: AOAC International, 1996. v.1, p.1-45.

CASE, L.P.; CAREY, D.P.; HIRAKAWA, D.A. Minerais. In: *Nutrição canina e felina: manual para profissionais*. Madrid: Harcourt Brace, 1998. Cap. 6, p. 17-20.

HENRY, P.R. AND AMMERMAN, C.B. Selenium Bioavailability. In: C.B. AMMERMAN, D.H. BAKER AND A.J. LEWIS (Eds). *Bioavailability of Nutrients for Animals: Amino Acids, Minerals, and Vitamins*. Academic Press, San Diego, CA, USA, 1995. p. 303-336.

HILL, D.A. AND ALDRICH, G. Essentials of mineral nutrition. In: KVAMME, J. L., AND T. D. PHILLIPS (ed.). *PetFood Technology*. Watt Publishing Co., Mt. Morris, IL. 2003. p. 121-128.

JACQUES, K.A. Selenium metabolism in animals: the relationship between dietary selenium form and physiological response. In: LYONS, T.P AND JACQUES, K.A (Eds) *Science and Technology in the Feed Industry*. 2001. Proceedings... Nottingham University Press, UK. 2001. p.319-348

LEVANDER, O. 1986. Selenium. In: *Trace Elements in Human and Animal*

*Nutrition*. 5ª ed. W. Mertz. Ed. Orlando, Fla.: Academic Press. p. 209-279.

MAHAN, L.J. *Organic selenium: using nature's model to redefining*