

EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DAS PLANTAS FORRAGEIRAS

E. MALAVOLTA⁽¹⁾

T.H. LIEM⁽²⁾

A.C.P.A. PRIMAVERSI⁽³⁾

1. INTRODUÇÃO

Os prados e pastos permanentes ocupam no Brasil uma área de cerca de 107 milhões de hectares, o que corresponde a 13% do território nacional, com predominância das pastagens naturais de savanas – poucas árvores e cobertura de gramíneas (Roston, 1970 e Rocha, 1972, citados por MALAVOLTA et alii, 1974, p. 583-621).

Quanto ao seu valor agrícola distribuem-se segundo três tipos: (1) boas pastagens naturais de clima temperado, como as que ocorrem no sul do país; (2) pastagens mais ou menos áridas com presença de arbustos e de cactus (área central); (3) savanas de clima quente (Bacia Amazônica, Mato Grosso, etc.).

Como regra, “terra de pasto” no Brasil é sinônimo de “terra ruim” ou marginal para as culturas de maior expressão econômica. O que é verdade quando se considera a extensão de pastagens no “cerrado”. Aí há falta de nutrientes para a forrageira e, como consequência, para o gado.

A Tabela 1 mostra comparativamente a lista dos elementos essenciais para as forrageiras e para os animais: são 23 elementos ao todo, e destes 21 são comuns. A Tabela 2, tirada de BUTLER & JONES (1973, p. 144) mostra o teor de muitos desses elementos nas forragens e o teor desejado para alguns animais domésticos, o que representa uma primeira aproximação para se avaliar o estado nutricional dessas plantas do ponto de vista da alimentação animal: o teor poderá ser adequado para o crescimento das primeiras, não sendo, porém, suficiente para o desempenho do último.

(1) Engenheiro Agrônomo, Professor Titular aposentado da ESALQ-USP, Pesquisador do CENA - USP - Piracicaba (SP).

(2) Engenheiro Agrônomo, M.S., Assessoria de Pesquisa – ULTRAFERTIL S.A. – São Paulo (SP).

(3) Engenheira Agrônoma, M.S., Pesquisadora, EMBRAPA—CNPTrigo, Passo Fundo (RS).

Tabela 1. Exigências de elementos das forrageiras e dos animais.

Elemento	Planta (1)	Animal
Orgânicos	CHO	CHO
Minerais		
Macronutrientes	N P K Ca Mg S	N P K Ca Mg S Na
Micronutrientes	B Cl Cu Fe Mn Mo Zn (Co) (Ni) (Na) (Si)	Cl Cu Fe Mn Mo Zn Co Ni I Se F Si

(1) Entre parênteses: essenciais em determinadas condições (Co) ou essencialidade em discussão (demais).

Tabela 2. Exigências minerais dos ruminantes em relação aos teores nas pastagens (BUTLER & JONES, 1973).

Elemento	Faixa	Normal	Ovelhas	Vacas em lactação
----- % da matéria seca -----				
Ca	0,04 – 6,00	0,2 – 1,0	0,50	0,52
P	0,03 – 0,68	0,2 – 0,5	0,25	0,42
Na	0,002 – 2,12	0,05 – 1,0	0,07	0,15
Cl	0,02 – 2,05	0,1 – 2,0	0,09	0,19
Mg	0,03 – 0,75	0,1 – 0,4	0,06	0,15
----- ppm de matéria seca -----				
I	0,07 – 5,0	0,2 – 0,8	0,12	0,80
Fe	21 – 1000	50 – 300	30	30
Co	0,02 – 4,7	0,05 – 0,3	0,10	0,10
Cu	1,1 – 29,0	2 – 15	5	10
Mn	9 – 2400	25 – 1000	40	40
Zn	1 – 112	15 – 60	50	50
Se	0,01 – 4000	0,03 – 0,15	> 0,03	> 0,03

No presente trabalho vai-se procurar fazer um estudo não exaustivo das exigências minerais das forrageiras, apontando-se algumas implicações na alimentação animal, usando-se tanto quanto possível a "prata da casa", isto é, dados brasileiros.

