



O uso de selênio na ovinocultura: Uma revisão

The use of selenium in the sheep industry: A review

Vanessa Veronese Ortunho¹, Mariane Beline², Maria Eduarda de Souza Carli³,
Gabriela de Souza Peres Carvalho²

1. Médica Veterinária, doutora em Ciência Animal e docente de Anatomia e Fisiologia Animal na Fundação Municipal de Educação e Cultura Funec- Santa Fé do Sul- SP, vanessaverort@yahoo.com.br
2. Graduandas no curso de graduação em Zootecnia, Unesp – Campus de Ilha Solteira
3. Zootecnista e mestranda em Biociência Animal, FZEA-USP

Resumo: A importância da suplementação mineral em bovinos já está comprovada e seus benefícios são amplamente conhecidos, porém na ovinocultura este tópico é incipiente e pesquisas na área são escassas. Este artigo fez uma revisão da literatura abordando as funções do selênio e seu uso na ovinocultura. Percebeu-se que o mineral é essencial para incrementar os índices reprodutivos da espécie e por isso estimula-se que experimentos sejam realizados para se verificar as melhores formas de suplementação e doses que devem ser utilizadas.

Palavras-chave: minerais, ovelhas, reprodução.

Abstract: The importance of mineral supplementation in cattle is already proven and its benefits are widely known, but in the sheep industry this topic is incipient and research are scarce. This article made a literature review addressing the Selenium functions and their use in the sheep industry. It was noticed that the mineral is essential to increase the reproductive rates of the species and therefore stimulates that experiments are conducted to verify the best ways of supplementation and doses to be used.

Keywords: minerals, reproduction, sheep.

Autor para correspondência. E. Mail. *vanessaverort@yahoo.com.br

Recebido em 10.2.2016. Aceito em 23.7.2016

<http://dx.doi.org/10.5935/1981-2965.20160044>

Introdução

O emprego de técnicas corretas no manejo nutricional, manejo sanitário e melhorias nos índices reprodutivos devem ser metas a serem alcançadas para que a ovinocultura cresça e atinja os índices desejados (GARCIA et al., 2003; MEDINA & NATEL, 2010).

Atualmente, a atenção dos ovinocultores tem se voltado para a produção de carne, o que exige alta produtividade do rebanho, principalmente no que se refere à reprodução, visando aumentar a taxa de parição, a prolificidade, o ganho de peso e a diminuição da taxa de mortalidade dos cordeiros e para

isso, é essencial que a nutrição seja adequada (MORI et al., 2006).

Como exemplo, cita-se a adição do selênio na dieta, que melhora a imunidade do animal, prevenindo a ocorrência de algumas patologias; ajuda no crescimento dos animais, porque auxilia o ganho de peso, incrementa os índices reprodutivos, melhora qualidade do sêmen, diminui a ocorrência de retenção de placenta, diminui a porcentagem de natimortos (SMITH & AKINBAMIJO, 2000).

Atualmente alguns pesquisadores têm estudado a relação do selênio no desempenho reprodutivo de bovinos e os resultados mostraram que injeção pré-parto do mineral diminuiu a incidência de retenção de placenta, aumentou a taxa de prenhez e reduziu o intervalo parto-concepção em vacas lactantes (Moeini et al., 2009), mas não influenciou o aparecimento do primeiro cio pós-parto (Aréchia et al., 1994), aumentou a quantidade de selênio no soro e no colostro, diminuiu o número de casos de retenção de placenta e mastite, diminuiu o número de natimortos e de bezerras que morrem até 72 após o parto (MOEINI et al., 2009).

Apesar do grande avanço na ovinocultura brasileira que ocorreu nos últimos anos, poucos são os trabalhos que investigam a relação do mineral nos índices reprodutivos, no desempenho de cordeiros e em parâmetros hematológicos dos animais criados nas condições do país.

É indispensável à participação e o comprometimento de todos os agentes envolvidos na cadeia da ovinocultura como governo, pesquisadores, técnicos, produtores, associações, indústrias processadoras e comerciantes para que haja o crescimento da atividade, para o estabelecimento de diretrizes, cumprimento de metas e que haja articulação entre todos os elos da cadeia produtiva (MEDEIROS et al., 2008; HOLANDA JUNIOR et al., 2010).

Na ovinocultura, para que haja uma boa oferta de animais para o abate e a preços competitivos, é necessário que seja alcançada a alta eficiência reprodutiva, alto índice de desmama, baixa taxa de mortalidade e bom desempenho dos cordeiros. Para que isso

aconteça, pesquisas que tenham como objetivo aumentar os índices reprodutivos devem ser realizadas.

1. Revisão de literatura

1.1 Selênio

Sua origem vem do grego selene (lua), foi descoberto por Jöns Jakob Berzelius (químico sueco) em 1817. O Selênio é um elemento químico de símbolo Se, número atômico 34 e com massa atômica de 78,96 u. Em condições normais de temperatura e pressão, o Se se encontra no estado sólido. Minerais de selênio são poucos e raros.

