

# COMPOSIÇÃO MINERAL DE ALGUMAS ESPÉCIES DE GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS AO LONGO DE SEU CICLO VEGETATIVO<sup>1</sup>

ALOYSIO MARIO B. BITTENCOURT<sup>2</sup>, MARIA REGINA T. FILGUEIRAS<sup>3</sup>,  
VALDEMAR R. OSORIO E CASTRO<sup>4</sup> e HENRIQUE ANTONIO DE S. ANDRADE<sup>5</sup>

**RESUMO** - Foi determinada a composição dos elementos nutrientes Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu e Zn, de três espécies de gramíneas do município de Niterói (região litorânea) do Estado do Rio de Janeiro: o capim-elefante variedade Napier (*Pennisetum purpureum* Schum.), o capim-colônião (*Panicum maximum* Jacq.) e o capim-guatemala (*Tripsacum laxum* Nash.). As amostras de cada espécie eram colhidas a intervalos de aproximadamente dois meses e envolveram todo o ciclo vegetativo dessas gramíneas. Gramíneas da região de Cordeiro (região montanhosa): o capim-jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Ness.) Stapf.), o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf. Praim.) e o capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. de Beauv.) foram também analisadas no que diz respeito àqueles elementos, mas dessas só houve a coleta de uma amostra, não se tendo, portanto, realizado o estudo ao longo de todo o ciclo vegetativo. Nesse estudo foi possível verificar o equilíbrio mineral, que é fornecido pelos teores absolutos de vários elementos analisados e pelas relações (K/Na), (K/Mg) e (K/Ca + Mg) + (100/Mn) + (10/Cu). Pela análise dos resultados concluiu-se que nas plantas pesquisadas não houve um equilíbrio perfeito nas várias relações estudadas, mas bastante satisfatório, com exceção da relação K/Na.

Termos para indexação: micronutrientes, capim-napier (*Pennisetum purpureum*), capim-colônião (*Panicum maximum*), capim-guatemala (*Tripsacum laxum*).

## MINERAL COMPOSITION IN SOME SPECIES OF GRASSES ALONG THEIR VEGETATIVE CYCLE

**ABSTRACT** - The composition of the nutrient elements Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Cu and Zn in three species of grasses from the coastal zone of the municipality of Niterói (Rio de Janeiro, Brazil) was determined: Elephant, var. Napier (*Pennisetum purpureum* Schum.), Guinea (*Panicum maximum* Jacq.) and Guatemala (*Tripsacum laxum* Nash.). The samples from each of the species were collected at time intervals of about two months in order to attend their vegetative cycle. Grasses from the Cordeiro region (a high altitude region), "Jaraguá" (*Hyparrhenia rufa* (Ness.) Stapf.), "Braquiária" (*Brachiaria decumbens* Stapf. Praim.) and "Gordura" (*Melinis minutiflora* P. de Beauv.) were also analysed for those elements but only one sample was collected and, thus, the whole vegetative cycle was not studied. The mineral equilibrium was verified through the variation of the absolute concentration of the elements and by the ratios (K/Na), (K/Mg), and (K/Ca + Mg) + (100/Mn) + (10/Cu). The results suggest that in the researched grasses there was not a perfect equilibrium in the several studied ratios, but very acceptable with the exception of the K/Na ratio.

Index terms: micronutrients, *Pennisetum purpureum*, *Panicum maximum*, *Tripsacum laxum*.

## INTRODUÇÃO

A boa utilização agropecuária de um solo depende de sua constituição em partículas sólidas (argilas, matéria orgânica), dos elementos nutrientes dissolvidos na água que envolvem tais partículas e dos gases encontrados nos poros.

Tem sido referida a importância de uma adequada nutrição mineral não só para obter bom rendimento no que se refere à produção agrícola, mas também para a garantia de uma boa qualidade biológica. Desta depende a manutenção do metabolismo normal do ser vivo, animais ou seres humanos, direta ou indiretamente, consumidores desses vegetais (Silva 1980, Gomide 1978, Loosli 1956, Purvis 1956, Schneider 1956, Vianna 1978).

A qualidade biológica vegetal exige que as concentrações dos macro e micronutrientes no solo, se achem compreendidas entre certos valores considerados adequados e sigam certas relações que não devem ser alteradas significativamente (Al-

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 5 de janeiro de 1987.

