



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS NA PALMA FORRAGEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES  
NO METABOLISMO DE RUMINANTES: REVISÃO DE LITERATURA

Marisol Ramos da Silva

2018



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MONOGRAFIA

CONCENTRAÇÃO DE MINERAIS NA PALMA FORRAGEIRA E SUAS IMPLICAÇÕES  
NO METABOLISMO DE RUMINANTES: REVISÃO DE LITERATURA

Marisol Ramos da Silva  
Graduanda

Equipe de orientação  
Prof.<sup>a</sup>Dr.<sup>a</sup>Adriana Guim- Orientadora  
Msc Tomás Guilherme Pereira da Silva – Co-orientador

Recife – PE  
Agosto de 2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586cSilva, Marisol Ramos da  
Concentração de minerais na palma forrageira e suas implicações no  
metabolismo de ruminantes: revisão de literatura/ Marisol Ramos da Silva.  
–2018.  
29 f.: il.

Orientador: Adriana Guim.  
Co-orientador: Tomás Guilherme Pereira da Silva.  
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Zootecnia) –  
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Zootecnia,  
Recife, BR-PE, 2018.  
Inclui referências.

1. Ruminante - Alimentação e rações 2. Palma forrageira 3. Nutrição  
animal 4. Minerais na nutrição 5. Metabolismo I. Morfologia  
(Animais) I. Guim, Adriana, orient. II. Silva, Tomás Guilherme Pereira da,  
co-orient. III. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

MARISOL RAMOS DA SILVA  
**Graduanda**

Monografia submetida ao Curso de Zootecnia como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Zootecnia

**EXAMINADORES**

**Profª Drª Adriana Guim**

**Profº Drº Júlio César dos Santos Nascimento**

**Drª Maria Luciana Menezes Wanderley Neves**

À Deus, aos meus pais, meu irmão, por todo amor e carinho que me deram, por cada palavra de apoio.

**DEDICO**

|

*O Senhor é a minha luz e a minha salvação, a quem temerei?*

*Sl 27.*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por sempre estar comigo, mesmo quando eu estou mais apavorada e me sentindo sozinha, sei que Estás comigo. A Nossa Senhora da Conceição Aparecida que assim como cuidou do menino Jesus também cuida de mim.

Aos meus pais, José Antônio e Regina Lucia, por sempre lutarem por mim, me cobrir de muito amor e carinho, por me ensinarem tudo que sei e por sempre estar comigo. AMO VOCÊS ETERNAMENTE.

Ao meu irmão, Othon Luam, por ser além de irmão ser meu amigo, e sempre me mostrar que eu sou capaz, você é meu ORGULHO.

Aos meus tios Iran e Nilcéia, por me acolherem em sua casa durante a maior parte da minha graduação, por todo cuidado comigo, desde a alimentação até o horário de chegar por causa dos perigos. O meu MUITO OBRIGADA.

Ao meu noivo Ricardo Henrique por todo carinho e compreensão, que Deus sempre caminhe conosco.

À minha estimada orientadora, Prof<sup>a</sup>Dr<sup>a</sup> Adriana Guim, pela orientação, carinho, confiança, quero que saibas que através da senhora pude conhecer e desvendar o mundo da nutrição dos animais ruminantes e que foram nas suas aulas que eu me apaixonei ainda mais pela Zootecnia. O meu eterno agradecimento.

A Tomás Guilherme, por toda colaboração, não apenas no desenvolvimento desse trabalho, mas em toda graduação, por todo auxílio nas aulas, por toda explicação sobre os diversos assuntos (e não foram poucos), por cada aula ministrada. Meu agradecimento especial por toda colaboração no desenvolvimento dessa monografia, por cada palavra e, principalmente, por todo apoio mostrando que eu sou capaz e por aturar todo meu nervosismo e insegurança.

As minhas queridas amigas que sempre estiveram comigo, desde aquelas que estão desde o começo até aquelas que fui conhecendo no decorrer dos períodos: Amanda, Daniela e Rita, que me acolheram no primeiro período, me auxiliando nas aulas; Andreza, Laura e Patrícia, que conheci um pouco depois mas que pudemos compartilhar vários momentos juntas. Agradeço a todas vocês por cada encontro na biblioteca para estudarmos e que foi com a ajuda de vocês que hoje estou aqui.

A toda a minha turma, por cada risada, cada choro, cada implicação. Vocês são diferenciados.

A Associação Brasileira de Criadores de Caprinos (ABCC), por me dar a oportunidade de conhecer os processos de registro de animais e principalmente por toda amizade e apoio. Senhores Arlindo e Gláucio, Suely Ugiette (minha primeira professora em Zootecnia e que me fez amar essa área), Amélia Hortência, Roberta Luana, Débora, nunca esquecerei vocês.

A todos os meus professores, do primário à universidade, que contribuíram para o meu ensinamento, nunca terei palavras para demonstrar todo o meu agradecimento a vocês.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), por me acolher e me disponibilizar todo o conhecimento possível, sempre com os melhores profissionais.

