

Revista Agrária Acadêmica

[Agrarian Academic Journal](#)

Volume 2 – Número 4 – Jul/Ago (2019)



doi: 10.32406/v2n42019/177-185/agrariacad

Concentração hepática de cobalto em caprinos e ovinos criados no Sertão pernambucano, Brasil. Cobalt hepatic concentration in goats and sheep raised in Pernambuco Sertão, Brazil.

Daniel Nunes de Araújo Gonçalves¹, Emanuel Felipe de Oliveira Filho^{2*}, Pierre Castro Soares³, Felipe Rosendo Correia², Allan Vieira dos Santos Marques⁴, Rebeka Pontes Menezes⁴, Ayna Arramis Apolinário da Silva⁴, Bruna Higino de Souza Silva⁴

¹ Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical/UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900. Email: nagon.dan@gmail.com

² Pós-Graduação em Medicina Veterinária/UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900. *Autor para correspondência. Email: felipe130188@gmail.com

³ Professor Associado Dr. do Departamento de Medicina Veterinária/UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900. E-mail: pcastro.pe@gmail.com

⁴ Pós-Graduação em Ciência Veterinária/UFRPE. Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, Recife, PE. CEP: 52171-900. Email: felipe_rosendo@hotmail.com, rebekapontes@hotmail.com, aynaapolinario@gmail.com, brunahsilva@hotmail.com

Resumo

O cobalto (Co) é um mineral muito importante no metabolismo animal, principalmente para a síntese de vitamina B₁₂. Desta forma, objetivou-se aferir a concentração hepática de Co em caprinos e ovinos no Sertão do Estado de Pernambuco levando em consideração os fatores de sazonalidade, espécie e sexo. Observou-se que as concentrações hepáticas de Co encontram-se em níveis adequados e que não sofreram influência do período sazonal, espécie e sexo. Os dados servem como referência para o diagnóstico sobre Co nestas espécies criadas no Sertão Pernambucano, porém mais pesquisas são necessárias, pois a região é conhecida por apresentar animais com diversas deficiências de macro e microminerais.

Palavras-chave: Diagnóstico, elementos traços, nutrição animal, pequenos ruminantes

Abstract

Cobalt (Co) is a very important mineral in animal metabolism, mainly for the synthesis of vitamin B₁₂. The objective of this study was to assess the hepatic concentration of Co in goats and sheep in the wilderness of the State of Pernambuco, taking into account factors of seasonality, species and sex. It was observed that hepatic concentrations of Co are at adequate levels and were not influenced by the seasonal period, species and sex. The data serve as a reference for the diagnosis on Co in these species created in the wilderness Pernambucano, but more research is necessary, since the region is known to present animals with several deficiencies of macro and microminerals.

Keywords: Diagnosis, trace elements, animal nutrition, small ruminants

Introdução

A caprinovinocultura tem se expandido nesta última década nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste do Brasil. Sua expansão tem causado notoriedade nestes últimos anos no Brasil, e não há dúvidas que as deficiências minerais, de uma forma geral, têm sua importância e estão ligadas a diversos prejuízos econômicos (PEIXOTO et al., 2005). Deficiências minerais severas são detectáveis com relativa facilidade, já que causam manifestações clínicas bastantes características, no entanto, carências mais leves, por causarem sinais e sintomas poucos específicos, como redução na taxa de crescimento, problemas de fertilidade, baixo rendimento de carcaça e menor produção de leite, são tão ou mais importantes, uma vez que passam muitas vezes despercebidos e causam perdas econômicas consideráveis (TOKARNIA et al., 2000; RIET-CORREA, 2004). Dentre as principais causas da baixa produção e déficit na produtividade do rebanho, destaca-se a nutrição inadequada em determinadas épocas do ano. Observa-se que durante o período seco, há uma acentuada queda na produção de forragens para os caprinos e ovinos criados em regime a pasto, associada a deficiências minerais e de vitaminas (GUIMARÃES et al., 1992).