<sup>2</sup> Eng. - Químico, Prof.-Assist., Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC/RJ), Rua Marquês de São Vicente, 225 - CEP 22453 Rio de Janeiro, RJ.

<sup>3</sup> Química e Licenciada, M.Sc., Profa. do Ensino-Médio.

<sup>4</sup> Químico, Dr., Prof. - Assoc., PUC/RJ.

<sup>5</sup> Químico, Dr., Prof. - Assoc., PUC/RJ.

cântara & Bufarah 1980, Malavolta 1976, 1980, Voisin 1973, 1978). O afastamento desses valores, traduz-se por um desequilíbrio mineral no solo, que irá afetar a planta e, conseqüentemente, também o consumidor. O mais grave é quando carências de certos nutrientes, como por exemplo Co e I (Voisin 1978), pouca influência determinarem sobre a saúde ou rendimento da planta, mas refletem-se no animal em termos de doenças. É o caso da anemia perniciosa, causada por deficiência de Co e das complicações no funcionamento de tiróide, quando os níveis de I são insuficientes.

Conclui-se, pois, que a deficiência nas plantas em determinados elementos minerais, pode vir a ser detectada no animal consumidor, bem antes que essas carências sejam conhecidas.

Estes fatos demonstram a importância de que se reveste a análise mineral de plantas, na busca de soluções, para um melhoramento agropecuário. Tal procedimento parece ser mais adequado do que efetuar a análise do solo, pois nem sempre um dado resultante de tal análise pode permitir estimar a quantidade real de quanto um certo elemento é assimilável pela planta.

No presente trabalho é estudada a variação da composição mineral em função de variáveis que atuam sobre o ciclo vegetativo de algumas espécies de gramíneas utilizadas no Brasil, tais como o capim-napier (*Pennisetum purpureum* Schum), o capim-colônião (*Panicum maximum* Jacq.) e o capim-guatemala (*Tripsacum laxum* Nash.). O equilíbrio mineral em tais plantas foi verificado através da variação dos teores absolutos dos elementos e das relações (K/Na), (K/Mg), (K/Ca + Mg) e (K/Ca + Mg) + (100/Mn) + (10/Cu).

## MATERIAL E MÉTODOS

A coleta das amostras era feita de modo aleatório por técnicos da EMBRAPA (Niterói) em várias partes de capineiras das regiões citadas nos textos. A planta intacta era cortada no laboratório, utilizando faca de aço inoxidável, obtendo-se pequenos pedaços de cerca de 0,5 cm de comprimento. A amostra de Paraíba do Sul era fornecida pelo próprio fazendeiro, já picada em moinho de faca, próprio para a preparação de ração animal. No laboratório era reduzida a pedaços de 0,5 cm de comprimento. Após uma secagem rápida em estufa (80°C - 100°C) usava-se cerca de 3,0 g para as várias determinações dos elementos me-

tálicos. A abertura das amostras era realizada por incineração seca, ou por oxidação úmida, em presença de agentes oxidantes.

No processo de oxidação úmida misturava-se, em Erlenmayer de 500 ml, 3,0 g do tecido vegetal com 5,0 ml de ácido nítrico concentrado, para cada grama de tecido. Aquecia-se sobre placa a 180°C - 200°C, em associação com um sistema para evacuação rápida dos fumos provenientes da mistura. Após esta pré-digestão, deixava-se esfriar a amostra, adicionava-se 14,0 ml da mistura do ácido (HNO<sub>3</sub> : H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> : HClO<sub>4</sub>; 10:1:4) e prosseguia-se o aquecimento até evaporação quase total dos ácidos, quando então os resíduos apresentavam-se claros e ligeiramente umedecidos com ácido sulfúrico.

Na incineração seca (Jackson 1967) a amostra era colocada em forno de mufla (400°C - 500°C), durante a noite e, após esfriamento, tratada com um pequeno excesso de NHO<sub>3</sub> 1N. Evaporava-se até a secura sobre placa quente e introduzia-se novamente no forno de mufla a 400°C ± 10°C, durante aproximadamente 30 minutos. A cinza obtida, nitidamente branca, era esfriada para posterior utilização.