2. NUTRIÇÃO MINERAL DAS FORRAGEIRAS

2.1. Absorção, transporte, redistribuição e ciclagem

A absorção dos elementos minerais da solução do solo pelas forrageiras obedece aos mesmos mecanismos que operam nas plantas superiores em geral. Uma vez estabelecido o contacto entre o elemento e a raiz (intercepção radicular, fluxo de massa, difusão), processos passivos (fluxo de massa, difusão, troca iônica, equilíbrio de Donnan) colocam-no no espaço livre aparente de onde atinge o citoplasma e o vacúolo por processo ativo, com gasto de energia que a respiração radicular fornece. Fatores externos (concentração, temperatura, tensão de O₂, pH, outros íons presentes no substrato, micorrizas) e internos (potencial genético, presença de substratos respiratórios, idade, estado iônico na célula) influenciam a velocidade de absorção. As micorrizas endo e ectotróficas têm sido muito estudadas recentemente pela sua capacidade de aumentar a absorção, de P principalmente, em solos pobres através do aumento que promovem na superfície de exposição do sistema radicular: o efeito aparece nas condições em que o passo limitante do processo de absorção é representado pela reação de transferência do elemento da fase sólida para a solução ou desta para o sistema radicular (detalhes em LONERAGAN, 1973, p. 103-123; MALAVOLTA, 1981, p. 44-80).

Como a solução do solo representa uma complexa população de íons (aí estão presentes os elementos minerais essenciais, os benéficos e os tóxicos), a existência de um dado elemento em concentração muito alta, relativamente à de outro, pode fazer com que a absorção do segundo seja diminuída por inibição competitiva ou não competitiva. Como consequência, o primeiro poderá se acumular na planta até atingir níveis prejudiciais ao animal, enquanto o segundo poderá não ser absorvido em quantidade suficiente. Alguns exemplos: a "tetania dos pastos" é uma deficiência de Mg induzida por excesso de K ou de Ca; o excesso de Mo pode causar deficiência de Cu (diarréia das pastagens); o excesso de S pode induzir a carência de Se.

Espécies e cultivares podem diferir muito na capacidade de absorção de um dado elemento: as leguminosas seletivamente absorvem mais P e Ca que as gramíneas. Como se vê na Tabela 3, há diferenças acentuadas no nível de P no solo necessário para a produção de matéria seca, o que pode ser devido à desigualdade na constante que define a afinidade entre o elemento e o seu carregador (Km), à distribuição do sistema radicular, ou a ambas as coisas (FENSTER & LEÓN, 1982).

Tabela 3. Exigências de P disponível (Bray II) no solo, para 70% da produção máxima (FENSTER & LEÓN, 1982).

Espécie	P (ppm)
<i>Desmodium leonii</i>	11,4
<i>Macroptilium sp.</i>	9,5
<i>D. scorpiurus</i>	8,0
<i>D. ovalifolium</i>	6,6
<i>Stylosanthes guianensis</i>	5,5
<i>Andropogon gayanus</i>	5,2
<i>S. capitata</i> (CIAT 1338)	3,6
<i>Zornia sp.</i>	3,4
<i>S. capitata</i> (CIAT 1097)	3,3
<i>S. capitata</i> (CIAT 1019)	3,1
<i>S. guianensis</i>	2,5
<i>S. capitata</i> (CIAT 1028)	2,5

As forrageiras, como as plantas superiores em geral, guardaram na marcha da evolução a lembrança genética para absorver sais pelas folhas e pelos caules, ramos ou talos.

A redistribuição dos elementos (movimentos dos locais da residência para outros órgãos) será principalmente pelo floema, sendo influenciada pelas condições do solo e pela idade da planta de modo mais acentuado: o elemento tem, então, seu teor diminuído no órgão de perda e aumentado no de recebimento.

