



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMIÁRIDO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS ANIMAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL

JOSENEY MAIA DE LIMA

**EFEITOS DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL MINERAL EM
CAPRINOS CRIADOS NO SEMIÁRIDO**

MOSSORÓ – RN
2015

JOSENEY MAIA DE LIMA

**EFEITOS DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL MINERAL EM CAPRINOS
CRIADOS NO SEMIÁRIDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Alves Barrêto
Júnior

MOSSORÓ – RN
2015

Catálogo na Fonte

Catálogo de Publicação na Fonte. UFERSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA - CAMPUS MOSSORÓ

Lima, Joseney Maia de.

Efeitos da sazonalidade sobre o perfil mineral em caprinos criados no semiárido / Joseney Maia de Lima. - Mossoró, 2015.

66f: il.

1. Caprinos. 2. Deficiência. 3. Minerais. 4. Sazonalidade. I.

Título

RN/UFERSA/BCOT/376

CDD 636390852

L732e

JOSENEY MAIA DE LIMA

**EFEITOS DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL MINERAL EM CAPRINOS
CRIADOS NO SEMIÁRIDO**

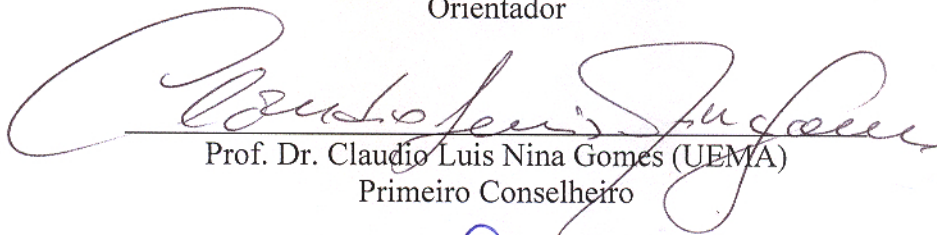
Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus de Mossoró, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

APROVADA EM 27 / 02 / 2015

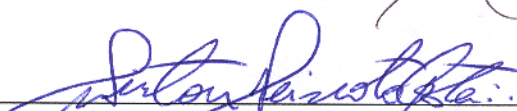
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Raimundo Alves Barrêto Júnior (UFERSA)
Orientador



Prof. Dr. Claudio Luis Nina Gomes (UEMA)
Primeiro Conselheiro



Prof. Dr. Wirtton Peixoto Costa (UFERSA)
Segundo Conselheiro

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

JOSENEY MAIA DE LIMA, filho de José Artur de Lima e Maria Neide Maia de Lima, nasceu 22 de Março de 1987, na cidade de Boa Vista, capital de Roraima onde cursou o ensino fundamental na Escola 31 de Março concluindo em 2001 e o Ensino Médio na escola estadual Gonçalves Dias, concluindo em 2004. No período de 2006 a 2008 cursou 4 períodos de Zootecnia. De 2008 a 2012 cursou Medicina Veterinária pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, atuando principalmente em clínica e cirurgia de grandes animais, com ênfase em clínica de ruminantes (plantas tóxicas, doenças infecciosas, metabólicas e carências). Em março de 2013, ingressou no programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da UFERSA, tendo como linha de pesquisa a clínica e cirurgia de grandes animais, cujo orientador foi o Prof. Dr. Raimundo Alves Barreto Júnior. No decorrer do curso de Pós-Graduação, teve bolsa de auxílio CAPES durante o período de Abril de 2013 a março de 2015.

Aos meus pais, José Artur de Lima e Maria Neide Maia de Lima por todo amor,
dedicação e educação.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

À Deus, porque sem ele nada é possível.

Ao Professor orientador Raimundo Alves Barreto Júnior, pois ele me proporcionou a oportunidade de ingressar no mestrado, que me fez crescer como pessoa. Pelo constante apoio, ajuda, compreensão. A você, o meu muitíssimo obrigado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal-UFERSA e a CAPES, pela concessão da bolsa.

Aos amigos Rodolfo, Jucélio (Velho), Jerson, Nayana, Jocélio (Deputado), Aline e Filipe (Frank Aguiar) pela grande contribuição para o desenvolvimento deste presente trabalho, foram fundamentais para a realização deste trabalho. A vocês meu sincero agradecimento.

Ao Dr. Prof. Enrico Lippi Ortolani e Clara Satsuki Mori pela imensa contribuição na realização das análises laboratoriais.

Ao Dr. Prof. Wirton Peixoto Costa, uma pessoa simpática, disponível e agradável que apesar de não ter tido a oportunidade de ser seu aluno, sempre ouvir elogios ao seu respeito. Muito Obrigado.

Ao Dr. Prof. Claudio Luís Nina Gomes, por ter disponibilizado parte do seu precioso tempo para participar da banca de defesa deste presente trabalho. Muito Obrigado.

Aos produtores rurais e amigos: Edmilson, Raimundo, Lafaiete e Gerônimo, pela disponibilização das propriedades rurais e pela ajuda no manejo dos animais.

Aos amigos Leonardo e Rejane, que foram fundamentais para a conclusão deste trabalho, dando todo o suporte necessário nas análises realizadas.

À Talyta Lins, que participou ativamente do experimento e sempre esteve à disposição para ajudar no que fosse preciso. Muito obrigado!

À Rociene Abrantes e Isabela Barros, que sempre esteve disponível para ajudar-me. A você, o meu muitíssimo obrigado.

Aos funcionários do VCM, em especial para Dinha pelo constante auxílio e agradável convivência.

Aos meus pais, José Artur e Maria Neide que sempre me apoiaram nas minhas escolhas, e que se sacrificaram muito para proporcionar um futuro melhor para mim.

Aos familiares Ery Flávio, Maria Fatima, simplesmente sem eles não tinha conseguido realiza esse sonho, pois me forneceram a oportunidade de estudar em Mossoró.

À minha esposa Inessa Rayani, pois foi quem me ajudou a superar todas as dificuldades que tive durante a pós-graduação.

Aos meus irmãos João Artur e Mayk Artur pela força e auxílio que me deram.

Ao meu tio Joecio Lima pelos conselhos, apoio e ajuda.

À todos que me ajudaram de uma forma direta ou indiretamente.

“Temos que saber o que fomos, para saber o que seremos”.

Paulo Freire

EFEITOS DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL MINERAL EM CAPRINOS CRIADOS NO SEMIÁRIDO

LIMA, Joseney Maia. **Efeitos da Sazonalidade Sobre o Perfil Mineral em Caprinos Criados no Semiárido**. 2015. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Sanidade Animal) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

RESUMO

Objetivando avaliar os efeitos da sazonalidade sobre o perfil mineral de caprinos, cinquenta machos foram divididos em dois grupos, um grupo com suplementação mineral e outro controle, e mantidos em pastagem de caatinga nativa em propriedade na região semiárida. A avaliação sazonal foi realizada em quatro períodos: fim do período seco, meio do chuvoso, início do período seco e meio do período seco. Para avaliação do acúmulo mineral, foram realizadas biopsias de costela e fígado e coleta de sangue a cada período. As concentrações de cálcio (Ca), fósforo (P), cobre (Cu), ferro (Fe), molibdênio (Mo), zinco (Zn) e cobalto (Co), foram determinados através de Espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente, após digestão nítrico-perclórica. Foram constatados valores séricos e ósseos normais de cálcio e fósforo em ambos os grupos e períodos, assim como os níveis séricos e hepáticos de molibdênio. Observou-se valores séricos e hepáticos elevados de ferro em todos os períodos. Por outro lado, as concentrações séricas de cobre do grupo controle no final do período seco se mostrou dentro da faixa considerada crítica para deficiência e níveis hepático deficiente em todos os períodos sazonais. Foi observado deficiência hepática de zinco no início e meio do período seco e deficiência sérica de cobalto no grupo controle no final do período seco e meio do período chuvoso. Sugere-se o fornecimento de suplemento mineral específico, formulado para animais criados no semiárido, permitindo redução de custos.

Palavras-chave: deficiência, minerais, ruminantes, sazonal.

EFFECTS OF SEASONAL ON THE MINERAL PROFILE IN GOATS CREATED IN SEMIARID

LIMA, Joseney Maia. **Efeitos da Sazonalidade Sobre o Perfil Mineral em Caprinos Criados no Semiárido**. 2015. 66f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal: Sanidade Animal) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2015.

ABSTRACT

Aiming to evaluate the effect of season on the mineral profile of goats, fifty males were divided into two groups, one group had mineral supplementation in their diet and the other was the control group, they were kept in native caatinga pastures in the semiarid region. The seasonal evaluation took place during four periods: end of drought season, middle of rainy season, beginning of the drought season, middle of the drought season. To analyze the accumulation of minerals, biopsies of ribs and liver were performed and blood was sampled in each period. The concentration of calcium (Ca), phosphorus (P), copper (Cu), iron (Fe), molybdenum (Mo), zinc (Zn) and cobalt (Co) was measured through Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry after nitric/perchloric digestion. Levels of calcium and phosphorus in the serum and in the bones were within normality in both groups at all periods, as well as levels of molybdenum in the serum and in the liver. High levels of iron in the serum and in the liver were observed during all periods. On the other hand, serum concentrations of copper in the control group, at the end of drought season were inside the levels considered critical for deficiency and hepatic levels were deficient throughout all season periods. A hepatic deficiency of zinc was observed at the beginning and in the middle of drought season and serum deficiency of cobalt in the control group at the end of drought season and in the middle of rainy season. It is suggested that a diet with specific mineral supplements, formulated for animals bred in the semiarid region, be supplied to them, allowing cost reduction.

Keywords: Deficiency, minerals, ruminants, seasonal.

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Precipitação pluviométrica ocorrido na região de Mossoró-RN no período de 2013 a 2014. Informações fornecidas pela EMPARN/RN.....	35
---	----

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Níveis de Garantia (por kg de produto) do sal comercial (Tortuga Companhia Zootecnica, Brasil) oferecido durante todo período experimental para o grupo Tr.....	35
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão das concentrações séricas (mg/dL) Ca, P, Co, Cu, Fe, Mo e Zn, concentração ósseas (%) de Ca e P e hepáticas ($\mu\text{mol/L}$) de Cu, Fe, Mo e Zn em caprinos, em relação aos grupos (controle e tratamento) e período sazonal, criados extensivamente no semiárido de Mossoró-RN.....	56
---	----

LISTA DE ABREVIATURAS

AFRC	Agricultural and Food Research Council
%	Porcentagem
μMOL	Micromol
ATP	Adenosina Trifosfato
B12	Cianocobalamina
C	Ácido Ascórbico
Ca	Cálcio
Cl	Cloro
Co	Cobalto
CO	Controle
Cr	Cromo
Cu	Cobre
DL	Decilitro
DNA	Ácido Desoxirribonucleico
EMPARN	Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN
Fe	Ferro
FS	Fim do Período Seco
G	Grana
I	Iodo
IBGE	Instituto Brasileiro Geografia e Estatística
IS	Início do Período Seco
K	Potássio
Kg	Quilograma
Mb	Molibdênio
MC	Meio Período Chuvoso
Mg	Magnésio
MG	Miligrana
ml	Mililitro
MMC	Mistura Mineral Completa
Mn	Manganês
MS	Matéria Seca
MS	Meio do Período Seco
N	Normal
Na	Sódio
NaCl	Cloreto de sódio
NRC	National Research Council
°C	Graus Celsius
P	Fósforo
PA	Puro de Origem
PH	Potencial de Hidrogênio
PPm	Parte por Milhão
RN	Rio Grande do Norte
RNA	Ácido Ribonucléico
S	Enxofre
Se	Selênio
SNC	Sistema Nervoso Central

SPRD
TR
UI
USP
Zn

Sem Padrão Racial Definido
Tratamento
Unidade Internacional
Universidade de São Paulo
Zinco

SUMÁRIO

1. CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	17
1.1 INTRODUÇÃO.....	17
1.2. REVISÃO DE LITERATURA	19
1.2.1. Aspectos Gerais.....	19
1.2.2 Absorção E Disponibilidade Dos Minerais.....	20
1.2.3. Influencia Da Sazonalidade Sobre As Plantas E Animais	21
1.2.4. Peculiaridades Sobre Os Caprinos.....	22
1.2.5. Suplementação Mineral	23
1.2.6. Principais Minerais De Interesse Na Pecuária	24
1.2.6.1. Fósforo.....	26
1.2.6.2. Cálcio.....	24
1.2.6.3. Cobre	28
1.2.6.4. Molibdênio	30
1.2.6.5. Cobalto	27
1.2.6.6. Ferro	29
1.2.6.7. Zinco.....	31
1.3. OBJETIVOS.....	32
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	32
1.3.2. OBJETIVO ESPECÍFICOS	32
1.4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
1.4.1. Animais E Alimentação.....	33
1.4.2. Delineamento Experimental	33
1.4.3. Coleta De Amostras	35
1.4.4. Digestão Ácida Das Amostras Biológicas	36
1.4.5. Determinação Das Concentrações Dos Elementos Minerais	37
1.4.6. Análise Estatística.....	37
2. CAPÍTULO 2 - EFEITOS DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL MINERAL DE CAPRINOS CRIADOS NO SEMIÁRIDO.....	E
rrro! Indicador não definido.	
3. REFERÊNCIAS	57

1. CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1.1 INTRODUÇÃO

A deficiência mineral é aceita como uma das limitações mais prejudiciais, principalmente em animais criados a pasto, pois são responsáveis por impactos econômicos no setor rural, principalmente por comprometerem o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (TOKARNIA, 2010).

Desequilíbrios nutricionais que afetam os rebanhos são produzidos em função do aporte ou da utilização dos alimentos que não são capazes de preencher as exigências de crescimento, manutenção, gestação ou produção. Assim quando os desequilíbrios são de curta duração e pouco severos, o metabolismo animal pode compensar utilizando suas reservas corporais, mas quando o desequilíbrio é grave, o animal esgota suas reservas corporais (SOMMER, 1995). A avaliação do perfil mineral possibilita detectar possíveis deficiências minerais de um rebanho, indicando os minerais e o momento necessário para realizar suplementação, seja em pastejo ou confinamento (PORTILHO, 2010).