A amostra proveniente do tratamento por via seca ou úmida, adicionava-se 5,0 ml de HCl concentrado e transferia-se para tubo de centrífuga. Lavava-se duas vezes o recipiente da amostra com 5,0 ml de HCl 6N, transferindo-se os líquidos de lavagem para o tubo. Em seguida, era efetuada uma centrifugação a 2.500 rpm durante quinze minutos e, então, uma filtração em papel de filtro Carl Schleicher & Schüll faixa azul, Ø 9 cm, recolhendo-se a solução em balão de 100 ml e completando-se o volume com água (solução A). O precipitado era mantido no papel de filtro em estufa a 110°C para ser posteriormente utilizado na determinação gravimétrica de sílica.

A solução A era utilizada para determinar Fe, Mn, Cu e Zn. Para os ensaios de Ca, Mg e Na, alíquotas de 10,0 ml de A eram diluídas 25 vezes (solução B). Na determinação de K, diluía-se dez vezes a solução B, obtendo-se a solução C.

Outras diluições eram necessárias para a determinação dos vários minerais, a partir das soluções, A, B e C, conforme descrito a seguir:

Ca e Mg - Solução B diluída 2,5 vezes.

Na - Solução B diluída 1,25 vezes ou solução A diluída 2,5 vezes.

K - Solução C diluída 2,5 vezes.

Fe e Mn - Solução A diluída 2,5 vezes.

Cu e Zn - Solução A.

Na preparação dos padrões, soluções contendo 1.000 mg/ml do elemento eram preparadas com material de boa procedência: "Tritisol Merck" para Na, K, Fe, Mn e Zn, "Baker Analyzed" para Ca, "Carlo Erba" para Cu e "Riedel-De Haenag" para Mg.

Das soluções estoque, conservadas em frascos de polietileno, obtinham-se soluções 50 vezes mais diluídas (20 µg/ml do elemento). As curvas de calibração para Ca, Na, K, Fe e Mn era obtidas variando a solução padrão de

zero a 4,0  $\mu\text{g/ml}$  e as relativas aos Mg, Cu e Zn variando entre zero e 2,0  $\mu\text{g/ml}$ .

O método de absorção atômica, que utilizava o espectrofotômetro de absorção atômica da Varian Techtron, modelo AA-5, para a determinação de Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn nas amostras provenientes do tratamento por via seca e úmida, era aplicado em presença de 2.000 ppm de K a partir de  $\text{KNO}_3$  - Queel (99,9%), que funciona como tampão de ionização.

O método da emissão atômica, que utilizava o espectrógrafo de emissão RSV para a determinação de Na e K daquelas amostras, era conduzido em presença de um supressor de ionização, o CsCl (Merck) na concentração de 1 mg Cs/ml.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Assimilação diferencial dos elementos de acordo com a espécie

Os resultados apresentados nas Fig. 1, 2 e Tabelas 1, 2 permitem retirar ilações acerca da assimilação diferencial dos vários elementos analisados nas diferentes gramíneas.

Assim, em relação ao Ca, as espécies Napier e Colômbio estão em ordem decrescente de concentração, no mês de abril, que corresponde à época de maior teor desses elementos. Já as espécies Jaraguá, Braquiária e Gordura apresentam, em junho, teores mais elevados do que as outras espécies citadas. No caso do Mg, a espécie Colômbio é a que apresenta maiores teores, seguida das espécies Braquiária, Gordura, Jaraguá, Guatemala e Napier, em períodos correspondentes de observação. A assimilação de Na e K, por outro lado, é maior nas espécies Colômbio, Napier e Guatemala do que nas espécies Jaraguá, Braquiária e Gordura, as quais apresentam teores muito baixos, provavelmente como reflexo do tipo de solo. Comparando variedades da mesma região, também se observam diferenças no conteúdo do Na, em particular no mês de abril, para Napier e Colômbio. Nas espécies litorâneas, por outro lado, para a época de colheita realizada (8.8.81), são praticamente equivalentes os valores de Na.

Entre os microelementos, é de interesse realçar que, de modo global, as espécies que assimilam melhor o ferro (Gordura, Jaraguá, Braquiária, Guatemala, Colômbio e Napier, em ordem decrescente de assimilação) são mais pobres em manganês

(Napier, Colômbio, Braquiária, Gordura e Jaraguá, também em ordem decrescente de assimilação), sendo de se salientar o grande teor em Fe apresentado pela espécie Gordura. Os teores em cobre também variam de acordo com a espécie, devendo ser destacada a época de junho, como a de maiores concentrações, que são decrescentes na seqüência das espécies Braquiária, Napier, Jaraguá, Colômbio e Gordura. Em alguns casos os valores de cobre são altos, mas ainda assim da mesma ordem de grandeza dos encontrados em outras folhas de plantas (Malavolta 1974). No que diz respeito ao zinco, o capim-gordura apresenta níveis mais elevados, seguido das espécies Jaraguá, Colômbio, Napier e Braquiária.