Os minerais acumulados na forrageira estão sujeitos a mecanismos de reciclagem, resumidos na Figura 1, pouco modificada de MOTT (1974, p. 324) e WILKINSON & LOWREY (1973, p. 254) onde se distinguem três compartimentos principais: solo, planta e animal. O solo está em equilíbrio com os resíduos (fração orgânica, restos vegetais, organismos e excreções). A absorção de nutrientes pela planta e o seu consumo pelo animal representam retardamentos temporários no fluxo de nutrientes no sistema que está em estado estável ("steady state"). O animal retém porções relativamente pequenas de N e minerais como mostra a Tabela 4. A Tabela 5, por sua vez, dá com detalhe maior a repartição dos minerais encontrados (WILKINSON & LOWREY, 1973, p. 266).

2.2. Funções

BUTLER & JONES (1973, p. 127-157) discutiram os papéis dos elementos minerais da forragem na vida das mesmas e algumas das implicações na nutrição animal. Na Tabela 6 é feita uma comparação entre as funções dos elementos nos demais reinos. A evidente semelhança faz lembrar o ensinamento aristotélico: "a planta é um animal invertido".

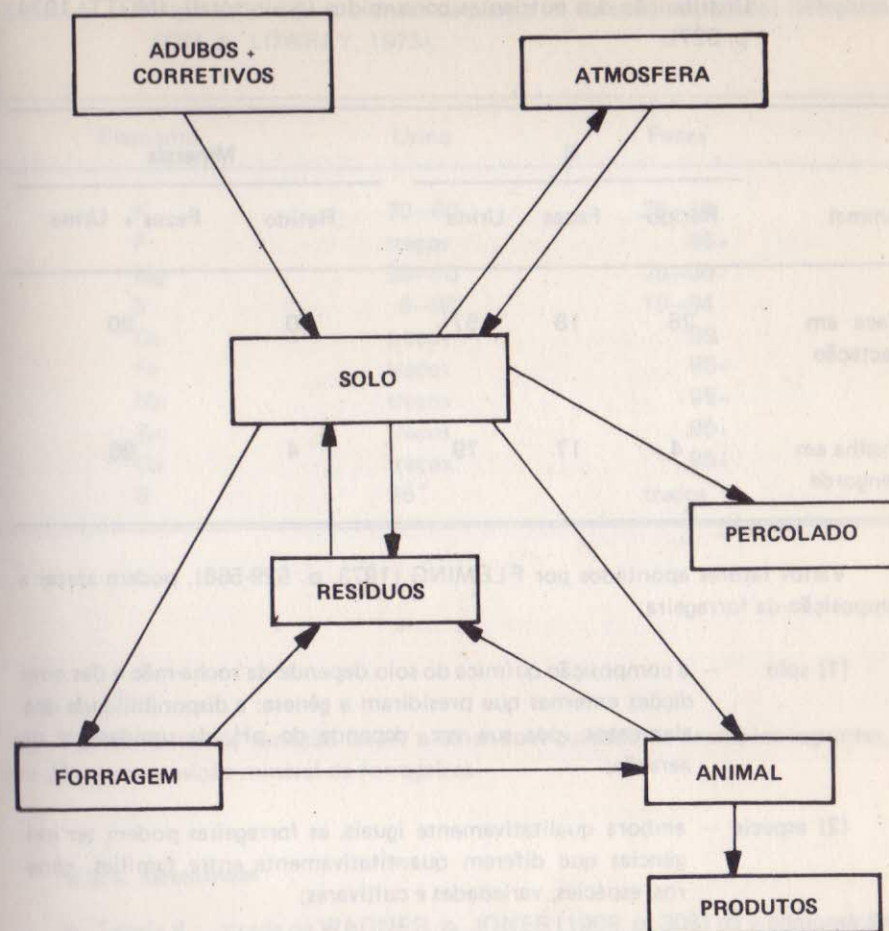


Figura 1. Ciclagem mineral em um ecossistema de pastagem (Modificado de MOTT, 1976; WILKINSON & LOWREY, 1973).