A análise de tecido ósseo é indicada em estudos sobre as deficiências de P e Ca. Análises de sangue, soro e plasma são úteis no diagnóstico de deficiências de Mg, Zn, cobre, P e Ca. A análise de amostras de fígado é eficaz para avaliar a condição do animal em relação ao Co, Cu, Mn, Se e Zn (DAYRELL et al. 1973). Além desses minerais, amostras de fígado são indicadas para determinar satisfatoriamente o teor de Fe e Mo (MENDES, 1977; TOKARNIA et al. 2000). Portanto, a análise de material proveniente dos animais permite verificar de forma mais direta, com maior rapidez e facilidade, as deficiências existentes, com menor risco de erros na interpretação dos resultados (MENDES, 1977; UNDERWOOD, 1981).

Alguns estudos mostraram a influência da sazonalidade sobre o perfil mineral em animais, como por exemplo os trabalhos de RIBEIRO et al. (2003) e XIN et al, (2011), onde observaram em ovinos a variação de minerais de acordo com a época do ano. Em caprinos, as concentrações minerais (Ca, Mg, Na, K, Cu, Mn, Zn, Fe) em dietas selecionadas em pastagem nativa por caprinos no México variaram durante todo o ano (RAMIREZ, 1999), mostrando o risco do aparecimento de enfermidades carenciais

causadas pela deficiência específica do mineral na pastagem ou pelo excesso de um antagonista.

Além do efeito da sazonalidade, o rebanho de caprino nordestino é criado na sua grande maioria de modo extensivo. No Rio Grande do Norte mais de 76% dos produtores rurais adotam este tipo de criação (PINHEIRO et al., 2000; PEDROSA et al., 2003). Nestas condições os animais consomem basicamente vegetação nativa (caatinga) e não há um manejo alimentar adequado no período de seca (COSTA et al., 2007).

Vários fatores influenciam direta ou indiretamente a concentração de minerais nas plantas e, conseqüentemente afeta os valores nos tecidos e fluídos nos ruminantes, pois dependem das plantas como fonte de alimentos para suprir suas necessidades. A quantidade de um determinado mineral na dieta pode ser até suficiente para satisfazer as exigências, no entanto, metabolismo animal pode ser perturbado pelas interações dietéticas, fatores ambiental e genético, tornando o elemento indisponível para o organismo animal (SUTLE, 2010).

Diversas pesquisas já foram realizadas com o objetivo de determinar as áreas do Brasil com presença de deficiências minerais, um exemplo são os trabalhos realizados por TOKARNIA; DÖBEREINER E MORAES (1988) E TORKARNIA et al, (2000; 2010) onde realizaram o mapeamento das principais deficiências minerais em ruminantes, sendo que relatam deficiências em P, Na, Co, Cu, I, Zn e Mn em diferentes áreas do Brasil. Porém, no âmbito das espécies, estudos relacionados com caprinos têm sido considerados secundários quando comparados com ovinos e bovinos, não acompanhando assim, o avanço das pesquisas em nutrição mineral (MESCHY, 2000).

Para melhor compreensão do tema, no capítulo seguinte serão abordados temas como: sazonalidade dos minerais nas plantas e animais, particularidades sobre os caprinos e sua alimentação, absorção, disponibilidade dos minerais, assim como uma revisão sobre os principais minerais de importância na pecuária.

1.2. REVISÃO DE LITERATURA

1.2.1. Aspectos Gerais

Os minerais desempenham diversas funções essenciais para o organismo, por exemplo, como componentes estruturais dos tecidos. Também atuam nos tecidos e fluidos corporais como eletrolíticos para manutenção do equilíbrio acidobásico, da pressão osmótica e permeabilidade das membranas celulares. Além disto, funcionam como ativadores de processos enzimáticos ou como integrantes da estrutura de metaloenzimas ou vitaminas (TOKARNIA et al. 2010).

As denominações macro e micro não refletem a importância relativa do mineral, mas sim a quantidade necessária de cada um deles na dieta (PUGH, 2004). Os macroelementos considerados essenciais para a nutrição de ruminantes são o cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), cloro (Cl), sódio (Na), potássio (K) e enxofre (S). Os microelementos são cobre (Cu), zinco (Zn), ferro (Fe), cobalto (Co), molibdênio (Mo), selênio (Se), iodo (I), manganês (Mn) e cromo (Cr) (RIET-CORREIA et al. 2007).

Os desequilíbrios minerais devem a um ou mais dos seguintes fatores: fluxo de entrada diminuído (carências primárias); eliminação maior que a absorção; transtornos na transformação orgânica; interações com outros elementos; absorção maior que a eliminação (intoxicações). As deficiências minerais podem ocorrer em diversos graus, desde carências leves, com manifestações não específicas, até deficiências severas, com sinais clínicos mais ou menos característicos (RIET-CORREIA et al. 2007).

A falta de um controle rigoroso no fornecimento dos elementos minerais é responsável pela baixa produção de carne, leite, problemas reprodutivos, crescimento retardado, abortos, fraturas e queda da resistência orgânica. Tanto a deficiência severa, acompanhada por taxas de elevada mortalidade, como as deficiências subclínicas (TOKARNIA et al. 2000). Estas deficiências minerais representam impacto econômico na produção animal, uma vez que animais que apresentem deficiência mineral possuem importante redução nos índices produtivos (RADOSTITS et al. 2002).

1.2.2 Absorção e Disponibilidade dos Minerais

A absorção, disponibilidade e utilização dos minerais são sensíveis às interações orgânicas e inorgânicas, entre componentes da dieta. Além disso, a concentração de minerais nas plantas forrageiras é bastante variável, pois dependem do gênero, espécie e variedade; época do ano (sazonalidade durante o crescimento da planta); condições climáticas do local; da quantidade do elemento no solo; do tipo de solo e suas condições, como pH e umidade, pois afetam a disponibilidade de absorção da planta; e por fim o estágio de maturidade da mesma (HERRICK, 1993). Além dos fatores inerentes ao animal, como a idade, o pH dos conteúdos nos compartimentos do trato digestivo, a presença em excesso ou ausência de alguns minerais (sinergismo/antagonismo), o conteúdo de nutrientes orgânicos (proteína, carboidrato, vitamina), aspectos sanitários (MORAIS, 2001). Outro fator importante que está relacionado com a disponibilidade e utilização metabólica de minerais é a passagem pelo rúmen, pois interage com a microbiota ruminal que pode afetar a sua posterior liberação e transformação (MENDONÇA-JÚNIOR, 2011).

Outros fatores podem interferir na absorção e disponibilidade de alguns minerais, são os fatores antinutricionais presentes em plantas, pois pode reduzir a utilização de nutrientes e ou ingestão de alimentos (OSAGIE, 1998; SOETAN et al. 2010). Os fatores antinutricionais relacionados com a redução da biodisponibilidade de minerais são os oxalatos e fitatos. Os ácidos oxálicos, assim como o ácido fítico, encontrados nas membranas celulares das plantas, tem a capacidade de se ligarem com alguns metais bivalentes tais como Ca, Mg e Zn, interferindo no seu metabolismo devido à formação desses quelatos (RADOSTITS, 2006). Os animais quando alimentados com plantas ricas em ácido fítico, pode reduzir a absorção de Ca, Zn, P e Fe a partir do trato gastrointestinal. Isto ocorre, pela formação de um complexo ácido-mineral insolúvel (LEASE, 1966; HERRICK, 1993; SOETAN et al. 2010).

1.2.3. Influência da sazonalidade sobre as plantas e animais

Nas pastagens nativas, a qualidade e quantidade de forragem variam consideravelmente com o clima, e com frequência resulta em suprimento nutricional inadequado (RAMIREZ, 1999).

No nordeste brasileiro ocorre estacionalidade na produção de forragens, com grande produção no período das águas e deficiência no período das secas (SOBREIRA, 2006). Os índices pluviométricos no semiárido são baixos e mal distribuídos, chovendo em média de 350 a 700 mm/ano. Como agravante, temos uma evapotranspiração elevada, havendo com isso um decréscimo da produção e qualidade da massa verde durante o período de estiagem, pois há uma estreita relação entre precipitações pluviais e produção de plantas forrageiras (SILVA, 2004).

A má distribuição e irregularidade de chuvas no semiárido são responsáveis por estiagens prolongadas, resultando em sérios prejuízos econômicos para os pecuaristas (MAIA; GURGEL, 2013). Pois a estiagem diminui a formação de pastagens rasteiras anuais, em quantidade suficiente, de modo que as ramas das forrageiras arbóreas e arbustivas, como o juazeiro, mororó, canafístula, jucazeiro, catingueira, sabiá, jurema-preta, jurema-branca, catanduva, turco e muitas outras forrageiras, constituem o único pasto disponível para os animais (MENDES, 1997). Neste período, a produção de fitomassa é reduzida a valores muito baixos, com perdas que podem alcançar os 60% da produção da área (MEESQUITA et al. 1988).

Em um estudo realizado na china com ovinos, observou-se que as concentrações dos macro-minerais (Ca, K, Mg, Na e P) no soro e na forragem, variou durante a estação do ano (verão e inverno) e que isso poderia levar a deficiências minerais em ovinos criados nessas áreas (XIN et al, 2011). Da mesma forma, as concentrações minerais (Ca, Mg, Na, K, Cu, Mn, Zn, Fe) em dietas selecionadas em pastagem nativa por caprinos no México variaram durante todo o ano, mostrando o risco do aparecimento de enfermidades carenciais causadas pela deficiência específica do mineral na pastagem ou pelo excesso de um antagonista (RAMIREZ, 1999). No Brasil, estudos realizados em rebanhos ovinos criados em pastagem nativas no Rio Grande do Sul mostraram que a concentração sanguínea dos principais macrominerais (Ca, P, Mg) variaram em relação a época do ano, onde o Ca teve uma pequena variação no outono, já o teor de P e Mg foi menor no verão (RIBEIRO et al. 2003).

1.2.4. Peculiaridades sobre os caprinos

Caprinos, principalmente as raças com aptidão para corte, havendo oportunidade de escolha de forragem, preferem dietas constituída de 80 a 85% de brotos e 15 a 20% de gramíneas. Estes curiosos hábitos alimentares dos caprinos resultam na ingestão da maioria das espécies de plantas encontradas no ambiente. O conteúdo nutricional da dieta selecionadas pelos caprinos é melhor que a média da vegetação presente na pastagem (PUGH, 2004).

Atualmente, todo rebanho de caprinos existente no semiárido descende dos animais introduzidos pelos colonizadores, onde ao longo de centenas de anos de seleção natural imprimiu nestes animais características específicas de rusticidade, sobrevivência em ambientes com escassez de alimentos, sobre clima quente e seco e adequação a sistemas de produção com baixa tecnologia (RIBEIRO; CRUZ; OJEDA, 2006).

Posteriormente a esse processo de introdução, sob essas condições formaram-se as populações nativas, que adquiriram características fenotípicas particulares de adaptação ao ambiente onde se estabeleceram (PIRES, 2009). Atualmente existem as seguintes raças nativas: Moxotó, Marota, Canindé, Gurguéia, Repartida, Nambi, Azul e outros de com rebanhos efetivos menores (MACHADO; MACHADO, 2000).

A formação do rebanho sem padrão racial definido (SPRD) ocorreu devido o cruzamento de espécies exóticas com espécies nativas (MAIA; GURGEL, 2013). Outro fator, foi a continua exploração na forma de criação extensiva com acasalamentos desordenados entre caprinos nativos, levaram à alta prevalência de animais Sem Padrão Racial Definido (MACHADO; MACHADO, 2000).

O caprino também apresenta diferenças fisiológicas em relação aos outros ruminantes, absorvendo 70 a 75% mais P que os bovinos (MALAFAIA et al. 2004). As suas exigências de Ca e P são maiores na fase final da gestação e os requerimentos para o crescimento dos cabritos são, proporcionalmente, menores do que os dos bezerras. Além disso, os caprinos são menos sensíveis à intoxicação por Cu e, toleram níveis de Mo até 10 vezes maiores e necessitam de mais I do que os bovinos, pela maior transferência do I da dieta para o leite (MESCHY, 2000).

Apesar de várias diferenças entre os caprinos e outros ruminantes, durante muito tempo, os requerimentos minerais para caprinos foram considerado metade daqueles utilizados para bovinos e ovinos, e comumente utilizado na formulação de suplementos

minerais valores de referência do Agricultural and Food Research Council (AFRC, 1993) e do National Research Council (NRC, 1981) determinados para animais de exigências nutricionais maiores, devido ao alto padrão genético, e criados em condições ambientais diferentes.

1.2.5. Suplementação mineral

A suplementação mineral são pontos de destaque no cenário produtivo atual, com estratégias adotadas para melhor atender as exigências de minerais dos animais ruminantes, que necessitam desses elementos para realização de diversos processos biológicos e máximo desempenho produtivo (MENDONÇA-JÚNIOR et al. 2011).

Quando ocorre ingestão inadequada de minerais, estes podem interagir entre si, com outros nutrientes e com fatores não nutritivos. Essas interações podem ser sinérgicas ou antagônicas, tomam lugar no próprio alimento, no trato digestivo, nos tecidos e no metabolismo celular (GEORGIEVSKI et al. 1982; MENDONÇA-JÚNIOR et al. 2011).

Por isso, antes da indicação de medidas corretivas e profiláticas é importante o diagnóstico de quais elementos estão em deficiência no rebanho, pois os minerais podem variar de acordo com o solo, pastagens e com a época do ano (sazonalidade). Na maioria das deficiências minerais e, em especial, quando não acentuadas, a determinação do quadro clínico-patológico, apesar de muito importante, não é suficiente. A certeza final no diagnóstico das deficiências minerais é dada por dosagens químicas, pois permite verificar, de forma direta, com maior rapidez e mais facilmente, as deficiências existentes, com menor risco de erros na interpretação dos resultados (BOYAZOGLU et al. 1972, MILLER; STAKE 1974; TOKARNIA et al. 2010).

No Brasil, é comum na região semiárida a recomendação de misturas minerais “completas” durante todo o ano, tanto em animais a pasto quanto em animais confinados ou semi-confinados, suplementando frequentemente minerais que não são necessários e que atuam como antagonistas para outros minerais. Podendo ainda suplementar minerais em níveis tóxicos como é o caso do Cu e S, ou agravar doenças de origem nutricional, como é o caso da urolitíase (RIET-CORREA, 2004).

Os gastos com o fornecimento de suplementos minerais “completas” pode representar 20 a 30% dos custos totais de produção com bovino de corte (COSTA et al. 2004). Por outro lado, o uso de sal mineral seletivo em caprinos semiconfinados representou um decréscimo de 3,9 vezes nos gastos com este produto (MALAFAIA et al. 2004).