Em suma, verifica-se que entre as espécies cultivadas em Cordeiro (região montanhosa), a espécie Gordura apresenta-se como a de maior capacidade para assimilar sódio, potássio, ferro e zinco, mas apresenta o menor teor de cobre. Já a espécie Braquiária é a que assimila mais magnésio, manganês e cobre e a que contém menos cálcio, sódio, potássio, ferro e zinco. A espécie Jaraguá é a que apresenta maior equilíbrio, no que diz respeito à distribuição dos elementos estudados, assimilando melhor o cálcio ao contrário do magnésio e manganês.

### Efeito da concentração de um elemento na assimilabilidade de outro (antagonismo)

Com os resultados obtidos para as várias gramíneas procurou-se colocar em evidência o fenômeno do antagonismo, registrado genericamente na literatura para vários pares de elementos tais como o K/Mg, K/Na, Cu/Zn, Fe/Mn, Mn/Zn etc. (Alcantara & Bufarah 1980, Malavolta 1976, 1980, Voisin 1973, 1978).

Na espécie Napier reconhece-se esse efeito em março/abril para os pares Fe/Mn e Zn/Cu que se repete, agora inversamente, no período junho/agosto. Na espécie Colômbio é de se salientar, também, o antagonismo entre os pares Fe/Mn e Zn/Cu no início do outono, existindo também a presença antagonica de Ca/Mg. Na espécie Guatemala, embora o período de observação tenha sido mais curto, o antagonismo não é tão evidente mas, assim mesmo, pode-se observar esse fenômeno para Fe/Mn, Ca/Mg e Cu/Zn.