A falta de um elemento mineral provoca nas forrageiras os conhecidos sintomas de deficiência. No animal, tais deficiências causam, por sua vez, anormalidades diversas, conforme se vê na Tabela 7.

2.3. Composição mineral

Como se entende do item anterior, além de influenciar o desenvolvimento da própria forrageira, a composição mineral tem efeito direto no desempenho do animal, dentro dos limites das exigências da primeira e do segundo.

Tabela 4. Distribuição dos nutrientes consumidos (% do total) (MOTT, 1974, p. 327).

Animal	N			Minerais	
	Retido	Fezes	Urina	Retido	Fezes + Urina
Vaca em lactação	25	18	57	10	90
Ovelha em engorda	4	17	79	4	96

Vários fatores apontados por FLEMING (1973, p. 529-566), podem afetar a composição da forrageira:

- (1) solo — a composição química do solo depende da rocha-mãe e das condições externas que presidiram a gênese; a disponibilidade dos elementos, por sua vez, depende do pH, da umidade e da aeração;
- (2) espécie — embora qualitativamente iguais, as forrageiras podem ter exigências que diferem quantitativamente entre famílias, gêneros, espécies, variedades e cultivares;
- (3) idade — dependendo do elemento, o teor poderá aumentar, diminuir ou permanecer constante à medida que a planta atinge a maturidade;
- (4) meio — chuva, temperatura, foto e termo período podem afetar o crescimento e a composição mineral; SOUZA et alii (1979, 1980, 1981, 1982) mostraram que na época da seca aumenta o teor dos elementos Ca, Mn e Mo; diminui o teor de P, K, Co, Cu; a estação não muda a concentração de Fe, Zn e Na.
- (5) adubação e calagem — podem promover absorção maior do elemento contido no fertilizante ou corretivo; ao mesmo tempo poderá ocorrer diminuição na absorção de outro(s);
- (6) manejo — a intensidade maior ou menor do pastoreio influencia o teor dos elementos; o mesmo acontece quando se considera de um lado pastagens simples e, de outro, consorciadas.

Tabela 5. Repartição dos nutrientes da planta (% do total excretado) (WILKINSON & LOWREY, 1973).

Elemento	Urina	Fezes
K	70-90	30-10
P	traços	95+
Mg	30-10	70-90
S	6-90	10-94
Ca	traços	99
Fe	traços	95+
Mn	traços	95+
Zn	traços	95+
Cu	traços	95+
B	95+	traços

Tantas fontes de variação levam a olhar com cuidado os exemplos seguintes, que dão a composição mineral de forrageiras.

2.3.1. Gramíneas

A Tabela 8, tirada de WAGNER & JONES (1968, p. 306) dá a composição mineral de forrageiras norte-americanas avaliadas no estágio de feno.

Os dados da Tabela 9 (MALAVOLTA et alii, 1974, p. 587) referem-se a análises de plantas com 56 dias de idade cultivadas em vasos com terra adubada.

A despeito da diversidade de condições não há diferenças mais acentuadas entre os teores encontrados.

GALLO et alii (1974) analisaram 249 amostras de gramíneas e leguminosas coletadas no verão. Os seus dados aparecem nas Tabelas 10 e 11. Além da grande dispersão entre os teores dos elementos, verificaram que N, P, S, Cl, Co, Cu, Na e Zn se encontravam em concentrações abaixo das exigidas pelos bovinos. Os demais achavam-se acima.

Nas condições de pastoreio as quantidades de nutrientes exportadas do pasto são relativamente pequenas (ver 2.1). Entretanto, as retiradas se tornam consideráveis quando se faz o corte da forrageira como mostra a Tabela 12, feita com dados de WAGNER & JONES (1968, p. 306) e MALAVOLTA et alii (1974, p. 590).