No que diz respeito à suplementação mineral, verifica-se as seguintes situações: (1) Parte dos pecuaristas opta pela utilização de uma mistura mineral comercial (MMC); (2) Parte compra uma MMC formulada com base no pressuposto de que análises de solo e de forrageiras de sua propriedade possam determinar com exatidão a quantidade de minerais necessária a ser suprida aos animais; (3) Outra parte fornece apenas cloreto de Na (NaCl); (4) Uma pequena parcela dos pecuaristas não fornece qualquer suplemento mineral ao rebanho; (5) Outro grupo de pecuaristas suplementam os animais de maneira muito irregular e descontínua com MMC ou com o cloreto de Na; (6) Como as misturas minerais são insumos caros, alguns proprietários diluem essas misturas com o sal comum, o que obviamente reduz a concentração dos outros minerais nesse preparado. Neste caso, dependendo da diluição, mesmo que os teores dos minerais na mistura original sejam adequados, em algumas situações haverá necessidade de corrigir elementos deficitários (PEIXOTO et al. 2005).

1.2.6. PRINCIPAIS MINERAIS DE INTERESSE NA PECUÁRIA

1.2.6.1. Cálcio

O Ca é o mineral mais abundante no corpo, sendo encontrado 99% no esqueleto. É essencial para o crescimento e produção de leite. A pequena proporção (1%) de Ca é encontrada como o íon livre, ligada a proteínas séricas e complexado com ácidos orgânicos e inorgânicos (SUTLE, 2010). O Ca desempenha outras funções como contração na muscular e impulso nervoso, sendo fundamental a homeostase do Ca (BARRETO-JÚNIOR, 2007).

Para manter uma concentração constante de Ca, apesar das variações na ingestão e excreção, mecanismos endócrinos de controle estão presentes nos animais, nos quais deve permanecer dentro de parâmetros restritos, ou graves alterações poderão advir pela

hipo como a da hipercalcemia (BARRETO-JÚNIOR, 2007). A calcicemia é mantida tanto da absorção do Ca pelos intestinos quanto da reabsorção no órgão estoque (ossos). Sendo que a calcicemia aumenta com o aumento dos níveis de paratormônio e diminui com a liberação de calcitonina. O paratormônio aumenta a reabsorção renal do Ca filtrada e atua no aumento da atividade dos osteoclastos potencializando a reabsorção óssea. Com mecanismo contrário, a calcitonina, diminui a reabsorção renal e aumenta a atividade osteoblástica de deposição óssea deste elemento (ORTOLANI, 1995).

As forrageiras são fontes geralmente satisfatórias de Ca para a alimentação de ruminantes, particularmente quando contêm espécies de leguminosas. As leguminosas são mais rica em Ca do que as gramíneas, tanto o Ca como as taxas do P são quase cinco vezes mais elevadas do que as gramíneas (SUTLE, 2010).

Porém, apenas cerca de 10 a 20% do Ca da dieta é absorvido, sendo que esta eficiência pode ser interferida pela idade, quantidade ingerida, vitamina D, calcitonina e paratormônio (PAULINO; BONDAN, 2006; BARRETO-JÚNIOR, 2007). Um fator que pode reduzir a absorção do Ca é o excesso de gordura na dieta ou má digestão de gordura reduz o que diminui a absorção através da formação de sabões de Ca insolúveis; No entanto, pequenas quantidades de gordura pode melhorar a absorção de Ca (HAYS; SWENSON, 1985).

A deficiência de Ca ocorre em animais que se alimentam de concentrados ricos em P, como suínos e aves, que são espécies que necessitam de mais Ca na dieta do que os ruminantes. A deficiência de Ca, porém, pode ocorrer em ruminantes que recebem alimentação abundante em concentrados; mas em animais de corte em regime de campo esse tipo de deficiência não é comum (TOKARNIA et al., 2000; 2010).

Portanto, a maioria das forrageiras tendem a possuir alto teor de Ca e baixo teor de P (PUGH, 2004). Por isso, que raramente ocorre deficiência de Ca em animais criados em pastagens. No entanto, ela pode ocorrer em pastagem se o solo for ácidos, arenosos, turfosos, áreas úmidas, onde as pastagens são compostas principalmente de gramíneas de crescimento rápido (SUTLE et al., 2010).

1.2.6.2. Fósforo

O P é citado por diversos autores como o elemento mais importante dentre as deficiências minerais em ruminantes criados em sistemas extensivos (PUGH, 2004; TOKARNIA, 2000, 2010; RIET-CORREIA, 2007; DUARTE et al. 2011). Extensas áreas com deficiência de P nas pastagens e solo ocorrem tanto no Brasil como em todo mundo e não há dúvida de que essa deficiência é o distúrbio mineral que leva uma maior perda econômica aos pecuaristas que criam os herbívoros em regime de campo no Brasil (UNDERWOOD, 1981; TOKARNIA et al. 2000; 2010; MENDONÇA JÚNIOR, 2011). Sendo, verificado carência deste mineral em 24% dos caprinos criados na vegetação de caatinga no município de Mossoró-RN (DUARTE et al. 2011).

O P é o segundo mineral mais abundante no corpo do animal e está presente predominantemente (80%) na matriz mineralizada dos ossos e dentes. O restante (20%) do P do corpo está amplamente distribuído nos fluidos e tecidos moles do organismo onde tem uma variedade de funções essenciais (ROSOL; CAPEN, 1997; BASTOS, 2014). Nos ruminantes, esse mineral é essencial para os microorganismo do rúmen, pois a síntese de proteína microbiana pode ser prejudicada em dietas pobres em P (MENDONÇA-JÚNIOR, 2011).

Este elemento desempenha diversas funções, tais como: mineralização óssea, componente de DNA e RNA, parte de compostos de alta energia (ATP), regulação de enzimas alostéricas, componentes dos fosfolípídeos (MENDONÇA-JÚNIOR, 2011).

Mesmo quando aumenta a concentrações de P na planta no período chuvoso, pode ocorre deficiência deste mineral nos animais, pois neste período há um maior aporte nutricional e conseqüentemente um aumento da exigência de P pelo animal, ocasionada pela boa oferta de energia e proteína nas pastagens (UNDERWOOD, 1981).

O P é distribuído uniformemente em toda planta (SUTLE, 2010), sendo que as plantas forrageiras em crescimento, normalmente possuem mais P do que quando maduras ou secas (UNDERWOOD, 1981). Estudos mostram que os animais escolhem e selecionam componentes da pastagem que são mais ricas em P do que o pasto todo, sendo que os alimentos possuem duas a três vezes mais P em forragem selecionada por ruminante do que amostras retirada a mão no pasto, porém deve ser levado em consideração que amostras de fístulas de esôfago são contaminadas pelo P da saliva (ENGELS, 1981).

O aproveitamento do P pelos ruminantes difere marcadamente dos não ruminantes, pois a presença de fitase microbiana no rúmen lhes permite utilizar a maior parte do P presente abundantemente como fitatos, entretanto os fitatos são encontrados principalmente nas sementes e grãos (SUTLE, 2010).

O P estará intimamente associado com o Ca, pois frequentemente participam juntos no metabolismo e ocorrem combinados no organismo, sendo que o excesso de um ou de outro na dieta leva a diminuição na disponibilidade de ambos (CONRAD et al. 1984; PINHEIRO. 2010). O aumento do Ca na dieta ($> 8 \text{ g/kg-1}$ de MS) exacerba a privação de P, pois pode formar complexos no rúmen, parcialmente protegendo-o da degradação (SUTLE, 2010). O excesso de Fe, de alumínio ou de Mg também interfere com a absorção do P, isto ocorre através da formação de fosfatos insolúveis (HAYS; SWENSON, 1985; SOETAN et al. 2010).

O excesso de P também é prejudicial aos animais, pois pode levar a interações adversas ou efeitos cumulativos com outros minerais. A alta ingestão de P predispõe a cálculos urinários, porém ocorre principalmente em ruminantes alimentados com dietas predominantemente de concentrados (SUTLE, 2010).

1.2.6.3. Cobalto

Em ruminantes, o Co é essencial para determinados grupos de bactérias presentes no rúmen produtoras da vitamina B12, portanto o baixo nível de Co na dieta dos ruminantes, leva a deficiência de vitamina B12 e consequentemente a distúrbios relacionado à carência desta vitamina (McDONALD; EDWARDS; GREENHALGH, 2002; MENDONÇA-JÚNIOR, 2011). Este elemento participa na reação do metabolismo do ácido propiônico, sendo essencial para síntese de cianocobalamina (B12). Essa vitamina influencia o metabolismo energético, facilitando a formação de glicose através da ação da metilmalonil CoA mutase formando succinato a partir de propionato (UNDERWOOD; SUTTLE, 1999; PATERSON; ENGLE, 2005). Segundo ORTOLANI (2002) o Co ainda estar relacionado com a formação das hemácias (essencial na eritropoiese) e de ácido fólico ou folato.

Solos alcalinos ou com excesso de Mn pode gerar deficiência em Co em pastagem devido à diminuição da absorção deste elemento pela planta e consequentemente a carência nos ruminantes (GONZÁLEZ; SILVA, 2006). E

pastagens contendo menos que 0,07 ppm e 0,04 ppm de Co, levam ao desenvolvimento de sinais clínicos de deficiência em ovinos e bovinos, respectivamente (RIET-CORREIA, 2007).

A forma mais conclusiva de diagnosticar a deficiência de Co é baseada na resposta à administração deste elemento. A recuperação clínica ou maior ganho de peso dos animais tratados em relação aos que não receberam Co fecha o diagnóstico. Geralmente, o nível de Co no fígado reflete o “status” desse mineral no animal, podendo a deficiência ser diagnosticada pela determinação neste órgão. A dosagem da vitamina B12 também é bastante utilizado no diagnóstico de deficiência deste micromineral (RIET-CORREIA, 2007).

1.2.6.4. Cobre

O Cu está presente e é essencial para atividade de numerosas enzimas (lisil-oxidase, tirosinase, citocromo oxidase, superóxido dismutase), participa da hematopoiese por favorecer a absorção de Fe, mineralização dos ossos, formação e integridade do SNC e manutenção do miocárdio (MENDONÇA-JÚNIOR, 2011). Junto com o P, o Cu é um dos elementos mais carentes em ruminantes criados em todos os continentes, sendo que esses animais são particularmente vulneráveis à deficiência e toxicidade. A carência de Cu em ruminantes pode ocorrer por menor aporte deste nutriente na dieta ou maior presença de outros elementos antagonizantes que diminuem a sua disponibilidade, tais como o Mo, S, Zn e Fe. Sendo que sua deficiência leva a graves enfermidades (ORTOLANI, 2002).

A capacidade de um alimento atender os requisitos dos animais ou causar intoxicação depende mais da disponibilidade do Cu de que a concentração deste na dieta. A disponibilidade do Cu em um alimento ou suplemento dependerá das interações com outros componentes da ração (SUTLE, 2010).

Diversos fatores interferem na absorção do Cu, tais como a alta quantidade dietéticas de Mo, S, Fe, cádmio, Se, Zn e vitamina C alteram a absorção do Cu. Solos alcalinos diminuem a absorção de Cu pelas plantas, assim com as pastagens com elevado teor de proteína e ou solos ricos em matérias orgânicas notadamente reduzem a absorção do Cu (SUTLE, 2010).

Existe um antagonismo recíproco entre o Mo e Cu. Molibdênio, na presença de sulfatos, limita a retenção de Cu em ruminantes, no entanto, nem Mo ou sulfatos sozinho afetar retenção de Cu. Quando a dieta é enriquecida com Mo bem como S, tiomolibdatos são formados, reduzindo a disponibilidade, até tão pouco, onde apenas 1% podem ser absorvidos, nestes caso pode causar sintomas característicos de deficiência de Cu, mesmo com a ingestão aparentemente adequada de Cu (HAYS; SWENSON, 1985).

No caso de excesso de Mo, S e Fe, no rúmen estes minerais originam tiomolibdatos, os quais reduzem a disponibilidade de Cu. O Fe do solo pode ser capaz de reduzir a absorção do Cu por três mecanismos: o aprisionamento como sulfeto de Fe no rúmen; a adsorção de Cu por compostos de Fe insolúveis (SUTLE, 2010); e a mecanismo pouco conhecido que é inibição do transporte pela mucosa intestinal (GARRICK et al. 2003).

No Brasil, os solos alcalinos são comumente encontrados apenas na região do Semiárido, onde a evapotranspiração é maior que a precipitação pluvial, resultando no acúmulo de sais e base (CAMPOS, 1995). Um fator que altera a absorção do Cu são os solos alcalinos, pois este diminui a absorção de Cu pelas plantas (SUTLE, 2010). Além disso, os caprinos são conhecidos pelos seus hábitos de se alimentarem preferencialmente por leguminosas, que são ricas em proteínas. Segundo SUTLE (2010), forragem com elevado teor proteína notadamente reduzem a absorção do Cu. Esses dois fatores podem ter contribuído para a deficiência em Cu.

O teor de Cu nas forrageiras varia com a espécie, maturidade e solo. Em regiões com clima temperado, as gramíneas tendem a conter menos Cu que as leguminosas cultivadas nas mesmas condições (4,7 contra 7,8 mg kg⁻¹ de MS, respectivamente), mas sob condições tropicais a posição se inverte (7,8 vs 3,9 mg kg⁻¹ de MS, respectivamente) (MINSON, 1990; SUTLE, 2010).

1.2.6.5. Ferro

O Fe é de longe o microelemento mais abundante no corpo, a deficiência leva a anemia, hipotireoidismo e hipertrofia cardíaca (SUTLE, 2010). A enfermidade clássica, da carência de Fe é a anemia microcítica hipocromica, pois este elemento é um

importante componente da hemoglobina. Entretanto a deficiência em caprinos criados extensivamente raramente, ocorre principalmente em animais adultos (PUGH, 2004).

Outro fato, é que a pasto os animais inevitavelmente ingerem certa quantidade de solo, O solo pode contribuir com até 20% do consumo total da dieta para o Fe (MENDONÇA-JÚNIOR, 2011). Além disso, a maioria dos alimentos para animais de produção, geralmente contem alta concentrações de Fe, podendo variar dependendo da espécie da planta, das condições de crescimento e o grau de contaminação do solo e outras fontes exógenas (SUTLE, 2010).