Ao Departamento de Zootecnia da UFRPE, por cada funcionário que sempre me auxiliou nos mínimos detalhes e que posso ousar dizer eu nos tornamos amigos.



## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>10</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>11</b>
<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>12</b>
<b>RESUMO.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>1.INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>16</b>
2.1 Importância dos elementos minerais na alimentação de animais ruminantes...	<b>16</b>
2.2 Fontes de minerais para ruminantes.....	<b>20</b>
2.3 Composição mineral da palma forrageira.....	<b>21</b>
<b>3. CONCLUSÃO.....</b>	<b>25</b>
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>26</b>

**LISTA DE TABELAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Tabela 1.</b> Algumas funções dos minerais no metabolismo de ruminantes .....	<b>19</b>
<b>Tabela 2.</b> Concentração de macrominerais em genótipos de palma forrageira, com base na matéria seca..... .....	<b>23</b>

**LISTA DE FIGURAS**

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Resposta animal a um mineral.....	<b>17</b>

## LISTA DE SIGLAS

<b>Ca</b> .....	<b>Cálcio</b>
<b>CAM</b> .....	<b>Metabolismo ácido das Crassuláceas</b>
<b>Cl</b> .....	<b>Cloro</b>
<b>CNF</b> .....	<b>Carboidrato não fibroso</b>
<b>Co</b> .....	<b>Cobalto</b>
<b>Cu</b> .....	<b>Cobre</b>
<b>F</b> .....	<b>Flúor</b>
<b>FB</b> .....	<b>Fibra bruta</b>
<b>FDA</b> .....	<b>Fibra em detergente ácido</b>
<b>FDN</b> .....	<b>Fibra em detergente neutro</b>
<b>Fe</b> .....	<b>Ferro</b>
<b>g kg<sup>-1</sup></b> .....	<b>Gramas por kilograma</b>
<b>I</b> .....	<b>Iodo</b>
<b>IPA</b> .....	<b>Instituto agrônomo de Pernambuco</b>
<b>K</b> .....	<b>Potássio</b>
<b>Mg</b> .....	<b>Magnésio</b>
<b>mg kg<sup>-1</sup></b> .....	<b>Miligramas por kilograma</b>
<b>Mn</b> .....	<b>Manganês</b>
<b>Mo</b> .....	<b>Molibdênio</b>
<b>MS</b> .....	<b>Matéria seca</b>
<b>N</b> .....	<b>Nitrogênio</b>
<b>Na</b> .....	<b>Sódio</b>
<b>P</b> .....	<b>Fósforo</b>
<b>PB</b> .....	<b>Proteína bruta</b>
<b>Pb</b> .....	<b>Chumbo</b>
<b>ppm</b> .....	<b>Partes por milhão</b>
<b>S</b> .....	<b>Enxofre</b>
<b>Se</b> .....	<b>Selênio</b>
<b>UFRPE</b> .....	<b>Universidade Federal Rural de Pernambuco</b>
<b>Zn</b> .....	<b>Zinco</b>

## RESUMO

A palma forrageira é utilizada na alimentação de animais ruminantes, principalmente nas regiões que apresentam baixos índices pluviométricos, por apresentar grande adaptabilidade a climas mais áridos e apresentar grande quantidade de água em sua composição, contribuindo de forma significativa para a dessedentação dos animais. Todavia, essa forrageira apresenta outras características como desbalanço de minerais (Ca:P, por exemplo), altas concentrações de cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg) e baixas concentrações de fósforo (P) e sódio (Na) que sinalizam a necessidade de cuidados na mineralização do rebanho. Esses desequilíbrios podem conduzir a problemas no desempenho produtivo, reprodutivo e sanidade de animais ruminantes que consomem esse recurso forrageiro. Dada a importância do conhecimento da composição mineral dos alimentos para se formular adequadas dietas para os animais ruminantes objetivou-se realizar um levantamento bibliográfico sobre o papel dos minerais na alimentação dos ruminantes e a concentração destes na palma forrageira.

**Palavras-chave:** cactáceas, elementos inorgânicos, nutrição, semiárido

## ABSTRACT

The forage palm is used in the feeding of ruminant animals, mainly in the regions that have low rainfall indexes, because it presents great adaptability to more arid climates and presents great amount of water in its composition, contributing significantly to the watering of the animals. However, this forage has other characteristics such as imbalance of minerals (Ca: P, for example), high concentrations of calcium (Ca), potassium (K) and magnesium (Mg) and low concentrations of phosphorus (P) and sodium (Na) that signal the need for care in the mineralization of the herd. These imbalances can lead to problems in productive performance, reproductive health and health of ruminant animals that consume this fodder resource. Given the importance of knowledge of the mineral composition of foods to formulate suitable diets for ruminant animals the objective was to carry out a bibliographical survey on the role of minerals in ruminant feeding and the concentration of these in the forage palm.