No passado, era obtido a partir de poeiras resultantes do processamento de minérios de sulfeto de cobre. Atualmente, a maior parte do selênio é encontrada na lama do metal anódico das refinarias de cobre eletrolítico ou em resíduos da produção de ácido sulfúrico (MSPC, 2015).

1.2 Metabolismo do selênio

De acordo com Gierus (2007), o Se é um elemento que tem uma margem muito estreita entre os níveis de exigência e toxidez. Teores na dieta menores que 0,1mg kg⁻¹ MS são considerados deficientes, e acima de 2mg kg⁻¹ MS podem ser tóxicos.

Contudo, em ruminantes, a atividade microbiana do rúmen influencia a forma com que o Se chega ao intestino delgado para absorção, diminuindo o risco de intoxicação (FISHER et al., 1980; MAUS et al., 1980; CRISTALDI et al., 2005).

Como o Se está na mesma coluna da tabela periódica que o enxofre, os dois elementos têm muitas características em comum. Isso torna o Se um elemento químico único em seu metabolismo, se comparado a outros elementos como o zinco, cobre e cobalto (BURK et al., 2003).

Há diversas formas de suplementar os animais com estes minerais: forma orgânica, na qual o mineral está ligado a proteínas ou aminoácidos, como exemplo a selenometionina (SeMet) e selenocisteína (SeCis), e há também a forma inorgânica, como selenito de sódio (Na₂SeO₃) e selenato de sódio (Na₂SeO₄) que podem ser reduzidos a Selênio elementar (Se₀) pelos microrganismos ruminais como um meio de detoxificação (KIM et al., 1997).

Os microrganismos podem também incorporar Se na proteína microbiana (HIDIROGLOU & LESSARD, 1976; KIM et al., 1997).

O selênio presente na ração na forma inorgânica pode ser absorvido no intestino delgado e sabe-se que a composição da dieta pode influenciar a forma de Se que chega ao intestino delgado (KOENIG et al., 1997; GIERUS et al., 2002). O selenito é absorvido por difusão passiva, enquanto o selenato apresenta rota de absorção associada ao molibdato e sulfato, podendo ser vulnerável ao antagonismo por esses ânions (UNDERWOOD & SUTTLE, 1999; Wolfram, 1999).

Em ruminantes o maior grau de absorção de selênio ocorre no intestino delgado, principalmente no duodeno (SARAN NETTO, 2002). O selênio é menos absorvido em ruminantes do que em monogástricos, provavelmente devido à redução do selenito a compostos insolúveis no rúmen (LEVANDER, 1986).

Segundo Koenig et al. (1997), o selênio absorvido irá acumular-se principalmente nos rins e fígado, como também no baço e pâncreas, além de lãs e pelos. Quando a dieta oferecida tem baixa concentração de selênio, o acúmulo de mineral nos rins é superior ao que é encontrado no fígado, mas quando a dieta tem concentração alta, o inverso ocorre e o acúmulo no fígado passa a ser superior ao encontrado nos rins. No fígado, o mineral sofre alterações metabólicas formando selenoproteínas, como a GSH-Px. Há diferenças no metabolismo pós-absorção de fontes orgânicas, que também são conhecidos como quelatos, e inorgânicas de selênio (WOLFRAM, 1999).

Os minerais inorgânicos, para serem absorvidos no intestino delgado, devem dissociar-se liberando íons metálicos, cátions (MELLO, 1998). De acordo com Baruselli (2000), o quelato é fixo a um ligante orgânico e apresenta carga neutra, não apresentando a necessidade de se ligar a outros compostos tendo assim uma absorção intestinal direta e sem competição com outros minerais.

A SeMet é absorvida por transporte ativo pelo sistema Na⁺ dependente, similar à

absorção da Met, e a SeCis é absorvida através de aminoácidos carreadores (WOLFRAM, 1999; SCHRAUZER, 2003).

A separação do aminoácido quelante se dá no local onde o elemento mineral metálico é utilizado (MORAES, 2000). Complexos orgânicos são solúveis em pH fisiológico e possuem associação estável ao metal nessa condição.

Como os quelatos, de modo geral, apresentam solubilidade próxima a 100% em pH 2,0; espera-se que, ao entrarem no intestino delgado, apresentem-se altamente solubilizados para serem então absorvidos.

No entanto, os minerais na forma inorgânica têm solubilidade limitada no trato gastrintestinal (HOLWERDA et al., 1995). Assim, é possível a absorção do mineral no trato intestinal, sem que eles entrem na cadeia metabólica como acontece com todos os íons inorgânicos (DATTA et al., 2007).