A privação de Fe primária nunca foi demonstra em animais em pastejo, um reflexo da alta quantidade de Fe, inerente a contaminação das pastagens com o solo. E ruminantes criado em sistema extensivo não pode evitar a ingestão em excesso de Fe no solo que contamina relativamente o pasto (SUTLE, 2010). MAGALHÕES et al. (2000), verificou uma presença média 33,45 g de solo no rúmen de cabritos em aleitamento.

O Cu pode interferir na utilização de Fe no início da fase da hematopoiese. Logo, a deficiência de Cu pode aumentar o Fe no fígado, por outro lado, o excesso de Cu leva a diminuição no teor de Fe neste órgão, refletindo assim um importante papel do Cu na utilização do Fe. O Cu também atua no plasma sanguíneo como proteína chamada hemocupreína, esta proteína fornece uma ligação entre o Cu e o metabolismo do Fe, onde media a liberação de Fe, da ferritina e hemosiderina (SOETAM, 2010).

1.2.6.6. Molibdênio

O Mo faz parte da composição de várias enzimas, tais como a xantina oxidase, sulfito oxidase e aldeído oxidase. Porém, sem dúvida, em ruminantes, a sua importância citada por vários autores, são as interações do Mo com o Cu, causada pela ingestão de forragem com altos níveis de Mo (MCDOWELL, 1992).

O aumento na concentração de Mo na pastagem limita a absorção e a retenção de Cu no organismo animal, especialmente na presença de quantidades adequadas de sulfato inorgânico na dieta (PATERSON; ENGLE, 2005). Tiomolibdatos são formados no rúmen pela reação entre S e Mo que, posteriormente, reagem com Cu, formando o tiomolibdato de Cu que, por ser um composto insolúvel, limita a utilização de Cu, mesmo em dietas com adequado nível deste micromineral e leva ao aparecimento de

graves distúrbios nervosos, baixo ganho de peso e desempenho reprodutivo prejudicado ocasionado pela deficiência de Cu (MENDONÇA-JÚNIOR, 2011).

1.2.6.7. Zinco

O Zn é essencial para o desenvolvimento, crescimento, função imune, defesa antioxidante e diferenciação de tecidos de todas as espécies. É amplamente distribuído através do corpo, mas os animais têm uma capacidade limitada para armazenar no organismo (PATERSON; ENGLE, 2005). O Zn faz parte de mais de 70 enzimas (álcool desidrogenase, DNA polimerase, RNA polimerase, anidrase carbônica, carboxipeptidase, piruvato desidrogenase), expressão gênica, estabilidade das membranas (MENDONÇA-JÚNIOR, 2011).

Grandes áreas de solos com deficiência de Zn existem em muitos países. Porém, poucos relatos de privação de Zn em animais de pasto têm aparecido e é geralmente assumido que as forrageiras e grãos cultivados contêm Zn suficiente para as necessidades de ruminantes (SUTLE, 2010).

A importância do Zn em ruminantes foi mostrada em 1955, quando foi demonstrado que a paraqueratose foi causada por insuficiência de Zn. Neste caso a dieta dos animais estava com níveis elevados de Ca e fitato. Isto aparentemente reduziu a biodisponibilidade de Zn dietético para o ponto em que ocorresse uma deficiência grave (THORVALDSSON; JÓNSDÓTTIR, 2005)

A absorção de Zn é maior quando existem boa disponibilidade de vitamina C, lactose e citrato na dieta. Por outro lado, os oxalatos, fitatos, alto teor de Ca, Cd, Fe, Se, Mo, ortofosforado reduzem a disponibilidade de Zn. Geralmente as leguminosas possuem mais Zn que as gramíneas, porém as leguminosas são ricas em Ca, suficientes para diminuir a disponibilidade de Zn (MCDOWELL, 1992).

Em todas as espécies de privação de Zn é caracterizada por inapetência, atraso ou interrupção do crescimento e lesões do tegumento, pelo, casco, chifre, lã ou penas (SUTLE, 2010).

1.3. OBJETIVOS

1.3.1 GERAL

- Determinar os efeitos da sazonalidade sobre o perfil mineral em caprinos criados no semiárido.

1.3.2. ESPECÍFICOS

- Avaliar a influência da sazonalidade sobre as concentrações de Ca, P (soro e osso) Fe, Cu, Zn, Mo (soro e fígado) e Co (soro) de caprinos criados extensivamente no semiárido;
- Determinar possíveis deficiências ou excessos de minerais em caprinos criados extensivamente no semiárido;
- Sugerir, conforme os resultados obtidos no estudo, uma suplementação específica de minerais para caprinos criados extensivamente no semiárido, em períodos sazonais específicos.

1.4. MATERIAIS E MÉTODOS

1.4.1. ANIMAIS E ALIMENTAÇÃO

A presente pesquisa foi aprovada pela comissão de ética no uso de animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Processo N° 23091.004703/2013-63).

Foram utilizados 50 caprinos machos com idade média de 8 ± 2 meses, sem padrão racial definido, castrados, com peso médio de 24 ± 6 kg ao início do experimento, mantidos em propriedade típica de criação extensiva de caprinos, onde os animais se alimentam somente com vegetação nativa do semiárido, no município de Mossoró no Rio Grande do Norte, onde os animais pastejam durante o dia e são recolhidos à noite em aprisco.

Como medidas sanitárias foram realizadas desverminações com cloridrato de levamisol 5% (Ripercol® Fort Dodge), na dose de 1ml para 10 kg, aplicado por via oral, e uso de coccidiostáticos a base de Sulfaquinoxalina sódica (Coccifin® Ouro Fino) na dose de 1g para 1 L, fornecida à vontade em bebedouros durante 3 dias. Iniciou-se ambos os tratamentos dois meses antes do início do experimento e quando necessário conforme o acompanhamento de exames parasitológicos de fezes.

1.4.2. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os caprinos foram previamente selecionados e distribuídos em dois grupos com 25 animais cada:

- Tratamento (TR) – Com suplementação mineral à vontade em cochos no aprisco;
- Controle (CO) – Sem suplementação mineral.

O experimento teve duração de 12 meses, sendo que neste período, foram realizadas as coletas de amostras para avaliação do perfil mineral dos grupos.

A avaliação sazonal foi realizada em quatro períodos distintos: fim do período seco (FS), meio do período chuvoso (MC), início do período seco (IS), meio do período

seco (MS). A escolha do dia da coleta foi determinada de acordo com a previsão do índice pluviométrico para o período realizado pela Empresa de pesquisa agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN/RN¹. Portanto as coletas foram realizadas a cada 3 meses, em janeiro (FS), abril (MC), julho (IS) e outubro (MS) do ano de 2014 (Ver gráfico 1).

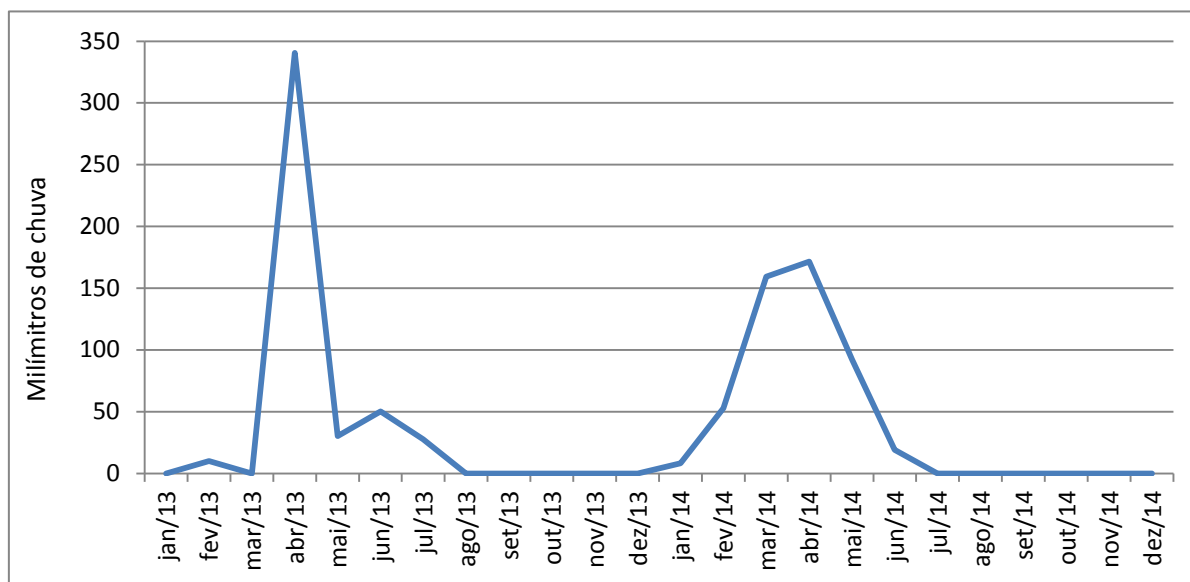


Gráfico 1 – Precipitação pluviométrica ocorrida na região de Mossoró-RN no período de 2013 a 2014. Informações fornecidas pela EMPARN/RN.

Sessenta dias antes da primeira avaliação sazonal, iniciou o fornecimento do sal mineral comercial (caprinofós®) (Quadro1) conforme recomendado pelo fabricante (Tortuga).

COMPOSIÇÃO	CONCENTRAÇÃO
Vitamina A	135.000,00 U.I.
Vitamina D3	68.000,00 U.I.
Vitamina E	450,00 U.I.
Cálcio	240,00 g
Fósforo	71,00 g
Potássio	28,20 g
Enxofre	20,00 g
Magnésio	20,00 g

Cobre	400,00 mg
Cobalto	30,00 mg
Cromo	10,00 mg
Ferro	250,00 mg
Iodo	40,00 mg
Manganês	1.350,00 mg
Selênio	15,00 mg
Zinco	1.700,00 mg
Flúor (máx.)	710,00 mg

Quadro 1 - Níveis de Garantia (por kg de produto) do sal comercial oferecido durante todo período experimental para o grupo TR. Informações fornecidas pelos fabricantes (Tortuga Companhia Zootecnica, Brasil).

1.4.3. COLETA DE AMOSTRAS

Para avaliação do acúmulo mineral no organismo animal foram coletados sangue, fígado e osso. As coletas foram realizadas em 10 animais de cada grupo (tratamento e controle) a cada período sazonal (IS, MS, FS, MC). O sangue foi coletado por venopunção jugular utilizando tubos com vácuo, sem anticoagulante, centrifugado (3.000 rpm por 5 minutos) e o soro acondicionado em microtubos (Eppendorfs®) e armazenado a 20° negativos até análise.

As amostras de fígado e osso (costela) foram coletadas de 10 animais submetidos ao abate e 10 animais submetidos a procedimento cirúrgico. Para realização das cirurgias, os caprinos foram pré-medicados com atropina, por via subcutânea, na dose de 0,02 mg/Kg. Decorridos 15 minutos, foram aplicados por via intramuscular profunda, 0,1 mg/kg de xilazina e 0,8 mg/kg de cetamina, ambas na mesma seringa (MASSONNE, 2011). Também foi utilizado anestesia local na pele e musculatura por infiltração de cloridrato de lidocaína associada à epinefrina no local da incisão.

Após os animais atingirem plano anestésico ideal, iniciou-se o procedimento cirúrgico. O acesso à cavidade abdominal foi realizado na fossa paralombar direita, por meio de uma incisão dorso-ventral da pele, músculos oblíquos abdominais externo e interno, seguida da secção com tesoura do músculo transverso e do peritônio, obtendo-

se assim excelente visualização e exposição do fígado. Foi realizado pinçamento do lobo caudal hepático, com secção de cerca de 1 g do órgão. A cavidade abdominal foi fechada com padrão de sutura simples continua com fio catgute, aproximando-se peritônio e músculos. A pele foi suturada em padrão Wolf com fio de náilon (RODRIGUES et al. 2007; MINERVINO et al. 2009).

A coleta de osso foi por meio de biópsia de costela. De início foi efetuada uma incisão dorso-ventral da pele, seguida de secção total de um segmento no terço médio da 11ª costela. A pele foi suturada com fio de náilon em padrão Wolf (ALMEIDA, L. A.; BRUM P. A. R, 1980). As amostras de fígado e costela obtidas foram acondicionadas em criotubos estéreis e congeladas a 20°C negativos para posterior análise.

Foi realizada aplicação por via intramuscular profunda de antibiótico a base de oxitetraciclina (Tetravet® 20%, Biofarm) de longa ação, na dose de 1 ml para cada 10kg de peso vivo em todos os animais cirurgiados. Administrou-se também anti-inflamatório (Maxican® 2%, Ouro Fino) por via intramuscular, na dose de 0,5 mg/kg por três dias e curativo com spray cicatrizante comercial (Bactrovet®, Gonig) durante 10 dias, quando eram retirados os pontos da pele.

1.4.4. DIGESTÃO ÁCIDA DAS AMOSTRAS BIOLÓGICAS

Inicialmente os vidros de relógio e tubos do bloco digestor foram lavados três vezes com água deionizada e esterilizados com ácido nítrico a 10%, sendo novamente lavados três vezes com água deionizada. Após serem secos em estufa (53°C em 24 horas), foram numerados, frente e verso. Posteriormente a balança foi tarada para pesagem do vidro de relógio sem amostra.

Com agulha e bisturi estéreis foram retirados um fragmento de aproximadamente 1g de amostra (fígado e osso) e colocados no vidro de relógio para pesagem da amostra úmida. Em seguida foram colocados na estufa em 103°C por 24 horas.

Após secagem esperava-se a amostra esfriar em temperatura ambiente e então eram pesadas entre 0,2 a 0,4 g de amostra seca, em balança de alta precisão. Estas amostras (fígado e osso) foram transferidas para tubos de vidro estéreis de 150 x 21 mm do bloco digestor, em seguida foram adicionados ácido nítrico e perclórico. Na amostra

de fígado, foram adicionados 10 ml de solução nítrico-perclórico. No osso foram adicionados 12 ml desta solução. A proporção utilizada na formulação da solução nítrico-perclórico foi de 4:1, ambos os ácidos P.A.

Para digestão sérica, foram pipetados 1 ml de soro e adicionados nos tubos do bloco digestor, sendo foi adicionado 5 ml da solução ácido nítrico-perclórico.

Posteriormente, as amostras junto com a solução ácida foram colocados no bloco digestor a 50 °C, sendo que a cada duas horas, aumentava-se aproximadamente 30 °C até chegar a 180 °C e mantidos nesta temperatura até a digestão completa da amostra e evaporação do ácido. Após o processo de digestão, os tubos foram retirados do bloco e deixados em temperatura ambiente. Depois do esfriamento, os tubos foram lavados com 10 ml de ácido clorídrico a 0,1 N e conteúdo transferido para tubos tipo falcon® de 15 ml, sendo esta solução final utilizada para leitura da concentração mineral.