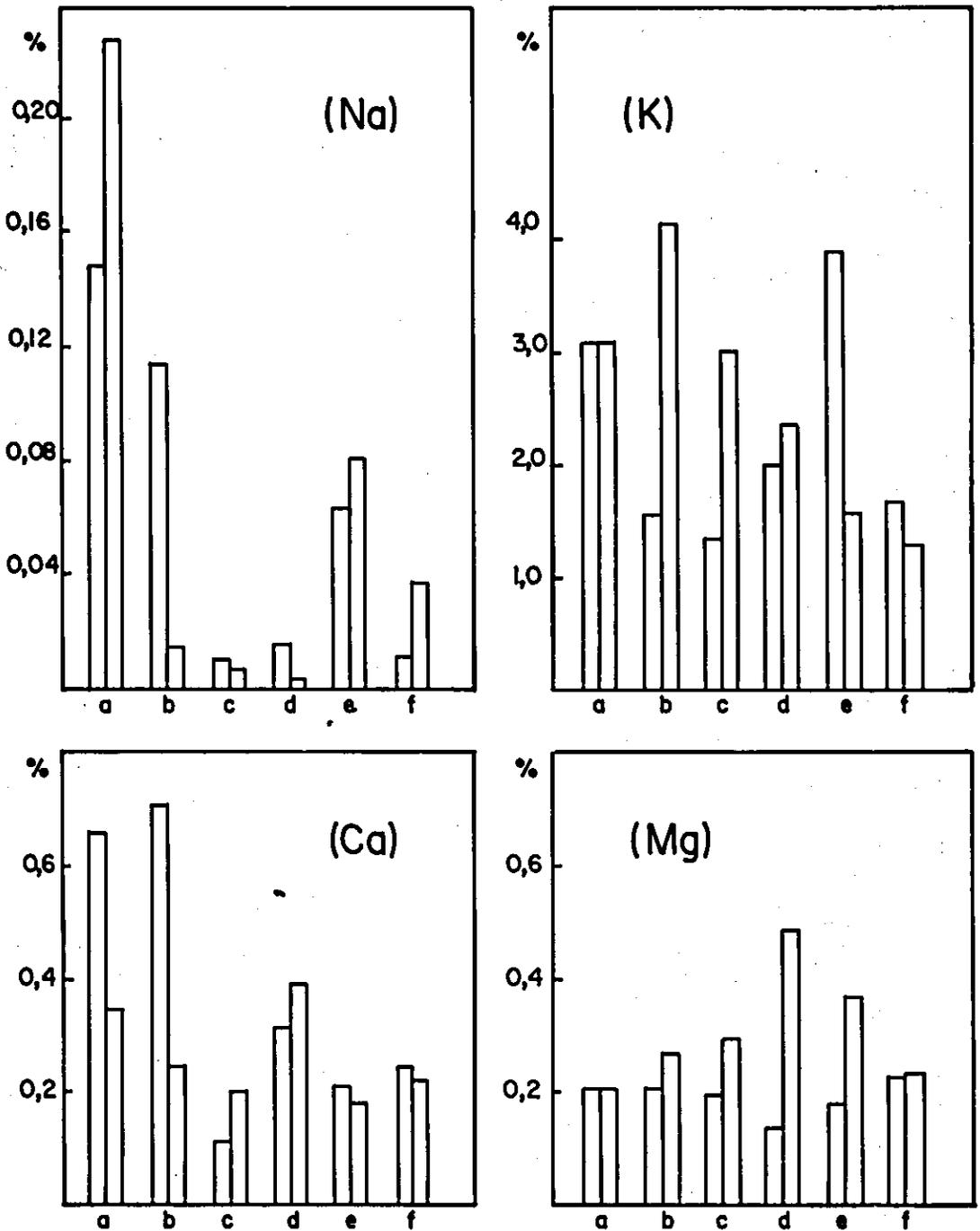


FIG. 1. Teores de K, Na, Ca e Mg nas gramíneas Napier (esquerda) e Colonião (direita) em várias épocas do ano. Os resultados expressam a média de duas amostras tratadas por via seca e duas amostras tratadas por via úmida. As letras tem os seguintes significados: a) 7.4.81; b) 23.4.81; c) 8.6.81; d) 17.8.81; e) 26.10.81; f) 19.3.82.