Além das formas de suplementação do selênio citadas anteriormente, há as leveduras enriquecidas com Selênio e as formas do mineral presente variam de acordo com o processo de produção.

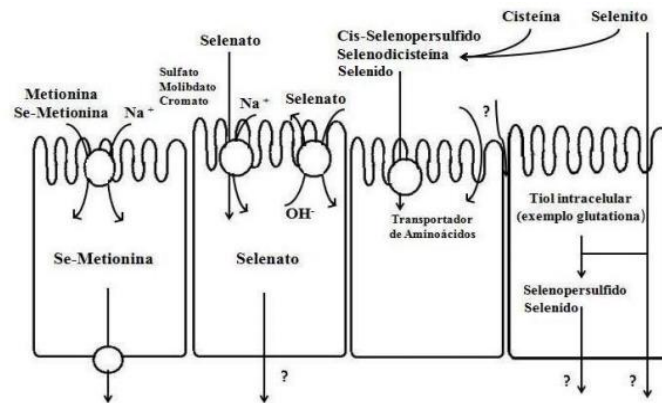
Estima-se que a selenometionina constitui cerca de 20 a 50% do Selênio disponível, e que parte permanece ligada na forma de selenotrisulfato. Poucos estudos têm comparado a biodisponibilidade de Selênio para os diferentes alimentos (DATTA et al., 2007).

A forma de selenito tende a ser preferida na suplementação direta aos animais, enquanto a forma de selenato é a opção usual para ser adicionada aos fertilizantes (ANDRIGUETTO et al., 1983).

As principais rotas de excreção do Se são as fezes, urina e respiração, sendo que a quantidade e distribuição do selênio eliminado depende do nível de ingestão, da forma de administração, composição da dieta e presença de antagonista do selênio (NRC, 1983).

As Figuras 1 e 2 fazem uma comparação das formas de absorção entre o selênio orgânico e inorgânico.

Figura 1: Absorção intestinal de diferentes formas de selênio.



Fonte: Melo, 2011.

Figura 2: Metabolismo do selênio nas formas orgânicas e inorgânicas.



Fonte: Melo, 2011.

Quando o selênio é fornecido oralmente, a maior excreção ocorre nas fezes, principalmente devido à ação de microrganismos do rúmen que transformam o selênio em formas indisponíveis, mas quando o selênio é injetado, a maior excreção ocorre através da urina (SARAN NETTO, 2002).

Segundo Melo (2011), a excreção biliar de Se, ou excreção endógena fecal, pode apresentar aproximadamente 28% do Se absorvido diariamente.

1.3 Importância do selênio na ovinocultura

A importância da suplementação com o mineral na prevenção de mastites e de outras doenças infecciosas já está comprovada, porque dietas com níveis adequados de selênio

são fundamentais para melhorar a atividade imunológica, ajudar na prevenção de doenças e manutenção da integridade das células e dos tecidos (ZANETTI et al., 1998; GIADINIS et al., 2011).

Alta concentração de selênio no plasma sanguíneo foi associada à redução na incidência de mastite clínica e baixa contagem de células somáticas (CCS) no tanque (WEISS, et al., 1990).

Jukola et al., (1996) avaliaram a saúde do úbere de trinta rebanhos durante um ano e observaram que a maior concentração de selênio no sangue está relacionada à redução de infecções da glândula mamária, incluindo

os agentes *S.aureus*, *Actinomyces pyogenes* e *Corynebacterium spp.*.

Porém, os resultados dos trabalhos que avaliaram a suplementação com selênio muitas vezes são conflitantes, porque cada pesquisa utilizou uma dose diferente, o tempo de suplementação e via de administração também diferem entre os trabalhos e cada animal avaliado apresenta um tipo de deficiência (HEFNAWY & TÓRTORA-PÉREZ, 2010)

Sabe-se que o mineral é constituinte de mais de 30 enzimas, como exemplo, ele compõe a enzima que participa da conversão da tiroxina (T4), que é a forma inativa, em triiodotironina (T3), sua forma ativa, sendo então essencial, na função da tireoide (SMITH & AKINBAMIJO, 2000). Em casos de deficiência, desordens imunológicas e endócrinas podem ocorrer (BECKETT & ARTHUR, 2005).

O selênio faz parte também da enzima glutathiona peroxidase (GSH-PX), que catalisa a destruição de peróxidos e radicais livres, possuindo função essencial na regulação do processo oxidativo e na proteção da membrana celular, sendo conhecido por ser um antioxidante (SMITH & AKINBAMIJO, 2000).

Os radicais livres podem prejudicar vários mecanismos associados com a função reprodutiva, incluindo a síntese de esteróides e prostaglandinas, desenvolvimento embrionário e motilidade espermática (ARÉCHIA et al., 1994).