O Nordeste do Brasil, conta com um dos maiores rebanhos de caprinos e ovinos, porém, a qualidade zootécnica está abaixo dos de outras regiões do país. Para situar o problema das deficiências minerais em rebanhos nos diferentes estados do Nordeste, verificou-se que apenas nos estados do Ceará, Piauí e Bahia, apresentam registros de artigos científicos em relação a deficiências de Co em bovinos e ovinos (TOKARNIA et al., 1960; TOKARNIA et al., 1968; TOKARNIA et al., 2000; RIET-CORREA; TIMM, 2007). É importante observar que estudos devem ser conduzidos no sentido de identificar os elementos essenciais à saúde animal. A falta de investigações científicas acerca das deficiências minerais, particularmente em relação ao Co, pode ser responsável pela manutenção de grandes prejuízos econômicos. Na maioria das deficiências minerais, e, sobretudo quando elas são inaparentes, a determinação do quadro clínico-patológico, apesar de muito importante, não é suficiente.

O Co, dentre as deficiências minerais, tem se demonstrado um nutriente essencial para os caprinos e ovinos, onde é requerido pelos microrganismos do rúmen para a síntese de vitamina B₁₂ (McDOWELL, 2000), no qual a diminuição de níveis de vitamina pode acarretar um aumento dos níveis plasmáticos do ácido metilmalônico (MMA) e homocisteína (STANGL et al., 2000).

Portanto, este trabalho teve como objetivo determinar as concentrações hepáticas de Co em caprinos e ovinos com regime de pastagem no Sertão de Pernambuco e pesquisar a ocorrência de deficiências de tais elementos no rebanho, a fim de possibilitar medidas eficazes de melhoramento do agronegócio relacionado com a caprinovinocultura no Nordeste brasileiro.

Material e Métodos

Para relacionar os dados com a procedência dos animais, utilizou-se a divisão do Estado em regiões. Foi realizado um inquérito, antes do abate dos animais, para caracterizar o sexo, espécie e localidade da propriedade no Município em questão. Tais informações foram úteis para caracterizar o critério de inclusão, considerando-se animais abatidos no Estado, em estabelecimentos sob o Serviço de Inspeção Federal (SIF) ou Serviço de Inspeção Sanitária Estadual (SISE) e animais procedentes dos Municípios que compõem a região do Sertão.

As amostras de fígado foram obtidas de animais encaminhados ao matadouro dos municípios de Granito, Araripina e Ouricuri na região Sertão do Estado de Pernambuco. Para tal região, foi

efetivada amostragem de 206 animais, onde 77 eram caprinos (35 machos e 42 fêmeas) e 129 ovinos (86 machos e 43 fêmeas). Eram criados em regimes extensivos e semi-intensivos.