**Key words:** cacti, inorganic elements, nutrition, semiarid.

## 1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo acreditou-se que a alimentação animal deveria ser formulada apenas com base nas concentrações de proteína, carboidratos e energia. No entanto, com o avanço das pesquisas em nutrição animal, constatou-se a importância de outros nutrientes na formulação de rações, como os minerais, elementos que estão presentes em quase todas as vias metabólicas do organismo (MENDONÇA JUNIOR et al., 2011).

A palma forrageira, que configura como importante recurso alimentar em regiões áridas e semiáridas do mundo, apresenta desbalanço de minerais em sua composição, possuindo elevados teores de cálcio (Ca), potássio (K) e magnésio (Mg) e baixos teores de fósforo (P) e sódio (Na). Os altos teores de cálcio e baixos teores de fósforo na palma forrageira resultam em relação Ca:P extremamente alta. Segundo Santos et al. (2009), o desbalanço na relação desses minerais está ligado à redução no consumo de matéria seca e com o aparecimento de cálculos renais em caprinos.

Para Tokarnia et al. (2000), quando em quantidades adequadas, os alimentos são capazes de fornecer os minerais para suprir as necessidades diárias dos rebanhos, porém em muitas regiões os alimentos são pobres em determinados elementos ou os contêm em proporções desequilibradas, o que limita o desempenho satisfatório dos animais. É importante ressaltar que os trabalhos objetivando avaliar a composição mineral da palma forrageira são limitados. Fato incoerente, pois, os elementos minerais são fundamentais na nutrição de ruminantes, uma vez que existe relação de minerais com absorção de nutrientes, *status* fisiológico do animal, consumo de matéria seca e desempenho produtivo (ANDRADE et al., 2015).

É incontestável que os alimentos oferecidos na alimentação dos ruminantes contenham níveis adequados de elementos minerais, para atender as exigências de cada categoria animal. Quantidades excessivas ou deficientes de minerais na alimentação podem gerar problemas no desempenho e saúde animal, como intoxicação, aparecimento de bócio, queda na taxa de crescimento e nos índices reprodutivos. Diante do exposto, objetivou-se sistematizar as concentrações de minerais em diferentes genótipos de palma forrageira e relacioná-las com implicações sobre o metabolismo de animais ruminantes.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Importância dos elementos minerais na alimentação de animais ruminantes

Os minerais são moléculas inorgânicas, por isso não são produzidas pelo próprio organismo. Segundo Mendonça Júnior et al. (2011), os minerais podem ser agrupados em três classes: 1. Minerais essenciais – que são constantemente encontrados nos tecidos dos animais e sua deficiência causará problemas estruturais e fisiológicos aos mesmos; 2. Minerais não essenciais – são encontrados nos animais, mas sem papel metabólico; 3. Minerais que podem ser tóxicos – a esse grupo pertencem todos os minerais, mas isso dependerá da quantidade ingerida pelo animal.

Esses elementos estão presentes na estrutura do animal compondo órgãos, ossos, músculos, constituindo membranas. Na fisiologia, estão presentes nos fluidos e/ou tecidos, servindo para manutenção da pressão osmótica; e nas reações catalíticas atuam como catalisadores de enzimas e hormônios, servindo de agente regulador na replicação e diferenciação tecidual.

De acordo com Tokarnia et al. (2000), o principal diagnóstico utilizado para verificar a deficiência mineral dos ruminantes são os registros de campo. O primeiro passo é conhecer o rebanho e verificar seu histórico, como presença de baixos índices de fertilidade, bócio em bezerras, entre outros, para por fim estabelecer o diagnóstico. Contudo, se as deficiências minerais não estiverem acentuadas, o diagnóstico pode ser por dois meios: 1. por dosagens bioquímicas – quando é colhido o material biológico do animal, depois da pastagem e, por último, do solo; 2. por experimentação – quando se administra o mineral deficiente na dieta do animal.

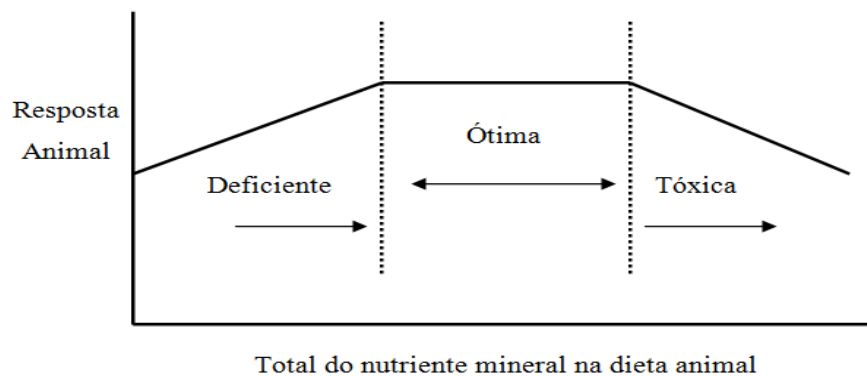
Os minerais são divididos em macrominerais e microminerais, dependendo da quantidade exigida para o bom funcionamento metabólico animal. Os macrominerais são requeridos em maior quantidade e geralmente expresso em  $\text{g kg}^{-1}$  ou porcentagem (%), são eles: cálcio (Ca), fósforo (P), sódio (Na), potássio (K), enxofre (S), magnésio (Mg) e cloro (Cl). Os microminerais são exigidos em menores quantidades e geralmente expressos em  $\text{mg kg}^{-1}$  ou em partes por milhão (ppm), são eles: ferro (Fe), zinco (Zn), cobre (Cu), manganês (Mn), iodo (I), molibdênio (Mo), selênio (Se), cobalto (Co) e flúor (F) (GONZÁLEZ et al., 2000; TOKARNIA et al., 2000).