O selênio é vital para a proteção da membrana lipídica dos oócitos e para a maturação dos folículos ovulatórios, por participar da composição da enzima glutathiona peroxidase, não permitindo que a membrana sofra peroxidação pelos radicais livres, o que causaria a ruptura da membrana e danos graves irreversíveis (NASCIMENTO, 2008).

Como o mineral ajuda na defesa contra doenças infecciosas, ele também melhora a sobrevivência do embrião, porque animais com deficiência de selênio podem ter suprimida sua capacidade de desenvolvimento na presença de agentes infecciosos (NASCIMENTO, 2008).

Também participa da atividade da delta-6-desaturase, que está na primeira etapa da conversão de ácido linolênico em ácido araquidônico, por isso o selênio favorece a síntese de hormônios derivados desse ácido, como as prostaglandinas (HEFNAWY & TÓRTORA-PÉREZ, 2010).

A suplementação dos animais com selênio diminui a taxa de mortalidade, aumenta o peso ao nascimento e o ganho de peso dos cordeiros (Shi et al., 2011), reduz a ocorrência de retenção de placenta, aumenta a fertilidade das fêmeas, facilita que um maior número de óvulos sejam fertilizados, aumenta a motilidade uterina, aumenta a taxa de ovulação e taxa de concepção (ROBINSON, 1996).

O colostro de vacas e ovelhas que receberam selênio durante a gestação têm maiores concentrações do mineral (ZANETTI et al., 1998; DAVIS et al., 2006; GUYOT et al., 2007; STEWART et al., 2012).

A sobrevivência de cordeiros, peso ao nascimento e desmama foram maiores devido à suplementação de selênio (LANGLANDS et al., 1991). Cuesta et al. (1995) relataram que injeções de selênio e vitamina E durante o pré parto resultaram em maiores concentrações desses elementos no colostro e do leite.

De acordo com Rae et al. (2002) a subnutrição materna durante a gestação reduziu as taxas de ovulação nas progênes fêmeas até os 20 meses de idade, alterou funções ovarianas até o sexto ano de idade (Long et al., 2013), e reduziu a fertilidade de ovelhas de dois anos de idades (LONG et al., 2010).

Quando se suplementa com o selênio, incrementos significativos na reprodução são encontrados, principalmente em rebanhos com baixa taxa de fertilidade e naqueles que estão metabolicamente ou nutricionalmente estressados (CALAMARI et al., 2011).

Alguns estudos vêm sendo realizados e mostram que injeções de selênio em carneiros durante a estação reprodutiva melhora a qualidade do sêmen e o desempenho reprodutivo dos machos (Mahmoud et al., 2013), diminui a quantidade de anormalidades

nos espermatozoides (Bedwal & Bahuguna, 1994; Li-Guang et al., 2010), aumenta a concentração de selênio no sangue total, no soro e nos tecidos (JUNIPER et al., 2009).

Shi et al. (2010) concluíram que a suplementação de ovelhas com selênio durante a gestação e lactação favoreceu o desenvolvimento das células espermatozoides de cordeiros, porém, ainda não há estudos que avaliem se a suplementação de mães durante a gestação pode alterar o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos das filhas.

Deficiência de selênio, em fêmeas, pode levar a diminuição da síntese e secreção de hormônio folículo estimulante (FSH) e hormônio luteinizante (LH), desenvolvimento anormal dos ovários, alterações na duração do ciclo estral, aumento da frequência de abortos, aumento no período de gestação, teratogenicidade, aumento do número de natimortos, distocias, aumento do número de casos de retenção de placenta e baixo peso ao nascimento (BEDWAL & BAHUGUNA, 1994).

De acordo com Hartley (1963), o desempenho reprodutivo de ovinos pode ser comprometida pela deficiência de selênio devido à mortalidade de embriões entre 3-4 semanas após a concepção.

As funções antioxidantes do selênio e as relacionadas com a melhora da imunidade são vitais na fisiologia do útero, por ajudarem na manutenção da sanidade deste órgão durante a gestação; por auxiliarem na passagem dos espermatozoides, por protegerem o embrião durante toda a gestação, pois nesta fase há uma diminuição das funções dos neutrófilos e das respostas dos anticorpos.

Relatos da literatura comentam que nos casos de deficiência há diminuição na taxa de implantação de embriões, aumento da perda embrionária e morte fetal (NASCIMENTO, 2008).

Kamada & Ikumo (1997) mostraram que o mineral aumentou a produção de progesterona no corpo lúteo de células cultivadas *in vitro*, porém não foram

encontrados trabalhos que comprovem se isso acontece em ovinos suplementados *in vivo*.