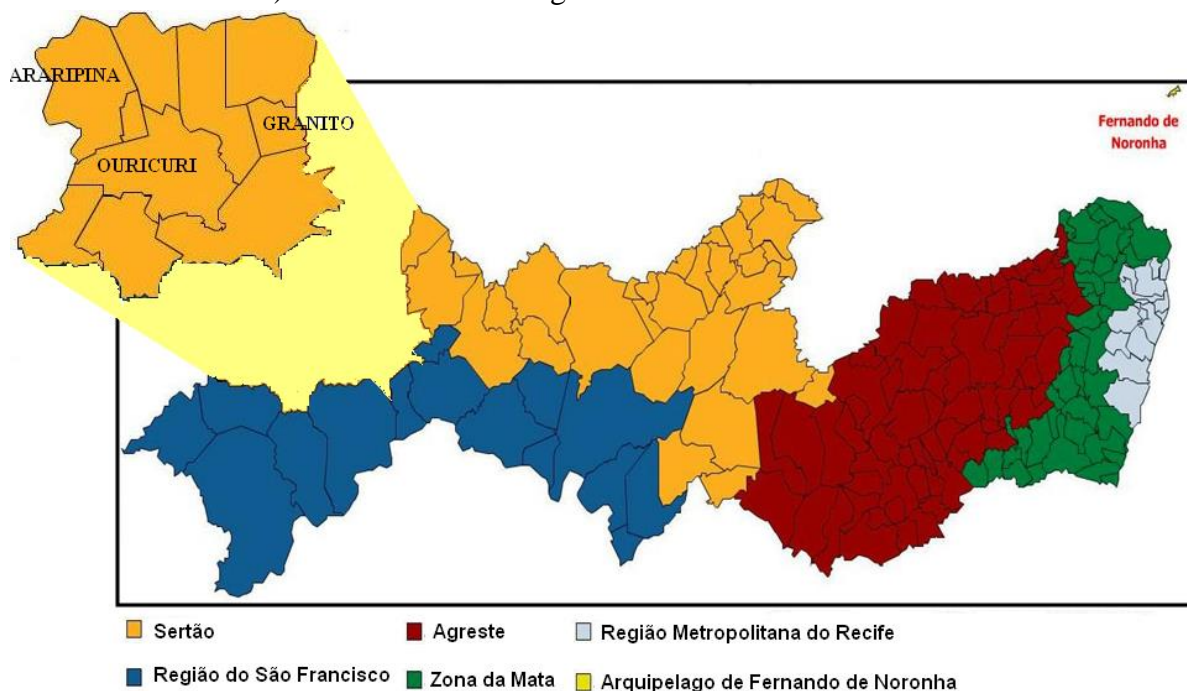


Figura 1 – Identificação das áreas referentes ao local de coleta do material biológico (Fonte: http://www.pousadapeter.com.br/mapa_pernambuco_mapas_map_maps.htm)

A coleta de amostras foi realizada considerando o terço final do período seco entre os meses de abril e maio de 2011, e no terço final do período de chuva entre os meses de outubro e novembro de 2011, objetivando-se adequação do delineamento para caracterizar amostras obtidas no período de mobilização das reservas, pela provável escassez e abundância de alimentos.

Para caracterizar o período de seca na região em questão, obtiveram-se registros de dados de temperaturas máximas e mínimas, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica junto ao Instituto Nacional de Meteorologia, definidos pela média dos últimos 20 anos. Os dados foram necessários para definição dos tempos de colheita de amostras de fígado para análises laboratoriais.

Nos abatedouros, os animais foram escolhidos ao acaso, dentro de um lote, pelo Médico Veterinário do Serviço de Inspeção Sanitária do estabelecimento, conforme o Município de procedência do animal.

As amostras de fígado foram obtidas por meio de secção do órgão, pesando cerca de 50 gramas, cada fragmento, sendo postos sobre papel filtro, para retirada do excesso de sangue e armazenadas em tubos coletores, devidamente identificados. Foram alocadas em recipientes térmicos a uma temperatura de 8° C e transportadas até o Laboratório de Doenças Metabólicas e Nutricionais de Ruminantes da Universidade Federal Rural de Pernambuco, onde foram congelados a uma temperatura de – 20° C.

Todos os procedimentos para determinação do Co, descritos a seguir, foram realizados no Laboratório de Química Analítica no Centro de Apoio a Pesquisa (CENAPESQ) da UFRPE.

Para determinação da concentração do nível de Co hepático, primeiramente procedeu-se uma fragmentação do órgão com uso de lâmina de bisturi e alocadas dentro de vidro relógio (matéria úmida) para posterior secagem em estufa a 103° C, por período de 24 horas, para obtenção da matéria seca. Posteriormente, todas as amostras foram pesadas em balança analítica, com peso variando entre 0,490g – 0,510g. Todos os pesos foram registrados em protocolo individual.