1.4.5. DETERMINAÇÃO DAS CONCENTRAÇÕES DOS ELEMENTOS MINERAIS

As determinações das concentrações dos macro e microminerais foram realizadas através de Espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES, Varian®, São Paulo, Brasil) no laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – USP.

No osso, foram determinados os valores de Ca e P. No Fígado determinaram-se as concentrações de Cu, Fe, Zn, Mo, e no soro foi quantificado as concentrações de Ca, P, Cu, Fe, Zn, Co e Mo.

A cada 40 amostras eram inseridos um controle de qualidade interno do laboratório com calibragem do equipamento. Os resultados dos microminerais foram expressos em ppm, e os macrominerais foram expressos em porcentagem, ambos baseados na matéria seca.

1.4.6. ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi processada com auxílio do programa estatístico SAS 9.3 (2012).

Os dados experimentais obedeceram às premissas de distribuição normal pela prova de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias, sendo submetidos posteriormente a análise de variância pelo procedimento PROC GLM (SAS 9.3, 2012), para avaliar a diferença entre os grupos experimentais. Enquanto a comparação entre períodos dentro do mesmo grupo foi realizada pelo teste de média de Tukey utilizando o procedimento PROC ANOVA (SAS 9.3, 2012).

Foram consideradas significativas as diferenças cujo valor de “p” apresentou valores iguais ou inferiores a 0,05.

EFEITOS DA SAZONALIDADE SOBRE O PERFIL MINERAL EM CAPRINOS CRIADOS NO SEMIÁRIDO^I

Seasonality effects on the mineral profile in goats raised in semiarid

**Joseney Maia Lima^I, Rodolfo Gurgel Vale^{II}, Rejane dos Santos Sousa^{III}, Talyta
Lins Nunes^{II}, Jucélio da Silva Gameleira^{II}, Jerson Marques Calvacante^{II}, Antônio
Humberto Hamad Minervino^{IV}, Enrico Lippi Ortolani^{III}, Raimundo Alves
Barrêto Júnior^{II2}**

RESUMO

Objetivando avaliar os efeitos da sazonalidade sobre o perfil mineral de caprinos, cinquenta machos foram divididos em dois grupos, um grupo com suplementação mineral e outro controle. A avaliação sazonal foi realizada em quatro períodos: início do período seco, meio do período seco, fim do período seco e meio do período chuvoso. Para avaliação do acúmulo mineral, foram realizadas biopsias de costela e fígado e coleta de sangue a cada período. As concentrações de Cálcio (Ca), Fósforo (P), Cobre (Cu), Ferro (Fe), Molibdênio (Mo), Zinco (Zn) e Cobalto (Co) foram determinados através de Espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente após digestão nítrico-perclórica. Foi constatado valores normais de Ca, P e Mo, deficientes de Cu, Zn e Co, e valores elevados de Fe na dieta. Sugere o fornecimento de suplemento mineral específico, formulado para os animais criados no semiárido, permitindo redução de custos.

Palavras-chave: deficiência, minerais, ruminantes, sazonal.

^IUniversidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), 59625-900, Mossoró, RN, Brasil 59625-900, Mossoró, RN, Brasil. E-mail: joseneylima@hotmail.com. Autor para correspondência.

^{II} Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, Brasil.

^{III}Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, SP, Brasil.

^{IV}Universidade Federal do Pará, PA, Brasil.

ABSTRACT

To evaluate the effect of seasonality on the mineral profile of goats, fifty adult males were divided into two groups, one group with mineral supplementation and a control group. The seasonal evaluation was performed in four periods: early dry season, middle of the dry season, end of the dry season and middle of the rainy season. To determine the mineral accumulation bone (rib) and liver biopsies and blood sampling were performed in each period. The concentrations of calcium (Ca), phosphorus (P), copper (Cu), iron (Fe), molybdenum (Mo), zinc (Zn) and cobalt (Co) were determined by inductively coupled plasma optical emission spectrometry after nitric-perchloric digestion. Goats presented Ca, P and Mo normal, Cu, Zn and Co deficient, but high values of Fe in the diet. Our results indicate that goats raised in the semiarid region should receive a specifically formulated mineral supplementation to allowing reduction of cost.

Keywords: Deficiency, minerals, ruminants, seasonal.

INTRODUÇÃO

Atividade praticada em todo o planeta, a caprinocultura tem no Brasil um representativo de aproximadamente 9,3 milhões de cabeças, com mais de 90% do efetivo concentrado na região Nordeste (IBGE, 2011). Nessa região, predomina em 60% da sua extensão, o bioma caatinga, com clima semiárido (pouca umidade e baixa precipitação pluviométrica) e vegetação xerófila, constituídas de espécies arbustivas e arbóreas, de pequeno porte, comumente dotadas de espinhos e caducifólias em sua maioria (INARA; TARBARELLI; SILVA, 2005). Na caatinga a produção de forragens é fortemente influenciada pela sazonalidade, com grande produção no período das águas

e deficiência no período das secas, alterando fortemente a composição química e qualidade destas plantas (MAIA; GURGEL, 2013).

Os minerais são substâncias inorgânicas, vitais aos ruminantes, presentes em todos os tecidos e fluidos, desempenhando funções essenciais, por exemplo: compõem a estrutura tecidual, auxiliam no equilíbrio acidobásico, na pressão osmótica e permeabilidade das membranas celulares (SOETAN, 2010).

Em sistema de criação extensivo a deficiência mineral é uma das limitações mais prejudiciais, principalmente por afetar o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais (TOKARNIA, 2010). Esta deficiência pode variar desde carências leves até deficiências severas, com sinais clínicos mais ou menos característicos, podendo ser detectada através de análise do perfil mineral nos animais, indicando os minerais e o momento necessário para suplementá-los (PORTILHO, 2010). A avaliação dos níveis dos minerais nos fluidos e tecidos corpóreos, como soro, fígado e osso, permite a conclusão segura sobre a ocorrência de deficiências minerais, utilizando um pequeno número amostral (PINHEIRO, et al., 2011).

Os caprinos sem padrão racial definido são a maioria no nordeste brasileiro e herdaram as características de adaptabilidade e rusticidade das raças nativas (BRANCO, 2010). Estes consomem grande variedade de plantas, apresentando comportamento alimentar que pode ser classificado como oportunístico, facilmente modificando suas preferências alimentares de acordo com a disponibilidade de forragem e estação do ano (LEITE, 2002). Estes animais ainda pastejam cobrindo grandes distâncias, o que faz com que alguns pesquisadores acreditem que são capazes de suprir-se nutricionalmente quando há disponibilidade de pastagem nativa sem limitação de área de pastejo.

Deficiências de minerais são responsáveis por prejuízos econômicos ao setor rural, devido principalmente levarem a baixa produção e condições patológicas. O

conhecimento sobre deficiências minerais em caprinos é bastante limitado, e inexistem trabalhos com avaliação da interação entre sazonalidade e suplementação mineral em caprinos sob pastejo no bioma caatinga, demonstrando a importância da realização deste estudo. Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos da sazonalidade sobre o perfil mineral de caprinos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Foram utilizados 50 caprinos machos com idade entre 6 a 8 meses, sem padrão racial definido, castrados, desverminados, com peso médio de 25kg, mantidos em propriedade de criação extensiva no município de Mossoró no Rio Grande do Norte.

Os caprinos foram previamente selecionados e distribuídos em dois grupos com 25 animais cada, sendo um grupo tratamento (TR) – com suplementação mineral à vontade (previamente adaptados com Caprinofós®) e um grupo controle (CO) – sem suplementação mineral.

A avaliação sazonal foi realizada durante 12 meses, em quatro períodos distintos: fim do período seco (FS), meio do período chuvoso (MC), início do período seco (IS), meio do período seco (MS). A escolha exata do dia da coleta foi determinada de acordo com a previsão do índice pluviométrico para o período realizado pela Empresa de pesquisa agropecuária do Rio Grande do Norte - EMPARN/RN. Portanto as coletas foram realizadas a cada 3 meses: em janeiro (FS), abril (MC), julho (IS) e outubro (MS) do ano de 2014.

Para avaliação do perfil mineral no organismo animal foram coletadas amostras de sangue, fígado e costela em 10 animais de cada grupo, a cada período sazonal. O sangue foi coletado por venopunção jugular utilizando tubos com vácuo, sem anticoagulante, os quais foram centrifugados (3.000 rpm 1.000 x *g* por 5 minutos para

obtenção de soro que foi acondicionado em microtubo (Eppendorfs®) e armazenado a 20° C negativos até o momento da análise. A biopsia hepática foi realizada conforme descrito por MINERVINO et al. (2009), e a biópsia óssea (costela) de acordo com ALMEIDA et al. (1980). As amostras foram acondicionadas em criotubos estéreis e congeladas a 20°C negativos para posterior análise.

Foram retirados um fragmento de aproximadamente 1g de amostra (fígado e osso) e colocados no vidro de relógio para pesagem da amostra úmida. Em seguida foram colocados na estufa em 103°C por 24 horas. Após secagem esperava-se a amostra esfriar em temperatura ambiente e então eram pesadas entre 0,2 a 0,4 g de amostra seca, em balança de alta precisão. Estas amostras (fígado e osso) foram transferidas para tubos de vidro estéreis de 150 x 21 mm do bloco digestor, em seguida foram adicionados solução de ácido nítrico-perclórico. Na amostra de fígado, foram adicionados 10 ml de solução nítrico-perclórico. No osso foram adicionados 12 ml desta solução. A proporção utilizada na formulação da solução nítrico-perclórico foi de 4:1, ambos os ácidos P.A. marca Merck®. Para digestão do soro, foram pipetados 1 ml de soro e adicionados nos tubos do bloco digestor, sendo foi adicionado 5 ml da solução ácido nítrico-perclórico. Posteriormente, as amostras junto com a solução ácida foram colocados no bloco digestor a 50 °C, sendo que a cada duas horas, aumentava-se aproximadamente 30 °C até chegar a 180 °C e mantidos nesta temperatura até a digestão completa da amostra e evaporação do ácido. Após o processo de digestão, os tubos foram retirados do bloco e deixados em temperatura ambiente. Depois do esfriamento, os tubos foram lavados com 10 ml de ácido clorídrico a 0,1 N e conteúdo transferido para tubos tipo falcon® de 15 ml, sendo esta solução final utilizada para leitura da concentração mineral.

As determinações das concentrações dos macro e microminerais foram realizadas através de Espectrometria de emissão óptica por plasma acoplado indutivamente (ICP-OES, Varian®, São Paulo, Brasil) no laboratório de Doenças Nutricionais e Metabólicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia – USP. No osso, foram determinados os valores de cálcio e fósforo. No Fígado determinaram-se as concentrações de cobre, ferro, zinco, molibdênio, e no soro foi quantificado as concentrações de cálcio, fósforo, cobre, ferro, zinco, cobalto e molibdênio. A cada 20 amostras eram inseridos um controle de qualidade interno do laboratório. A porcentagem de recuperação dos minerais analisados no padrão interno variou nos diferentes tecidos entre 95 e 99%.

A análise estatística foi processada com auxílio do programa estatístico SAS 9.3 (2012). Os dados experimentais obedeceram às premissas de distribuição normal pela prova de Shapiro-Wilk e a homogeneidade das variâncias, sendo submetidos posteriormente a análise de variância pelo procedimento PROC GLM (SAS 9.3, 2012), para avaliar a diferença entre os grupos experimentais. Enquanto a comparação entre períodos dentro do mesmo grupo foi realizada pelo teste de média de Tukey utilizando o procedimento PROC ANOVA (SAS 9.3, 2012). Foram consideradas significativas as diferenças cujo valor de “p” apresentou valores iguais ou inferiores a 0,05.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, encontram-se as médias e desvios padrões das concentrações dos elementos Ca, P no soro e osso; Cu, Fe, Mo e Zn no soro e fígado e Co no soro, nos grupos controle e tratamento, nos períodos sazonais avaliados.

Os níveis séricos de Ca permaneceram dentro dos valores considerados normais para espécie caprina (7 a 13mg/dL) em ambos os grupos em todos os períodos sazonais,

segundo vários autores (PUGH, 2004, SUTLE, 2010, BANDARRA et al. 2011; HAENLEIN; ANKE, 2011, DUARTE et al., 2011, SILVA et al. 2011), sendo observada menores concentrações séricas no grupo controle em relação ao grupo tratamento ($p \leq 0,05$) somente no final do período seco. Em relação à concentração óssea de Ca, foi verificado valores semelhantes ao encontrados em caprinos por GOEDEGEBUURE; OBWOLO (1996) e FRANK; DANIELSSON; JONES (2000), porém abaixo das concentrações ósseas obtidas por LENGARITE et al. (2012).

As concentrações séricas de P de ambos os grupos e em todos os períodos sazonais permaneceram acima dos menores valores observados por DUARTE et al. (2011) e SILVA et al. (2011) em estudos com caprinos no semiárido, e semelhantes aos encontrados por HAENLEIN; ANKE (2011).

Os valores da porcentagem óssea de P deste estudo foram semelhantes ao observados por FRANK; DANIELSSON; JONES e GOEDEGEBUURE; OBWOLO (1996), e abaixo dos encontrados por LENGARITE et al. (2012).

A semelhança observada entre grupos controle e tratados nas porcentagens ósseas dos elementos Ca e P ($p \leq 0,05$) em todos os períodos sazonais, com uma única diferença sérica observada entre estes elementos, e mesmo assim com valores satisfatórios em relação à referência pra espécie caprina, permite sugerir a não necessidade de suplementação com os elementos Ca e P para caprinos criados conforme a metodologia aplicada neste estudo.

Neste estudo, com exceção do início do período seco, o grupo controle apresentou excesso de Fe sérico em todos os períodos estudados. Já o grupo tratado apresentou concentração sérica acima dos valores normais apenas no meio do período seco. Para SUTLE (2010) a concentração sérica normal de Fe em caprinos varia de 17 a

36 μ mol/L, sendo que concentração acima de 39 μ mol/L é considerada excesso de Fe sérico.