É fundamental que as fêmeas recebam uma dieta adequada no final da gestação e início da lactação, porque nestas fases a taxa de transferência de nutrientes é alta, para atender a demanda de crescimento do feto e da produção de colostro (HEFNAWY & TÓRTORA-PÉREZ, 2010). Por isso muitas pesquisas mostram que nestas fases pode acontecer uma hipoglicemia, diminuição de selênio no plasma, diminuição de triglicerídeos, proteína total, albumina e colesterol (GHANY-HEFNAWY et al., 2007; KARAPEHLIVAN et al., 2007; HUSTED et al., 2008). Vonnahme et al. (2010) mostraram que a suplementação de selênio aumenta a atividade da insulina, mas não mostra se altera a glicemia dos animais e concluem que a suplementação durante a gestação, favorece que os cordeiros tenham um maior peso ao nascimento, porque o mineral favorece a deposição de gordura na mãe e do feto.

A transferência de nutrientes da ovelha para sua prole ocorre por meio de duas vias, transferência pela placenta e pela ingestão do colostro. A quantidade de nutrientes transferidos para a prole depende do *status* dos nutrientes materno e da eficiência do mecanismo de transporte da placenta e glândulas mamárias. O Se é eficientemente transmitido via placenta para o feto, mesmo em casos de baixas concentrações maternas de selênio (KOLLER et al., 1984).

Nos ruminantes, a transferência do mineral via placenta acontece até mesmo em casos de deficiência, mostrando que as mães prejudicam sua própria condição, em favor do benefício do feto (HEFNAWY & TÓRTORA-PÉREZ, 2010).

2. Suplementação de selênio

O controle e a prevenção das doenças causadas pela deficiência de selênio podem ser feitas por diversas formas, entre elas; suplementação no concentrado, no sal mineral, na água, injeções parenterais individuais ou oferecimento por pellets (EL-NEWEHY et al., 2001; HALL et al., 2009).

Embora os benefícios da suplementação de selênio por injeções parenterais já tenham sido bem exploradas na bovinocultura, apenas 2 trabalhos recentes foram encontrados com fêmeas ovinas suplementadas no final da gestação e os resultados encontrados estão relacionados abaixo.

Gabreyszuk & Klewicz (2002) injetaram selênio intra-muscular em ovelhas Merino 1 mês antes do início da estação de monta e 1 mês após seu término e observaram que as fêmeas suplementadas tiveram maior fertilidade, aparecimento deaios mais cedo, houve uma redução no intervalo parto-concepção e os cordeiros nasceram com maior peso.

Kojouri & Shirazi (2007) aplicaram selênio via subcutânea em um grupo de ovelhas com 3 e 1 semanas antes do parto previsto e foram colhidas amostras de sangue das mães e dos cordeiros no dia do parto. A concentração no soro de cobre, zinco, molibdênio e cobalto foi idêntica em ambos os grupos.

Quanto à oferta do mineral no concentrado, os resultados mostram que, ovelhas suplementadas tiveram maior ganho de peso (Meyer et al., 2010), maiores concentrações de progesterona (Lekatz et al., 2010), os cordeiros cujas mães receberam o mineral, tiveram maior quantidade do mineral

ao nascimento e aos 20 dias de idade, tiveram maiores valores de colesterol no plasma, mas a glicose e uréia foram iguais entre os grupos (LEKATZ et al., 2011).

Os impactos da suplementação de selênio e do nível nutricional da ração também já foram estudados por Vonnahme et al. (2010, 2011, 2013) e os resultados obtidos mostram que a ingestão de selênio favoreceu um aumento vascular da glândula mamária e do tecido secretor, ganho de peso dos cordeiros mas, não houve interação entre o nível de progesterona com o nível nutricional da dieta e com a suplementação de selênio.

Observa-se que são poucos os estudos que investigaram a suplementação com selênio no final da gestação, avaliando o desempenho reprodutivo de ovelhas, por isso, que pesquisas que avaliem as variações séricas de progesterona, colesterol, selênio e glicose e, também o desempenho reprodutivo das fêmeas que foram suplementadas com selênio durante a gestação devem ser feitas para que se conclua a melhor dose a ser fornecida, melhor via de administração, quais parâmetros sanguíneos podem ser alterados com o oferecimento do mineral, entender como o selênio altera a produção de hormônios e interfere na saúde das fêmeas e dos cordeiros (GABREYSZUK & KLEWIEC, 2002; VONNAHME et al., 2011; KACHUEE et al., 2013; MACHADO et al., 2013).

Referências

1. ANDRIGUETTO, J.M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J.S.; DE SOUZA, G.A.; FILHO, A.B.; **Nutrição Animal**. 2.ed. São Paulo: Editora Livraria Nobel, p. 244-247, 1983.

2. ARÉCHIA, C.F. et al. Effect of parturition of vitamin E and selenium on postpartum reproductive function of dairy cattle. **Theriogenology**, UK, v.41, p.1251-1258. 1994.

3. BARUSELLI, M.S. Minerais orgânicos: o que são, como funcionam e vantagens do seu uso em ruminantes. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 2., 2000, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/FMVZ, 2000. p. 2-19.