As amostras foram submetidas à digestão por microondas onde cada amostra foi colocada em frasco digestor com 5 ml de HNO₃ e digerido no microondas (MarsXpress – CEM Technology Inside) durante 50 minutos. Posteriormente foi acrescido 35ml de água Milli-Q para cada amostra analisada e em seguida armazenada em tubos coletores. Os brancos analíticos foram preparados pelo mesmo procedimento, porém sem adição da amostra (Adaptado das técnicas de NOMURA et al., 2005).

A determinação do Co foi realizada posteriormente por espectrometria de absorção atômica acoplado a massa (ICP-MS), utilizando-se aparelho modelo Varian AA240FS (MILES et al., 2001). O controle das condições operacionais do ICP OES foi realizado pelo software SpectrAA – 200 G versão 5.00 (Adaptado das técnicas de NOMURA et al., 2005). Os limites de detecção desta metodologia foi de 0,003 ppm para Co.

As variáveis estudadas foram descritas por meio de medidas de tendência central. Os dados foram submetidos à análise de variância (Teste F) que separou como causa de variação o efeito de sexo, período e espécie. Nos casos em que houve significância no teste F as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey. Os dados foram analisados por meio do programa computacional Statistical Analysis System Institute, SAS, (2009), utilizando-se o procedimento GLM (General Linear Model) do SAS. Foi adotado o nível de significância (*P*) de 5%. O modelo utilizado foi o seguinte: $Y_{ij} = E + S + P + E_{ij}$, onde: Y_{ij} = valor observado; E=efeito de espécie; S = efeito do sexo; P = período; E_{ij} = erro.

Resultados

As concentrações de Co de ovinos e caprinos não sofreram influência do período sazonal ($P > 0,9861$); como também sobre a espécie ($P > 0,7326$) e sexo ($P > 0,3805$) (Tabela 1).

Tabela 1. Fontes de variação, valor de F da análise de variância e nível de P da concentração hepática de Co em ovinos e caprinos abatidos no Sertão do estado de Pernambuco, Brasil.

Elemento	Fatores da ANOVA*		
	Fontes de Variação	Valor de F	Pr > F
Co (mg/kg)	Espécie	0,12	0,7326
	Sexo	0,78	0,3805
	Período	0,00	0,9861

Dados referenciais dos ovinos e caprinos demonstraram as respectivas médias e desvios-padrão da concentração de Co: ovinos (0,59±0,07 mg/kg) e caprinos (0,63±0,08 mg/kg); machos (0,56±0,07 mg/kg) e fêmeas (0,66±0,07 mg/kg); período seco (0,61±0,08 mg/kg) e período chuvoso (0,61±0,07 mg/kg) (Tabela 2).

Considerando os fatores sexo e período sazonal como fatores de variabilidade para cada espécie, foram obtidas para os ovinos machos médias da concentração hepática de Co para o macho de 0,54±0,09 mg/kg e fêmea (0,69±0,10 mg/kg) (Tabela 3); para o período seco foi obtida média de 0,66±0,12 mg/kg e para o período chuvoso 0,53±0,07 mg/kg (Tabela 3); referente a espécie caprina, para os machos, obteve-se média de 0,63±0,14 mg/kg e para fêmea média de 0,63±0,10 mg/kg (Tabela 3) as concentrações hepáticas para o período seco foram de 0,54±0,11 mg/kg e período chuvoso de 0,71±0,11 mg/kg (Tabela 3).

Tabela 2. Estatística descritiva e níveis de significância dos elementos Co no fígado de ovinos e caprinos considerando o período, espécie e sexo, criados e abatidos no Sertão do estado de Pernambuco, Brasil.