Para que os ruminantes desempenhem seu potencial produtivo, genético e reprodutivo, as dietas oferecidas devem possuir a quantidade de minerais suficientes para atender as demandas do animal. O desequilíbrio dos minerais pode estar ligado ao pH do solo, a falta de



adubação, entre outros fatores. No entanto, se mesmo após a adubação as pastagens continuarem apresentando deficiência de minerais, os animais devem ser mineralizados por suplementação (PEIXOTO et al., 2005)

Os ruminantes apresentam respostas fisiológicas que estão ligadas a quantidade de minerais presentes em sua dieta (Figura 1). Todo e qualquer desbalanço de minerais causará alterações no metabolismo e na saúde animal, sendo refletido no seu desempenho. Quando os níveis de minerais estão controlados, os animais desempenham corretamente suas funções. Já se a resposta satisfatória desse animal diminui conforme haja aumento ou diminuição da concentração dos minerais na dieta, o mesmo apresentará sintomas de toxicidade ou deficiência (MENDONÇA JÚNIOR et. al., 2011).



**Figura 1.** Resposta animal a um mineral.

Fonte: Mendonça Júnior et al. (2011).

Segundo Peixoto et al. (2005), os animais que recebem dietas energético-proteicas abaixo do seu requerimento não necessitam ser suplementados com minerais, pois estes são, entre outras coisas, co-fatores exigidos para o bom funcionamento enzimático e só atuam se houver quantidade suficiente de substrato (carboidratos, lipídeos, proteínas). Se não está sendo suprida as necessidades energético-proteicas dos animais, a suplementação não trará acréscimo ao seu desempenho. No entanto, os minerais são importantes para a manutenção dos ruminantes e para os microrganismos do rúmen.

Tebaldiet al. (2000), ao estudar os componentes minerais (Mn, Fe, Zn, Cu, Co, Mo e Pb) das pastagens nas regiões norte e noroeste do estado do Rio de Janeiro, observou que os teores de Mn, Fe, Co, Mo e Pb presentes nas pastagens foram superiores ao que é recomendado aos bovinos e que não havia risco de toxidez. Já os teores de Zn estavam muito

abaixo do exigido para esses animais e o Cu apresentou divergência entre os locais estudados, onde alguns estavam com valores abaixo do exigido.

Os minerais também são essenciais para o bom funcionamento do ambiente ruminal, pois estes apresentam grande interação com a microbiota ruminal. Minerais tais como o potássio (K) e o fósforo (P) são essenciais para o crescimento de certos microrganismos e para processos metabólicos, respectivamente. O magnésio (Mg), o ferro (Fe), o zinco (Zn) e o molibdênio (Mo) atuam como ativadores de enzimas microbianas. O cobalto (Co) é um mineral essencial para o grupo das bactérias que sintetizam a vitamina B12. O enxofre (S) é um mineral crucial, tanto para o hospedeiro quanto para a microbiota do rúmen. Para os microrganismos ruminais o enxofre mostra-se necessário na digestão de celulose e síntese de vitaminas do complexo B (MENDONÇA JÚNIOR et al. 2011).

De acordo com Mendonça Júnior et al (2011) e Tokarnia et al. (2000), a deficiência de cálcio (Ca) é mais observada em ruminantes que se alimentam com elevadas proporções de concentrado em sua dieta, pois quando estão em sistema de pastejo, por mais pobre que seja o pasto, as plantas forrageiras já atendem os requerimentos dos ruminantes.

Pasa (2010) ao estudar a relação dos minerais com a reprodução dos animais, constatou que o selênio (Se) é um mineral que está intimamente ligado com a fertilidade das fêmeas.

Dentre os minerais, o fósforo (P) é o segundo elemento mineral mais encontrado em maior concentração no corpo dos animais, estando presente nas células, fluido corporais e ácido nucléicos. A suplementação de P deve ser fornecida principalmente aos ruminantes sob pastejo, pois geralmente as pastagens brasileiras são deficientes nesse mineral (MENDONÇA JÚNIOR et al., 2011; TOKARNIA et al., 2000).