4. BECKETT, G.J.; ARTHUR, J.R. Selenium and endocrine systems. **Journal of Endocrinology**, London, v. 184, p.455-65, 2005.

5. BEDWAL, R.S.; BAHUGUNA, A. Zinc, copper and selenium in reproduction. **Experientia**, German, v. 50, p.626-641,1994.
6. BURK, R.F. et al. Selenoprotein metabolism and function: evidence of more than one function for selenoprotein P. **Journal of Nutrition**, London, v.133, p.1517-1520, 2003.
7. CALAMARI, L. et al. Metabolic and hematological profiles in heat stressed lactating dairy cows fed diets supplemented with different selenium sources and doses. **Livestock Science**, Amsterdam, v.142, p. 128–137, 2011.
8. CRISTALDI, L.A. et al. Tolerance of inorganic selenium in wether sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.56, p.205- 213, 2005.
9. CUESTA, P.A. et al. Effects of high-dose prepartum injections of Se and vitamin E on milk and serum concentrations in ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 18, n. 2, p. 99-103, 1995.
10. DATTA, C.; MONDAL, M.K.; BISWAS, P. Influence of dietary inorganic and organic form of cooper salt on performance, plasma lipids and nutrient utilization of Black Bengal (*Capra hircus*) goats kids. **Animal Feed Science and Technology**, Kolkata, v. 135, p. 191-207, 2007.
11. DAVIS, P.A. et al. Effects of selenium levels in ewe diets on selenium in milk and the plasma and tissue selenium concentrations of lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.65, p.14–23, 2006.
12. ECHEVARRIA, M.G. et al. Effects of time and dietary selenium concentration as sodium selenite on tissue selenium uptake by sheep. **Journal of animal science**, Louisiana, v. 66, n. 9, p. 2299-2305, 1988.
13. EL-NEWEEHY, T.K.; ABDEL-RAHMAN, H.A.; AL-QARAWI, A.A. Some studies on nutritional muscular dystrophy in Qassim region in Saudi Arabia: 2001. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, 41, p.87-89, 2001.
14. FISHER, L.J. et al. The effect of added dietary selenium on the selenium content of milk, urine and feces. **Canadian Journal of Animal Science**, v.60, p.79-86, 1980.
15. GARCIA, C.A. et al. Níveis de Energia no Desempenho e Características da Carcaça de Cordeiros Alimentados em *Creep Feeding*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.32, n.6, p.1371-1379, 2003.
16. GHANY-HEFNAWY, A.E. et al. The relationship between fetal and maternal selenium concentrations in sheep and goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 73, p. 174–180, 2007.
17. GIADINIS, N.D. et al. Selenium, vitamin E and vitamin A blood concentrations in dairy sheep flocks with increased or low clinical mastitis incidence. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.95, p. 193–196, 2011.
18. GIERUS, M. et al. Selenium supplementation and selenium status of dairy cows fed diets based on grass, grass silage or maize silage. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, London, v.86, p.74-82, 2002.
19. GIERUS, M. Fontes orgânicas e inorgânicas de selênio na nutrição de vacas leiteiras: digestão, absorção, metabolismo e exigências. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.37, n.4, p.1212-1220, 2007.
20. GONZÁLEZ, F.H.D. et al. Perfil metabólico em ruminantes. **Seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Editora UFRGS, 2000.