As concentrações de Fe hepático apresentaram-se acima da considerada normal para ovinos segundo SUTTLE (2010) (70-100ppm). Porém corroboram com outras pesquisas realizadas com caprinos no nordeste do Brasil, onde foi observado 156,10 $\pm$ 55,99 em Pernambuco (MARQUES et al. 2011) e 146,25 no Ceará (MAGALHÃES et al, 2000), sendo também semelhante aos observados por LENGARITE et al. (2012) no Norte do Quênia. No meio do período seco observou-se os maiores valores séricos de Fe, e maiores concentrações hepáticas no final do período seco, que reflete a ingestão no período anterior. A aridez da terra, associado ao período de maior presença de ventos e escassez de forragem nestes períodos, pode ter levado ao aumento de ingestão involuntária de solo e consequente aumento da concentração sérica e hepática de Fe. Segundo SUTTLE (2010) a ingestão involuntária de terra pode variar de 10 a 25% da matéria seca na dieta em ovinos pastando em terras áridas.

Concentrações séricas maiores de Cu encontradas no grupo tratamento em relação ao grupo controle ($p \leq 0,05$) no meio e final do período seco, associado à observação de valores numericamente superiores nos outros dois períodos, já sugeriria a necessidade de suplementação com este mineral. De acordo com UNDERWOOD e SUTTLE (1999) valores séricos de 3 a 9 μ mol/L são considerados marginais para deficiência de Cu em caprinos. Com isso, conforme observado neste estudo, no final do período seco os animais do grupo controle apresentaram níveis séricos dentro da faixa considerada crítica, sendo que o grupo tratamento apresentou níveis séricos acima destes valores. Em outros estudos os valores observados variaram entre 10,54 e 19,98 μ mol/L (SWARUP et al. 2006; SANTOS et al. 2006; HAENLEIN; ANKE, 2011; MARQUES, 2011).

Os níveis hepáticos de Cu em ambos os grupos e períodos sazonais avaliados apresentaram valores abaixo dos observados por diversos autores, que encontraram valores entre 150 e 328ppm (OREGUI; BRAVO, 1993; ANTONELLI, 2007; MARQUES et al. 2011 e LENGARITE et al. 2012). Entretanto, intensa diferença foi notada entre os animais tratados e controle, com os níveis dos animais controle correspondendo a valores inferiores a 34% dos observados no grupo tratamento nos mesmos períodos. Cabe ainda notar que o grupo controle apresentou valores extremamente baixos em relação aos considerados normais para espécie, sendo estes muito próximos ao citado por RADOSTITS et al. (2002) para deficiência secundária de Cu (15 a 19ppm). Ainda segundo UNDERWOOD (1977) os valores considerados normais são acima de 101ppm, sendo que teores de Cu entre 0-50ppm indicam deficiência, o que colocaria os animais do grupo controle, no mínimo na fase de depleção hepática do elemento.

Não obstante à possibilidade de baixas concentrações do microelemento Cu no solo e plantas da caatinga, vários minerais interferem na absorção do Cu, tais como a alta quantidade dietética de Mo, S, Fe, cádmio, Se e Zn (SUTLE, 2010). No presente estudo, os níveis de Zn e Mo, importantes antagonistas do Cu estavam abaixo ou em níveis normais de acordo com os valores de referência citados. Por outro lado, foi detectado excesso nos teores de Fe sérico e hepático. Além disso, os caprinos são conhecidos pelo hábito de alimentarem-se preferencialmente por leguminosas, que são ricas em proteínas, e que segundo SUTLE (2010) forragem com elevado teor proteína notadamente reduzem a absorção do Cu. Todos estes fatores podem ter contribuído para deficiência de Cu observada.

O Molibdênio é um mineral essencial em todas as espécies animais, porém nos ruminantes, a importância do Mo está quase que exclusivamente associada à deficiência

secundária de Cu, não sendo encontrados trabalhos que referenciem os valores mínimos séricos e hepáticos deste elemento para caprinos.

As concentrações séricas de Mo encontradas neste estudo variaram entre $0,11 \pm 0,04$ e $0,71 \pm 0,41 \mu\text{mol/L}$. Em trabalhos com caprinos, e principalmente com ovinos, foram constatados níveis séricos entre $0,28 \pm 0,11$ e $0,8 \pm 0,19$ (QI; OWENS, 1993; BOTHA; GESWAN; MINNAAR, 1995; ANTONELLI 2007; MARQUES et al. 2011) de acordo com o teor deste elemento na dieta. Os valores séricos observados por MARQUES et al. (2011) em caprinos no nordeste ($0,28 \pm 0,11 \mu\text{mol/L}$) bem superiores aos encontrados em dois períodos sazonais no grupo controle (Final do seco - $0,11 \pm 0,04 \mu\text{mol/L}$ e Meio do chuvoso - $0,15 \pm 0,09 \mu\text{mol/L}$), associado a uma única referência encontrada com valores semelhantes a este obtidos (POTT et al. 1999) – $0,11 \pm 0,87 \mu\text{mol/L}$), sugerem que estes valores podem estar próximos aos encontrados em animais em fase de depleção ou deficiência. De acordo com UNDERWOOD (1977) os níveis hepáticos de Mo normais variam de 2 a 4ppm. Portanto, nesta pesquisa, os níveis hepáticos de Mo estão dentro dos valores considerados normais. Porém abaixo dos níveis encontrados por MARQUES et al. (2011) que obtiveram valor médio de Mo hepático de $6,53 \pm 4,13 \text{ppm}$ em caprinos criados no nordeste e POTT et al. (1999) que obteve valores médios de $6,27 \pm 1,46 \text{ppm}$. De modo geral, os valores foram similares aos dados observados em ovinos por vários autores $3,62 \text{mg/kg}$ (ANTONELLI, 2007), $4,9 \text{mg/kg}$ (DU PLESSIS; VAN NIEKERK; COETZER, 1999), $5,88 \text{mg/kg}$ (POTT et al. 1999).

A diferença observada ($p \leq 0,05$) tanto nas concentrações séricas quanto hepáticas do Mo entre os grupos tratados e controle, mostraram marcadamente o efeito positivo da suplementação mineral do Mo.

Os níveis séricos de Zn deste estudo estão dentro dos valores marginais para situação de deficiência, com exceção do meio do período seco onde a concentração sérica de Zn está dentro da normalidade. Para RADOSTITS et al. (2006) e SUTTLE (2010) as concentrações séricas entre os intervalos de 12,2 a 18,2 μ mol/L; 12,3 - 18,5 μ mol/L, respectivamente, são consideradas normais para caprinos. Já HAENLEIN; ANKE, (2011) observou valor médio em caprinos de 17,74 μ mol/L e SANZ LORENZO et al. (1996) cita 11,0 μ mol/L como limite marginal para casos de deficiência.

PUGH (2004) afirma que a determinação da concentração hepática é o método mais seguro no diagnóstico da deficiência em Zn. Neste estudo, os valores hepáticos de Zn observados em três das oito avaliações nos grupos e períodos sazonais encontram-se abaixo dos considerados normais, sendo um deles no grupo tratado, pois apresentaram valores abaixo dos encontrados por LENGARITE et al. (2012) (100,02 a 143,23ppm); sendo que segundo MORAES (1998) a concentração hepática de Zn apresenta normalidade quando os valores estão entre 101 a 200ppm. Porém em ambos os grupo e períodos sazonais os animais apresentaram valores médios abaixo dos encontrados por HAENLEIN; ANKE, (2011) (118 $\pm$ 68ppm). Portanto, existe necessidade de maior suplementação com este elemento principalmente no início e meio do período seco.

O grupo não mineralizado apresentou no final do período seco e meio do período chuvoso níveis menores de Co sérico que os considerados normais por RADOSTITS et al. (2006), que sugerem valores de Co no plasma de ovinos normais variando entre 0,17 a 0,51 μ mol/L. A concentração sérica de Co no grupo mineralizado mostrou-se dentro das concentrações consideradas normais em todos os períodos avaliados. Estes resultados demonstram a existência da deficiência de Co na dieta de caprinos em pastagens nativa no semiárido, e a necessidade na suplementação deste elemento na dieta. Pesquisas que objetivam o diagnóstico de deficiência de Co através da dosagem

do teor deste mineral em soro de caprinos são escassas. Porém, estes resultados mostram a possibilidade do uso desta avaliação para diagnóstico da deficiência deste elemento.

CONCLUSÕES

Os minerais Ca e P mostraram concentrações séricas e ósseas normais, não sendo necessária a suplementação durante todo ano, nas condições deste estudo. A dosagem óssea destes elementos mostrou-se segura para avaliação das suas concentrações.

O Fe mostrou valores elevados durante todo o ano, sendo potencialmente perigoso, principalmente na sua relação de antagonismo com outros elementos.

Foi constatada a deficiência de Cu e Zn na dieta, nas condições deste estudo, necessitando a suplementação com valores superiores ao encontrado no sal mineral utilizado no meio e fim do período seco.

O Mo apesar de não ser um elemento deficiente, mostrou ser um elemento que merece maiores estudos em caprinos e respondeu bem à suplementação com o sal mineral utilizado.

A suplementação mineral utilizada foi eficiente na manutenção de níveis sérico ideais de Co, sendo necessária a sua suplementação no final do período seco e meio do período chuvoso.

Um sal mineral específico, com variação sazonal da sua composição, pode ser utilizado em animais criados nas condições deste estudo, barateando bastante o custo deste insumo.

COMITÊ DE ÉTICA E BIOSSEGURANÇA: A presente pesquisa foi aprovada pela comissão de ética no uso de animais da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (Processo N° 23091.004703/2013-63).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L.A.; BRUM, P.A.R. Técnica de biópsia óssea em bovinos para estudos de minerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v.15, n.1, p.121-122, 1980.
- ANTONELLI, A.C. **Avaliação do uso de um sal mineral rico em molibdênio na prevenção da intoxicação cúprica acumulativa em ovinos**. 2007. 122p. Tese de Doutorado (Medicina Veterinária e Zootecnia). Universidade de São Paulo- SP. 2007.
- BANDARRA, et al. Nutrition fibrous osteodystrophy in goats. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Rio Grande do Sul, Brasil. v. 31, n. 10, p.875-878, 2011.
- BOTHA, C.J.; GESWAN, G.E.; MINNAAR, P.P. Pharmacokinetics ammonium tetrathiomolybdate following intravenous administration in sheep. **South African Veterinary Association**. Onderstepoort, Republic of South Africa. v. 66, n. 1, p.6-10, 1995.
- BRANCO, J.F.C. **Caracterização fenotípica, sistema de produção, distribuição geográfica e aceitação do caprino nambi no estado no Piauí**. 2010. 75 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí, Teresina- PI. 2010.
- DU PLESSIS, S.S; VAN NIEKERK, F.E.; COETZER, W.A. The effect of dietary molybdenum and sulphate on sexual activity and plasma progesterone concentrations of ewes. **Small Ruminant Research**. Republic of South Africa. v.33, p.71-76, 1999.
- DUARTE, A.L.L. et al. Avaliação da deficiência de fósforo em ruminantes por meio de bioquímica sérica. **Acta Veterinária Brasília**, Rio Grande do Norte, Brasil. v.5, n.4, p.380-384, 2011.

- FRANK, A.; DANIELSSON, R.; JONES, B. Experimental copper and chromium deficiency and additional molybdenum supplementation in goats. II. Concentrations of trace and minor elements in liver, kidneys and ribs: haematology and clinical chemistry. **The Science of the Total Environment**. Uppsala, Sweden. n. 249, p.143-170, 2000.
- GOEDEGEBUURE, S.A; OBWOLO, M.J. Bone mineralization status of indigenous goats in Zimbabwe. **Small Ruminant Research**. Zimbabwe, n. 23, p.17-22, 1999.
- HAENLEIN, G.F.W; ANKE, M. Mineral and trace element research in goats: A review. **Small Ruminant Research**. USA. v. 95, p.2–19, 2011.
- IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal** - 2011. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/ppm2011.pdf> Acesso em: 16 de janeiro de 2013.
- INARA, R.L.; TARBARELLI, M.; SILVA, J.M.C. **Ecologia e conservação da caatinga**. Recife: Ed. Universitária da UFPE. 2 ed.,786p. 2005.
- LEITE, E.R. Manejo alimentar de caprinos e ovinos em pastejo no nordeste do brasil. **Ciência Animal**, Ceará, Brasil. v. 12, n. 2, p.119-128, 2002.
- LENGARITE, M.I. et al, Mineral Status of Sheep and Goats Grazing in the Arid Rangelands of Northern Kenya. **Pakistan Journal of Nutrition**. Marsabit, Kenya. v.11, n. 4, p.383-390, 2012.
- MAGALHÃES, et al. Efeito do ferro dextran sobre parâmetros sanguíneos, níveis de ferro sérico e hepático e desempenho de cabritos de aptidão leiteira. *Revista Científica de Produção Animal*. Piauí, Brasil. v. 2, n. 1, p.71-77, 2000.
- MAIA, A.L.; GURGEL T.C.N.P. Um olhar sobre a utilização de plantas forrageiras da caatinga como estratégia de convivência com a seca no alto-oeste potiguar. *Revista Geotemas*. Rio Grande do Norte, Brasil. V. 3, n. 1, p.31-43, 2013.

MARQUES, A.V.S. et al . Teores séricos e hepáticos de cobre, ferro, molibdênio e zinco em ovinos e caprinos no estado de Pernambuco. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Pernambuco, Brasil. v. 31 n.5. p.398-406, 2011.

MINERVINO, A.H.H. et al . Alterações na bioquímica sérica antes e após técnica de biópsia hepática por laparotomia em bovinos e búfalos. **Ciência Rural**. São Paulo, Brasil. vol. 39, n. 3, 2009.

MORAES, S.S. Avaliação das concentrações de zinco, manganês e ferro no fígado de bovinos e ovinos de várias regiões do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v. 18 n. 3-4, 1998.

MORAIS, S.S. **Novos Microelementos Minerais e Minerais Quelatados na Nutrição de Bovinos**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 22p. 2001.

OREGUI, L.M.; BRAVO, M.V. El cobre, funciones y necesidades, p.9-22. In: Fernandez M.A.G. (Ed.), **Patologia Relacionada con el Cobre: deficiencias e intoxicaciones**. Luzans Ediciones, Madrid, 1993.

PINHEIRO, C.P. et al . Níveis de fósforo, cobre, cobalto e zinco em bubalinos (*Bubalus bubalis*) na Ilha de Marajó, Estado do Pará. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Pará, Brasil. v. 31, n. 3. p.193-198, 2011.

PORTILHO, F.P. **Utilização do resíduo de cervajaria na formação de misturas minerais proteinada para ovinos a pasto**. 2010. 76 f. Tese (doutorado em ciências animais) – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2010.