Quando há desequilíbrio dos minerais no perfil metabólico, principalmente deficiência de magnésio (Mg) e desbalanço na relação Ca:P, os animais podem apresentar a febre do leite. Em adição, a deficiência de zinco (Zn), selênio/vitamina E, fósforo (P), sódio (Na) e iodo (I) podem causar mortalidade pós-natal, diminuição das respostas imunológicas e maior incidência de infecções (GONZÁLEZ et al., 2000).

Os ruminantes mostram-se bastante vulneráveis a deficiência mineral. Quando no rúmen, o cobre mal absorvido forma sulfetos com o molibdênio, podendo haver acúmulo de cobre no fígado. Por isso se faz tão necessário a regulação na ingestão e excreção desse mineral (MENDONÇA JÚNIOR et al., 2011).

Segundo Peixoto et al. (2005) e Tokarnia et al. (2000), a deficiência de sódio é muito encontrada nos animais ruminantes no Brasil, ficando atrás apenas da deficiência de fósforo,

pois mesmo o Brasil possuindo grande extensão territorial, a deficiência de sódio é encontrada em todas as regiões, sendo que esse elemento mineral pode estar presente ou não no solo e em quantidades variadas. Para suprir esse déficit pode ser fornecido aos animais o cloreto de sódio (sal comum), que além de fornecer sódio, disponibiliza cloro ao animal.

Na tabela 1, estão apontadas algumas funções dos minerais no metabolismo dos ruminantes.

**Tabela 1.** Algumas funções dos minerais no metabolismo de ruminantes.

<b>Minerais</b>	<b>Funções</b>
Cálcio (Ca)	Mineralização dos ossos, contração muscular, regulação metabólica
Fósforo (P)	Essencial para os processos energéticos das células (no ruminante e na microflora do rúmen), mineralização óssea, componente da ATP
Potássio(K)	Manutenção do ambiente ruminal (principalmente para as bactérias celulolíticas), essencial para o crescimento de determinadas espécies de microorganismos
Enxofre(S)	Componente dos aminoácidos sulfurados, componente de vitaminas (tiamina e biotina)
Sódio(Na)	Regulação da pressão osmótica, controle do equilíbrio hídrico
Cloro(Cl)	Controle do equilíbrio hídrico, componente do HCl no estomago
Magnésio(Mg)	Essencial para formação de ATP, auxilia no metabolismo de carboidratos e lipídeos
Ferro(Fe)	Transporte e armazenamento de O <sub>2</sub> , ativador de enzimas bacterianas
Iodo(I)	Componente dos hormônios produzidos pela tireóide
Cobalto(Co)	Auxilia na síntese da vitamina B12
Selênio (Se), Zinco (Zn), Molibdênio (Mo), Cobre (Cu)	Cofatores de enzimas

Adaptado de González et al. (2000).

Nota-se que para que bom funcionamento metabólico e atividade ruminal, os minerais devem estar presentes em concentrações adequadas.

## **2.2 Fontes de minerais para ruminantes**

A principal fonte para aquisição de elementos minerais por parte dos animais ruminantes são os alimentos, em especial as plantas forrageiras, visto que os ruminantes não sintetizam elementos minerais (GÊNOVA e PAULINO, 2011). A concentração de minerais nas plantas forrageiras é bastante variável, pois depende 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) e ainda varia em função da idade fisiológica do vegetal (MENDONÇA JÚNIOR et al., 2011).

Conrad et al. (1985) verificaram que na época das águas os ruminantes que são criados à pasto necessitam de maiores quantidades de minerais, pois há maior disponibilidade e ingestão de energia e proteína, resultando em maior ganho de peso, com isso o requerimento de minerais pelo animal aumenta. Em contrapartida, na época seca há uma queda na disponibilidade e ingestão de energia e proteína, como consequência o requerimento de minerais pelo animal diminui.

Diversos elementos essenciais são também detectados na água, devendo-se a mesma, portanto, ser considerada como relevante via de fornecimento de minerais. Em adição, ruminantes criados a pasto podem ingerir minerais diretamente do solo, seja acidentalmente ou por alguma deficiência mineral, caracterizada por uma perversão do apetite que induz a ingestão de materiais estranhos à sua dieta normal.

Como no Brasil os ruminantes são criados basicamente em regime extensivo, a pastagem serve como fonte de minerais na alimentação desses animais e, na maioria das vezes, as forrageiras ingeridas apresentam deficiência de alguns minerais em sua composição. Assim, o método mais utilizado para suplementação mineral dos animais é a utilização do sal comum ou sal de cozinha, ficando em cochos onde os animais podem se alimentar quando sentem vontade (CONRAD et al. 1985; TOKARNIA et al., 2000; VILELA et al, 2016). No entanto, essa prática não supre as exigências dos minerais.