21. GUYOT, H. et al. Comparative responses to sodium selenite and organic selenium supplements in Belgian Blue cows and calves. **Livestock Science**, Amsterdam, v.111, p. 259–263, 2007.
22. HALL, J.A. et al. Comparison of selenium status in sheep after short-term exposure to high-selenium-fertilized forage or mineral supplement. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.82, n.1, p.40–45, 2009.
23. HARTLEY, W.J. Selenium and ewe fertility. Proceedings of the New Zealand Society of Animal Production. **Animal Production**, London, p. 17-22, 1963.
24. HEFNAWY, A.E.G.; TÓRTORA-PÉREZ, J.L. The importance of selenium and the effects of its deficiency in animal healthy. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.89, p.185-192, 2010.
25. HENRY, P.R. et al. Estimation of the relative biological availability of inorganic selenium sources for ruminants using tissue uptake of selenium. **Journal of animal science**, Amsterdam, v. 66, n. 9, p. 2306-2312, 1988.
26. HIDIROGLOU, M.; LESSARD, J.R. The effect of selenium or vitamin E supplementation on volatile fatty acid content of rumen liquor in sheep fed a purified diet. **International Journal for Vitamin and Nutritional Research**, London, v.46, p.458-463, 1976.
27. HOLANDA JUNIOR, E.V. et al. Articulação dos segmentos da cadeia produtiva de caprinos e ovinos os fluxos alternativos de comercialização. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 2.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE AGRONEGÓCIO DA CAPRINOCULTURA LEITEIRA, 1., 2003, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2003.
28. HOLWERDA, R.A.; ALBIN, R.C.; MADSEN, F.C. Chelation effectiveness of zinc proteinates demonstrated. **Feedstuffs**, Minneapolis, v. 19, p. 12-13, Jun. 1995.
29. HUSTED, S. M. et al. Glucose homeostasis and metabolic adaptation in the pregnant and lactating sheep are affected by the level of nutrition previously provided during her late fetal life. **Domestic Animal Endocrinology**, New York, v. 34, n. 4, p. 419-431, May 2008.
30. JUKOLA, E. et al. Blood selenium, vitamin E, vitamin A, and b-carotene concentrations and udder health, fertility treatments, and fertility. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 79, p. 838-845, 1996.
31. JUNIPER, D.T. et al. Effect of high dose selenium enriched yeast diets on the distribution of total selenium and selenium species within lamb tissues. **Livestock Science**, Amsterdam, v.122, p.63–67, 2009.
32. KAMADA, H.; IKUMO, H. Effect of selenium on cultured bovine luteal cells. **Animal Reproduction Science**, Egypt, v.46, p.203-211,1997.
33. KARAPEHLIVAN, M. et al. Blood biochemical parameters during the lactation and dry period in Tuj ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 73, p. 267-271, 2007.
34. KIM, H. et al. Studies on the effects of selenium on rumen microbial fermentation in vitro. **Biological Trace Element Research**, London, v.56, p.203-213, 1997.
35. KOENIG, K.M; RODE, L.M.; COHEN, R.D.H.; BUCKLEY, W.T. Effects of diet and chemical form of selenium on selenium metabolism in sheep. **Journal Animal Science**, London, v. 75, p. 817-827. 1997.
36. KOJOURI, G.A.; SHIRAZI, A. Serum concentrations of Cu, Zn, Fe, Mo and Co in newborn lambs following systemic administration of Vitamin E and selenium to

the pregnant ewes. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 70, p. 136-139, 2007.

37. LEKATZ, L.A. et al. Cotyledonary responses to maternal selenium and dietary restriction may influence alterations in fetal weight and fetal liver glycogen in sheep. **Animal Reproduction Science**, London, v. 117, p. 216-225, 2009.

38. LEKATZ, L.A. et al. Maternal selenium supplementation and timing of nutrient restriction in pregnant sheep. **Journal of Animal Science**, London, v.89, p. 59-76, 2011.

39. KOLLER, L.D. et al. Transplacental transfer and colostrum concentrations of selenium in beef cattle. **Animal Journal Veterinary Research**, Amsterdam, v. 45, p. 2507-2510, 1984.

40. LANLANDS, J.P. et al. Subclinical selenium insufficiency. The selenium status and productivity of lambs born to ewes supplemented with selenium. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, London, v. 31, 37-43, 1991.

41. LEVANDER, O.A. Selenium in: Trace elements in Human and Animal Nutrition. v. 2, p. 209-279. Academic Press. New York. 1986.

42. LI-GUANG, S. et al. Effect of elemental nano-selenium on semen quality, glutathione peroxidase activity, and testis ultrastructure in male Boer goats. **Animal Reproduction Science**, Egypt, v. 118, p.248–254, 2010.

43. LONG, N.M. et al. The effect of early to mid-gestational nutrient restriction on female offspring fertility and hypothalamic-pituitary-adrenal axis response to stress. **Journal of animal science**, Louisiana, v. 88, n. 6, p. 2029-2037, 2010.

44. LONG, N.M. et al. Maternal nutrient restriction in the ewe from early to midgestation programs reduced steroidogenic enzyme expression and tended to reduce progesterone content of corpora lutea, as well as circulating progesterone in nonpregnant aged female offspring. **Reproductive Biology and Endocrinology**, Louisiana, v. 11, n. 1, p. 34, 2013.

45. MAHMOUD, G.B. et al Effect of combination of vitamin E and selenium injections on reproductive performance and blood parameters of Ossimi rams. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.113, p.103– 108, 2013.

46. MAUS, R.W. et al. Relationship of dietary selenium in plasma and milk from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, London, v.63, p.532-537, 1980.

47. McDOWELL, L.R. Minerals in Animal and Human Nutrition. Academic Press. New York. 1992.

48. MEDEIROS, M.I.M. et al. Padronização e qualidade da carne na ovinocultura: a capacitação como mecanismo de competitividade frente às demandas de mercado. **Pubvet**, Londrina, v.2, n.17, Abr4, 2008.

49. MEDINA, I. M.; NATEL, S.A. **O uso de suplementação para diferentes categorias**. Piracicaba: MilkPoint, 2010.

50. MELLO, C.A. O que há de novo na mineralização. **Leite Brasil**, São Paulo, v.1, n.6, p.8-14, 1998.

51. MELO, L.Q. Incorporação no leite e balanço de selênio em vacas suplementadas com levedura selenizada. **Tese** (doutorado) – Universidade Federal de Lavras, 2011.