POTT, E.B. et al. Effects of high molybdenum concentration and duration of feeding time on molybdenum and copper metabolism in sheep. **Animal Feed Science and Technology**. Florida, USA. v. 79, p.93-105, 1999.

PUGH, D.G. **Clínica de ovinos e caprinos**. 1º ed. Roca, São Paulo, 528 p., 2004.

QI, K; LU, C.D; OWENS, F.N. Sulfate supplementation of Angora goats: sulfur metabolism and interactions with zinc, copper and molybdenum. **Small Ruminant Research**, Langston, USA, n. 11. p. 209-225, 1993.

RADOSTITS, O.M. et al. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos**. 9.ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, Brasil. 1737p. 2006.

SANTOS, N.V.M. Avaliação epidemiológica, clínica, anátomopatológica e etiológica de surto de ataxia em cabritos e cordeiros. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 36, n. 4, p. 1207-1213, 2006.

SANZ LORENZO, M.C. CASAS, N. A.F.; VERDE, A. M.T. La deficiencia de zinc,. In: FERNANDEZ, M.A.G. **Carencias vitamínico-minerales en el ganado ovino**. Luzans Ediciones, Madrid. p.25-36, 1996.

SCHENIC, M.A.M. Intoxicação por oxalatos em vacas lactantes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, Brasil. v. 17 n.9, p. 1403-1407, 1982.

SILVA, T.R. et al. Efeitos da suplementação com fósforo em caprinos no semiárido do nordeste brasileiro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. Minas Gerais, Brasil. v.63, n.5, 2011.

SILVA, M.R.; SILVA, M.A.A.P. Aspectos nutricionais de fitatos e taninos. **Revista de Nutrição**. São Paulo, Brasil. v.12, n.1, p. 5-19, 1999.

SOETAN, K.O.; OLAIYA, C.O.; OYEWOLE, O.E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. **African Journal of Food Science**. Oyo State, Nigeria. v. 4, p.200-222, 2010.

SUTLE, N.F. **Mineral Nutrition of Livestock**, 4º Ed. Cabi, London, 579 p., 2010.

SWARUP, D. et al. Lowered blood copper and cobalt contents in goats reared around lead–zinc smelter. **Small Ruminant Research**. Uttar Pradesh, India. n. 63, p.309–313, 2006.

TOKARNIA, C.H. et al. **Deficiências Minerais de Animais de Produção**. Helianthus, Rio de Janeiro. 191p. 2010.

UNDERWOOD, E.J. **Trace Elements in Human and Animals Nutrition**. 4th ed. Academic Press, New York, USA. p. 545, 1977.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The mineral nutrition of livestock**. 3 ed. Wallingford: Cabi Publishing, p. 614, 1999.

Tabela 1. Valores médios e desvios-padrão das concentrações séricas (mg/dL) Ca, P, Co, Cu, Fe, Mo e Zn, concentração ósseas (%) de Ca e P e hepáticas (μmol/L) de Cu, Fe, Mo e Zn em caprinos, em relação aos grupos (controle e tratamento) e período sazonal, criados extensivamente no semiárido de Mossoró-RN.

Materiais biológicos e Minerais		Períodos sazonais							
		Final do seco		Meio do chuvoso		Início do seco		Meio do seco	
		CO	TR	CO	TR	CO	TR	CO	TR
Soro	Ca (mg/dL)	9,29±1,05 ^{Bc}	11,34±1,31 ^{Aab}	10,76±0,84 ^b	10,65±1,15 ^b	12,40±0,32 ^a	12,49±0,45 ^a	11,30±0,88 ^b	11,31±0,88 ^{ab}
Ossos	Ca (%)	20,90±1,34 ^a	21,94±2,16 ^a	21,16±2,1 ^a	22,72±0,91 ^a	18,64±2,94 ^b	17,15±2,46 ^b	22,09±1,49 ^a	21,80±3,77 ^a
Soro	P (mg/dL)	10,87±2,49 ^{ab}	9,39±2,21 ^{bc}	8,73±1,38 ^b	8,95±3,00 ^c	9,86±1,80 ^{ab}	11,11±2,27 ^{ab}	12,69±2,21 ^a	12,69±0,71 ^a
Ossos	P (%)	9,72±0,50 ^a	10,14±0,99 ^a	10,10±1,26 ^a	10,66±1,38 ^a	8,86±1,50 ^b	7,95±1,24 ^b	10,53±0,71 ^a	10,14±1,91 ^a
Soro	Cu (μmol/L)	8,17±1,42 ^B	10,70±1,08 ^A	9,92±1,61	11,06±2,37	9,68±0,97	9,75±1,40	10,05±1,36 ^B	12,20±1,66 ^A
Fígado	Cu (ppm)	21,63±21,07 ^B	75,27±36,19 ^A	33,43±14,52 ^B	122,96±44,40 ^A	22,98±12,56 ^B	68,83±43,95 ^A	21,21±26,62 ^B	94,18±76,80 ^A
Soro	Fe (μmol/L)	39,20±09,10 ^{ab}	30,00±09,20 ^b	42,20±10,60 ^{Aab}	33,50±05,90 ^{Bab}	33,90±13,00 ^b	36,70±10,10 ^{ab}	52,60±05,10 ^a	44,00±06,10 ^a
Fígado	Fe (ppm)	191,033±78,84 ^a	173,40±70,05 ^a	128,98±19,82 ^b	146,49±25,56 ^{ab}	121,78±34,29 ^b	118,37±40,13 ^b	123,39±28,77 ^b	126,44±37,76 ^b
Soro	Mo (μmol/L)	0,11±0,04 ^{Bb}	0,42±0,10 ^{Aab}	0,15±0,09 ^b	0,27±0,12 ^b	0,30±0,02 ^{Bb}	0,47±0,10 ^{Aab}	0,55±0,24 ^a	0,71±0,41 ^a
Fígado	Mo (ppm)	3,23±1,24 ^a	4,83±0,94	2,32±0,67 ^{Bb}	4,99±0,66 ^A	2,92±1,03 ^{Bab}	4,71±0,67 ^A	2,73±0,63 ^{Bab}	4,66±0,97 ^A
Soro	Zn (μmol/L)	10,45±1,54 ^b	9,62±2,85 ^b	11,71±1,28 ^b	10,97±1,82 ^b	11,58±2,30 ^b	10,91±1,31 ^b	14,84±2,05 ^a	14,91±1,76 ^a
Fígado	Zn (ppm)	109,93±16,80 ^a	104,74±14,76	107,09±14,99 ^a	103,03±13,36	104,26±15,91 ^a	97,59±17,29	85,76±13,55 ^b	92,96±9,90
Soro	Co (μmol/L)	0,15±0,14 ^{Bb}	0,35±0,14 ^{Ab}	0,11±0,04 ^b	0,22±0,14 ^b	0,35±0,14 ^{ab}	0,36±0,05 ^b	0,53±0,20 ^a	0,68±0,28 ^a

*Letras maiúsculas na linha significam diferença entre grupos e letras minúsculas diferença entre períodos

3. REFERÊNCIAS

AFRC - Agricultural and Food Research Council. **Energy and Protein Requirements of Ruminants**. CAB International, Cambridge University Press, Cambridge. 159 p. 1993.

ALMEIDA, L. A.; BRUM P. A. R. Técnica em biópsia óssea em bovinos para estudos de minerais. **Pes. Agropec. Bras.**, Brasília, v.15, n.1, 121-122p, 1980.

ANTONELLI, A.C.. **Avaliação do uso de um sal mineral rico em molibdênio na prevenção da intoxicação cúprica acumulativa em ovinos**. 2007. 122p. Tese de Doutorado (Medicina Veterinária e Zootecnia). Universidade de São Paulo- SP. 2007.

ARAÚJO, G. G. L.; ALBUQUERQUE S. G.; FILHO C. G. Opções no uso de forrageiras arbustivo-arbóreas na alimentação animal no semi-árido do nordeste. **Simposio Brasil**, p. 1-25, 2006.

BARRETO-JÚNIOR R. A. **Estudo de um modelo experimental de indução de tratamento de hipocalcemia em bovinos e equinos**. 2007. 97 f. Tese (Doutorado em Clínica Veterinária Universidade de São Paulo, SP). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2007.

BASTOS A. V. **Níveis séricos de cálcio, fósforo e magnésio em vacas leiteiras com suplementação de sal mineral em alimento atrativo ou *ad libitum***. Monografia (Medicina Veterinária), Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Brasília - DF, Brasília – DF. 2014.

BLOOD D.C. **Manual de Medicina Veterinária**: Interamericana McGraw-Hill, Philadelphia. 1994.

BOTHA C.J.; GESWAN G.E.; MINNAAR P.P. Pharmacokinetics of ammonium tetrathiomolybdate following intravenous administration in sheep. *Tydskr. South Afr. Vet. Assoc.* Africa do Sul, v. 66, n. 1, p. 6-10, 1995.

BOYAZOGLU, P. A. et al. Liver mineral analysis as indicator of nutritional adequacy. 2nd World Conference of Animal Nutrition, Madrid, **Proceedings**. p. 995-1008, 1972.

BRANCO J. F. C. **Caracterização fenotípica, sistema de produção, distribuição geográfica e aceitação do caprino nambi no estado do Piauí**. 2010. 75 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal), Universidade Federal do Piauí-PI, Teresina- PI. 2010.

BRUM, P. A. R. et al. Deficiências minerais de bovinos na sub-região dos Piaaguas, no Pantanal Matogrossense. I. cálcio, fósforo e magnésio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n. 9/10, p. 1039- 1048, 1987

CONRAD J.H. **Administração racional de suplementos minerais a nível de fazenda.** I Simpósio sobre Nutrição Mineral, São Paulo, SP, p.57-67, 1984.

CONRAD J.H. **Administração racional de suplementos minerais a nível de fazenda.** I Simpósio sobre Nutrição Mineral, São Paulo, SP, p.57-67. 1984.

COSTA, R. G.et al . **Mineralização para caprinos e ovinos.** In: III Congresso Nordeste de Produção Animal, 2004, Campina Grande-PB. Anais do III Congresso Nordeste de Produção Animal. Areia-PB: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2004.

COSTA, R.G. et al . Caracterização do sistema de produção caprino e ovino na região semiárida do estado da Paraíba, Brasil. **Archivos de zootecnia.** Areia- PB, vol. 57, n. 218, p. 196, 2007.

DAYRELL, M. S.et al . Fatores a serem considerados na interpretação de valores analíticos de fósforo inorgânico no soro sanguíneo de bovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v. 8, n.6, p. 43-47, 1973.

DUARTE, A. L. L. et al Avaliação da deficiência de fósforo em ruminantes por meio de bioquímica sérica. Mossoró-RN, **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.4, p.380-384, 2011.

ENGELS, E.A.N. Mineral status and profiles (blood, bone and milk) of the grazing ruminant with special reference to calcium, phosphorus and magnesium. South African, **Journal of Animal Science.** v. 11, p. 171–182, 1981.

GARRICK, M.D., et al. DMT 1: a mammalian transporter for multiple metals. *Biometals* 16, 41–54. Minson, D.J. (1990) **Forages in Ruminant Nutrition.** Academic Press, San Diego, California, p. 208–229, 2003.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S. C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária.** 2 ed. Porto Alegre: UFRGS Editora, 213-226, 2006.

HAYS V.W.; SWENSON M. J. Minerals and Bones. In: **Dukes' Physiology of Domestic Animals**, Tenth Edition pp. 449-466. 1985.

HERRICK, J. B. Minerals in animal health. In: ASHMEAD, H.D. (Eds.) **The roles of amino acid chelates in animal nutrition.** New Jersey: Noyes Publication, p.3-20, 1993.

IBGE. **Pesquisa da Pecuária Municipal** - 2013. Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Pecuaria/Producao_da_Pecuaria_Municipal/2011/ppm2011.pdf> Acesso em: 16 de janeiro de 2013.

JONES H.B.; GOONERATNER S.R.; HOWELL J.MCC. X-ray microanalysis of liver and kidney in copper loaded sheep with and without thiomolybdate administration. **Res. Vet. Sci.** v. 37, p. 273-282, 1984.

LEASE J.G. The efficiency of autoclaving sesame meat on its phytic acid content and on the availability of its zinc to the chicken. **Poult. Sci.** v. 45, p. 237 – 241, 1966.

LEITE, E. R. Manejo alimentar de caprinos e ovinos em pastejo no nordeste do brasil. **Ciência Animal**, V. 12 n.2, p.119-128, 2002.

MACHADO, T.M.M.; MACHADO, M.M.M. The geographic localization of Brazilian attempts to form synthetic goat breeds. In: **Global Conference On Conservation Of Domestic Animal Genetic Resources**, Brasília: EMBRAPA and RBI Brazil, Cap. 5. 2000.

MAGALHÕES et al. Efeito do Ferro Dextran sobre Parametros Sanguineos, Niveis de Ferro Serico e Hepatico e Desempenho de Cabritos de Aptidao Leiteira **Rev. Cient. Prod. Ani.** v. 2, n. 1, p. 71-77, 2000.

MALAFIA, P. et al. Desempenho ponderal, aspectos econômicos, nutricionais e clínicos de caprinos submetidos a dois esquemas de suplementação mineral. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, vol. 24, n. 1, p. 15-22, 2004.

MARQUES, A. V. S et al . Teores séricos e hepáticos de cobre, ferro, molibdênio e zinco em ovinos e caprinos no estado de Pernambuco. **Pesq. Vet. Bras.** v. 31 n.5. p.398-406, 2011.

MASSONNE, F. **Anestesiologia veterinária - Farmacologia e técnica.** 6° ed. Guanabara Koogan, São Paulo, SP, Cap. 14. Pag. 129, 2011.

MAYNARD, L.A. et al . **Nutrição animal.** 3 ed. Rio de janeiro. Editor freitas bastos, 1984. p. 736.

McDONALD, P.; EDWARDS, R.A.; GREENHALGH, J.F.D. **Animal Nutrition.** 6 ed. Peatson: Edinburgh, 2002. p. 693.

MCDOWELL L.R., CONRAD J.H.; ELLIS G.L. **Mineral deficiencies and imbalances and their diagnosis.** Proc. Symposium on Herbivore Nutrition in Sub-Tropics and Tropics, Problems and Prospects, Pretoria, South Africa, p.67-88. 1984.

MCDOWELL, L. R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais, enfatizando o Brasil**, 3ª ed., 1999, 92 p.