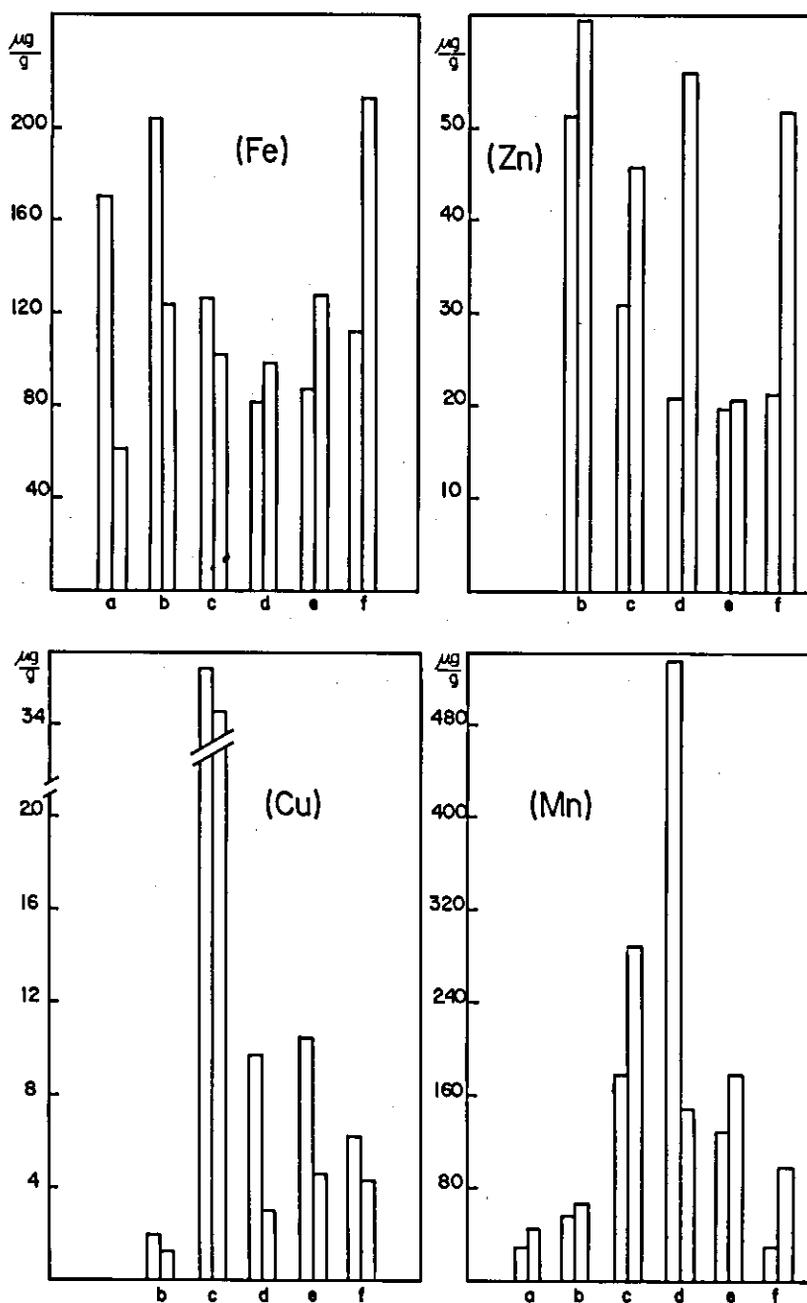


FIG. 2. Teores de Fe, Zn, Cu e Mn nas gramíneas Napier (esquerda) e Colonião (direita) em várias épocas do ano. Os resultados expressam a média de duas amostras tratadas por via seca e duas amostras tratadas por via úmida. As letras tem os seguintes significados: a) 7.4.81; b) 23.4.81; c) 8.6.81; d) 17.8.81; e) 26.10.81; f) 19.8.82.

**TABELA 1.** Concentração dos elementos na variedade Guatemala procedente de Niterói.

Elementos Macro	Concentração (%) nas amostras colhidas nas datas		
	17.08.81	26.10.81	19.03.82
Ca	0,13	0,10	0,08
Mg	0,209	0,192	0,230
Na	0,03	0,06	0,01
K	1,63	1,35	1,27

Micro	Concentração ( $\mu\text{g/g}$ )		
Fe	165,0	165,0	120,0
Mn	113,7	73,4	81,5
Cu	6,9	4,7	5,3
Zn	36,5	25,4	20,8

Os resultados expressam a média de duas amostras tratadas por via seca e duas amostras tratadas por via úmida.

**TABELA 2.** Concentração dos elementos nas variedades Braquiária, Gordura e Jaraguá em 08.06.81.

Gramínea	Elementos							
	Ca (%)	Mg (%)	Na (%)	K (%)	Fe ( $\mu\text{g/g}$ )	Mn ( $\mu\text{g/g}$ )	Cu ( $\mu\text{g/g}$ )	Zn ( $\mu\text{g/g}$ )
Braquiária	0,215	0,28	0,0027	0,60	232,5	220,0	45,8	31,2
Gordura	0,276	0,23	0,0025	1,00	890,0	158,0	33,0	76,5
Jaraguá	0,300	0,226	0,0025	0,87	414,0	131,0	35,4	67,8

Os resultados expressam a média de duas amostras tratadas por via seca e duas amostras tratadas por via úmida. As gramíneas procedem do município de Cordeiro.

De modo geral, o efeito de um elemento na assimilabilidade de outro é mais nítido entre os elementos que se encontram no solo em teores já bastante baixos. Entretanto, não se observou antagonismo entre Fe/Zn e Mn/Cu, conforme a literatura referida cita para outros casos.

#### Relações de equilíbrio mineral

A análise dos resultados obtidos para as várias espécies, permitiu verificar diferenças de conteúdo para os diferentes elementos estudados, aparentemente como reflexo da região (litorânea ou montanhosa) e da própria bioquímica da planta.

Apesar da existência dessas diferenças, certamente elas não foram suficientemente drásticas, para impedir o desenvolvimento normal da planta, embora possam constituir-se como inadequadas para a alimentação animal.

Há relações, entre os vários elementos, que são apresentadas como capazes de fornecer índices mais apropriados para a indicação da boa qualidade mineral da planta. Esses parâmetros, (K/Na), (K/Mg), (K/Ca + Mg), (K/Ca + Mg) + (100/Mn) + (10/Cu), foram determinados para as várias gramíneas, obtendo-se os resultados apresentados nas Tabelas 3 a 5.

#### Espécie Napier

A Tabela 3 resume os resultados obtidos nesta gramínea cultivada no município de Niterói (Estado do Rio de Janeiro). Pode-se observar o seguinte:

**K/Na** – Os valores desta relação, em geral, são muito altos (o valor ideal situa-se em torno de 5,0) tendo-se obtido o índice máximo em março de 82 e o mínimo em abril de 81, sendo de se notar que mesmo este valor mínimo é mais elevado que o ideal.