Variáveis	Estatística	Fatores					
		Período		Espécie		Sexo	
		Seca	Chuva	Ovino	Caprino	Macho	Fêmea
Co (mg/kg)	Média	0,61 ^a	0,61 ^a	0,59 ^a	0,63 ^a	0,56 ^a	0,66 ^a
	DP	0,08	0,07	0,07	0,08	0,07	0,07
	Mediana	0,54	0,52	0,54	0,52	0,50	0,56
	P ₂₅	0,12	0,24	0,14	0,24	0,12	0,24
	P ₇₅	0,84	0,80	0,84	0,80	0,68	0,96

Letras minúsculas distintas na mesma linha, dentro de cada fator (período, espécie e sexo), diferem ao nível de 5% de probabilidade

Tabela 3. Valores médios e desvio-padrão da concentração hepática de Co de ovinos e caprinos, em relação ao sexo e período sazonal, criados e abatidos no Sertão do estado de Pernambuco, Brasil.

Minerais	Fígado							
	Ovinos				Caprinos			
	Sexo		Período		Sexo		Período	
	F	M	Seca	Chuva	F	M	Seca	Chuva
Co (mg/kg)	0,69±0,1 0 ^a	0,54±0,0 9 ^a	0,66±0,1 2 ^a	0,53±0,0 7 ^a	0,63±0,1 0 ^a	0,63±0,1 4 ^a	0,54±0,1 1 ^a	0,71±0,1 1 ^a

Letras minúsculas distintas na mesma linha, dentro de cada fator (período, espécie e sexo), diferem ao nível de 5% de probabilidade.

Discussão

Os valores de Co observados nas amostras de fígado caracterizaram um estado de reserva em níveis adequados, sendo estes suficientes para atender à demanda de diferentes sistemas, particularmente a ruminal, quando o Co é utilizado pelos microorganismos do rumem para a síntese de vitamina B₁₂ (McDOWELL, 2000).

De acordo com Underwood; Suttle (1999), são considerados como valores referenciais da concentração hepática de Co entre 0,08 e 0,12 mg/kg de MS em caprinos e ovinos. Segundo Tokarnia (1960), em um estado de deficiência inaparente os valores variam de 0,06 e 0,08 mg/kg de MS, enquanto que os valores que indicam deficiência varia de 0,04 até 0,06 mg/kg de MS para pequenos ruminantes.

Para o diagnóstico de situação de deficiência de um determinado mineral, é importante considerar certos fatores, como a espécie, sexo e particularmente o período sazonal, para verificar se existe adequada ou reduzida mobilização dos minerais considerados essenciais para o funcionamento de diferentes vias metabólicas; contudo para ter o conhecimento da concentração de Co em um rebanho de uma determinada região, baseando-se em análises de Co em fígados dos animais que nela pastaram, é preciso que os animais tenham permanecido nela o tempo suficiente para a evolução de estado deficitário ou não; por isto, a coleta para o referido estudo foi realizada em animais que nasceram e foram criados na região ou que estiveram na área em um período mínimo de 6 meses. Foi definido,

neste experimento, uma caracterização do Co nesses animais em uma região de grande importância para o agronegócio de caprinos e ovinos no Estado de Pernambuco.

Descobertas recentes têm demonstrado que os parâmetros de normalidade recomendados pelo NRC para concentração de Co hepático em ovinos e caprinos, podem sofrer variações devido a raça, sexo, alimentação, clima, qualidade do solo e ambiente conforme Kisidayova et al. (2001), Johnson et al. (2004) e Wang et al. (2007). Não houve variação de nenhum fator, principalmente em relação ao fator sazonal em ambas as espécies, indo de encontro às observações de Cardoso (1997), quando relatou que variações sazonais do meio ambiente devem ser consideradas no diagnóstico dos desequilíbrios minerais. Um ou mais destes fatores podem comprometer a saúde animal. Johnson et al. (2004) e Tiffany et al. (2002) defendem que até mesmo os animais alimentados e que apresentam concentrações hepáticas de Co dentro da normalidade podem apresentar taxa de crescimento e desenvolvimento mais lentos, sugerindo deficiência.