MCDOWELL, L. R.; **Minerals in animal and human nutrition**. Academic Press, San Diego: 1992, 424 p.

MENDES R. S et al . Exigência líquida de cobre, zinco e ferro para cordeiros em pastejo no semiárido. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**,v. 32, n. 3, p. 279-284. 2010.

MENDES, M.O.. **Mineral status of beef cattle in the northern part of Mato Grosso, Brazil, as indicated by age, season, and sampling technique**. 1977. 236 f. Dissertation, University of Florida, Gainesville.1997.

MENDES, B. V., **Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável do semiárido**. Fortaleza: SEMACE, 1997.

MENDES, M.O.; CONRAD, J.H.; AMMERMAN, C.B.; Teores de minerais em bovinos de corte do estado de Mato Grosso. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, v.4, n.3, p.25 -30,1981.

MENDONÇA JÚNIOR et al. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semi-Árido**. v.07, n 01, p. 01 - 13, 2011.

MENDONÇA-JÚNIOR, A. F. et al. Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **ACSA - Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.07, n 01, p. 01 - 13, 2011.

MESCHY, F. Recent progress in the assessment of mineral requirements of goats. **Livestock Production Science**, v. 64, p. 9-14, 2000.

MILLER, W. J., STAKE, P. E. Uses and limitations on biochemical measurements in diagnosing mineral deficiencies. Nutrition Conference for the Feed Industry. **Proceedings...** Atlanta, Georgia, p. 25-43. 1974.

MINERVINO, A. H. H. et al. Alterações na bioquímica sérica antes e após técnica de biópsia hepática por laparotomia em bovinos e búfalos. **Ciência Rural**. vol. 39, n. 3, 2009.

MORAES, S.S. Avaliação das concentrações de zinco, manganês e ferro no fígado de bovinos e ovinos de várias regiões do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. V. 18 n. 3-4, 1998.

MORAES, S.S.; TOKARNIA, C.H.; DÖBEREINER, J. Deficiências e desequilíbrios de microelementos em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. v.19, n. 1, p. 19-33, 1998.

MORAIS, S. S. **Novos Microelementos Minerais e Minerais Quelatados na Nutrição de Bovinos**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 22 p., 2001.

NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Domestic Animals: Nutrient Requirements of Dairy Goats**. Washington: National Academic Press, 91 p. 1981.

OREGUI L.M.; BRAVO M.V. El cobre, funciones y necesidades, p.9-22. In: FERNANDEZ M.A.G. (Ed.), **Patologia Relacionada con el Cobre: deficiencias e intoxicaciones**. Luzans Ediciones, Madrid, 1993.

ORTOLANI E.L. Macro e microelementos,. In: SPINOSA H.S.; GORNIAK S.L.; BERNADI M.M. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. p.641-651, 2002.

ORTOLANI, E. L. Aspectos clínicos, epidemiológicos e terapêuticos da hipocalcemia de vacas leiteiras. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v. 47, n. 6, p. 799-808, 1995.

ORTOLANI, E.L. Macro e microelementos. In: SPINOSA, H.S.; GÓRNIAC, S.L.; BERNARDI, M.M. **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária**, 2002. p.641-651

OSAGIE AU . Nutritional quality of plant foods. In : Biological availability of zinc in and as influenced by whole-fat soy flour in rat diets. **Nutr. Reports Int.** v.15, p. 681-688, 1998.

PATERSON J. A.; ENGLE T. E. **TRACE MINERAL NUTRITION IN BEEF CATTLE**. In: Nutrition Conference, University of Tennessee, Tennessee - EUA, 2005.

PAULINO, C. A.; BONDAN, E. F. Cálcio e fósforo. In: SPINOSA, H. S.; GÓRNIAC, S. L.; BERNARDI, M. M. **Farmacologia Aplicada à Medicina Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, , 4ed, p. 383-395, 2002.

PEDROSA, K. Y. F. et al. Aspectos epidemiológicos e sanitários das criações de caprinos na zona noroeste do Rio Grande do Norte. **Caatinga**, Mossoró-RN, V. 16, p. 17-21, 2003.

PEIXOTO P. V. et al. Princípios de suplementação mineral em ruminantes. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 195-200, 2005.

PINHEIRO C. P et al . Níveis de fósforo, cobre, cobalto e zinco em bubalinos (*Bubalus bubalis*) na Ilha de Marajó, Estado do Pará. Pará, **Pesq. Vet. Bras.** 31(3): p.193-198, 2011.

PINHEIRO C. P. **Determinação dos níveis do fósforo, cobre, cobalto e zinco em bubalinos criado nos municípios de Soure, Salvaterra, Breves e Cachoeira do arari, na ilha de Marajó, estado do Pará.** 2010. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), Universidade Federal do Pará. Pará, 2010.

PINHEIRO, R.R. et al . Epidemiological aspects of the raising goat in Ceará State, Brazil. Belo Horizonte, **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, V. 52, n.5, p.534-543, 2000.

PIRES, L.C. **Estudo da diversidade genética entre populações caprinas com base em marcadores morfométricos.** Universidade Federal de Viçosa. 2009. 115 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa.MG. 2009.

PORTILHO, F. P. **Utilização do Resíduo de Cervajaria na Formlação de Misturas Minerais Proteinada para Ovinos a Pasto.** 2010. 76 f. Doutorado (Medicina Veterinária), Universidade de Brasília, 2010.

POTT, E. B. et al. Nutrição Mineral de Bovinos de Corte no Pantanal Mato-grossense. I. Levantamento de macronutrientes na nhacolândia (Parte Central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.22, n.9/10, p. 1093-1109, 1987.

POTT, E. B. et al. Nutrição mineral de bovinos de corte no pantanal Mato-grossense: 2. Micronutrientes na Nhacolândia (Parte Central). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, p.109-26, 1989.

POTT, E.B. et al. Effetcs of hight molybdenum concentration and duration of feeding time on molybdenum and copper metabolism in sheep. **Anim. Feed Sci. Technol.** v. 79, p.93-105, 1999.

PUGH, D. G. **Clínica de ovinos e caprinos.** 1º ed. Roca, São Paulo, 528 p., 2004.

RABASSA B. R.et al . Avaliação metabólica de ovelhas de cria mantidas em campo nativo durante o período de outono/inverno. **R. Bras. Agrocência**, Pelotas, v.15, n.1-4, p.125-128, 2009.

RADOSTITIS O.M. et al. **Clínica Veterinária: um tratado de doenças dos bovinos, ovinos, suínos, caprinos e equinos.** 9.ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro. 1737p. 2002.

RAMIREZ R. G. Feed resources and feeding techniques of small ruminants under extensive management conditions. Mexico **Small Ruminant Research**, v. 34 p. 215-230, 1999.

RAMIREZ, R.G et al. Nutrient content and intake of forage grazed by range goats in northeastern. Mexico. **Small Ruminants Research.** v. 3, p. 43-50, 1990.

RAMIREZ, R.G. et al. A. Forage intake and nutrition of range goats in a shrubland in northeastern Mexico. Mexico, **Journal Animal Science**. v. 69, p. 879-885, 1991.

RAMIREZ, R.G. et al. Preference indices for forage species grazed by Spanish goats on a semiarid shrubland in Mexico. Mexico, **Journal Appl. Animal Research** v. 13, p. 55- 66, 1993.

RIBEIRO, L. A. O. et al. Perfil metabólico de borregas Corriedale em pastagem nativa do Rio Grande do Sul. Porto Alegre – RS. **Acta scientiae veterinariae**. Vol. 31, n. 3, p. 167-170, 2003.

RIBEIRO, M.N.; CRUZ, G.R.B.; OJEDA, D.B. Recursos genéticos de pequenos ruminantes na América do Sul e estratégias de conservação. In: **Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia**. João Pessoa. Anais... João Pessoa: SBZ. 2006. p. 800-817.

RIBEIRO, S.D.A.; RIBEIRO, A.C. **Produção de carne caprina**: situação atual e perspectivas. In: Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 38., 2001, Botucatu. *Anais*. 2001. 1 CD-ROM.

RIET-CORREA, F. Suplementação mineral em pequenos ruminantes no Semi-Árido. **Ciências veterinárias nos trópicos**. Recife, v.7, n. 2 e 3, p. 112-130, 2004.

RIET-CORREA, F.; TIMM C.D.. Deficiência de fósforo. In: Riet-Correa F. et al. **Doenças de Ruminantes e Equídeos** Santa Maria: Palloti, p. 694, 2007.

RIET-CORREA, F.et al. **Doenças de ruminantes e equídeos**. 3º ed. Vol.2 . Palloti, Santa Maria, RS, 694p, 2007.

RODRIGUES, F. A. M. L. et al . Alterações do hemograma antes e após laparotomia para colheita de tecidos e flúidos em caprinos. **Archives of Veterinary Science**, v. 12, n. 38, p. 54-55, 2007.

ROSOL, T. J.; CAPEN, C. C. Calcium-Regulating Hormones and Diseases of Abnormal Mineral (Calcium, Phosphorus, Magnesium) Metabolism. In: KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. Academic Press. 1997. p. 619-702.

SANTOS N.V.M. Avaliação epidemiológica, clínica, anátomopatológica e etiológica de surto de ataxia em cabritos e cordeiros. São Psulo, **Ciência Rural**. v. 36, n. 4, p. 1207-1213, 2006.

SANZ, L. M.C. CASAS N. A.F.; VERDE, A. M.T.. La deficiencia de zinc,. In: FERNANDEZ, M.A.G. **Carencias Vitamínico-Minerales en el Ganado Ovino**. Luzans Ediciones, Madrid. p.25-36, 1996.

SILVA F. L. R.; ARAÚJO A. M. Desempenho produtivo em caprinos mestiços no Semiárido do Nordeste do Brasil. **Rev. bras. zootec.**, V. 29, p.1028-1035, 2000.

SILVA S. S. et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho¹², Itapetinga, **Revista Brasileira de Zootecnia.**, v.38, p.371-389, 2009.

SILVA, T. R. et al. Efeitos da suplementação com fósforo em caprinos no semiárido do nordeste brasileiro. Belo Horizonte, **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v.63, n.5, 2011.

SILVA, D. J. **Exploração da Caatinga no manejo alimentar sustentável de pequenos ruminantes.** In: Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária, Belo Horizonte, p. 12, 2004.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de Alimentos (métodos químicos e biológicos).** Imprensa Universitária da UFRV. Viçosa, 3 ed, , 235 p. 2002.

SOBREIRA, G. F. Revisão - Suplementação de bovinos em pastejo. **Revista Eletrônica Nutritime**, Campo Grande- MS, v.3, n. 4, p. 352-360, 2006.

SOETAN, K. O.; OLAIYA, C. O.; OYEWOLE, O. E. The importance of mineral elements for humans, domestic animals and plants: A review. **African Journal of Food Science.** Africa do Sul, v. 4, p. 200-222, 2010.

SOMMER, H. The role of the metabolic profile test in the control of cattler freeing. **Magyar Allatorvosok Lapja**, V.10 p., 714-717, 1995.

SOUSA, I. K. F. et al. **Surto De Ataxia Enzoótica Em Ovinos Em Mossoró – Rn.** Ciência Animal Brasileira. Anais do VIII Congresso Brasileiro de Buiatria. p. 134-139. 2009.

SOUSA, J.C. et al . Inter-relações entre minerais no solo, forrageiras e tecido animal.1. Cálcio e fósforo **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.14, n.4, p.387-395, 1979.

SOUSA, J.C. et al. Deficiências minerais em bovinos de Roraima, Brasil. III - Cálcio e Fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.21, n.12 p.1327-1336, 1986.

SUTLE, N. F. **Mineral Nutrition of Livestock**, 4º Ed. Cabi, London, 579 p., 2010.

THORVALDSSON G.; JÓNSDÓTTIR, R. S. **Essential trace elements for plants, animals and humans.** NFJ Seminar no. 370 Hotel Loftleidir, Reykjavík,Iceland. n. 370, 92 p , 2005.

TOKARNIA C.H. et al . **Deficiências Minerais de Animais de Produção**. Helianthus, Rio de Janeiro. 191p. 2010.

TOKARNIA C.H. et al Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos em algumas regiões do Brasil. **Pesq. Agropec. Bras**, Brasília, v.6, p. 61-77, 1971

TOKARNIA C.H. et al. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos. **Pesq. Vet. Bras** Rio de Janeiro, v. 20, n3, p.127-138, 2000.

TOKARNIA C.H. et al.. Deficiências de cobre e cobalto em bovinos e ovinos no Nordeste e Norte do Brasil. **Pesq. Agropec. Bras**, v.3, p. 351-360, 1968.

TOKARNIA C.H. et al..Deficiências e desequilíbrios minerais em bovinos e ovinos: revisão de estudos realizados no Brasil de 1987 a 1998. **Pesq. Vet. Bras**. . Porto Alegre- RS v.19, p. 47-62, 1999.

TOKARNIA C.H., DÖBEREINER J. & PEIXOTO P.V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos criados em regime de campo. **Pesq. Vet. Bras**. Rio de Janeiro, v. 20 n. 3, p. 127-138, 2000.

TOKARNIA, C. H. et al. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000.

TOKARNIA, C. H.; DÖBEREINER, J.; MORAES, S. Situação atual e perspectivas da investigação sobre nutrição mineral em bovinos no Brasil. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 1/2, p. 1-16, 1988.

UNDERWOOD E.J. **Trace Elements in Human and Animals Nutrition**. 4th ed. Academic Press, New York. p. 54, 1977.

UNDERWOOD E.J.. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 2nd ed. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, England. p.180, 1981.

UNDERWOOD E.J.. **Trace Elements in Human and Animals Nutrition**. 4th ed. Academic Press, New York. p. 545, 1977.

UNDERWOOD, E. J.; SUTTLE, N. F. **The mineral nutrition of livestock**. 3 ed. Wallingford: Cabi Publishing, p. 614, 1999.

UNDERWOOD, E.J.; SUTTLE, N.F. **The Mineral Nutrition of Livestock**. 3rd ed. Cabi Publ. Wallingford. 1999, 614 p.

VAN R. J.B.J; STIELAU W.J. Effect of different levels of dietary molybdenum on copper and Mo metabolism in sheep fed on high levels of Cu. **Brit. J. Nutr.** v. 45, p. 203-210, 1981.

XIN G. S. et al Blood mineral status of grazing Tibetan sheep in the Northeast of the Qinghai–Tibetan Plateau. **Livestock Science**, V. 136, p. 102–107, 2011.