Silva Filho et al. (1999) ao estudar a composição mineral de subprodutos industriais utilizados na alimentação animal, observou que esses subprodutos agrícolas que resultam dos processos industriais, como a extração do óleo, sucos e molhos, podem ser utilizados na alimentação de ruminantes, pois alguns minerais presentes em sua composição. No

entanto, como a maioria das culturas no Brasil são produzidas mediante a utilização de defensivos agrícolas, que podem conter alguns metais pesados, o emprego de subprodutos agroindustriais contaminados na alimentação de ruminantes pode comprometer a saúde dos animais, uma vez que estes metais podem se acumular nos tecidos dos animais como fígado, rins e músculos.

### 2.3 Composição mineral da palma forrageira

A palma forrageira pertence à família das Cactaceae e possui como característica o cladódio suculento, contendo uma grande quantidade de água em seu interior. São plantas que se adaptam muito bem em locais de clima quente, com escassez de água, desde ambientes semiárido à desérticos. Possuindo o metabolismo ácido das Crassuláceas (CAM), que fecham os estômatos durante o dia, para evitar a perda de água para o meio e abrindo-os a noite, pois a temperatura se torna mais amena.

Como as cactáceas são uma alternativa para alimentação de ruminantes no semiárido, os estudos desenvolvidos auxiliam nos processos de manejo dessa forrageira (LEITE, et al., 2014).

A palma é originária da América Central e foi introduzida no semiárido nordestino por volta do século XIX, com o intuito de produzir o corante carmin, através da criação de um inseto (*Dactylopiussp.*), passando a ser utilizada como recurso forrageiro para os animais algum tempo depois.

Dentro da família das Cactaceae fazem parte mais de 100 gêneros. No Brasil são encontrados cerca de 40 deles, onde dois deles são explorados como recurso forrageiro, os gêneros *Opuntia* e *Nopalea*, dentro desses as espécies mais utilizadas na alimentação de ruminantes são a palma miúda ou doce, palma gigante e palma redonda.

O *Dactylopiussp.*, conhecido como cochonilha do carmin, passou a ser uma praga para a palma forrageira, atacando os palmais e comprometendo a produção, até extinguindo muitos palmais. Diante desse impasse, o Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), desenvolveram estudos para identificar genótipos mais resistentes (SANTOS et al., 2013). A variedade gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), embora seja resistente a seca e tenha uma boa produção de matéria verde, é mais suscetível ao ataque da cochonilha do carmin quando comparada a variedade miúda (*Nopalea cochenillifera* SalmDyck), que embora apresente uma menor produção de matéria verde, possui uma maior resistência ao ataque (VASCONCELOS et al., 2009).

A palma forrageira possui elevados teores de água e nutrientes totais na matéria seca, sendo utilizada primariamente como recurso forrageiro para ruminantes no semiárido brasileiro na época de escassez de água, no entanto se tornou um componente indispensável na alimentação desses animais em qualquer época do ano (SANTOS et al., 2013). Após o corte seu valor nutritivo é mantido por aproximadamente dezesseis dias. Esta planta apresenta baixos teores de proteína bruta (PB), matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), em contrapartida possui elevado teor de carboidratos não fibrosos (CNF), sendo uma fonte de energia para os ruminantes (SILVA et al., 2011)

Por seu elevado potencial agrônomico e nutricional a palma tem sido empregada na alimentação de ruminantes, principalmente em regiões semiáridas. No que tange aos teores de elementos minerais em sua composição, diversos estudos apontam concentrações altas, quando comparadas a outras espécies forrageiras, de alguns minerais (cálcio, magnésio e potássio) e níveis extremamente baixos de outros, como o sódio e o fósforo (Tabela 2).

É importante salientar que são diversos os fatores que interferem nos teores de elementos minerais na palma forrageira, como adubação, idade dos cladódios, disponibilidade hídrica, espécie e genótipo.

A palma forrageira clone IPA-20, ao ser submetida a adubação mineral apresentou maiores teores de P e N, provavelmente em resposta a elevada disponibilidade desses nutrientes no solo. Porém não houve resposta dos micronutrientes Fe, Zn e Cu à adubação mineral (DUBEUX JÚNIOR et al., 2010)

**Tabela 2.** Concentração de macrominerais em genótipos de palma forrageira, com base na matéria seca.

Variedade (Espécie)	Ca <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>	Mg <sup>3</sup>	Na <sup>4</sup>	K <sup>5</sup>	Autor/Ano
	(%)					
	1,82	0,13	0,67	-	2,89	Germano et al. (1999)
	2,20	0,12	0,85	-	2,37	Andrade et al. (2002)
Gigante	4,10	0,50	1,30	-	-	Batista et al. (2003)
( <i>Opuntia ficus-indica</i> Mill)	1,48	0,19	0,53	1,36	3,53	Teles et al. (2004)
	4,56	0,18	1,82	0,03	1,44	Santos et al. (2009)
	1,87	0,12	0,88	0,01	0,85	Batista et al. (2009)
	3,84	0,20	0,87	-	3,53	Germano et al. (1999)
Doce ou miúda						
( <i>Nopaleacocheni llifera</i> SalmDyck)	5,70	0,60	1,70	-	-	Batista et al. (2003)
	2,30	0,20	-	-	-	Andrade et al. (2016)

<sup>1</sup>Ca: cálcio; <sup>2</sup>P: fósforo; <sup>3</sup>Mg: magnésio; <sup>4</sup>Na: sódio; <sup>5</sup>K: potássio.