52. MOEINI, M.M. et al. Effect of selenium and vitamin E supplementation during the late pregnancy on reproductive indices and milk production in heifers. **Animal Reproduction Science**, Egypt, v.114, p. 109–114, 2009.
53. MORAES, S.S. Elementos minerais quelatados em suplementos para bovinos de corte. **In:** Curso sobre Suplementação Mineral em Bovinos, 3., 2000 Embrapa Gado de Corte, 2000. p. 62-66.
54. MORI, R.M. et al. Desempenho reprodutivo de ovelhas submetidas a diferentes formas de suplementação alimentar antes e durante a estação de monta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.35, n.3, p.1122-1128, 2006.
55. MSPC. Selênio – Se. Disponível em: http://www.mspc.eng.br/quim1/quim1_034.shtm. Acessado em: 10 de março de 2016.
56. NASCIMENTO, E.E. Suplementação de selênio na dieta de caprinos sobre a produção e qualidade do embrião. 37p. 2008. **Dissertação de Mestrado em Zootecnia– Área de Concentração Produção Animal**. Universidade Estadual de Maringá, Paraná.
57. NRC, 1983. Nutrient requirements of goats, 5th revised edition. **National Academy of Sciences-National Research Council**, Washington, DC, pp. 10-12.
58. RAE, M.T. et al. The effects of undernutrition, in utero, on reproductive function in adult male and female sheep. **Animal reproduction science**, Egypt, v. 72, n. 1, p. 63-71, 2002.
59. ROBINSON, J.J. Nutrition and Reproduction. **Animal Reproduction Science**, Egypt, v.42, p.25-34, 1996.
60. ROCK, M.J. et al. Effects of prenatal source and level of dietary selenium on passive immunity and thermometabolism of newborn lambs. **Small Ruminants Research**, Amsterdam, v. 40, p. 129-138. 2001.
61. RUSSEL, A.J.F. Body condition scoring of sheep. **In: Practice**, [S.l.]: [S.n.], 1984, v. 6, p. 91-93.
62. SARAN NETTO, A. Efeitos da interação selênio, enxofre e cobre na dieta de cordeiros. **Dissertação Mestrado – Faculdade de Ciências Farmacêuticas – Universidade de São Paulo**, 2002.
64. SCHRAUZER, G.N. The nutritional significance, metabolism and toxicology of selenomethionine. **Advances in Food and Nutrition Research**, New York, v. 47, p. 73-112, 2003.
64. SHI, L. et al. Effects of maternal and dietary selenium (Se-enriched yeast) on oxidative status in testis and apoptosis of germ cells during spermatogenesis of their offspring in goats. **Animal Reproduction Science**, Egypt, v. 119, p. 212–218, 2010.
65. SHI, L. et al. Effect of sodium selenite, Se-yeast and nano-elemental selenium on growth performance, Se concentration and antioxidant status in growing male goats. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.96, p.49–52, 2011.
66. SMITH, O.B.; AKINBAMIJO, O.O. Microminerals and reproduction in farm animals. **Animal Reproduction Science**, Egypt, v.60-61, p.549-560, 2000 Statistical Analyses System-SAS. **SAS/STAT User's guide**. Version 6, 4 ed.,v.2, Cary SAS Institute.
67. STEWART, W.C. et al. Organic and inorganic selenium: II. Transfer efficiency from ewes to lambs. **Journal of Animal Science**, Louisiana, v.90, p.577-584, 2012.
68. UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. The mineral nutrition of livestock. 3th ed. Great Britain: CAB International, 1999. 614 p.

69. UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3.ed. Wallingford, Reino Unido: CABI Publishing, 1999. p.421-476.

70. VONNAHME, K.A. et al. Impacts of maternal selenium and nutritional level on growth, adiposity, and glucose tolerance in female offspring in sheep. **Domestic Animal Endocrinology**, New York, v.39, p. 240–248, 2010.

71. WEISS, W.P.; HOGAN, J.S.; SMITH, K.L. et al. Relationship among selenium, vitamin E and mammary gland health in commercial dairy herds. **Journal of Dairy Science**, London, v.73, p.381-390, 1990.

72. WOLFRAM, S. Absorption and metabolism of selenium: differences between inorganic and organic sources. **In: ALLTECH ANNUAL SYMPOSIUM BIOTECHNOLOGY FEED 74. FOOD INDUSTRY**. 15., 1999. Nottingham. Proceedings... Nottingham: Nottingham University, 1999. p. 547-566.

73. ZANETTI, M.A. Efeitos da Suplementação de Selênio e Vitamina E em Bovinos Leiteiros. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.27, n.2, p.405-408, 1998.