Akoto et al. (2014), ao analisarem as concentrações de metais pesados em vários tecidos em ovinos e caprinos, observaram que as concentrações de Co no fígado, rins e pulmões nas duas espécies não variaram significativamente. Porém, encontraram concentrações hepáticas em níveis adequados para ambas as espécies (0,12 mg/Kg) e (0,38 mg/Kg) para ovinos e caprinos, respectivamente seguindo os níveis adotados por Suttle (1999) e Tokarnia (1960). Embora estas concentrações estejam abaixo das médias encontradas no presente estudo para sazonalidade, espécie e sexo. Este fato pode estar relacionado com as variações citadas por Kisidayova et al. (2001), Johnson et al. (2004) e Wang et al. (2007).

Houve a preocupação em efetivar as coletas em períodos correspondentes da disponibilidade de nutrientes e período de utilização das reservas orgânicas, para se poder compreender o perfil dos elementos estudados nas reservas orgânicas e perfil homeostático (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999). As coletas do período chuvoso foram realizadas nos meses de março e abril, por compreenderem o terço final da época de chuvas, já que em geral o período de chuva nesses municípios abrange os meses de dezembro a abril. As coletas do período seco foram realizadas nos meses de outubro e novembro, compreendendo o terço final da época de seca para os referidos municípios, pois em geral o período de seca nesses municípios abrange os meses de maio a dezembro.

Embora tenham sido encontrados os resultados que expressam um bom estado nutricional em relação ao Co, enfatiza-se a necessidade de averiguar o perfil em diferentes *Pools*, conforme preconiza Underwood; Suttle (1999), referenciando-se o homeostático e o funcional. Para o Co, recomenda-se, portanto, análise também no soro e do ácido metilmalônico, como sendo um excelente indicador do status de Cobalto no organismo, já que estes têm elevado grau de relação.

Como as únicas deficiências diagnosticadas em caprinos e ovinos no semiárido são a carência de Cu em animais em pastejo (RIET-CORREA, 2004; SANTOS et al., 2006; MARQUES et al., 2011), carência congênita de Cu em caprino (SILVA et al., 2014), carência de Cu em ovinos (SOUZA et al., 2009), concentrações baixas ou marginais de Cu e Zn (SILVA et al., 2018) e a de Se em animais confinados (RIET-CORREA, 2004; MIRANDA NETO et al., 2015) e a carência de P (BARBOSA et al., 2018). Ressalta-se a importância dos dados obtidos para configurar uma situação de referência para a região estudada, visto que os dados quando comparados com outros autores, apresentam-se dentro da normalidade.

Segundo McDowell (1999), análises de tecidos ou fluidos animais, além das concentrações de certas enzimas, metabólitos ou compostos orgânicos com os quais determinados minerais estão funcionalmente associados, constituem importantes indicadores da condição mineral dos animais. Assim sendo, as análises do teor de Co no fígado refletem a importância da capacidade de estimar o

status destes elementos em animais de diferentes espécies criados na região Sertão do Estado de Pernambuco, além de referenciar a importância da suplementação de fontes adequadas de energia, proteínas e minerais aos animais criados em sistema extensivo.

Conclusão

A concentração hepática de Co em caprinos e ovinos criados e abatidos no Sertão do Estado de Pernambuco encontra-se em níveis adequados. Tais dados servem de referência para diagnóstico de estudos sobre Co nestas espécies criadas no Sertão Pernambucano e que mais pesquisas sobre o assunto são necessárias, visto que a região é conhecida por apresentar animais com diversas deficiências de macro e microminerais.

Agradecimentos

À CAPES pela concessão de bolsa de mestrado e projeto de pesquisa aprovado no edital FACEPE / MCT / CNPQ / CT – INFRA.