Na verdade, os baixos teores de Na explicam tais resultados, pois as concentrações de K encontram-se na faixa ideal, como propõem Voisin (em torno de 2,5%) e Malavolta (cerca de 1,0%). Já o Na apresenta-se bastante abaixo do ideal, principalmente em junho e agosto onde a relação K/Na é, de fato, muito alta. É de se salientar que

este período corresponde ao final do ciclo vegetativo da gramínea e também é um período de temperaturas mais baixas.

**K/Mg** – Em geral, esta relação está mais próxima do ideal (2,25), sendo normalmente pouco superior, com exceção da amostra colhida em 26.10.81 onde alcança um valor o triplo do considerado ótimo, e do mês de junho em que é ligeiramente menor que 2,25.

**K/Ca + Mg** – Foram encontrados, para esta relação, valores na faixa do considerado ideal ( $< 1,8$ ) embora muito próximos deste. A exceção acontece para o mês de outubro onde o valor observado é relativamente alto (3,86). O mínimo foi encontrado no final de abril, certamente em decorrência do

alto teor de Ca existente nessa época, já que as concentrações de K e Mg estão bastante próximas dos valores ideais.

**(K/Ca + Mg) + (100/Mn) + (10/Cu)** – Para esta expressão foram encontrados valores próximos dos considerados ideais, sendo os meses de junho e agosto os melhores, em termos de equilíbrio mineral, obtendo-se em agosto o valor mais próximo do ideal, como acontece com a relação K/Ca + Mg.

Chega-se pois à conclusão que, em termos de equilíbrio mineral, a relação K/Na é a que mais se afasta do valor ótimo. Isso sugere que se complemente a alimentação do gado que se utiliza dessas pastagens com sais de sódio.

TABELA 3. Relações de equilíbrio mineral na espécie Napier.

Relações	Ideal	Datas					
		07.04.81	23.04.81	08.06.81	17.08.81	26.10.81	19.03.82
K/Na	5	20,93	14,79	155,17	134,67	56,05	176,0
K/Mg	$< 2,25$	4,44	2,40	2,10	4,49	6,73	2,38
K/Ca + Mg	$< 1,8$	1,58	0,78	1,54	1,88	3,86	1,41
K/Ca + Mg + 100/Mn + 10/Cu	$< 3,5$	-	6,54	2,41	3,10	6,30	5,80

TABELA 4. Relações de equilíbrio mineral na espécie Colômbia.

Relações	Ideal	Datas					
		07.04.81	23.04.81	08.06.81	17.08.81	26.10.81	19.03.82
K/Na	5	13,61	276,67	487,81	403,39	19,63	36,11
K/Mg	$< 2,25$	4,63	4,69	3,11	1,48	1,35	1,62
K/Ca + Mg	$< 1,8$	2,30	3,00	2,18	1,00	1,03	1,04
K/Ca + Mg + 100/Mn + 10/Cu	$< 3,5$	-	11,10	2,81	4,80	4,92	3,32

TABELA 5. Relações de equilíbrio mineral na espécie Guatemala.

Relações	Ideal	Datas		
		17.08.81	26.10.81	19.03.82
K/Na	5	54,00	21,59	97,69
K/Mg	$< 2,25$	2,40	2,23	1,72
K/Ca + Mg	$< 1,8$	1,74	1,70	1,42
K/Ca + Mg + 100/Mn + 10/Cu	$< 3,5$	4,03	5,07	4,56

Outubro é o pior mês, no que se relaciona aos teores minerais, certamente por haver nesse período um baixo teor de matéria seca e, portanto, baixa concentração dos nutrientes, acompanhado de um alto índice de água (coincide com o período de início de chuvas). Com isso há maior facilidade na assimilação do potássio, que é antagônico aos demais íons.

#### Espécie Colômbia

**K/Na** – Conforme pode concluir-se, pela análise da Tabela 4, os valores desta relação também são muito altos para esta espécie, como reflexo das baixas concentrações de sódio encontradas. Só no mês de abril é encontrado o valor mais próximo do ideal, enquanto que em junho, mês de baixas temperaturas e final do ciclo vegetativo, o quociente K/Na é o mais elevado de todos.

**K/Mg** – Esta relação, entretanto, já se apresenta com valores considerados ideais, com exceção do mês de abril, em que aquela relação é o dobro da ideal.