A palma forrageira é classificada como uma planta com baixo teor de proteína bruta, porém esse valor pode ser mais elevado dependendo da idade que a planta será colhida e da adubação à qual foi submetida.

A palma forrageira ‘Gigante’ tendo como manejo uma adubação orgânica ou mineral tem seu teor de PB aumentado pelo fato de dispor de uma maior quantidade de N, pois esse mineral é parte essencial de proteínas, , além de aminoácidos, como também é o caso do enxofre (S) (DONATO et al., 2014). O teor de matéria mineral dessa forrageira não sofreu influência da adubação, que pode ser atribuído ao efeito de diluição, pois a medida que se tem nutrientes disponíveis no solo a planta tende a apresentar elevado crescimento vegetativo proporcionando diluição da concentração mineral em sua composição, além da idade (SILVA et al., 2013)

Como a palma forrageira apresenta elevada extração de minerais/nutrientes do solo, é essencial a reposição desses nutrientes nos lugares em que são cultivadas (TELES et al., 2004).

De modo geral, observa-se que a palma forrageira (independente do gênero) possui altos teores de cálcio e baixos de fósforo, o que resulta no desequilíbrio da relação ideal para ruminantes que seria de 2:1, porém estudos mostram que essa relação pode chegar a 7:1. Esses macrominerais são os que se encontram em maiores quantidades no organismo do animal, estando presente em várias funções como citados anteriormente.

Santos et al. (1994) ao avaliar clones da palma forrageira em relação aos parâmetro genéticos constatou que a produção de MS possui correlação positiva com os teores de MS, FB e Ca, mas observado correlação negativa em relação aos teores de PB, P e K, ou seja, com o aumento da produtividade houve diminuição desses parâmetros, constatando-se que há limitações para modificar a composição química da palma forrageira utilizando o melhoramento genético.

Segundo Resende et al. (1999) as exigências de Ca e P devem ser analisados em conjunto devido a interdependência existente entre eles e seus metabolismos estarem associados. A absorção de Ca, no intestino, pode ser influenciada por diversos fatores, como a quantidade de proteína na dieta, relação Ca:P, presença elevada de vitamina D, excesso de magnésio (GONZÁLEZ et al., 2000).

Em animais leiteiros frequentemente se observar a hipocalcemia, devido a alta exigência de Ca por esses animais. Já a hipercalcemia é mais difícil de ser encontrada em rebanhos leiteiros. Devido ao desbalanço da relação Ca:P presente na palma forrageira acaba-se não atendendo as exigências de bovinos (SANTOS et al., 2001). Advertindo que o desbalanço entre os minerais, Ca e P, pode levar ao surgimento de cálculos renais em ruminantes (SANTOS, et al., 2009).

Os teores de Mg encontrados nos genótipos de palma forrageira, citados na Tabela 2, variam entre 0,53 e 1,82%. Esse mineral é absorvido no intestino delgado e sua absorção está sob a influência da relação Na:K, quantidade de energia, Ca e P ingeridos. O Mg atua como ativador de enzimas bacterianas, e sua ausência ou quantidade insuficiente na alimentação poderá causar distúrbios aos animais, tais como tetania, retenção de placenta, diminuição na produção de leite, podendo chegar até a morte. Wanderley et al. (2002) observaram que ao alimentar vacas leiteiras com palma forrageira ocorreu aumento no consumo de Ca, K e Mg.

Pelos dados apontados na Tabela 2, verifica-se que o elemento Na foi o que apresentase em menor quantidade na palma forrageira, isso pode ser explicado pelo fato dos solos brasileiros apresentarem baixas concentrações desse mineral. Um dos principais sintomas da deficiência de Na são os pêlos secos e ásperos. Geralmente é oferecido sal comum, como suplementação para esse mineral.



Por outro lado, pelos dados apontados na literatura (sumarizados na Tabela 2), denotam que as palmas forrageiras apresentam teores consideráveis de K. Uma das funções deste elemento é a regulamentação da pressão osmótica, juntamente com o Na, através da bomba de Na e K, apresentando também papel importante no crescimento de microrganismos do rúmen.

### **3. CONCLUSÃO**

A palma forrageira, independente do genótipo, apresenta desequilíbrio na concentração de minerais com altos níveis de Ca, Mg e K, e baixos níveis de elementos como Na e P. Os minerais, mesmo que requeridos em maior ou menor grau, desempenham relevantes funções metabólicas no organismo dos ruminantes. Adicionalmente, considerando as interações complexas entre os elementos minerais, tornam-se relevantes os estudos que procuram compreender o metabolismo mineral e suas implicações sobre a fisiologia dos animais.