Referências

- AKOTO, O.; BORTEY-SAM, N.; NAKAYAMA, S. M. M.; IKENAKA, Y.; BAIDOO, E.; YOHANNES, Y. B.; MIZUKAWA, H.; ISHIZUKA, M. Distribution of Heavy Metals in Organs of Sheep and Goat Reared in Obuasi: A Gold Mining Town in Ghana. **International Journal of Environmental Science and Toxicology Research**. Vol. 2(4) pp. 81-89, 2014.
- BARBOSA, F.P.S.; ALMEIDA, V.M.; ALBUQUERQUE, R.F.; ROCHA, B.P.; SOARES, P.C.; SILVA FILHO, G.B.; CHAVES, H.A.; MENDONÇA, F.S. Deficiência de fósforo em caprinos no semiárido de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 38(6):1117-1124. 2018.
- CARDOSO, E.C. **Nutrição mineral em bubalinos e bovinos nos campos do Marajó, estado do Pará: cálcio, fósforo, cobre, cobalto, manganês, ferro e zinco**. Belém, 173 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Pará. 1997.
- GUIMARÃES, A. M.; RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.S. Variação sazonal de vitamina A, macro e microelementos no capim, plasma e fígado de novilhas Nelore, criadas em pastagens de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 44, n. 1, p. 57-66, 1992.
- JOHNSON, E.H.; AL-HABSI, K.; KAPLAN, E.; SRIKANDAKUMAR, A.; KADIM, I.T.; ANNAMALAI, K.; AL-BUSAIDY, R.; MAHGOUB, O. Caprine hepatic lipidosis induced through the intake of low levels of dietary cobalt. **The Veterinary Journal**. v.168, p. 174–179, 2004.
- KISIDAYOVA, S.; SVIATKO, P.; SIROKA, P.; JALC, D. Effect of elevated cobalt intake on fermentative parameters and protozoan population in RUSITEC. **Animal Feed Science and Technology**. v. 91,p. 223–232, 2001.
- MARQUES, A. V. S.; SOARES, P. C.; RIET-CORREA, F.; MOTA, I. O.; SILVA, T. L. A.; BORBA NETO, A. V.; SOARES, F. A. P.; ALENCAR, S. P. Teores séricos e hepáticos de cobre, ferro, molibdênio e zinco em ovinos e caprinos no estado de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 31, n. 5, p. 398-406, 2011.
- MCDOWELL, L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**. University of Florida. 3rd ed. 292p. 1999.