**K/Ca + Mg** – Os valores para este quociente estão normalmente nas faixas da idealidade, exceto em abril e junho, que apresentam índices mais elevados devido ao teor relativamente alto do K e/ou ao Ca, cuja concentração está abaixo dos valores normais.

**(K/Ca + Mg) + (100/Mn) + 10/Cu** – Com exceção dos índices obtidos para o mês de abril, todos os demais estão bem próximos do valor considerado ótimo. De fato, foi neste mês que se obteve um teor mais elevado de K e relativamente baixos teores de Cu e Mn.

Nesta espécie, como na Napier, a relação K/Na é a que está mais distante do índice aceito como o ideal, neste caso, também em virtude dos baixos teores de Na. Nas demais relações, os melhores índices indicativos de um bom equilíbrio mineral foram obtidos no mês de março de 1982.

#### Espécie Guatemala

Os vários índices de equilíbrio mineral foram também determinados para esta espécie, conforme descrito na Tabela 5.

A relação K/Na também apresenta valores muito elevados relativamente ao índice normal, refletindo, como foi visto nas demais espécies, os

baixos teores de sódio. Os índices para K/Mg e K/Mg + Ca, entretanto, são bastante aceitáveis, indicando um bom equilíbrio entre K, Ca e Mg.

Para a expressão  $(K/Ca + Mg) + (100/Mn) + (10/Cu)$  encontraram-se valores um pouco acima do ideal, devendo-se isso mais aos baixos índices de Cu do que ao Mn, embora este se apresente baixo nos meses de novembro de 81 e março de 82.

#### CONCLUSÕES

1. As diferenças de composição mineral existentes entre as várias espécies estudadas, notadamente entre as variedades Napier e Colômbia, não são tão acentuadas entre si.

2. As várias gramíneas estão razoavelmente bem equilibradas, quanto aos elementos pesquisados, de acordo com as relações minerais estabelecidas por vários autores. A única relação mais discrepante é a K/Na em decorrência dos teores de Na estarem sensivelmente abaixo do ideal, notadamente na região de Cordeiro.

#### REFERÊNCIAS

- ALCANTARA, P.B. & BUFARAH, G. Plantas forrageiras; gramíneas e leguminosas. São Paulo, Nobel, 1980.
- GOIMIDE, J.A. Mineral composition of grasses and tropical leguminous forages. In: LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON MINERAL NUTRITION RESEARCH WITH GRAZING RUMINANTS, Gainesville, 1976. Proceedings. Gainesville, University of Florida, 1978. p.32-9.
- JACKSON, M.L. Análisis químico de suelos. London, Prentice-Hall, 1967.
- LOOSLI, J.K. Absorción y utilización de materiales inorgánicos por los animales. In: DONALD E. & FREAR, H., org. Tratado de química agrícola. Barcelona, Salvat, 1956.
- MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral em plantas. São Paulo, Agronômica Ceres, 1980.
- MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola: nutrição de plantas e fertilidade do solo. São Paulo, Agronômica Ceres, 1976.
- MALAVOLTA, E.; HAAG, H.P.; MELO, F.A.F. de; BRASILEIRO, M.O.C. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974.
- PURVIS, E.R. Suplementos de elementos nutritivos menores de las plantas. In: DONALD E. & FREAR, H., org. Tratado de química agrícola. Barcelona, Salvat, 1956. v.2.

- SCHNEIDER, B.H. Metabolismo animal; generalidades. In: DONALD, E. & FREAR, H., org. Tratado de química agrícola. Barcelona, Salvat, 1956.
- SILVA, J.J.R.F. da. Elementos químicos em biologia; efeito da deficiência e do excesso de elementos essenciais. In: CONGRESSO IBÉRICO DE BIOQUÍMICA, 1., Coimbra, 1980. Conferência inaugural do 1.º Congresso Ibérico de Bioquímica. s.l., s.ed., 1980.
- VIANA, J.A.C. Magnesium in ruminant nutrition. In: LATIN AMERICAN SYMPOSIUM ON MINERAL NUTRITION WITH GRAZING RUMINANTS, Gainesville, 1976. Proceedings. Gainesville, University of Florida, 1978. p.59-65.
- VOISIN, A. Adubos; novas leis científicas de sua aplicação. São Paulo, Mestre Jou, 1973.
- VOISIN, A. A tetania no pasto; mal aplicado pode o adubo mineral ou orgânico ser mortal para o animal? São Paulo, Mestre Jou, 1978.