#### 4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S.F.J. et al. Fresh or dehydrated *spineless cactus* in diets for lambs. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.38, n.2, p.155-161, 2016.

ANDRADE, D. R. et al. Teores de cálcio e fósforo na parte aérea da palma forrageira cv. Gigante sob diferentes cultivos em Quixadá-CE. In: XXV CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, Fortaleza, 2015. **Anais...** ABZ, Fortaleza. 2015. (CDROM).

ANDRADE, D.K.B. et al. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2088-2097, 2002

BATISTA, A.M.V. et al. Effects of variety on chemical composition *in situ* nutrient disappearance and *in vitro* gas production of spineless cacti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.83, n.5, p.440–445, 2003.

CONRAD, J.H. et al. Minerais para ruminantes em pastejo em regiões tropicais. EMBRAPA, P.5-7, 1985.

DONATO, P. E. R. et al. Valor nutritivo da palma forrageira ‘Gigante’ cultivada sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino. **Revista Caatinga**, v. 27, n. 1, p. 163 – 172, 2014.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B. et al. Adubação mineral no crescimento e composição mineral da palma forrageira - Clone IPA-201. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.5, n. 1, p. 129-135, 2010.

GÊNOVA, L. G.; PAULINO, V. T. Aspectos relacionados a cálcio e fósforo em eqüídeos e ruminantes. **PUBVET**, v. 5, n. 24, p. 1-22, 2011.

GERMANO, R.H. et al. Avaliação da composição química e mineral de cactáceas no semi-árido Paraibano. **Agropecuária Técnica**, v. 20, n.1, p. 51-57, 1999.

LEITE, M. L. M. V. et al. Caracterização da produção de palma forrageira no cariri paraibano. **Revista Caatinga**, v.27, n.2, p.192-200, 2014.

GONZÁLEZ, F. H. D. et al. **Perfil metabólico em ruminantes**: seu uso em nutrição e doenças nutricionais. UFRGS. p. 31-51, 2000.

MENDONÇA JÚNIOR, A. F. et al., Minerais: importância de uso na dieta de ruminantes. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, v. 7, n. 1, p. 1-13, 2011.

PASA, C. Relação reprodução animais e os minerais. **Revista Biodiversidade**, v. 9, n. 1, p. 101-122, 2010.

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

RESENDE, K. T. et al. Exigências de minerais para cabras SRD durante a gestação: cálcio e fósforo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1397-1402, 1999.

SANTOS, D. C. et al. Estratégias para Uso de Cactáceas em Zonas Semiáridas: Novas Cultivares e Uso Sustentável das Espécies Nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, n.2, p.111-121,2013.

SANTOS, K. L. L. et al. Balanço de macrominerais em caprinos alimentados com palma forrageira e casca de soja. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.10, n. 3, p.546-559, 2009.

SANTOS, D. C. et al. Desempenho Produtivo de Vacas 5/8 Holando/Zebu Alimentadas com Diferentes Cultivares de Palma Forrageira (Opuntia e Nopalea). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n.1, p. 12-17, 2001.

SANTOS, D. C. dos et al. Estimativas de parâmetros genéticos em clones de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm-Dick. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 12, p. 1947-1957, 1994.

SILVA, J. A. et al. Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em diferentes espaços e adubações químicas. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.2, p.242-350, 2013.

SILVA, V. L.; et al. Caracterização físico-química e bioquímica do farelo de palma forrageira redonda (*Opuntia ficus*) utilizado na alimentação de ruminantes. **Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 5, n. 2, Ed. 149, Art. 1002, 2011.

SILVA FILHO, J. C. da; ARMELIN, M. J. A.; SILVA, A. J. Determinação da composição mineral de subprodutos agroindustriais utilizados na alimentação animal, pela técnica de ativação neutrônica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 2, p. 235-241, 1999.

TEBALDI, F. L. H. et al. Composição mineral das pastagens das regiões Norte e Noroeste do estado do Rio de Janeiro. 2. Manganês, Ferro, Zinco, Cobre, Cobalto, Molibdênio e Chumbo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 2, p.616-629, 2000.

TELES, M. M. et al. Efeito da Adubação e do Uso de Nematicida na Composição Química da Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1992-1998, 2004 (Supl. 2).

TOKARNIA, C. H.; DOBEREINER, J.; PEIXOTO, P. V. Deficiências minerais em animais de fazenda, principalmente bovinos em regime de campo. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 20, n. 3, p. 127-138, 2000.

VASCONCELOS, A. G. V. de. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius* sp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.827-831, 2009.

VILELA, D. F. et al. Exigências de cálcio e fósforo na nutrição de bovinos. **NutitimeLtda**, v. 13, n. 2, 2016

WANDERLEY, W. L. et al. Palma Forrageira (*Opuntiaficus indica* Mill) em Substituição à Silagem de Sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)Moench) na Alimentação de Vacas Leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 273-281, 2002.