- MCDOWELL, L.R. **Vitamins in Animal and Human Nutrition**, 2nd ed. Iowa State Press, Ames. USA. 2000.
- MILES, P.H.; WILKINSON, N.S.; McDOWELL, L.R. **Analysis of Minerals for Animal Nutrition Research**. 3.ed. Florida: USDA/T-STAR Grant, 117p. 2001.
- MIRANDA NETO, E.G.; SANTOS JÚNIOR, D.A.; OLINDA, R.G.; OLIVEIRA FILHO, E.F.; SOARES, P.C.; DANTAS, A.F.; SIMÕES, S.V.D. Lesões hepáticas e musculares associadas à deficiência de selênio e vitamina e em cordeiros criados a pasto na paraíba. **Biológico**, São Paulo, v.77, Suplemento 2, p.1-226, 2015.
- NOMURA C.S.; SILVA C.S.; NOGUEIRA A.R.A.; OLIVEIRA P.V. Bovine liver sample preparation and micro-homogeneity study for Cu and Zn determination by solid sampling electrothermal atomic absorption spectrometry. **Spectrochimica Acta**. v. 60, p.673-680, 2005.
- PEIXOTO P.V.; MALAFAIA P.; MIRANDA L.V.; CANELLA C.F.C.; CANELLA FILHO C.F.C.; VILAS BOAS F.V. Eficiência reprodutiva de matrizes bovinas de corte submetidas a três diferentes tipos de suplementação mineral. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. 23, n.3, p:125-130, 2005.
- RIET-CORREA F.; TIMM C.D. Deficiência de fósforo, p.248-257. In: RIET-CORREA, F.; SHILD, A.L.; LEMOS, R.A.A.; BORGES, J.R.J. (Eds), **Doenças de Ruminantes e Equídeos**. v.2. Palloti, Santa Maria. 694p. 2007.
- RIET-CORREA, F. Suplementação mineral em pequenos ruminantes no semiárido. **Ciência Veterinária nos Trópicos**, v. 7, n. 2 e 3, p. 112-130, 2004.
- SANTOS, N.V.M.; SARKIS, J.E.S.; GUERRA, J.L.; MAIORKA, P.C.; HORTELANI, M.A.; SILVA, F.F.; ORTOLANI, E.L. Avaliação epidemiológica, clínica, anatomo-patológica e etiológica de surto de ataxia em cabritos e cordeiros. **Ciência Rural**, v. 36, n. 4, p. 1207-1213, 2006.
- SILVA, T. R.; AGUIAR, G. M. N.; CARVALHO, F.; SIMÕES, S. V.; NETO, E. M.; DANTAS, A. F. M.; SOARES, P. C.; RIET-CORREA, F. Outbreaks of copper deficiency in ruminants in the semiarid region of Paraíba, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, p. 1955-1960, jul./ago. 2014.
- SILVA, T. R.; SOARES, P. C.; DANTAS, A. F. M.; MARQUES, A. V. S.; FILHO, E. F. O.; AGUIAR, G. M. N.; MARQUES, A. L. A.; RIET-CORREA, F. Serum and liver copper, iron, molybdenum and zinc concentration in goats and sheep in the state of Paraíba, Brazil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, 38 (7) :1313-1316, 2018.
- SOUSA, I. K. F.; MINERVINO, A. H. H.; BARROS, I. O.; SOUSA, R. S.; CHAVES, D. F.; ARAUJO, C. A. S. C.; BARRÊTO JÚNIOR, R. A.; ORTOLANI, E. L. Surto de ataxia enzoótica em ovinos em Mossoró – RN. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 10, p. 134-139, 2009. Suplemento 1.
- STANGL, G.I.; SCHWARZ, F.J.; MÜLLER, H.; KIRCHGESSNER, M. Evaluation of the cobalt requirement of beef cattle based on vitamin B12, folate, homocysteine and methylmalonic acid. **British Journal of Nutrition**., v. 84, p.645–653, 2000.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM INSTITUTE, Inc 2000. **SAS user's guide: Statistics Version**, 2000. SAS, Cary, N. C.
- TIFFANY, M.E.; SPEARS, J.W.; XI, L.; VALDEZ, F.R. Effects of dietary cobalto source and concentration on performance, vitamin B12 status, and ruminal and plasma metabolites in growing and finishing steers. **The Journal of Animal Science**. v. 80 (Suppl. 1), p.183, 2002.
- TOKARNIA C.H.; CANELLA C.F.C.; GUIMARÃES J.A.; DÖBEREINER J. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no Nordeste e Norte do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.3, p.351-360, 1968.
- TOKARNIA, C.H.; CANELLA, C.F.C.; DÖBEREINER, J. Deficiência de cobre em bovinos no delta do Rio Parnaíba, nos Estados do Piauí e Maranhão. **Arquivos do Instituto Biológico Animal**, v. 3, p. 25-37, 1960.
- TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J.; PEIXOTO, P.V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.20, n.3, p.127-138, 2000.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3ªed. New York: CAB International, p. 614. 1999.

WANG, R.L.; KONG, X.H.; ZHANG, Y.Z.; ZHU, X.P.; NARENBATU, Z.H. Influence of dietary cobalt on performance, nutrient digestibility and plasma metabolites in lambs. **Animal Feed Science Technology**. v. 135, p. 346–352, 2007.

Recebido em 28 de junho de 2019

Aceito em 11 de julho de 2019